



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS**



Anejo Nº5 – Proceso constructivo y plan de obra

Diseño y análisis estructural de helipuerto de aluminio sobre la cubierta de un buque de apoyo marítimo en alta mar.

Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Trabajo Final de Máster

ANEJO Nº5

PROCESO COSNSTRUCTIVO Y PLAN DE OBRA

ÍNDICE

1. OBJETO DEL DOCUMENTO.....

3

2. PROCESO CONSTRUCTIVO

3

2.1. FASE 1 – ESTRUCTURA DE ALUMINIO

3

2.1.1. Montaje de las celosías

3

2.1.2. Unión celosía con pilares HEB.....

3

2.1.3. Montaje de la estructura soporte.....

4

2.1.4. Montaje panel de aluminio

4

2.2. FASE 2 – EQUIPAMIENTOS

5

2.2.1. Montaje de la red de seguridad perimetral.....

5

2.2.2. Montaje canalización de drenaje

5

2.2.3. Instalación de los puntos de amarre

5

2.2.4. Instalación del sistema de iluminación.....

6

2.2.5. Instalación del sistema contra incendios.....

6

2.3. FASE 3 – IZADO E INSTALACIÓN DEL HELIPUERTO SOBRE LA CUBIERTA

7

2.4. FASE 4 – INSTALACIÓN DE LAS PLATAFORMAS DE ACCESO

7

2.5. FASE 5 – PINTADO DEL HELIPUERTO.....

7

2.6. FASE 6 – CONEXIÓN E INSTALACIÓN DE LOS SENSORES.....

7

3. PLAN DE OBRA

7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Tramos de celosía para facil montaje. Fuente: Propia.

3

Figura 2 - Estructura en celosía de aluminio y unión con los pilares HEB. Fuente: Propia.....

3

Figura 3 - Estructura soporte del tablero de aluminio. Fuente: Propia.

4

Figura 4 - Unión panel de aluminio a la estructura soporte. Fuente: Propia.

4

Figura 5 - Montaje de los paneles de aluminio. Fuente: Propia.

4

Figura 6 - Detalle unión red perimetral de seguridad a estructura soporte. Fuente: Propia.....

5

Figura 7 - Unión canalización de drenaje al tablero. Fuente: Propia.....

5

Figura 8 - Detalle punto de amarre del helicoptero. Fuente: Propia.

5

Figura 9 - Disposición puntos de amarre sobre la superficie. Fuente: Propia.

6

Figura 10 - Disposición sistema contra incendios. Fuente: Propia.

6

1. Objeto del documento

El objeto de este documento es el de establecer detalladamente el proceso que se debe seguir para realizar de manera correcta y segura la construcción del helipuerto de aluminio y su fijación a la cubierta del buque.

Para ello, se han definido diferentes tareas, que se suceden o se solapan en el tiempo, necesarias para la materialización de la estructura. El orden que se tiene que seguir ha de ser claro desde el comienzo de su construcción, lógico y lo más eficiente posible. Por este motivo, se ha dividido todo el proceso en diferentes fases que comprenden el montaje de la estructura de aluminio, la instalación de los equipamientos, el izado y fijado del helipuerto a la cubierta del buque junto con la instalación de las plataformas, la pintura de las marcas del tablero, así como todas las conexiones, remates finales y limpieza.

Con la intención de plasmar de una manera esquemática todo el proceso constructivo, al final del documento se ha añadido el plan de obra con las vinculaciones existentes entre las distintas tareas, y las distintas fases.

2. Proceso constructivo

El proceso constructivo que se describe a continuación está formado por ocho fases distintas, y cabe destacar que a priori se trata de una construcción con carácter muy línea, es decir, que hasta que no se termine una tarea, difícilmente se podrá empezar la siguiente, aunque existen excepciones las cuales se pretenden explicar en los siguientes apartados con la mayor claridad posible.

2.1. Fase 1 – Estructura de aluminio

2.1.1. Montaje de las celosías

En primer lugar, cabe destacar que todos los perfiles metálicos de aluminio de los que se compone la estructura, así como los paneles de aluminio sobre los que aterrizará el helicóptero, llegan a la obra completamente preparados para agilizar su montaje, sin tener que cortar ni agujerear las placas de unión, tras haber sido estudiada esta situación en taller, pensando en que las dimensiones máximas de transporte son de 12 metros.

El primer paso, es la unión de las diferentes partes de las celosías donde el transporte al ser limitado a 12 metros por los contenedores donde se transportan se ha decidido dividirlos en tramos de 10 metros. En taller, se han realizado las soldaduras de estos tramos, con el fin de realizar en obra la menor cantidad de soldaduras posible.

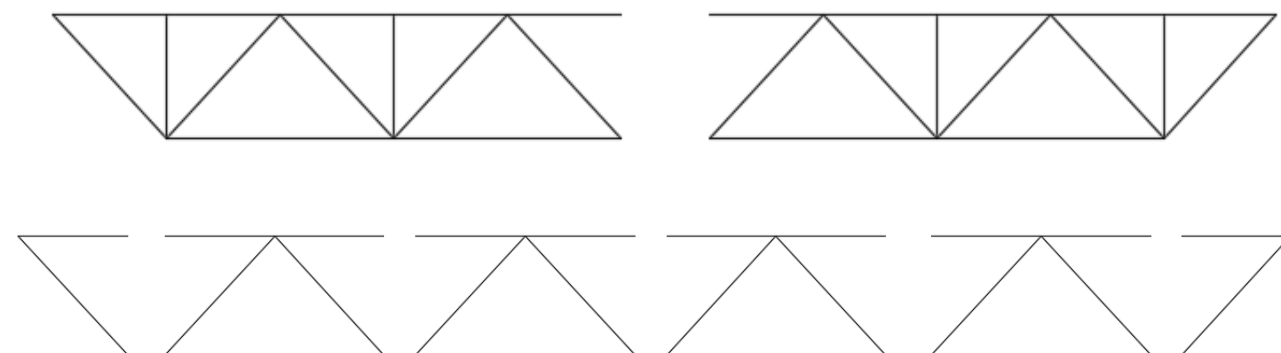


Figura 1 - Tramos de celosía para fácil montaje. Fuente: Propia.

Una vez todas las celosías longitudinales están soldadas independientemente se procederá a la unión de los tramos transversales, quedando una estructura tridimensional como la que se muestra en la imagen. Las soldaduras se realizarán conforme a lo estipulado en el anejo Nº2 – Análisis y cálculos estructurales. Parte 1.

Cabe señalar que para levantar las celosías y los tramos para disponerlos en su posición final se contará con la ayuda de grúas, y se anclaran para impedir su movimiento durante el proceso de soldadura.

2.1.2. Unión celosía con pilares HEB

Al mismo tiempo que se están realizando las uniones de las celosías, se irán replanteando en una zona despejada y aledaña al lugar de trabajo de las soldaduras, los tramos de pilares HEB que posteriormente se unirán a los pilares de espera de la cubierta del buque.

Una vez replanteados y soldada la placa de unión habrá que esperar a que se termine la ejecución de las celosías, para disponer de una placa aislante.

Esta placa aislante sirve para evitar el contacto directo entre acero y aluminio y evitar así la corrosión galvánica que se produciría debilitando la estructura de aluminio. En este momento se procederá al izado de la estructura de aluminio mediante una grúa y se realizan las 21 uniones atornilladas conforme a lo estipulado en el anejo de cálculos y según los detalles de los planos. Es importante señalar que para que se asegure una unión correcta se tendrá que atornillar cada unión a tresbolillo y con aprietes sucesivos y en varias fases cada una de las 21 uniones.

En la figura siguiente se puede apreciar la disposición de los pilares HEB y uno de los detalles de la unión del perfil con el ala de uno de los perfiles de la celosía.

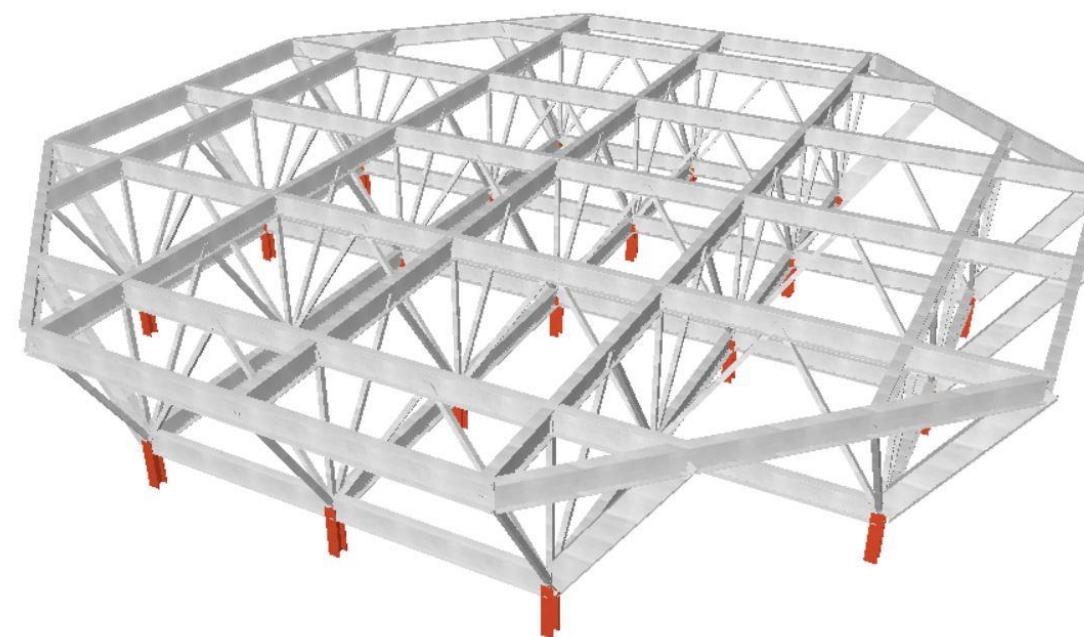


Figura 2 - Estructura en celosía de aluminio y unión con los pilares HEB. Fuente: Propia.

2.1.3. Montaje de la estructura soporte

Para el montaje de la estructura que servirá de soporte para los paneles de aluminio donde aterrizará el helicóptero, se montarán primero cada una de las vigas internas mediante una unión atornillada con una placa de aluminio, tal y como se muestra en su anejo correspondiente asegurando la continuidad de la viga. Una vez se han unido estas nueve vigas, que por motivos de transporte se han dividido en tramos se han de replantear a una distancia ente ejes de 1,66 metros. Se ha de prestar especial atención a disponer las vigas de igual longitud con unión intermedia a tresbolillo tal y como se observa en la imagen.

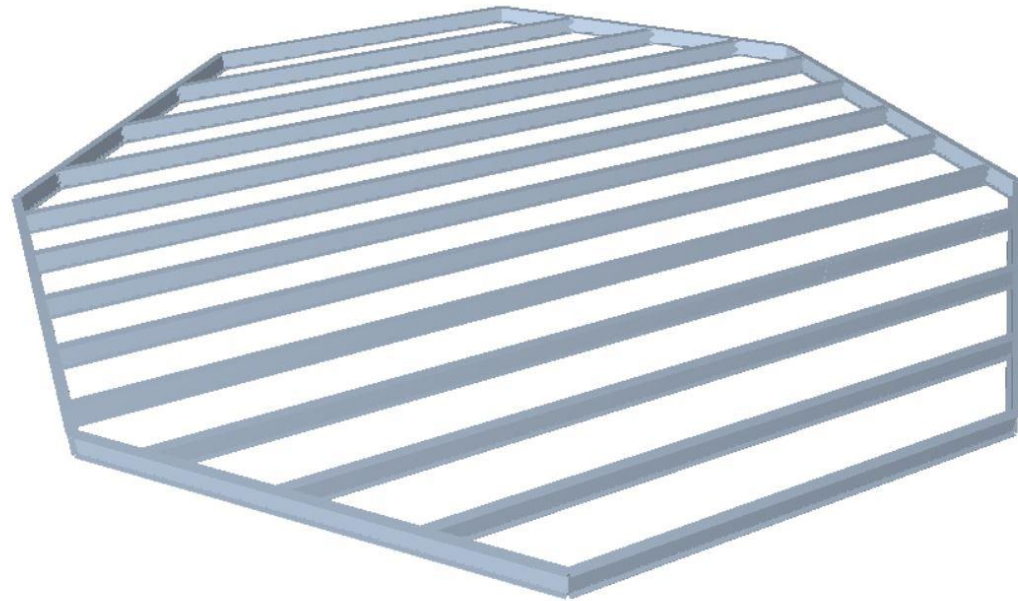


Figura 3 - Estructura soporte del tablero de aluminio. Fuente: Propia.

Una vez replanteadas, se atornillarán los perfiles perimetrales gracias a las placas de unión PL-2, PL-3 y PL-4, lo que dará la forma octogonal a la estructura soporte.

Llegado este punto, con ayuda de una grúa se izará la estructura soporte y se atornillarán las alas de los perfiles a la celosía tridimensional de aluminio ejecutada en la fase 1.

2.1.4. Montaje panel de aluminio

Por motivos de seguridad y facilidades constructivas, el helipuerto se seguirá montando a pie de obra, instalándose sobre el buque de apoyo en el momento que ya para ejecutar una tarea se necesite su instalación.

El ensamblaje de los paneles de aluminio que forman el tablero donde aterriza el helicóptero se han de instalar tras el montaje de la red de seguridad perimetral, explicado en el siguiente apartado, en una única dirección debido al machihembrado de los mismos, y han de ser sellados con un sellante tipo Sika o similar en la unión machihembrada para garantizar la impermeabilidad y fijación en estos puntos.

El método de unión de los paneles a la estructura soporte es el que queda detallado en el plano 05 – Anclaje tablero a perfiles IPE450, el cual consiste en una unión empresillada por medio de dos elementos de aluminio que cogen el ala de los perfiles y el ala inferior de los paneles tal y como se observa en la imagen. Para garantizar una correcta fijación de los paneles a la estructura soporte estas sujeciones tipo clip, se dispondrán en todo el perímetro del helipuerto y en cada una de las vigas interiores de la estructura soporte a tresbolillo.

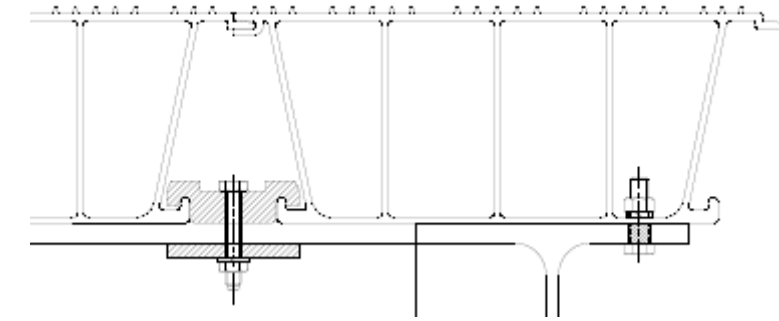


Figura 4 - Unión panel de aluminio a la estructura soporte. Fuente: Propia.

Al igual que con los perfiles se limita la longitud de los paneles a 10 metros, por lo que una vez dispuestos todos los paneles sobre el tablero se deberá instalar una placa de transición de 10 mm de espesor en el centro del helipuerto.

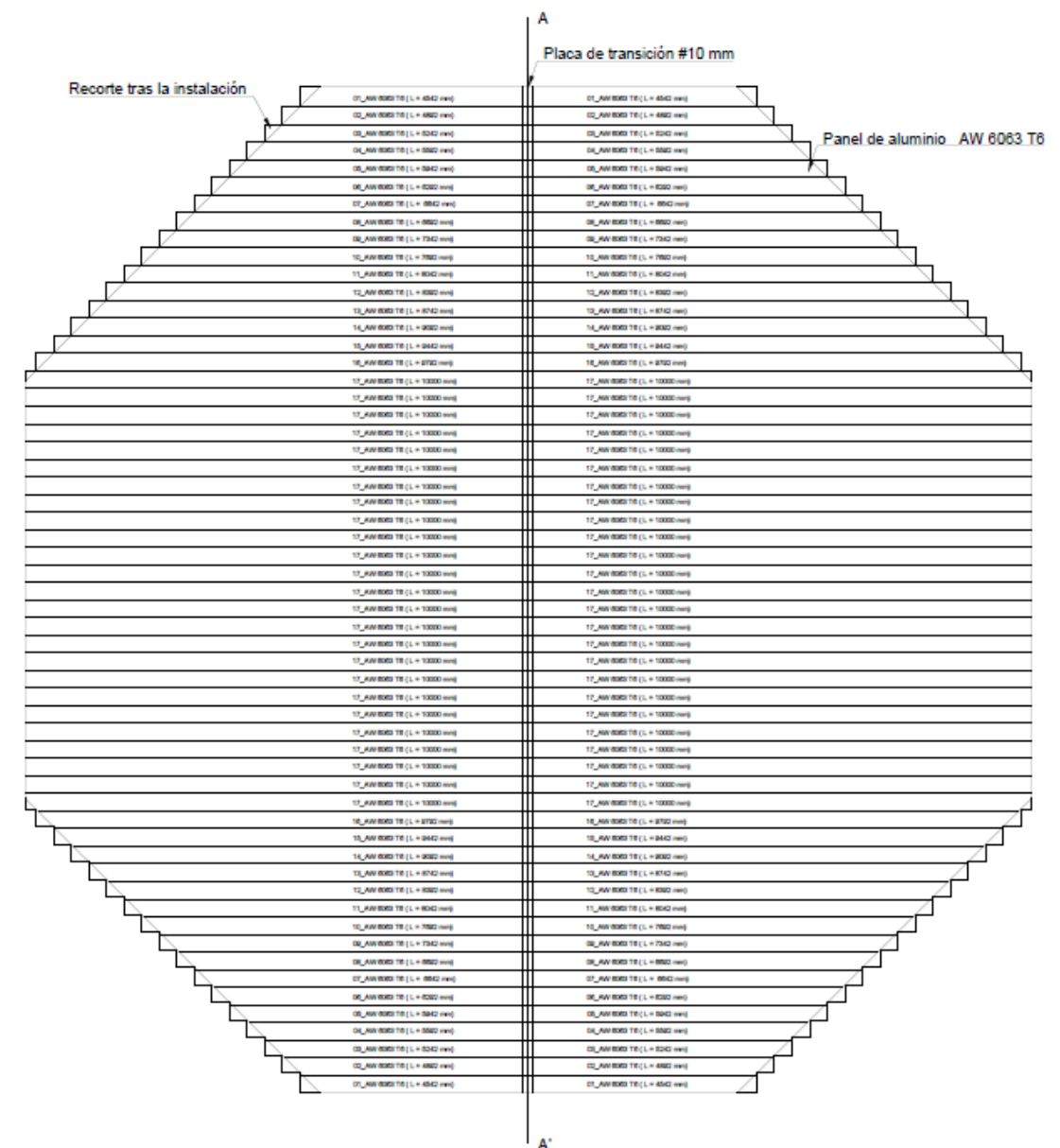


Figura 5 - Montaje de los paneles de aluminio. Fuente: Propia.

2.2. Fase 2 – Equipamientos

2.2.1. Montaje de la red de seguridad perimetral

La red de seguridad, tal y como se ha mencionado en el apartado anterior, por motivos de sencillez constructivos, se ha de instalar previo al montaje de los paneles de aluminio. En primer lugar, se ha de colocar la placa de unión PL-4 atornillada al alma del perfil de borde de la estructura soporte, y la placa a modo de rigidizador instalada en la misma posición por la parte interna. A estas placas se le atornillarán los perfiles UPN200 de aluminio con una inclinación de 10 grados con la horizontal tal y como se explica en el anejo N°3 – Equipamientos.

Finalmente, para concluir con el montaje de la red perimetral, se ha de atornillar al ala de los perfiles UPN 200, los diferentes marcos en los que se ha dividido la red perimetral, por motivos de transporte y de montaje. Cabe mencionar que el montaje de la malla en los marcos se realiza en taller por parte de los proveedores para garantizar las especificaciones requeridas.

Un esquema tipo del montaje de un tramo de red perimetral se puede observar en la siguiente imagen:

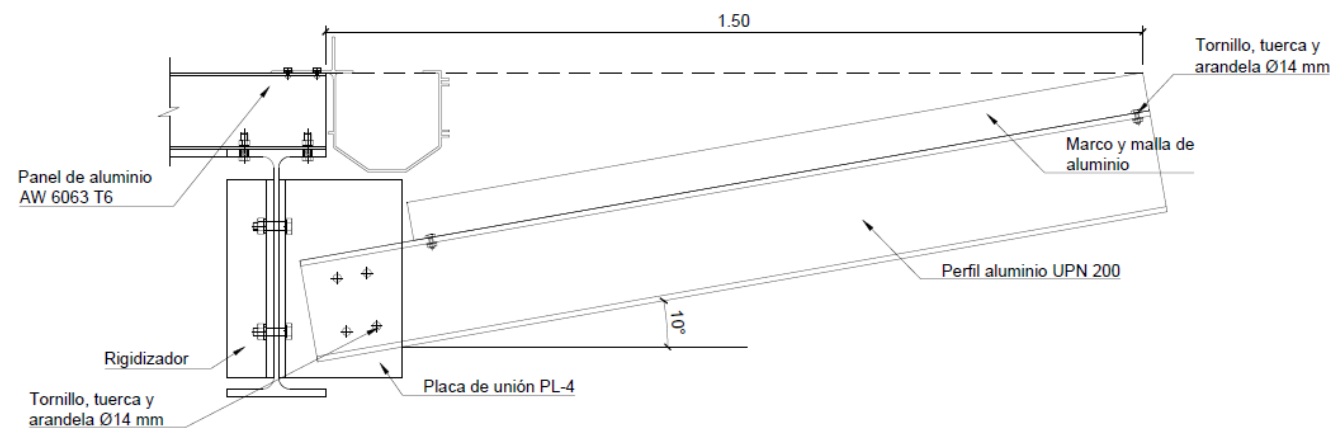


Figura 6 - Detalle unión red perimetral de seguridad a estructura soporte. Fuente: Propia.

Simultáneamente a esta tarea, se han de instalar las dos plataformas donde irán ubicados los monitores autooscilantes. El método de fijación de las plataformas es el mismo a seguir que con la red perimetral de seguridad.

2.2.2. Montaje canalización de drenaje

La instalación de la canalización de drenaje se ha de realizar después de montar el tablero de aluminio, y consiste en ocho tramos rectos y ocho esquinas, las cuales se unen mediante remaches a la superficie de los paneles exteriores, la cual no pertenece a la zona TLOF/FATO. Las esquinas de la canalización ya llevan instalada de fábrica una tubería embridada para que una vez el helipuerto se ubique sobre el buque se realicen las conexiones con el sistema de desagüe.

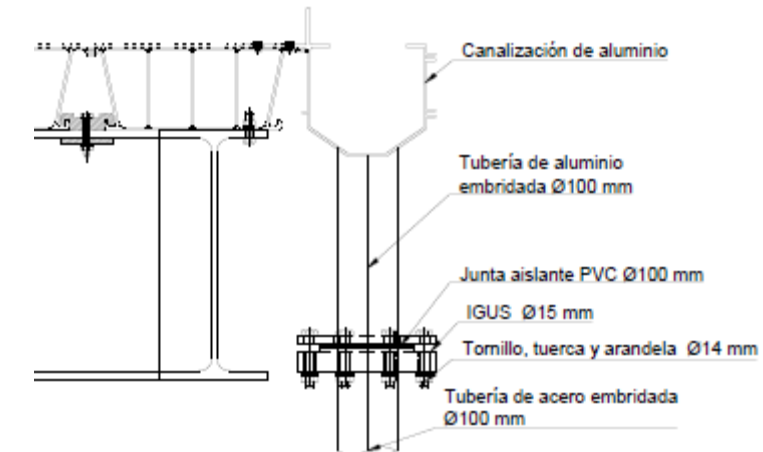


Figura 7 - Unión canalización de drenaje al tablero. Fuente: Propia.

2.2.3. Instalación de los puntos de amarre

Los puntos de amarre del helicóptero se pueden ejecutar simultáneamente que el montaje de la canalización de drenaje, y la primera tarea a realizar sería el replanteo y el recorte de la zona del panel donde van ubicados. Inmediatamente después se sellará la zona recortada y se unirán mediante 4 tornillos al ala de la estructura soporte y al propio panel tal y como se observa en el siguiente detalle.

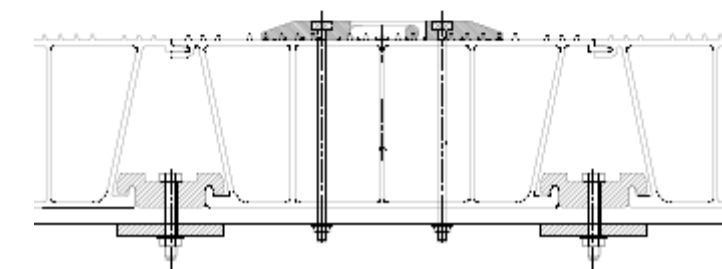
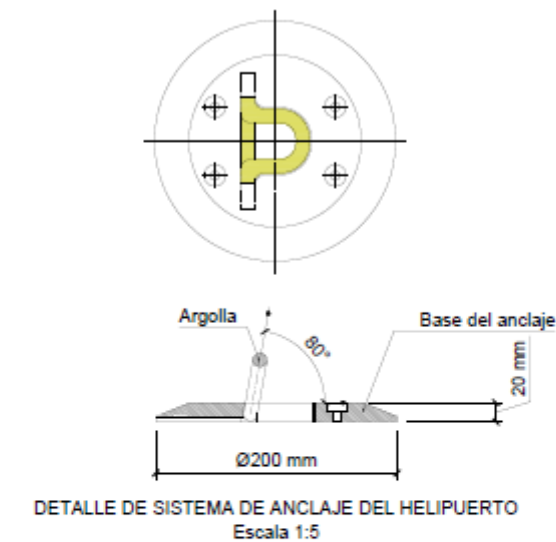


Figura 8 - Detalle punto de amarre del helicóptero. Fuente: Propia.

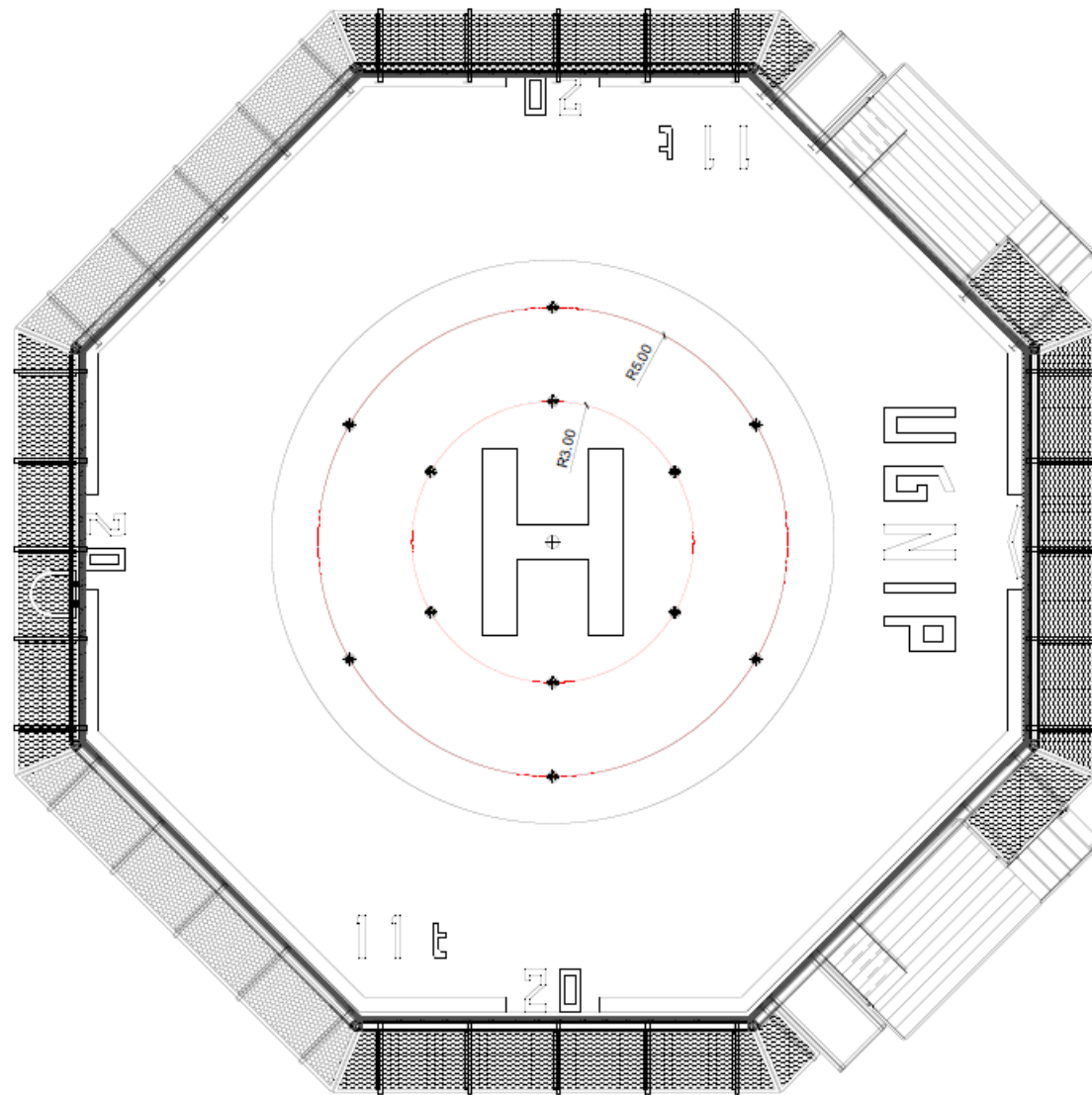


Figura 9 - Disposición puntos de amarre sobre la superficie. Fuente: Propia.

2.2.4. Instalación del sistema de iluminación

La instalación del sistema de iluminación comprende el montaje y cableado de todas las luces, la manga de viento retro iluminada y las conexiones eléctricas con el buque. En este momento del proceso constructivo únicamente se podrán instalar los dispositivos de iluminación ubicados sobre el tablero.

Para el montaje de las luces perimetrales, ubicadas sobre la canalización se han de disponer placas atornilladas a la canalización sobre las que se dispondrán las luces perimetrales distanciadas 2,3 metros evitando ubicarlas en las zonas de acceso.

Al mismo tiempo se instalarán las luces de estado y las luces TDPM de la "H" y del círculo central previo replanteo. La instalación de las luces ha de incluir un cableado en paralelo en el caso de las luces perimetrales para que en caso de fallo no se apaguen en su totalidad, mientras que en el caso de las luces TDPM puede realizarse en serie al tratarse de paneles con cuatro luces LEDs independientes. Se contempla dejar preparado el extremo del cableado para realizar las conexiones lo más eficazmente posible.

La manga de viento se podrá instalar en el momento que se instalen las plataformas, una vez izado y anclado el helipuerto al buque.

2.2.5. Instalación del sistema contra incendios

El sistema contra incendios del helipuerto esta formado por los dos monitores autooscilantes, previamente instalados, el sistema DIFFS y el equipamiento de rescate.

El primer paso de la instalación del sistema DIFFS es el replanteo y montaje de las boquillas Pop-Up, para dejarlas preparadas y no tener que recortar los paneles una vez instalado el helipuerto en el buque. Las conexiones y la instalación del tanque de espumógeno y red de tuberías del sistema DIFFS se han de montar una vez esta instalado el helipuerto y las plataformas sobre el buque.

En cuanto al equipo de rescate, ubicado sobre las plataformas, se recomienda ubicarlo sobre las plataformas una vez finalizado el proceso de montaje del helipuerto por facilitar las tareas de montaje.

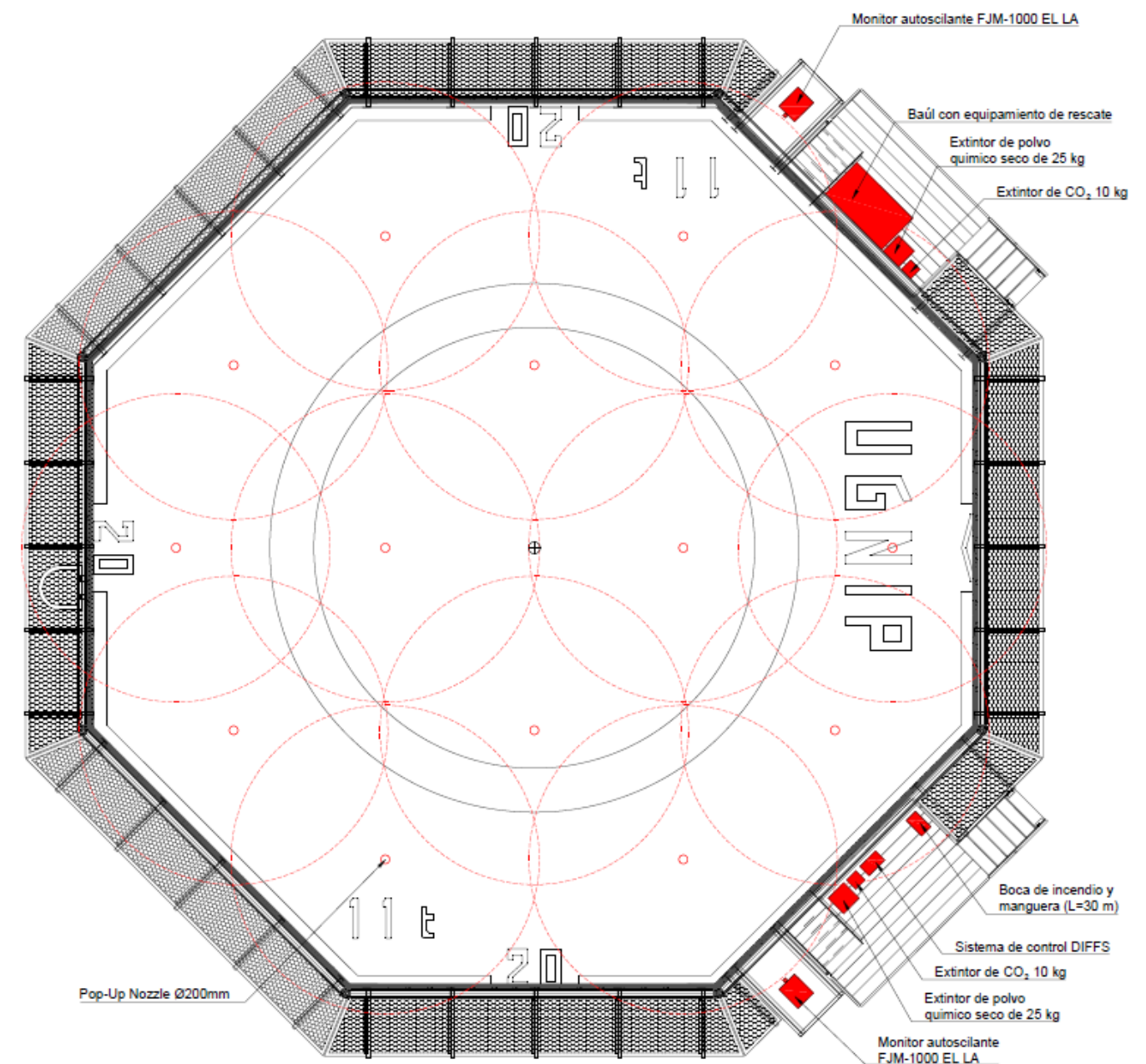


Figura 10 - Disposición sistema contra incendios. Fuente: Propia.

2.3. Fase 3 – Izado e instalación del helipuerto sobre la cubierta

La tarea previa al izado del helipuerto es la de preparar los perfiles HEB de la cubierta del barco para realizar la unión de manera correcta para darle continuidad a los perfiles y asegurar el empotramiento en el nudo.

A continuación, con ayuda de las grúas necesarias se elevará toda la estructura del helipuerto con los equipamientos dispuestos en este momento y se seguirá el mismo procedimiento de atornillado que en las demás uniones, es decir, se atornillará por fases cada uno de los perfiles para asegurar que el helipuerto queda ubicado finalmente en su posición y a tresbolillo cada uno de los tornillos de la unión.

A partir de este momento todas las tareas se realizarán a bordo del buque, siendo las mismas tareas menores como son conexiones, pintado del helipuerto e instalación de las plataformas.

2.4. Fase 4 – Instalación de las plataformas de acceso

Es lógico, que para poder trabajar en el tablero del helipuerto el primer paso es el montaje de las plataformas de acceso. Ambas plataformas vienen divididas en partes que permitan un transporte eficiente, por lo que previo al montaje junto con el helipuerto se unirán en su totalidad para posteriormente unirlos al helipuerto. Es importante señalar que, por motivos de seguridad, se dispondrá una placa de transición entre la plataforma y el tablero por encima de la canalización de drenaje.

Una vez ejecutada una de las plataformas, se puede comenzar a instalar la escalera vertical de emergencia, la cual se anclará a los perfiles exteriores de la estructura soporte, con el mismo tipo de unión que la red de seguridad perimetral, y a la cubierta de la embarcación. A continuación, se podrá disponer la red de seguridad abatible que hará de escotilla.

2.5. Fase 5 – Pintado del helipuerto

En estos momentos que el acceso al helipuerto se puede realizar de manera sencilla y segura se procederá al pintado de las marcas de pintura que permitirán realizar las maniobras de aterrizaje y despegue de los helicópteros.

Las diferentes marcas de pintura, consistentes en el nombre del helipuerto, el diámetro de la zona TLOF/FATO, la marca de tonelaje máximo que puede aterrizar, etc, quedan perfectamente definidas en el plano Nº 11 – Disposición general de las marcas de pintura.

El proceso de pintado del helipuerto seguirá el siguiente orden para una correcta ejecución:

- Se aplicará una capa de imprimación a toda la superficie.
- Se replantearán las distintas marcas sobre la superficie del helipuerto.
- Se pintará de verde oscuro RAL 6020 la zona FATO/TLOF
- Se pintará de color amarillo canario RAL 1018 el círculo TDPM.
- La marca de tonelaje, diámetro del helipuerto y la “H” se pintarán de color blanco RAL 9010 al igual que toda la línea perimetral.
- Una vez pintada toda la superficie del helipuerto se esparcirá corindón en polvo para aportar agarre a la superficie y se procederá a pintar todas las zonas nuevamente.
- Una vez la pintura esta seca y el corindón fijado se realizará el test de fricción de la superficie conforme a los valores establecidos en la normativa, los cuales se recogen en el anejo Nº3 – Equipamientos.

2.6. Fase 6 – Conexión e instalación de los sensores

La ultima fase que se contempla en el proceso constructivo es la de todas las conexiones de los equipos instalados para una correcta operación del helipuerto. Entre estas conexiones se encuentra la conexión a la red eléctrica del buque del sistema de iluminación, así como la disposición del sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

Se conectará también al sistema de abastecimiento de agua del buque, todo el sistema de tuberías previamente instalado para los equipos contraincendios, incluyendo el DIFFS, la boca de incendio sobre las plataformas y la conexión con los monitores.

Se terminará la conexión de las tuberías de desagüe de la canalización, prestando especial atención a la unión embreada entre el aluminio y el acero, mediante una junta que aisle los dos materiales.

Todos los sensores necesarios como los de radiofrecuencia, temperatura, humedad, etc, que requiera el usuario del helipuerto se instalarán en esta fase del proceso.

Para finalizar se realizarán los remates finales, la limpieza y retirada de todo el material que se ha utilizado para la construcción del helipuerto, y se supervisará que este todo en orden.

Es importante mencionar que durante toda la obra se desarrollará bajo condiciones de seguridad y salud con la intención de evitar accidentes y realizando cada una de las tareas de la manera más segura posible. Entre los objetivos principales se pretende:

- Mantener la obra bajo condiciones de limpieza y orden.
- Manipulación correcta de los materiales, maquinaria y herramientas.
- Uso de los equipos de protección individual y colectiva.
- Eliminar los escombros de cada una de las tareas de la zona de trabajo.

3. Plan de obra

Con ayuda del programa informático Microsoft Project 2010 se ha obtenido el proceso temporal que ha de seguir durante la ejecución de la obra. Todo este proceso se define en el diagrama de Gantt adjuntado al final del documento, donde se pueden observar cada una de las fases descritas en el apartado anterior, y las diferentes tareas que las componen con la duración de las mismas.

En un diagrama de Gantt se establecen diferentes relaciones entre las tareas definidas las cuales se expone a continuación:

- Final – Comienzo: La tarea B no puede comenzar hasta que no haya finalizado la tarea A.
- Comienzo – Comienzo: La tarea B no puede empezar hasta que no empiece la tarea A.
- Final – Final: La tarea B no puede finalizar hasta que no haya terminado la tarea A.

Para concluir y poniendo en fecha la actuación se ha previsto que empiece el 03/09/2018, y finalizará el 25/10/2018, por lo que la duración total de las obras comprende 39 días.

