

# ÍNDICE

Capítulo 1: Descripción del proyecto (objeto y alcance) .....	136
Capítulo 2: Ubicación.....	137
Capítulo 3: Características influyentes en el diseño.....	138
3.1.    Helicópteros .....	138
3.2.    Materiales .....	139
3.2.1.    Acero .....	139
3.2.2.    Hormigón armado.....	140
3.3.    Estancias necesarias .....	142
3.3.1.    Sala taller .....	142
3.3.2.    Oficinas .....	142
3.3.3.    Almacén para maquinaria .....	142
3.3.4.    Vestuario .....	142
3.3.5.    Almacén.....	142
Capítulo 4: Diseños propuestos .....	143
4.1.    Distribución en planta .....	143
4.1.1.    Modelo A.....	143
4.1.2.    Modelo B.....	144
4.1.3.    Modelo C.....	144
4.2.    Celosías .....	144
4.2.1.    Celosía americana .....	145
4.2.2.    Celosía inglesa .....	146
4.2.3.    Polonceau recta.....	146
Capítulo 5: Solución adoptada.....	148
5.1.    Materiales .....	148
5.2.    Distribución en planta .....	148
5.3.    Celosía .....	149
Capítulo 6: Evaluación Económica aproximada del proyecto .....	150
Capítulo 7: Bibliografía .....	151

# **CAPÍTULO 1:**

## **DESCRIPCIÓN DEL**

### **PROYECTO (OBJETO Y**

### **ALCANCE)**

Este proyecto consistirá en la realización de un hangar para helicópteros ubicado en la población de Viladecans, a menos de un kilómetro del futuro *Parc Aeroespacial i de la Mobilitat*. El encargo consiste en hacer un hangar que sea capaz de albergar en su interior 3 o 4 helicópteros Robinson R44.

El objetivo principal de este anteproyecto es la búsqueda y la investigación de posibles soluciones en el diseño, proyección y ejecución de un pequeño hangar para helicópteros.

El diseño se realizará atendiendo a las exigencias del código técnico de la edificación, en adelante CTE, el cual es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, en adelante LOE.

## **CAPÍTULO 2: UBICACIÓN**

El hangar del presente proyecto estará en el municipio de “Viladecans”, una ciudad de más de 60.000 habitantes a la fecha de 2011, situada en el área metropolitana de Barcelona, en la comarca del Baix Llobregat, provincia de Barcelona en la Comunidad autónoma de Catalunya.

Dicho municipio limita con las poblaciones vecinas de Sant Boi de Llobregat al este, Sant Climent de Llobregat al norte y Gavà al

a menos de un kilometro del futuro Parc Aeroespacial i de la Mobilitat de Viladecans.

# **CAPÍTULO 3: CARACTERÍSTICAS INFLUYENTES EN EL DISEÑO**

En este apartado se mostrarán las diferentes características que nos limitarán el diseño.

## **3.1. Helicópteros**

Uno de los factores más influyentes a la hora de diseñar cualquier clase de estructura con el fin de estacionar vehículos es el tipo de vehículo a albergar. Para el hangar del presente proyecto esos vehículos serán helicópteros.

Los helicópteros que se considerarán en el diseño serán helicópteros Robinson R44 con capacidad para 4 personas. Las dimensiones de estos helicópteros son las siguientes (en metros):



**Figura 3. Dimensiones helicóptero Robinson R44**

De las dimensiones anteriores las únicas que interesan para el diseño son la altura de 3,29 m ya que nos limitara la altura mínima, la anchura de 11,66 m que nos limitará la separación mínima entre pilares de la entrada y el radio de la rotor de 5,03 m que se tendrá en cuenta para que haya suficiente separación entre zonas donde se encuentren los helicópteros.

## 3.2. Materiales

Otra de las características influyentes son los materiales con los que se diseñen los pilares y la cubierta. Entre los materiales disponibles se encuentran el hormigón armado y el acero. Seguidamente se mostraran las ventajas y desventajas de los dos materiales.

### 3.2.1. Acero

Las principales ventajas del acero son:

- Alta resistencia del acero por unidad de peso lo que permite estructuras relativamente livianas y en consecuencia espacios más diáfanos, con menor número de apoyos
- Dimensiones menores de los elementos estructurales

- Avisan con grandes deformaciones antes de producirse un fallo debido a que el material es dúctil
- Uniformidad ya que las propiedades del acero no cambian apreciablemente con el tiempo
- Homogeneidad del material
- Posibilidad de reforma de manera más sencilla para adaptarse a nuevos usos del edificio lo cual es más habitual en el caso de equipamientos, edificios de oficinas... que en el caso de viviendas
- Rapidez de montaje
- Posibilidad de prefabricación en taller consiguiéndose mayor exactitud
- Gran capacidad de laminarse con diversos tamaños y formas
- Reutilización del acero tras desmontar la estructura

Las principales desventajas:

- Corrosión
- Problemática en caso de incendios
- Mayor coste de la estructura y su posterior mantenimiento: pinturas contra la corrosión, paneles de protección frente al fuego...

### *3.2.2. Hormigón armado*

Las principales ventajas del hormigón armado como material constructivo:

- Seguridad contra incendios, ya que el hormigón además de ser un material incombustible es mal conductor del calor y, por lo tanto, el fuego no afecta peligrosamente la armadura metálica como sucede en las estructuras puramente metálicas. Esto es debido a que el calor penetra lentamente al interior de la masa de hormigón.

- Elevada estabilidad contra vibraciones y movimientos sísmicos, siendo así una estructura ideal para regiones azotadas por terremotos.
- El hormigón armado se presta para ejecutar estructuras de formas más variadas, satisfaciendo cualquier exigencia arquitectónica del proyecto. Por sus reducidas dimensiones, en comparación con la mampostería, representa una considerable economía de espacio.
- La perfecta impermeabilidad que se consigue con el hormigón, hace que esta estructura se preste para construcciones de depósitos de líquidos (agua, vino, aceites, etc.), muros de contención de tierras, piletas de natación...

El hormigón armado no se recomienda en los siguientes casos:

- En estructuras que requieren ejecución en plazos muy cortos, pues el hormigón necesita fraguar en obra, y en un tiempo estimado normalmente en un mes para su desencofrado, lo cual condiciona la velocidad de la obra. De cualquier modo este inconveniente hoy día ya no es problema con el empleo de hormigones de fraguado rápido o con un curado al vapor y sistemas de encofrados altamente industrializados, lo que permiten acortar los tiempos en obra.
- Cuando la obra se realiza en terreno deficiente con grandes posibilidades de acusados asentamientos, pues la estructura rígida es más sensible a estos asentamientos que una articulada como la estructura metálica.
- En construcciones donde se prevean cambios notables en el uso de las cargas; ya que una estructura de hormigón exigida a cargas mayores a las proyectadas, requiere de un nuevo dimensionamiento y adaptación con refuerzos en su estructura.
- En construcciones donde se requiera cubrir grandes luces.

### 3.3. Estancias necesarias

El hangar deberá disponer como mínimo de las siguientes estancias:

#### *3.3.1. Sala taller*

Lugar más importante del hangar donde se estacionarán los helicópteros. Esta zona deberá tener puertas muy anchas para que puedan entrar los helicópteros y, por consiguiente, grandes luces entre pilares. Además, el lugar donde se estacionen los helicópteros deberá tener suficiente espacio para hacer reparaciones si resulta conveniente.

También tiene que haber suficiente espacio para que los toros, puedan circular por el interior de la nave, aunque esté ocupada por los helicópteros.

#### *3.3.2. Oficinas*

Al ser un pequeño hangar no se necesitaran grandes oficinas. Simplemente se necesitará un pequeño despacho.

#### *3.3.3. Almacén para maquinaria*

Esta sala estará reservada para guardar maquinaria y herramientas. Por ejemplo, aquí se guardarán los toros que remolquen dentro del hangar los helicópteros. Además de tener una puerta que dé al taller, deberá tener otra puerta que también dé fuera del hangar y lo suficiente grande como para que pase el toro. También ha de disponer de

#### *3.3.4. Vestuario*

Dentro del cual se halla el lavabo y duchas.

#### *3.3.5. Almacén*

Espacio donde se guardarán las piezas de recambio para los helicópteros y para cualquier otra necesidad.



# **CAPÍTULO 4:DISEÑOS PROPUESTOS**

Seguidamente se detallaran las diferentes alternativas, en ámbitos como la distribución en planta y las celosías. Se ha de decir, adelantándose a la solución adoptada, que los pilares serán construidos con hormigón armado y que la cubierta será una estructura metálica, de ahí que se planteen diferentes celosías.

## **4.1. Distribución en planta**

Se han diseñado 3 disposiciones diferentes. Cada una con sus ventajas y sus inconvenientes.

### **4.1.1. Modelo A**

Hangar pequeño diseñado para albergar 3 helicópteros. Dispone de una puerta de 13 metros para que los helicópteros puedan acceder, debido a esto, la luz entre pilares es de 15 m. Dispondrá de una pista de aterrizaje a 10 metros de la puerta.

La principal ventaja de este diseño es la económica, ya que cumple sólo con las especificaciones mínimas. La principal desventaja es la poca versatilidad del hangar: al solo disponer de una puerta si el hangar esta a plena capacidad y se quiere usar un helicóptero que no esté al lado de la puerta se debe apartar el más cercano a la puerta para poder retirar el helicóptero requerido. Además solo

puede albergar los helicópteros para que ha estado diseñado y no helicópteros un poco más grandes ya que las puertas son solo de 13 m.

Se puede ver esta distribución el planta en el plano 1.

#### *4.1.2. Modelo B*

Hangar diseñado para guarecer hasta 4 helicópteros. Tiene forma casi cuadrada con cuatro puertas. Estas puertas son de 15 m, obligando así a que la luz máxima sea de 18 metros. En la otra dirección la separación entre pilares es de 10 metros. Dispondrá de dos pistas de aterrizaje una a cada lado (delante de las dos puertas de ese lado).

Este hangar a sido una evolución del modelo A que supliendo sus principales carencias pero perdiendo también su mayor virtud. Por tanto, este hangar tiene la ventaja que pueden ser retirado cualquier helicóptero sin excesivos problemas aunque este a máxima ocupación. Además, al disponer de puertas de 15 m, se podrían almacenar helicópteros más grandes que los R44. El inconveniente es su coste.

Se puede ver esta distribución el planta en el plano 2.

#### *4.1.3. Modelo C*

Hangar diseñado para guarecer hasta 4 helicópteros. Tiene forma rectangular con cuatro puertas en serie. Las puertas son de 15 metros, razón por la cual la luz es de 18 metros. En la otra dirección la separación entre pilares es de 13 metros, para que el toro tenga espacio para circular por el interior del hangar. Dispondrá de dos pistas de aterrizaje.

Como el modelo B, este hangar no tiene grandes problemas a la hora de retirar un helicóptero cuando esta a su máxima ocupación y es capaz de almacenar helicópteros más grandes que el R44.

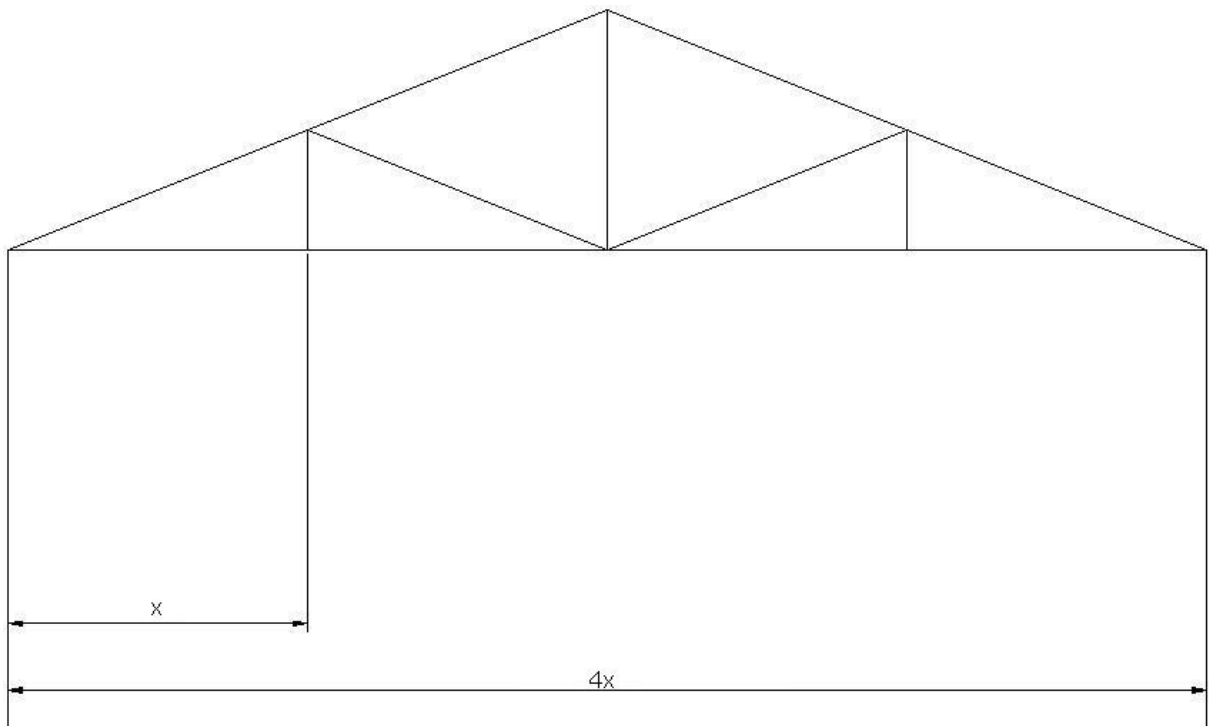
Se puede ver esta distribución el planta en el plano 3.

## **4.2. Celosías**

También se ha investigado sobre el tipo de celosías a utilizar en nuestro hangar, barajando tres opciones: la celosía americana, la celosía inglesa y la polonceau recta.

#### *4.2.1. Celosía americana*

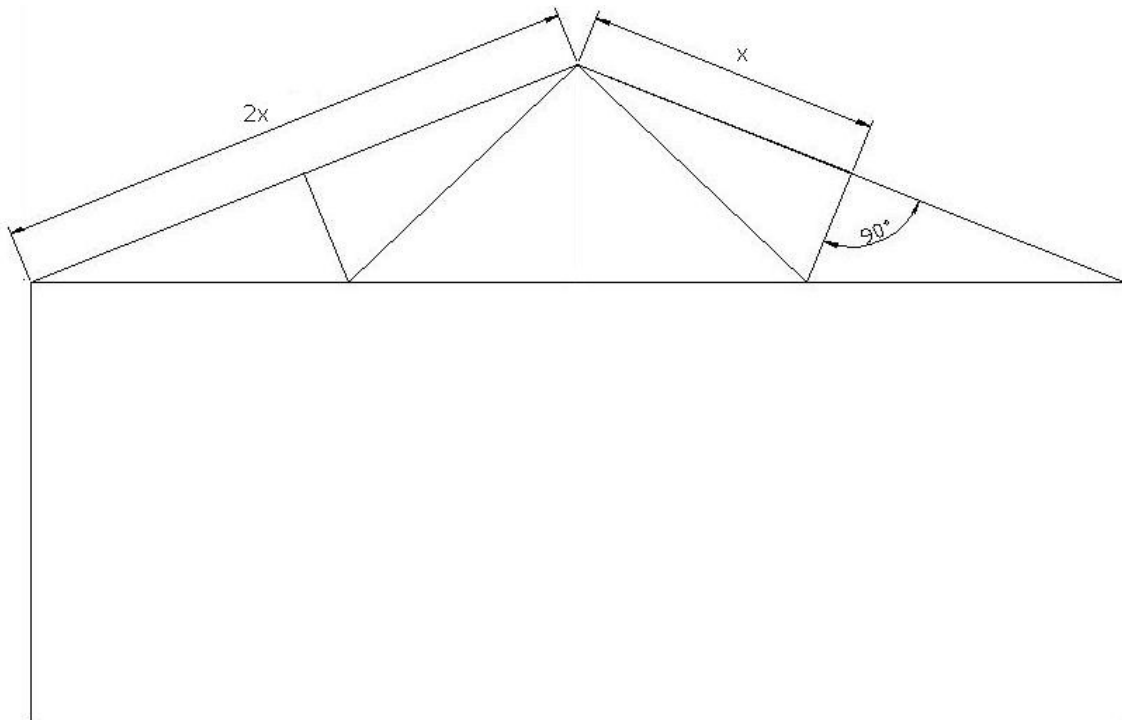
La celosía americana tiene tres montantes y dos diagonales. Los montantes dividen el cordón inferior en cuatro tramos de igual longitud



**Figura 4. Celosía americana**

#### **4.2.2. Celosía inglesa**

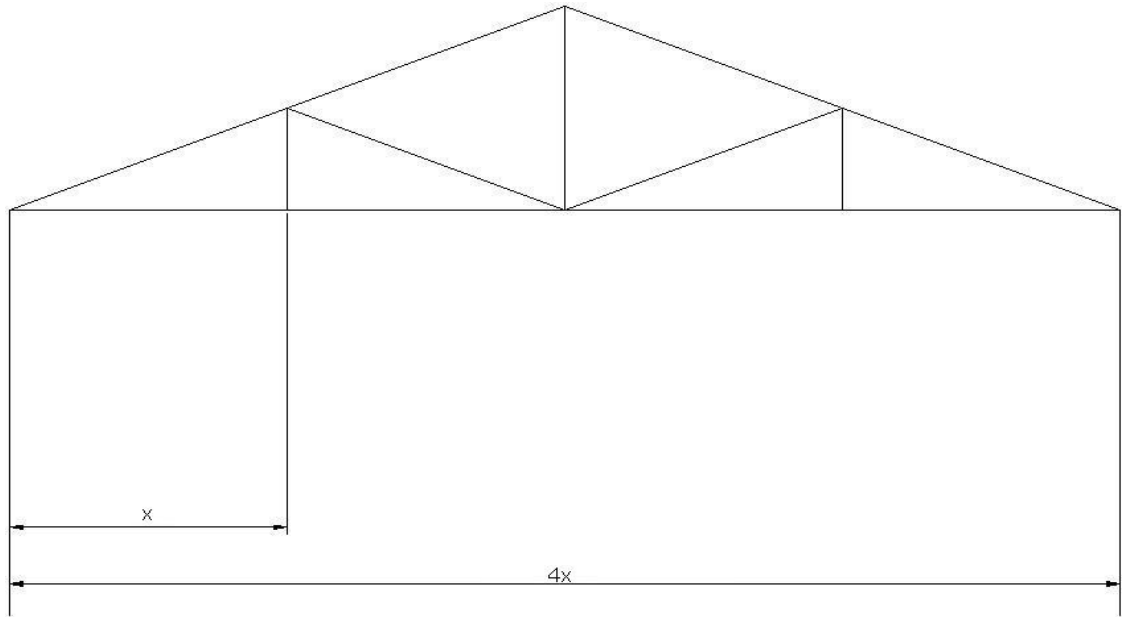
La celosía inglesa tiene dos montantes y dos diagonales. En este caso, los montantes dividen el cordón inferior en tres tramos. El tramo del medio es la mitad de la luz del pórtico, y el de la derecha y el de la izquierda son una cuarta parte.



**Figura 5. Celosía inglesa**

#### **4.2.3. Polonceau recta**

La polonceau recta tiene cuatro diagonales. Las dos exteriores son perpendiculares al cordón superior, y empiezan a la mitad de cada viga de este. El punto donde cortan el cordón inferior es donde empiezan las otras diagonales.



**Figura 6. Polonceau recta**

# **CAPÍTULO 5: SOLUCIÓN ADOPTADA**

## **5.1. Materiales**

Como ya se ha avanzado antes la estructura estará formada por hormigón y acero. Estos materiales estarán diferenciados en dos zonas: los pilares y la cubierta.

- Los pilares estarán contruidos con hormigón armado, se ha llegado a esa conclusión debido a que por las dimensiones del solar no se prevé ninguna ampliación y un factor clave en esta elección es el poco mantenimiento que necesitan los pilares de hormigón y la resistencia al fuego de estos por si solos, sin necesidad de otro producto.
- Estará formada por acero debido a las grandes luces entre pilares.

## **5.2. Distribución en planta**

La distribución en planta elegida será el modelo C. El criterio para la elección ha sido un criterio más de versatilidad que económico. Otro factor que ha influido son las dimensiones del solar, ya que se cree que el modelo C se adapta mejor a este.

La altura de los pilares será de 5 metros, suficiente para una puerta que tenga la altura necesaria para que entren los helicópteros.

## 5.3. Celosía

La celosía adoptada será la polonceau recta, se ha llegado a esta conclusión gracias a un PFC hecho por un compañero en años anteriores. Este proyecto concluía que la de las tres celosías para un ángulo de  $15^\circ$  o más la polonceau recta era la más eficiente. La celosía del hangar seguramente superará esos  $15^\circ$ .

Esta elección igualmente no será definitiva, simplemente se comenzará a diseñar con esta celosía, pero si durante el PFC 2 se encontrara una solución mejor se cambiará.

# **CAPÍTULO 6:**

# **EVALUACIÓN**

# **ECONOMICA**

# **APROXIMADA DEL**

# **PROYECTO**

Para realizar la evaluación aproximada se ha utilizado la herramienta que ofrece [www.lanaveindustrial.com](http://www.lanaveindustrial.com). Esta herramienta está pensada para el calculo de precios aproximados de naves industriales. Consideraremos que el hangar es una nave industrial con una calidades altas y introduciendo los valores aproximados de longitud igual a 75 m y ancho igual a 20 nos da un coste de 436.048,45 €.

Coste estimado para una nave industrial de 1,500.00m<sup>2</sup> con una altura libre de menos de 8 metros y realizada con unas calidades altas. Incluye la urbanización de 2000m<sup>2</sup> realizándose los pavimentos con hormigón y de acuerdo a unas calidades altas.

Esta estimación incluye los honorarios a pagar por la realización del proyecto técnico, la dirección de obra y los pagos correspondientes a la licencia de obra.

Como esta estimación no incluye las instalaciones, al precio le incluiremos 25 €/m<sup>2</sup> que consideraremos como los costes de las diferentes instalaciones. Si tenemos un total de 1206 m<sup>2</sup>, esto hace un total de 30.150 €.

Por tanto, el presupuesto aproximado de nuestro hangar será de 436.048,45 € + 30.150 €, dando un total de 466.198,45 €.



# **CAPÍTULO 7:**

# **BIBLIOGRAFIA**

Wikipedia, [Web en línea]. <<http://www.wikipedia.org>>. [Consulta: 12-06-2011]

Institut cartografic de catalunya, [Web en línea]. < <http://www.icc.cat> >. [Consulta: 10-06-2011]

La nave industrial, [Web en línea]. <<http://www.lanaveindustrial.com> >. [Consulta: 13-06-2011]

Empresa Reidsteel, [Web en línea]. < <http://www.reidsteel.aero> >. [Consulta: 9-06-2011]

Construpedia, [Web en línea]  
<<http://www.construmatica.com/construpedia/Portada> >. [Consulta: 12-06-2011]