

## Resumen

El siguiente proyecto consiste en el diseño de una plataforma elevadora de trabajo flexible para las tareas de mantenimiento de los sistemas del ala y motores del avión AIRBUS A-380. La función de esta máquina es sustituir todas las diferentes plataformas estáticas que se emplean para las tareas de mantenimiento de este avión en concreto, por lo que es capaz de adaptarse a las diferentes posiciones de trabajo que requiere cada tarea para que el operario pueda trabajar de forma ergonómica.

La plataforma consiste en un chasis motorizado sobre el cual se monta un sistema de tijera que eleva la superficie de trabajo. Para poder adaptarse a cada posición y variar la superficie, la plataforma monta un sistema de trece trampolines que se despliegan hasta hacer contacto con el avión, adquiriendo así a su forma.

Para calcular y diseñar esta plataforma, se ha utilizado el software CATIA, concretamente los módulos de diseño y de cálculo de elementos finitos, así como también los métodos clásicos de cálculo de resistencia de materiales y elementos mecánicos.





# Índice

<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>ÍNDICE</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>7</b>
1.1. Objetivos del proyecto.....	7
1.2. Alcance del proyecto.....	7
<b>2. DESCRIPCIÓN DE LA PLATAFORMA ELEVADORA</b>	<b>9</b>
2.1. Elementos de la plataforma elevadora .....	9
2.2. Funcionamiento.....	10
2.3. Normativa .....	12
2.4. Normas generales de uso.....	12
<b>3. DETERMINACIÓN DE PRESTACIONES</b>	<b>13</b>
3.1. Operaciones de mantenimiento del avión AIRBUS A-380.....	13
3.2. Elección de la carga nominal .....	15
3.3. Elección de la velocidad nominal.....	15
3.4. Elección de la altura máxima de trabajo.....	15
3.5. Superficie de la plataforma de trabajo .....	16
3.6. Características de la plataforma elevadora .....	17
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LAS DIFERENTES POSICIONES DE TRABAJO DE LA PLATAFORMA ELEVADORA.</b>	<b>19</b>
4.1. Posición 1: Acceso a bodegas.....	20
4.2. Posición 2: Acceso a motores.....	20
4.3. Posición 3: Acceso a tren de aterrizaje.....	21
4.4. Posición 4: Acceso a compuerta en la parte trasera del fuselaje.....	22
4.5. Posición 5: Jirafa .....	22
4.6. Posición 6: Acceso a compuertas de pasajeros.....	23
4.7. Posición 7: Acceso a fuselaje .....	24
4.8. Posición 8: Acceso a la parte interna del ala .....	24
4.9. Posición 9/10: Acceso a la parte externa del ala.....	25
<b>5. ESTUDIO DE MERCADO.</b>	<b>27</b>



<b>6. GRUPOS Y MECANISMOS PRINCIPALES DE LA PLATAFORMA ELEVADORA</b>	<b>29</b>
6.1. Grupo A: Chasis .....	29
6.2. Grupo B: Tijeras.....	31
6.3. Grupo C: Plataforma de trabajo .....	33
6.4. Grupo D: Trampolines .....	35
6.5. Grupo E: Barandillas.....	37
6.6. Grupo F: Escalera extensible .....	41
6.7. Grupo G: Escalera de acceso en posición mínima .....	41
6.8. Grupo H: Ruedas, accionamiento y dirección del chasis.....	43
<b>7. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b>47</b>
<b>8. MANTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA</b>	<b>49</b>
8.1. Comprobaciones antes de la entrega al cliente .....	49
8.2. Operaciones de mantenimiento: Procedimiento general .....	49
8.3. Operaciones previas.....	51
8.4. Mantenimiento de las diferentes partes .....	52
8.4.1. Mantenimiento del chasis. ....	52
8.4.2. Mantenimiento del grupo hidráulico. ....	53
8.4.3. Mantenimiento de baterías y cargador. ....	56
8.4.4. Mantenimiento de las tijeras. ....	57
8.4.5. Mantenimiento de los trampolines. ....	57
<b>9. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>59</b>
9.1.1. Fase de construcción.....	59
9.1.2. Fase de utilización .....	59
9.1.3. Fin del ciclo de vida .....	59
<b>10. FABRICACIÓN Y MONTAJE DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES</b>	<b>61</b>
10.1. Fabricación .....	61
10.2. Montaje .....	61
10.2.1. Montaje de los grupos principales por separado .....	61
10.2.2. Ensamblaje de todos los grupos principales .....	63
10.2.3. Ensamblaje de los elementos restantes .....	64
<b>11. ELEMENTOS DE SEGURIDAD</b>	<b>67</b>
11.1. Freno del motor y freno de emergencia .....	67
11.2. Conmutadores de final de carrera.....	67



11.3. Limitador de ángulo de inclinación.....	68
11.4. Limitador de carga .....	68
11.5. Botones paro de emergencia.....	69
11.6. Pictogramas para los operarios .....	69
<b>12. ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL.....</b>	<b>71</b>
12.1. Lista de elementos de regulación y control .....	71
12.1.1. Armario eléctrico de PLC.....	71
12.1.2. Armario/armarios de recogida de señales en plataforma superior .....	71
12.1.3. Armario repartidor de potencia en plataforma superior .....	71
12.1.4. Tomas en plataforma superior.....	71
12.1.5. Consola de control de la plataforma .....	71
12.1.6. Bandas de protección de trampolines .....	72
12.1.7. Bandas de protección perimetral .....	72
12.1.8. Seguridad de aviso .....	72
12.1.9. General.....	72
12.1.10. Software.....	73
12.2. Descripción del mando de control remoto .....	73
12.3. Descripción del cuadro de control principal .....	74
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>79</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>81</b>
Referencias bibliográficas .....	81





# Introducción

## 1.1. Objetivos del proyecto

El objetivo de este proyecto es el cálculo y posterior diseño de una plataforma elevadora flexible para el mantenimiento de los sistemas del ala y de los motores del avión AIRBUS A-380.

La máquina en cuestión pretende cubrir las posiciones básicas de mantenimiento de este avión, y de este modo sustituir todas las diferentes plataformas fijas que hasta este momento se utilizan para realizar las tareas de mantenimiento. De este modo es posible proporcionar al operario la opción de desplazar, elevar o rotar la plataforma a cada momento dependiendo de la operación que esté realizando, y de este modo poder facilitarle la faena.

Para alcanzar las diferentes posiciones de trabajo, será necesario estudiar las múltiples soluciones primando que el operario pueda trabajar de forma ergonómica y segura. Un requisito que cumple la plataforma es que se trata de una estructura extremadamente rígida para que el operario nunca tenga sensación de inseguridad, ya que trabaja a grandes alturas.

El destinatario final de estas plataformas son las compañías aéreas que realizan tareas de mantenimiento a sus propios aviones, o bien las empresas independientes que se encargan de realizar estas tareas.

## 1.2. Alcance del proyecto

El proyecto no analiza al detalle todas las piezas, uniones y mecanismos. Los cálculos se centran en los aspectos más importantes del diseño, y en diferentes ejemplos, para cubrir de este modo las diferentes ramas de la ingeniería, sin dejar de justificar las diferentes soluciones que se han adoptado.

El diseño parte de cero, por lo que en la memoria se definen los porqués de las opciones utilizadas para el diseño final de esta máquina.

Para el diseño de la plataforma elevadora, se ha utilizado el software CATIA, tanto para el diseño 3D de todas las piezas, como para calcular mediante elementos finitos diferentes elementos estructurales de la máquina.





## 2. Descripción de la plataforma elevadora

### 2.1. Elementos de la plataforma elevadora

La plataforma elevadora puede dividirse en 8 grupos principales que son chasis, tijeras, plataforma de trabajo, trampolines, barandillas, escalera de acceso en reposo, escalera de acceso en posición de trabajo y grupo motriz.

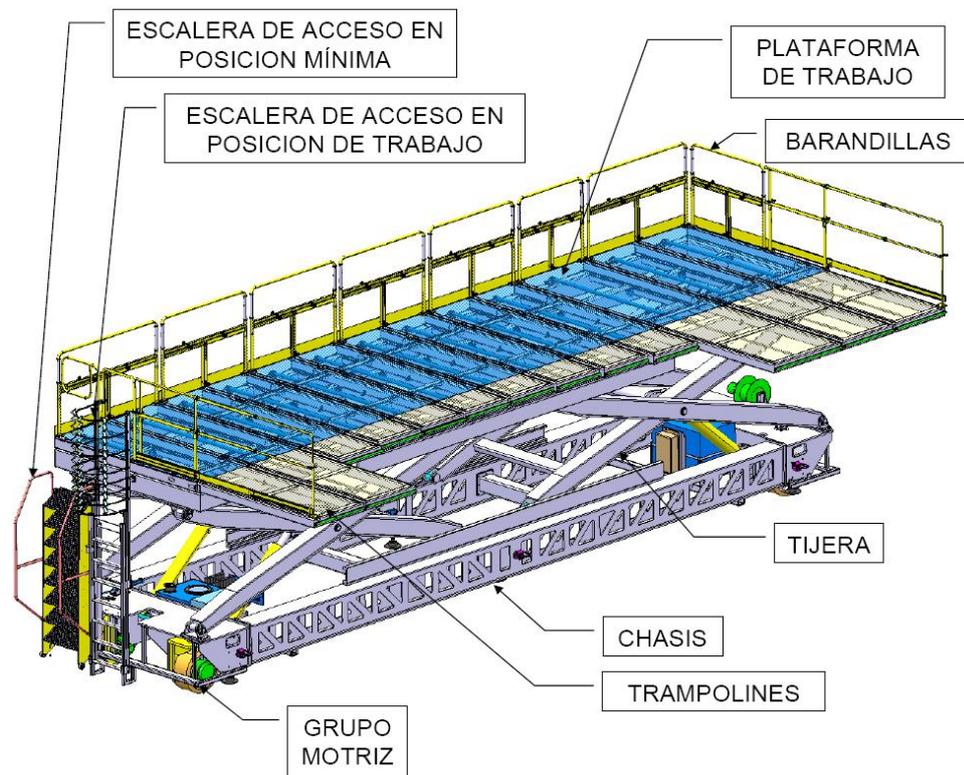


Fig. 2.1 Partes de la plataforma elevadora

A continuación, se hace una breve descripción de los diferentes elementos, que se analizarán con detalle en siguientes apartados:

- Grupo A – Chasis: monta sobre él todos los grupos y sistemas de la plataforma y los transporta cuando se mueve propulsado por el grupo motriz.



- Grupo B – Tijeras: se encargan de elevar la plataforma de trabajo a la altura necesaria mediante unos cilindros hidráulicos instalados para generar la fuerza necesaria para tal fin.
- Grupo C – Plataforma de trabajo: es la superficie donde trabajan los operarios. Sobre esta plataforma se montan los trampolines desplegados y las barandillas.
- Grupo D – Trampolines: Los trampolines se encargan de adaptar la superficie de trabajo a las necesidades de cada operación de mantenimiento. Mientras no están en uso, están escondidos bajo el grupo C. Cuando son necesarios se abren hasta tocar con el avión u otro sólido, adaptándose así a cualquier forma.
- Grupo E – Barandillas: son un elemento de seguridad necesario para que los operarios puedan operar sin riesgo alguno. Para que no molesten con diferentes elementos del avión, son capaces de abatirse, esconderse o desmontarse para que no estorben durante las operaciones de mantenimiento.
- Grupo F – Escalera de acceso en posición de trabajo: se trata de una escalera que se despliega a medida que la plataforma sube de altura, para que sea cual sea la posición de ésta, el operario pueda descender de ella por cualquier motivo sin necesidad de bajar toda la plataforma y molestar al trabajo del resto de operarios.
- Grupo G – Escalera de acceso en posición de reposo: cuando la plataforma está en su posición mínima o posición de reposo, los operarios pueden necesitar subir a la superficie de trabajo con cajas de herramientas o cualquier otro elemento, por lo que una escalera con un ángulo cómodo es necesaria para facilitar el acceso cómodo por parte de los usuarios de la plataforma.
- Grupo H – Sistema motriz: la plataforma es automotriz, por lo que ella sola es capaz de desplazarse sobre el hangar. Para conseguir tal efecto son necesarios un sistema motor y un sistema de dirección que permitan a la plataforma moverse con libertad mediante un control remoto.

## 2.2. Funcionamiento

El funcionamiento de la plataforma es sencillo. Para explicarlo de una forma más sencilla, lo dividiremos en tres fases: desplazamiento, acceso, elevación y despliegue de trampolines.

Para desplazarse, la plataforma debe encontrarse conectada, con los trampolines plegados, con las tijeras en la posición mínima, la escalera de acceso plegada y con los



pies de la plataforma arriba. Cuando se cumplan estos requisitos, el operario puede utilizar el joystick del control remoto para desplazar la máquina hasta la posición deseada.

En la fase de acceso, la plataforma se encuentra en su posición mínima, con los trampolines escondidos, los pies de seguridad del chasis subidos y las escaleras plegadas. Cuando el operario conecta la plataforma, se despliega la escalera de acceso en posición de reposo, y éste puede acceder de forma cómoda.

En la fase de elevación, una vez todos los operarios han accedido a la plataforma, se acciona el mando remoto o el cuadro de control de la plataforma para subir de posición. En este momento, la escalera de acceso en posición de reposo se pliega, los pies del chasis bajan hasta hacer contacto con el suelo, y los cilindros de

las tijeras comienzan a empujar la tijera hasta la posición deseada por el usuario de la plataforma. La plataforma elevadora no subirá si se encuentra con alguno de los trampolines desplegados.

Por último, la fase de despliegue de los trampolines se produce cuando el operario activa en el control remoto o en el cuadro de mandos cualquiera de los botones destinados a desplegar los trampolines. Los trampolines se desplegarán de forma independiente hasta que el usuario deje de apretar el botón del trampolín seleccionado o bien cuando el trampolín haga contacto con el sensor de goma que lleva en la punta con cualquier sólido. Para volver a plegar cualquiera de los trampolines, será necesario utilizar el botón para tal fin del trampolín seleccionado.

Para volver a bajar la plataforma a la posición inicial o para cambiar de altura, será necesario plegar los trampolines y posteriormente picar al botón de bajada.



Fig. 2.2 Fase acceso

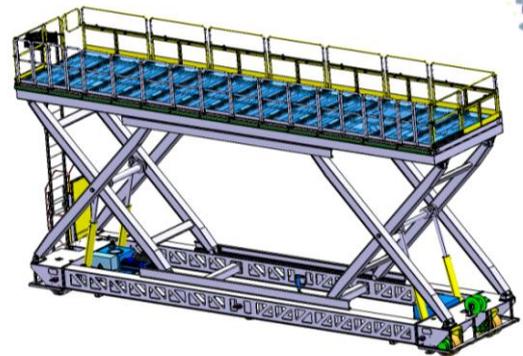


Fig. 2.4 Fase elevación

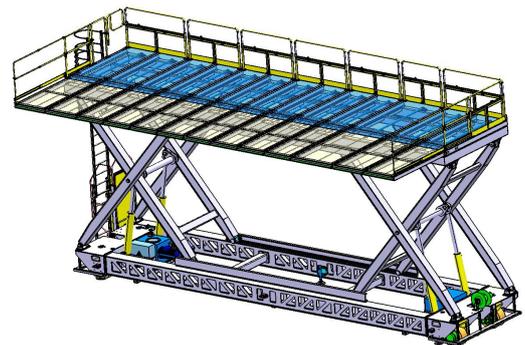


Fig. 2.3 Fase despliegue



## 2.3. Normativa

Al tratarse de una plataforma elevadora móvil de personal, el diseño de esta máquina cumple con la normativa UNE-EN 280, que data de junio del 2002. Esta norma recibe por título *Plataformas elevadoras móviles de personal: Cálculos de diseño, criterios de estabilidad, construcción, seguridad, exámenes y ensayos*.

Para el cálculo y diseño de esta plataforma se ha utilizado esta norma como guía a la hora de definir las diferentes soluciones para los requisitos que esta normativa trata.

## 2.4. Normas generales de uso

- El número máximo de personas por plataforma no debe ser mayor a 10.
- Los operarios deben equiparse con calzado antideslizante, guantes y casco.
- Los operarios deben sujetarse a la estructura de la plataforma con arneses, que no deben quitarse hasta que la plataforma alcanza la posición de reposo.
- No se debe trabajar con pendientes superiores al 5%.
- La zona de trabajo alrededor de las plataformas elevadoras debe permanecer libre de personas, para evitar accidentes producidos por los objetos que puedan caer desde altura.
- Ni la carga ni los usuarios pueden sobresalir de la planta de la plataforma.
- Los operarios que utilicen la plataforma deberán haber sido formados en el uso de la ésta antes de su utilización.



### 3. Determinación de prestaciones

Las prestaciones a determinar como paso previo al diseño, son básicamente:

- Carga nominal
- Velocidad nominal
- Altura máxima de trabajo
- Superficie de la plataforma de trabajo

El paso previo a determinar estas características, es conocer las diferentes tareas de mantenimiento que se realizan al avión.

#### 3.1. Operaciones de mantenimiento del avión AIRBUS A-380

El AIRBUS A-380 es el avión de pasajeros más grande del mundo. Por este motivo, el acceso a los diferentes puntos a revisar de este avión es una tarea complicada. Para conseguir este objetivo, son necesarias plataformas de trabajo que permitan al operario acceder fácilmente a los puntos necesarios.

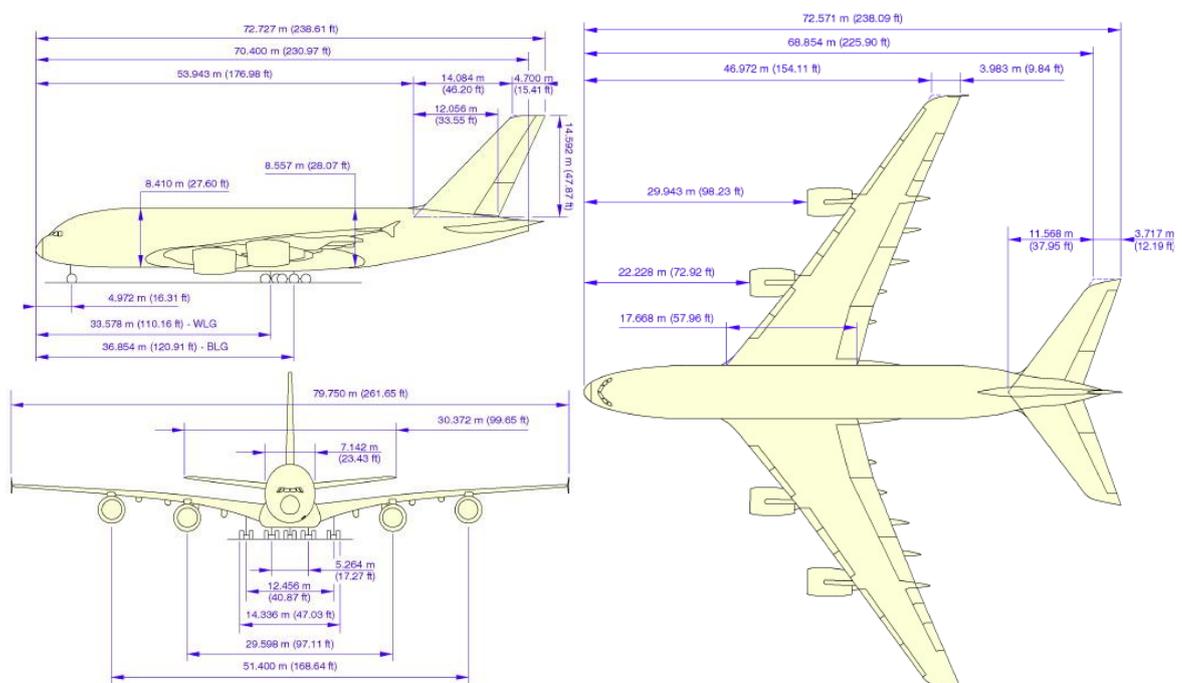


Fig. 3.1 Cotas principales del avión AIRBUS A-380



A día de hoy, se utilizan diez modelos diferentes de plataformas fijas para realizar las tareas de mantenimiento del avión AIRBUS-A380. Tres de ellas no son estrictamente para mantenimiento (número 1 y 6 en la Fig. 3.2), y una será imposible de sustituir por sus características (número 5 en la Fig. 3.2).

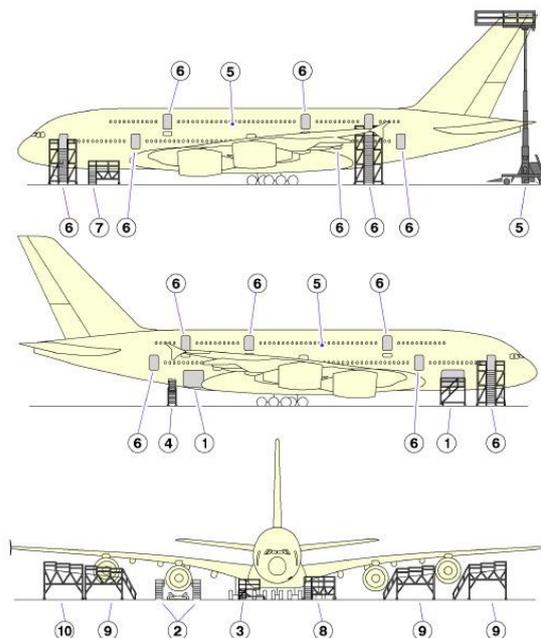


Fig. 3.2 Disposición de las plataformas de trabajo en el avión AIRBUS A-380

Número	Cantidad	Descripción	Acceso a
1	4	Plataforma para el compartimiento de carga	Compartimientos de carga
2	4	Plataforma de motores	Motores/Pilones/Puente aterrizaje del morro
3	1	Plat. para el compartimiento WLG/BLG	Compartimientos del puente de aterrizaje del ala y del cuerpo
4	1	Plataforma para el fuselaje trasero	Fuselaje trasero
5	1	Plataforma jirafa hidráulica	HTP/VTP/Compartimiento APU /Fuselaje
6	6	Plataformas de puertas de pasajeros	Puertas de pasajeros/Cabina/Pasillo
7	1	Plataforma de fuselaje	Fuselaje
8	2	Plataforma para el ala interna	Raíz del ala y sistemas de flan
9/10	4	Plataforma para el ala externa	Sistemas de flap y spoilers

Tabla 3.1 Descripción de la numeración de la figura 3.2



Una vez conocidas las plataformas fijas a sustituir, se procede a determinar las prestaciones de la plataforma elevadora de trabajo flexible.

### **3.2. Elección de la carga nominal**

La plataforma deberá soportar el peso de los operarios, de sus herramientas y de algunas piezas que necesiten sustituir. Para piezas de gran peso, se utilizará una grúa o puente grúa, ya que no tiene sentido cargar el peso de la pieza a la plataforma, si el operario no podrá moverla sin ayuda de estos elementos. Por lo tanto, considerando que no habrá más de 10 operarios por plataforma, el peso máximo a cargar en la plataforma no deberá ser inferior a dos toneladas, considerando un amplio margen de seguridad.

### **3.3. Elección de la velocidad nominal**

Hay diferentes velocidades a determinar, en concreto:

- Velocidad de translación de la plataforma: la plataforma será dirigida mediante control remoto por un operario que deberá ir caminando a su lado mientras la maneja. Por lo tanto, la velocidad nominal no será superior a 5 km/h, ya que el operario debe ser capaz de seguirla mientras la mueve.
- Velocidad de elevación: esta velocidad no es crítica, aunque no debe ser excesiva. Por este motivo, se determina que el tiempo máximo para el total de la carrera será de dos minutos como máximo.
- Velocidad de extracción de los trampolines: los trampolines se desplegarán por completo en treinta segundos.

### **3.4. Elección de la altura máxima de trabajo**

La altura máxima de trabajo viene determinada por la operación de mantenimiento que se realice a mayor altura. En este caso, la plataforma de trabajo con mayor altura es la número 5 de la Fig. 3.2. Para alcanzar esta posición, es necesario que el operario trabaje a cinco metros del suelo, por lo que ésta será la altura máxima de trabajo.



### 3.5. Superficie de la plataforma de trabajo

La superficie de trabajo de la plataforma deberá ser variable, dependiendo de la tarea de mantenimiento. Para conseguir este requisito, se instalará un sistema de trampolines que se adaptará a la forma del avión en cada posición.

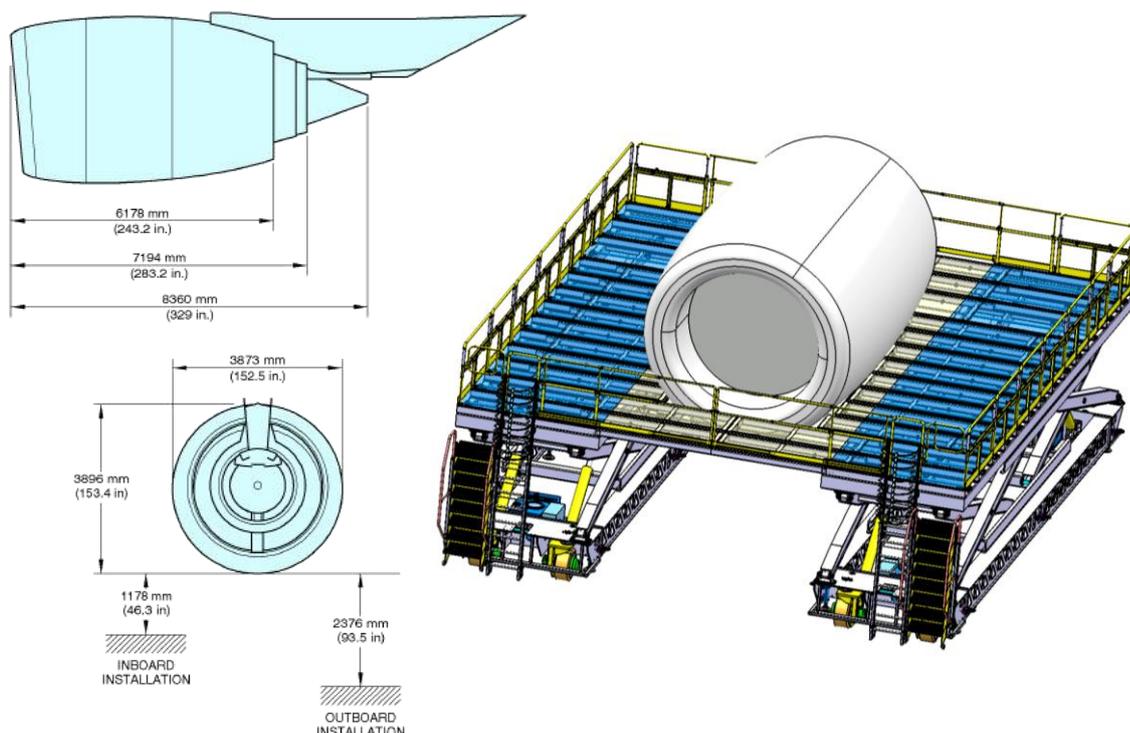


Fig. 3.3 Medidas del motor y vista isométrica de las plataformas en posición de mantenimiento

La distribución de estos trampolines vendrá determinada por la forma del motor, ya que es la forma más complicada a la que deberá adaptarse la plataforma. Además, esta posición determinará el largo y el ancho de la plataforma, ya que únicamente se utilizarán dos plataformas para cubrir toda la superficie de trabajo alrededor del motor.

Para conseguir esta disposición, la plataforma necesita trece trampolines de diferentes anchuras para poder adaptarse a la forma del motor. Además, el largo de la

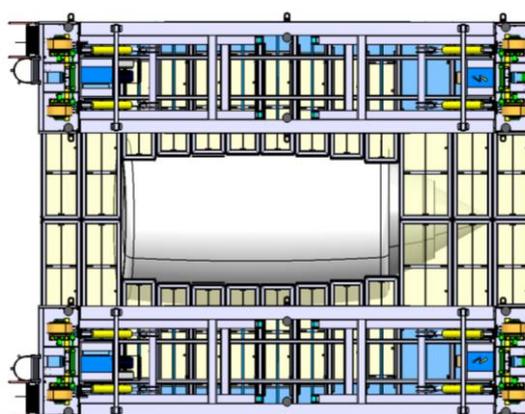


Fig. 3.4 Vista inferior de la posición del conjunto



plataforma queda determinado en once metros, para poder rodear el motor entero. El ancho en dos metros y medio, para poder albergar el trampolín, que tiene una carrera de casi dos metros.

Por lo tanto, con los trampolines escondidos, la plataforma tiene una superficie de trabajo de casi veintiocho metros cuadrados, mientras que con los trampolines desplegados tiene una superficie de casi cincuenta metros cuadrados. Combinando dos plataformas se pueden alcanzar hasta los cien metros cuadrados de superficie de trabajo.

### **3.6. Características de la plataforma elevadora**

Por lo tanto, como resumen, las características de la plataforma elevadora son:

- Velocidad de translación: 5 km/h
- Tiempo máximo de elevación: 2 min.
- Tiempo máximo de extracción de trampolines: 30 s.
- Altura máxima de trabajo: 5m.
- Superficie de trabajo:
  - Trampolines escondidos: 28m<sup>2</sup>.
  - Trampolines desplegados: 50m<sup>2</sup>





## 4. Descripción de las diferentes posiciones de trabajo de la plataforma elevadora.

Como se ha explicado en el apartado anterior, AIRBUS establece 9 tipos diferentes de plataformas que deben utilizarse para el mantenimiento de su modelo A380.

En la Fig. 4.1 pueden observarse estas posiciones, que se analizarán a continuación. Para las posiciones de acceso no se utilizará la plataforma, ya que está orientada a posiciones de trabajo. Para acceder al avión se utilizarán escaleras.

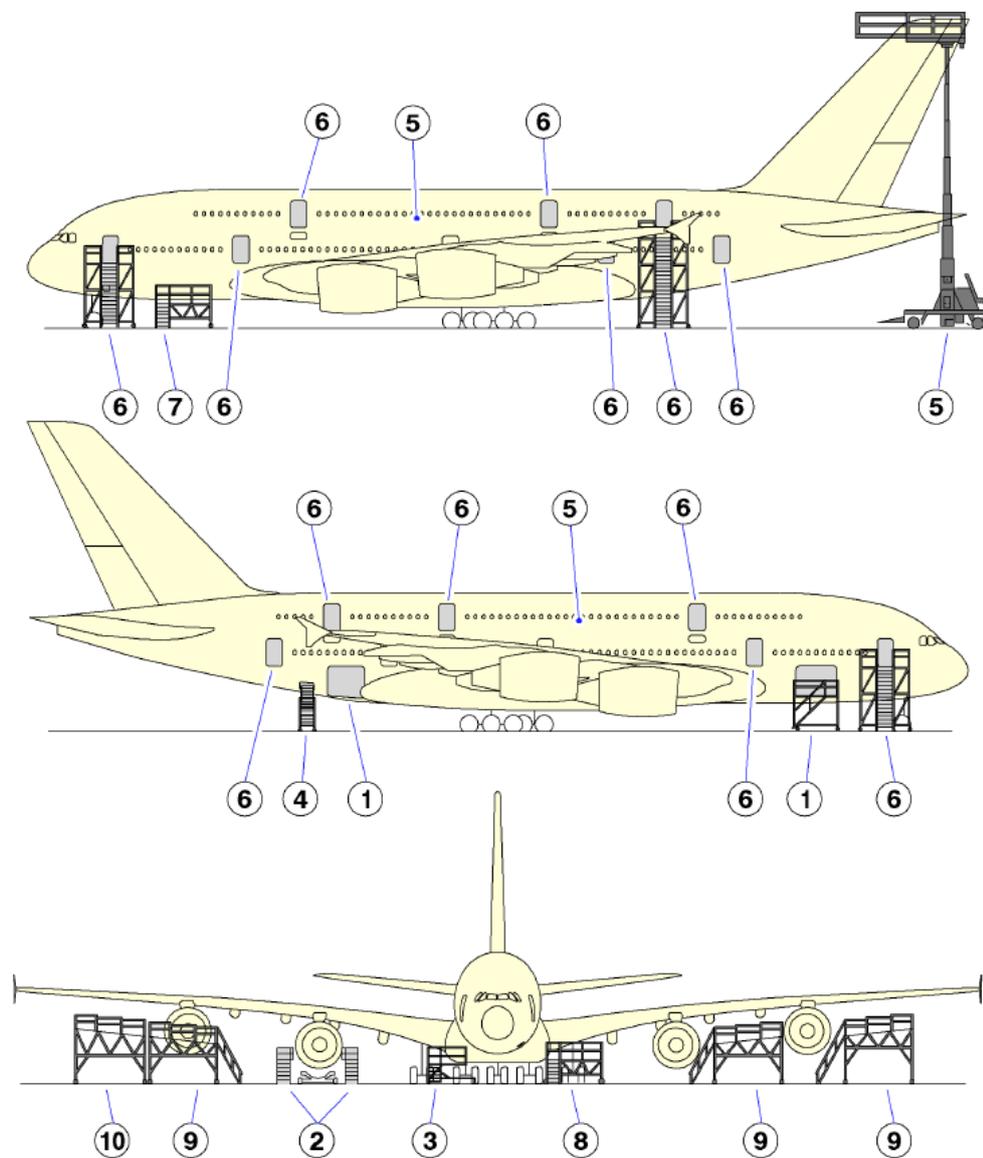


Fig. 4.1 Diferentes plataformas para el mantenimiento del avión AIRBUS A-380



## 4.1. Posición 1: Acceso a bodegas

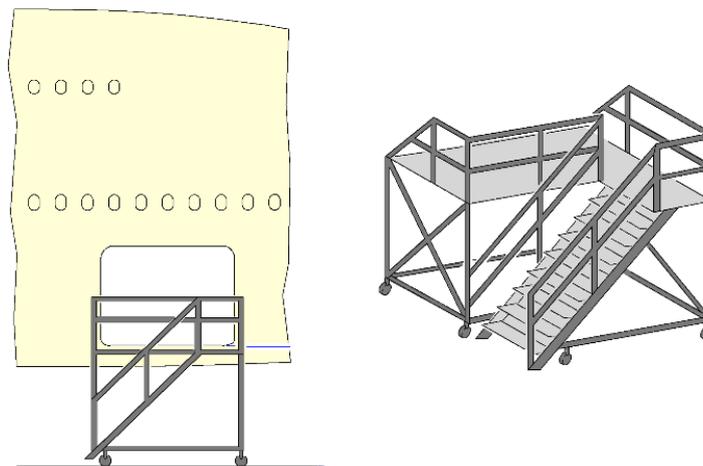


Fig. 4.2 Posición de la escalera de acceso a la bodega.

La posición de acceso a bodegas corresponde a una escalera de paso de operarios para acceder al interior de las bodegas del avión, y no corresponde por tanto a una posición de trabajo, por lo que no se tendrá en cuenta para el diseño de la plataforma elevadora.

## 4.2. Posición 2: Acceso a motores

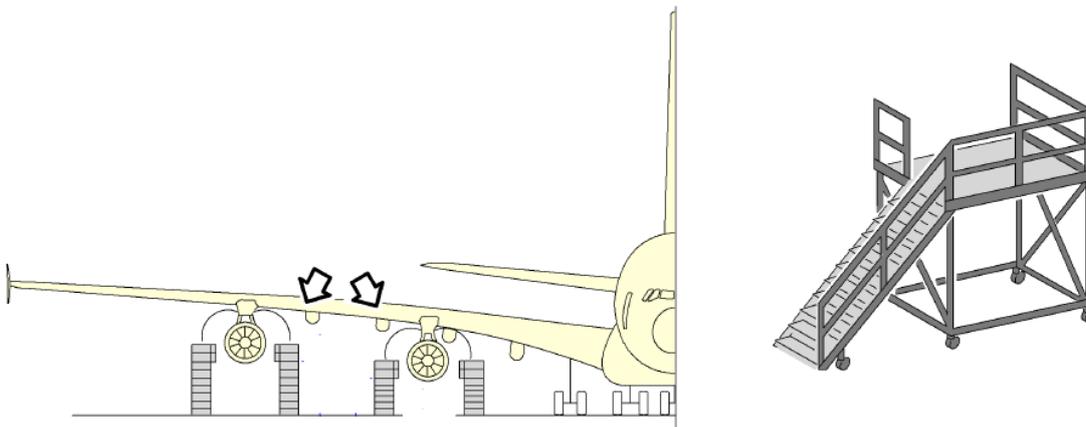


Fig. 4.3 Detalle de la posición de las plataformas de mantenimiento en la zona de motores



Las plataformas de mantenimiento de motores son las más importantes de cuantas figuran en la lista de plataformas necesarias facilitada por AIRBUS. En la Fig. 4.3 puede observarse un diseño de plataforma muy simple y poco útil para los operarios.

El diseño de la plataforma estará marcado por las dimensiones del motor, tal y como se ha indicado en la página 16. En la Fig. 4.4 puede observarse la posición de trabajo del nuevo diseño.

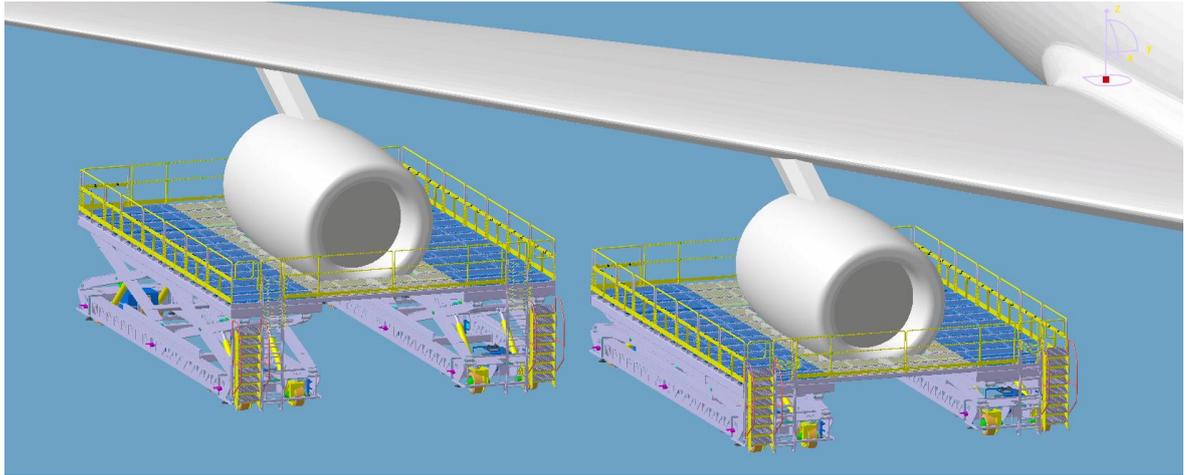


Fig. 4.4 Detalle de la posición en la zona de motores del nuevo diseño de plataforma flexible

### 4.3. Posición 3: Acceso a tren de aterrizaje

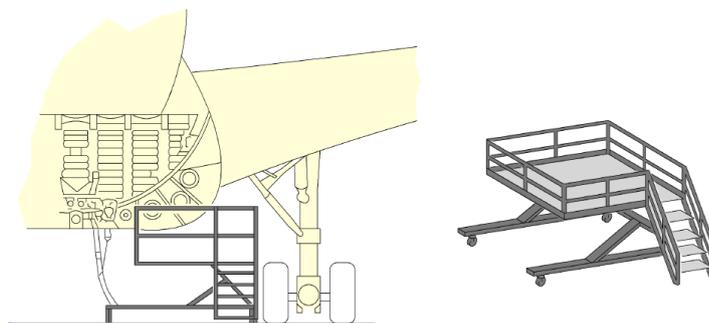


Fig. 4.5 Detalle de la plataforma sugerida por AIRBUS para el mantenimiento del tren de aterrizaje

Es necesario que los operarios puedan tener acceso a la zona del tren de aterrizaje. De todos modos, esta parte del avión queda muy próxima al suelo, por lo que no es viable



utilizar una plataforma tan grande como la que se pretende diseñar para poder realizar estas operaciones tan simples a tan baja altura.

Para el mantenimiento de algunas piezas de este elemento que queden a mayor altura sí podrá utilizarse la plataforma en su posición de carrera mínima

#### 4.4. Posición 4: Acceso a compuerta en la parte trasera del fuselaje

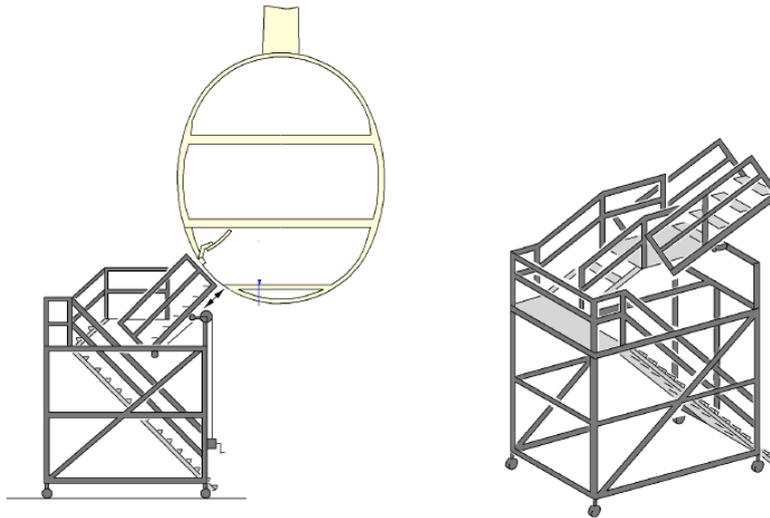


Fig. 4.6 Escaleras de acceso a la compuerta en la parte trasera del fuselaje

La posición de acceso a la compuerta situada en la parte trasera del fuselaje, corresponde a una escalera de paso de operarios para acceder al interior de las bodegas del avión, y no corresponde por tanto a una posición de trabajo, por lo que no se tendrá en cuenta para el diseño de la plataforma elevadora.

#### 4.5. Posición 5: Jirafa

La altura máxima del avión es muy grande, pero no necesita mantenimiento muy a menudo. De todos modos, es necesario tener una jirafa de gran carrera de elevación para poder realizar las tareas de mantenimiento que pueda necesitar el estabilizador vertical trasero, tal y como propone AIRBUS en su manual de mantenimiento ().



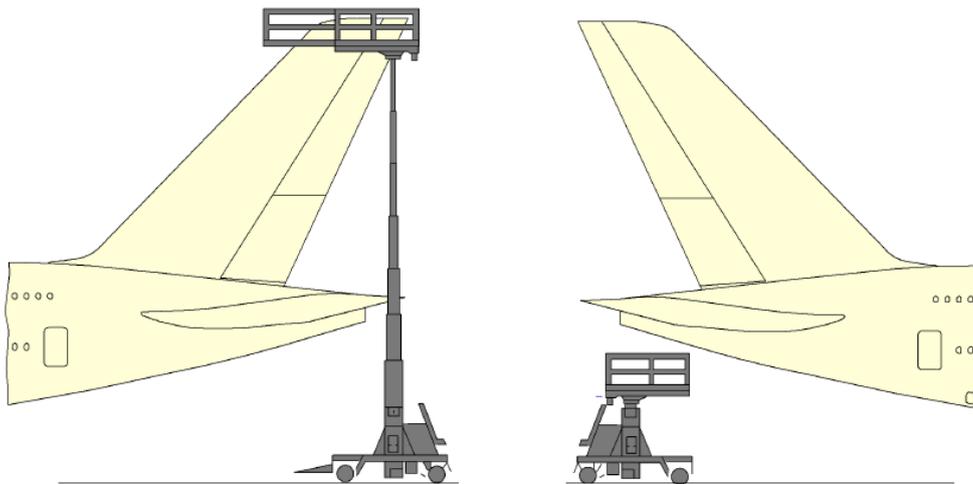


Fig. 4.7 Jirafa en posición máxima y mínima de trabajo en la zona de los estabilizadores traseros (HTP y VTP)

#### 4.6. Posición 6: Acceso a compuertas de pasajeros

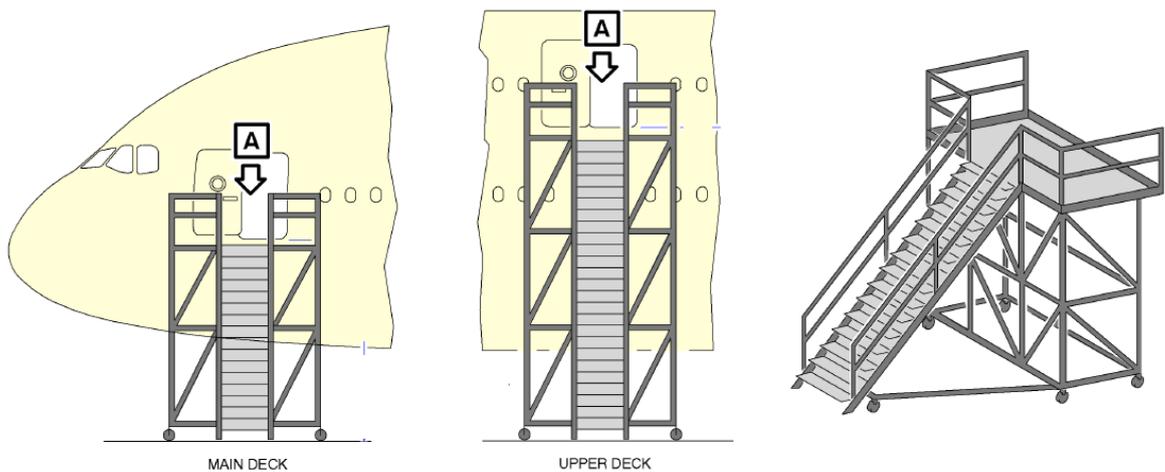
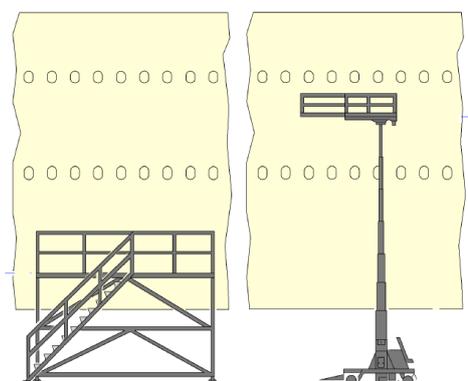


Fig. 4.8 Posición de las escaleras para acceder a las puertas de las dos plantas de transporte de pasajeros

Para acceder a las compuertas de pasajeros y permitir el paso de operarios al interior del avión, se colocarán diferentes escaleras. Por lo tanto, no tiene sentido utilizar la plataforma flexible para sustituir estas escaleras, ya que el paso de operarios será constante.



## 4.7. Posición 7: Acceso a fuselaje



Para el mantenimiento de todo el fuselaje del avión será necesario utilizar la misma jirafa que se utiliza para realizar el mantenimiento del estabilizador vertical trasero, dada la altura del fuselaje de este avión.

De todos modos, para ahorrar tiempo, también podría utilizarse la plataforma flexible para realizar el mantenimiento del fuselaje, pero solamente hasta el primer piso de pasajeros, ya que la carrera no da para más.

Fig. 4.9 Detalle de las plataformas para acceso a fuselaje

## 4.8. Posición 8: Acceso a la parte interna del ala

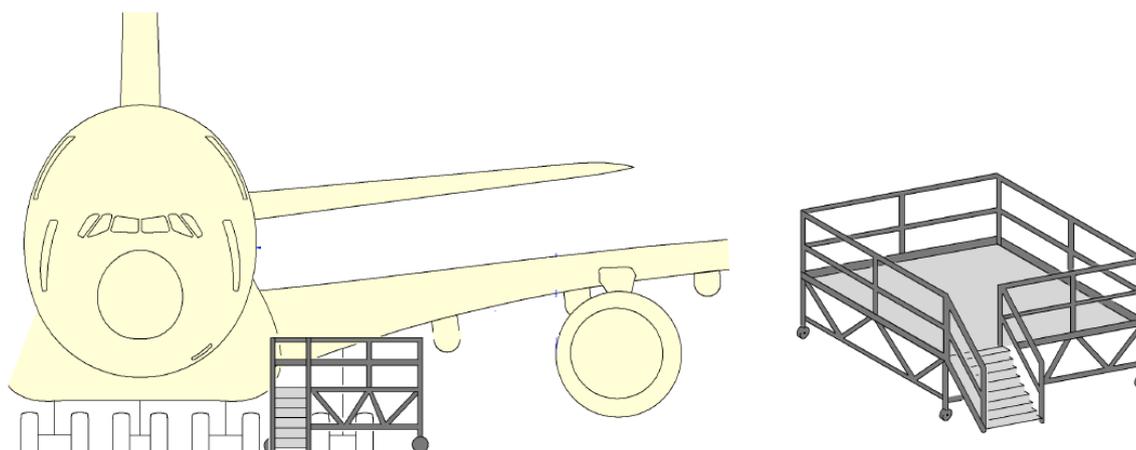


Fig. 4.10 Posición de la plataforma para el mantenimiento de la parte interior del ala.

La zona de unión entre el fuselaje y el ala requiere algunas operaciones de mantenimiento. Esta parte del avión queda muy cerca del suelo, por lo que los operarios podrían utilizar la misma plataforma que en la posición 3 (acceso a tren de aterrizaje).



## 4.9. Posición 9/10: Acceso a la parte externa del ala

A lo largo de toda el ala hay elementos tanto en la parte exterior como interior del ala que necesitan un mantenimiento periódico para cumplir las exigentes normas de seguridad que impone el sector aéreo.

Para poder realizar estas operaciones de mantenimiento, AIRBUS propone instalar diferentes plataformas en rampa en diferentes puntos bajo el ala, tal y como puede observarse en la

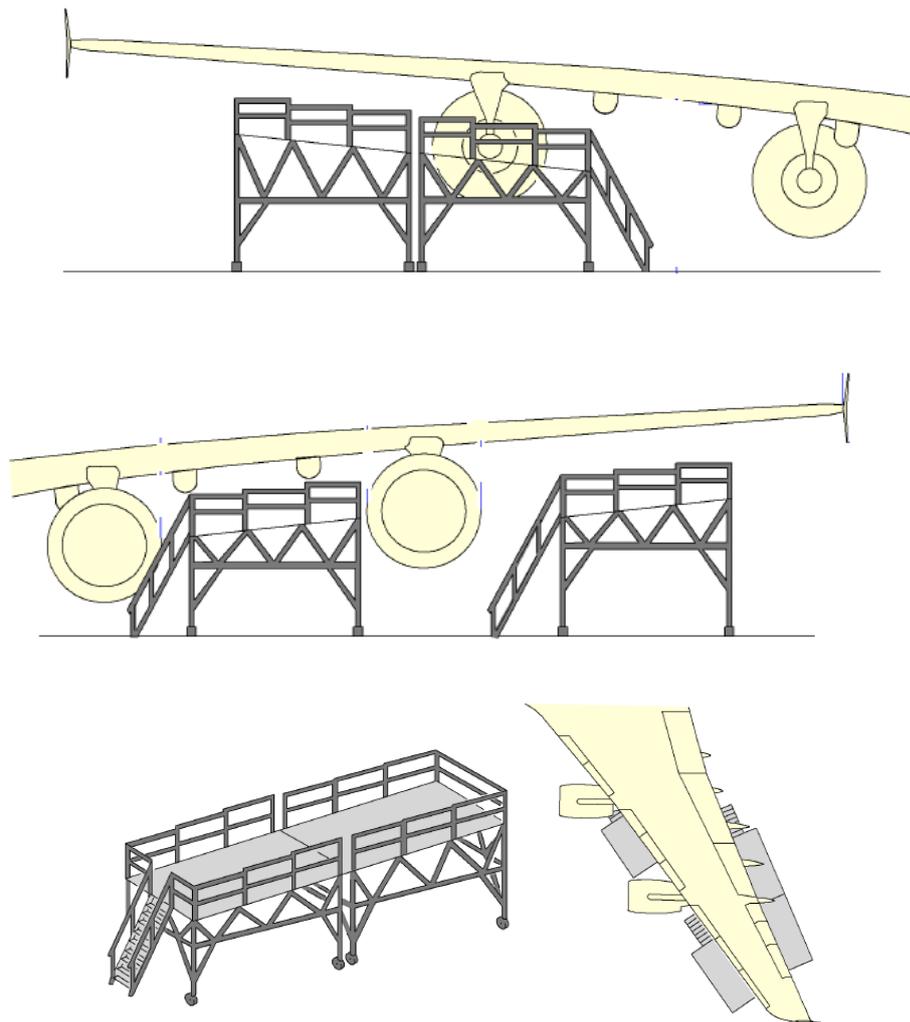


Fig. 4.11 Colocación de las plataformas para el mantenimiento de los sistemas de ala propuesta por AIRBUS



Con las nuevas plataformas se pretende ofrecer a los operarios una mayor superficie de trabajo, que sea capaz de cambiar de altura cuando sea necesario y a la vez tenga una rigidez mayor que las plataformas que se utilizaban hasta ahora.

Al tener trampolines desplegables, las plataformas pueden situarse una delante de la otra a la altura deseada y extender sus trampolines hasta chocar unos con otros. De esta manera pueden utilizarse las dos plataformas para generar una única superficie de trabajo de grandes dimensiones, tal y como puede observarse en la Fig. 4.12.

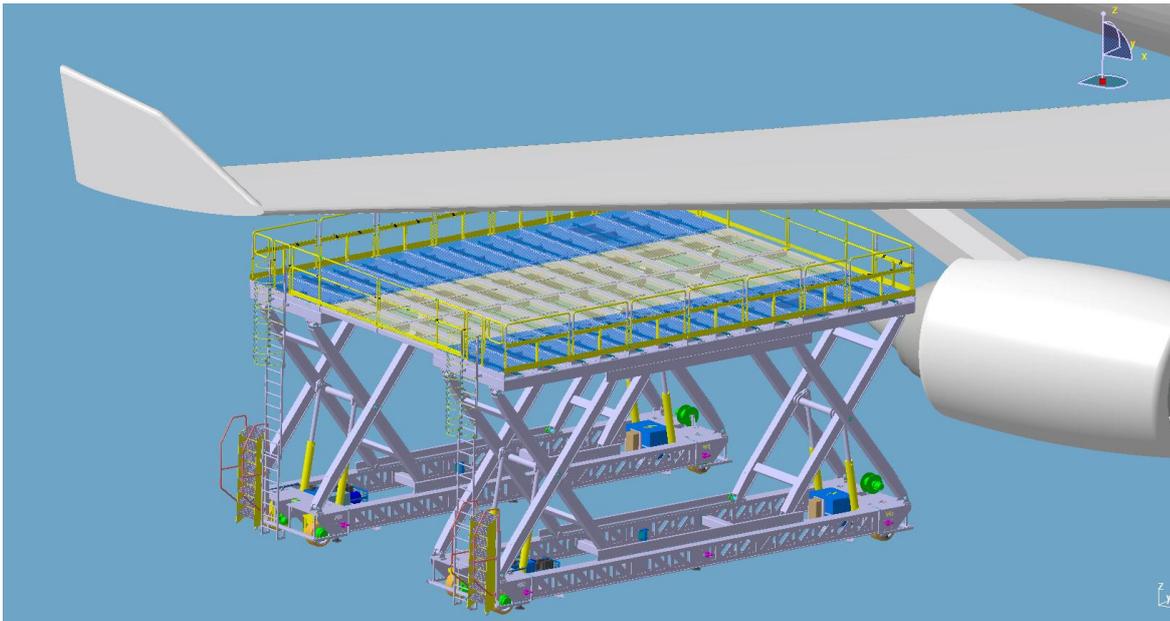


Fig. 4.12 Ejemplo de colocación de las plataformas flexibles bajo el ala para realizar las tareas de mantenimiento



## 5. Estudio de mercado.

El paso previo a cualquier diseño es analizar el estado del arte y productos similares al que se va a diseñar. En este caso en concreto no existen plataformas de mismas características, aunque si hay fabricantes que fabrican plataformas para otros usos con similares prestaciones técnicas.

Es difícil encontrar plataformas de tamaños similares a la que se pretende diseñar. Para encontrar plataformas con amplias superficies de trabajo, es necesario acudir al sector aeronáutico. Trepel y FMC fabrican plataformas elevadoras para manutención de diferentes tamaños, y que mecánicamente son similares a la que se prevé diseñar. Como ejemplo de plataformas elevadoras más convencionales para el uso en tareas de mantenimiento o construcción, se analiza la oferta de plataformas elevadoras que proporciona el fabricante MaxMove.



Fig. 5.1 Abanico de productos similares de diferentes fabricantes

De todos modos, al tratarse de un diseño concreto para una aplicación concreta, las prestaciones vendrán determinadas por las diferentes necesidades que se dan en este caso.





## 6. Grupos y mecanismos principales de la plataforma elevadora

Para poder hacer un análisis técnico detallado de todos los sistemas de la plataforma, se procede a separar ésta en ocho grandes grupos que se analizarán por separado a continuación.

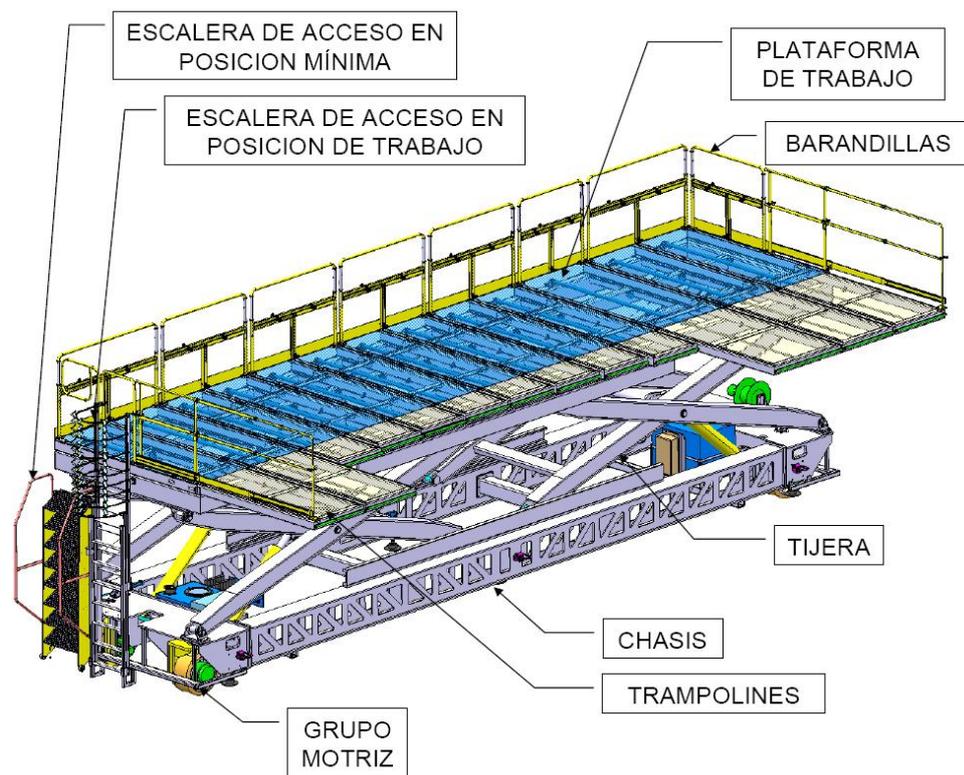


Fig. 6.1 Partes de la plataforma elevadora

### 6.1. Grupo A: Chasis

El grupo A se corresponde al chasis de la plataforma. Sobre esta estructura se montan todos los demás grupos de la plataforma. La estructura soporta todo el peso de la plataforma, que es de aproximadamente veinte toneladas, y además con una flecha máxima inferior a tres milímetros en el peor de los casos.



Para conseguir esta rigidez tan alta, se han colocado dos cajones aligerados a lo largo de la plataforma, unidos en los extremos por dos cabezas. Además, se colocan dos tubos que van de viga a viga en el centro que sirven como refuerzo al chasis para que la estructura no sufra grandes esfuerzos cuando la plataforma está desplazándose o girando. La unión entre las cabezas y los cajones se realizan mediante tornillos y unas chavetas que nos aseguran una correcta posición del conjunto.

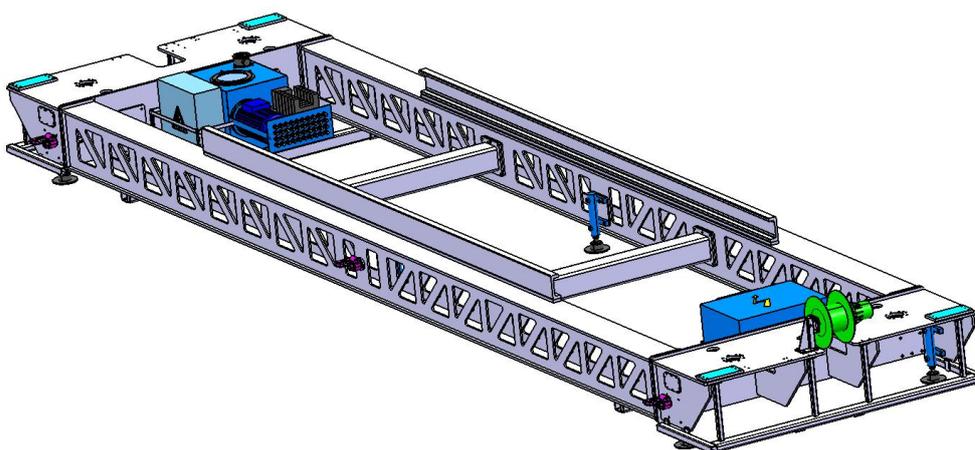


Fig. 6.2 Vista isométrica del chasis de la plataforma

Montado sobre el chasis están también las carrileras para los rodamientos que llevan instaladas las tijeras en la punta que se desplaza.

Cuando la plataforma está siendo utilizada por los operarios, seis pies hidráulicos salen para asegurar que la plataforma está correctamente calzada. Además, al tratarse de seis pies, y dos estar colocados en la parte central, también se consigue que la estructura sea más rígida cuando los operarios están trabajando y cambiando la altura del sistema de tijeras.

El chasis monta seis cáncamos distribuidos de dos en dos en las puntas y en el centro. Estos cáncamos tienen la función de permitir a la plataforma ser cargada por el puente grúa en caso de avería.

La plataforma se mueve por todo el hangar, por lo

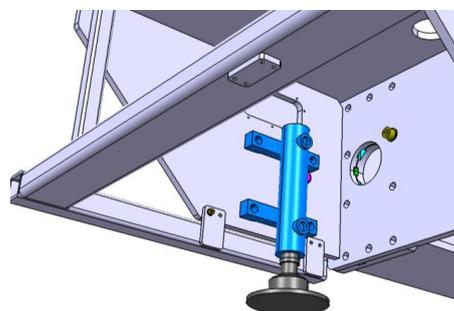


Fig. 6.3 Detalle pie

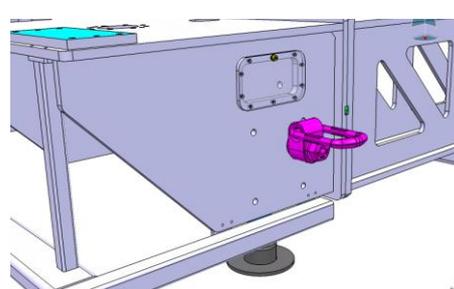


Fig. 6.4 Detalle cáncamo



que es autosuficiente. La energía para poder hacer todas las maniobras proviene de una batería que se carga cuando está en la zona de aparcamiento de plataformas. Estas baterías alimentan un grupo hidráulico que da presión a todo el circuito, del que se alimentan motores y cilindros.

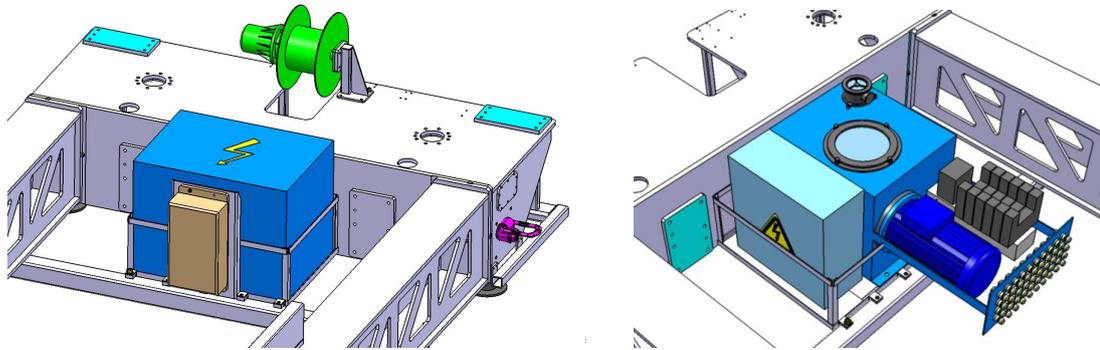


Fig. 6.5 Detalle del sistema eléctrico y del sistema hidráulico

Estos dos grupos se han montado a lado y lado del chasis y cerca de las ruedas para repartir equitativamente los pesos y generar menos esfuerzos en la estructura. En la figura 4.3 pueden observarse el sistema hidráulico con sus válvulas para conectar los diferentes tubos y las baterías con su convertidor de corriente y su recogedor de cable, para esconder fácilmente el cable de carga cuando la plataforma no está conectada a la línea eléctrica.

Para detectar si hay algún obstáculo y de este modo parar el movimiento de la plataforma, todo el perímetro del chasis irá equipado con un detector de goma. Al tocar algún obstáculo el sistema de control interpretará que hay algún elemento que puede estorbar o alguna persona que puede lastimarse, y parará cualquier movimiento.

Directamente montados sobre este grupo van el grupo motriz, las tijeras y las dos escaleras.

## 6.2. Grupo B: Tijeras

Las tijeras son el mecanismo más importante de la tijera, ya que es el que estará sometido a mayores esfuerzos, es móvil y además debe tener una flecha pequeña, para que la rigidez del sistema sea muy alta y no transmitir sensación de inseguridad a los operarios que trabajen en la plataforma.



Hay varios sistemas de tijera que podrían montarse en esta máquina. El menos aparatoso y más barato es un sistema de tijeras múltiple, pero tiene la desventaja que no aporta gran estabilidad a la plataforma, y que además condiciona la altura mínima de la plataforma.

La solución que se ha adoptado es instalar una tijera simple a cada extremo de la plataforma, ya que el sistema es mucho más estable y al disponer de once metros de longitud de plataforma, no hay problema alguno para instalar este tipo de tijera.

La altura máxima de la tijera es de cuatro metros, y la mínima de 650 milímetros. Por lo tanto, se dispone de una carrera de aproximadamente tres metros y medio. Con estos datos, la altura al suelo de la plataforma de trabajo en la posición mínima y máxima será de 1,9 metros y 5,3 metros respectivamente.

Estructuralmente hablando, la tijera está compuesta de una estructura central y un cajón unido a cada lado de esta estructura mediante un eje sobre el cual pueden girar.

La unión central sobre la cual giran ambas estructuras es sencilla. Un eje con un tratamiento superficial con Cr-Ni y con un tratamiento térmico de temple y revenido, se encarga de unir ambas partes. El eje se fija a la parte central mediante tornillos, y se desliza sobre un par de casquillos autolubricados de alta resistencia en la estructura exterior, tal y como puede observarse en la figura 4.6.

Los extremos fijos de la tijera, están equipados también con dos casquillos cada uno que giran sobre un eje de iguales características que el de la unión central.

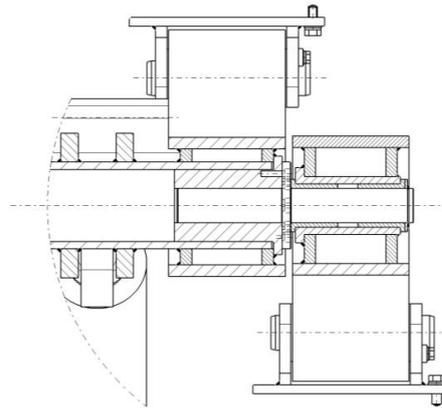


Fig. 6.6 Detalle de la unión central

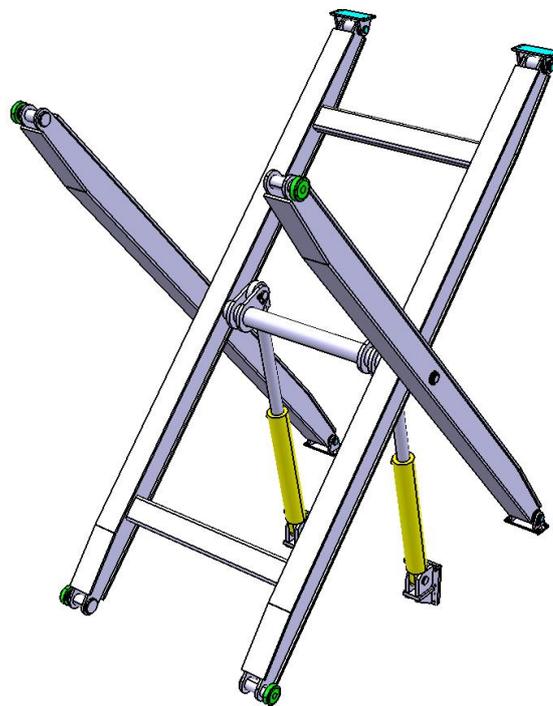


Fig. 6.7 Vista general de la tijera abierta

Para elevar todo el peso de la tijera y de los demás grupos será necesario aplicar una gran fuerza. Para conseguirlo, dos cilindros de gran tamaño se montan entre la cabeza del



chasis y el tubo central de la estructura interior de la tijera. Estos cilindros pivotan sobre unos ejes fijos a las estructuras de lado y lado.

Con el fin de asegurar la sincronía en la subida de la estructura, los extremos de cada una de las dos tijeras van guiados mediante unos carriles sobre los cuales ruedan unos rodamientos instalados en los extremos de la tijera. Al estar unidos estos extremos tanto en el extremo superior como en el inferior, ninguna de las dos tijeras subirá más que la otra, manteniendo así el equilibrio en todo momento.

Tanto los rodamientos como los carriles son del fabricante WINKEL, y están diseñados para aguantar grandes cargas.

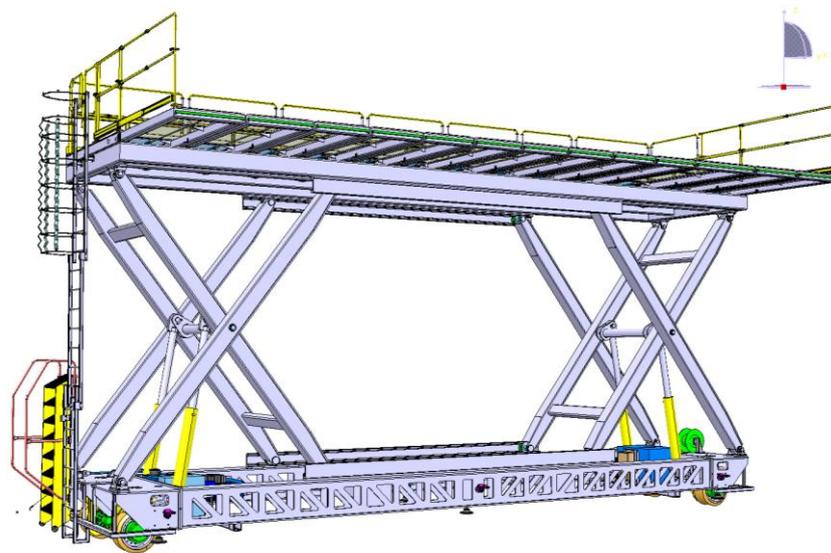


Fig. 6.8 Detalle del montaje de la tijera en la plataforma elevadora

Con todas estas características, se consigue que la flecha máxima de la plataforma sea inferior a 2,5 mm, más que suficiente para la aplicación de estudio.

### 6.3. Grupo C: Plataforma de trabajo

El grupo C es el encargado de soportar la superficie de trabajo. Además debe albergar en su interior los trampolines y montar las guías sobre las cuales se deslizarán los extremos de las tijeras.

La estructura principal de éste grupo está compuesta por perfiles tubulares rectangulares de acero común, consiguiendo de este modo una estructura rígida de forma barata.



Sobre esta estructura principal, se montan en la parte superior diferentes perfiles en C que servirán de guía para los trampolines. El sistema no es nada sofisticado, y es cierto que existen diferentes alternativas para conseguir la misma función, y todas más elegantes. La razón por la que se utiliza un sistema en C por el que se deslizará el trampolín empujado por el cilindro, es que es una solución barata y práctica, y cualquier otra solución más cara no estaría justificada.

De todos modos, podría haberse instalado un sistema con guías lineales y un motor eléctrico que accionara un piñón que se moviera a lo largo de una cremallera. Se repite que el incremento de coste no estaría justificado.

Volviendo a la solución adoptada, sobre estos perfiles en C se instalan unos tacos de material polimérico deslizante (deslidur, durogliss...) sobre los que se deslizará el trampolín y así se evitará el contacto hierro-hierro.

Sobre estos perfiles en C se instalará por fin la chapa lagrimada sobre la cual trabajarán los operarios. Se ha escogido un espesor de 3+2mm, que será suficiente para soportar el peso de los operarios.

En la parte inferior de la estructura principal se instalarán los perfiles para rodamientos WINKEL, que asegurarán el sincronismo entre las dos tijeras, tal y como se ha explicado en el apartado inferior. Además, se instalarán toda una serie de detectores de final de carrera que harán contacto con un perfil instalado en los trampolines, que detectará que el trampolín está recogido. Con esta señal, la plataforma entenderá que todos los trampolines están recogidos y podrá elevarse.

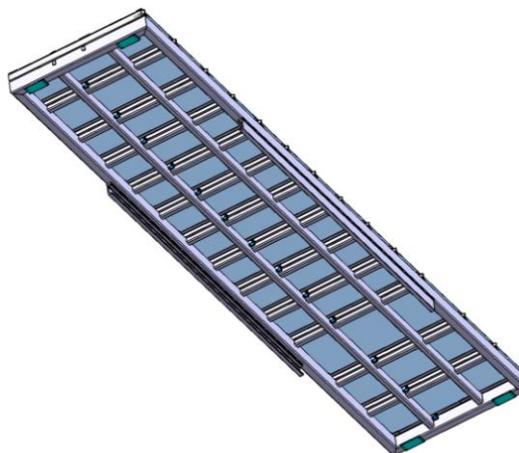


Fig. 6.9 Detalle de la estructura tubular

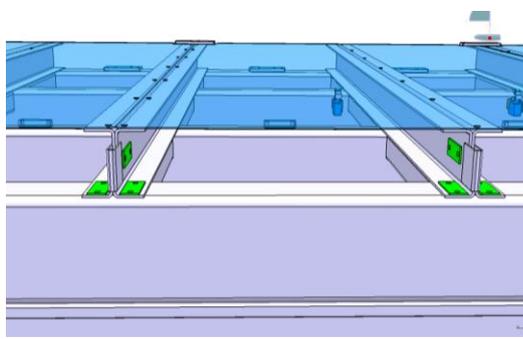


Fig. 6.10 Detalle perfiles C y tacos

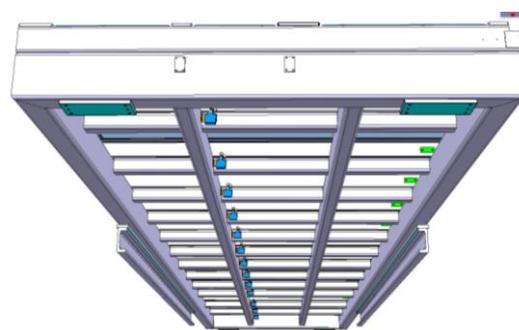


Fig. 6.11 Detalle detectores y perfiles



Además, se soldarán diferentes placas que posteriormente serán mecanizadas para instalar barandillas, cilindros para los trampolines, colocar las tijeras, etc.

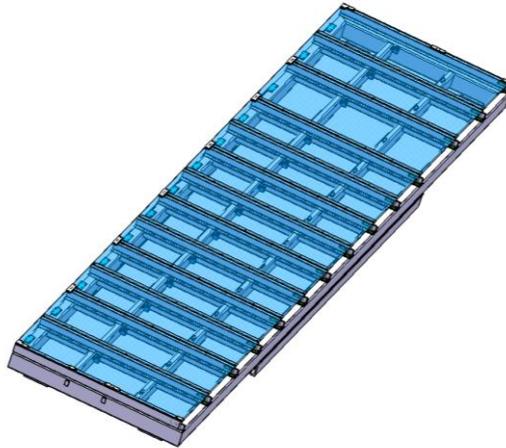


Fig. 6.12 Vista general del grupo C

#### 6.4. Grupo D: Trampolines

Los trampolines son un elemento móvil que se despliega para aumentar la superficie de trabajo y/o adaptarse a la forma del avión.

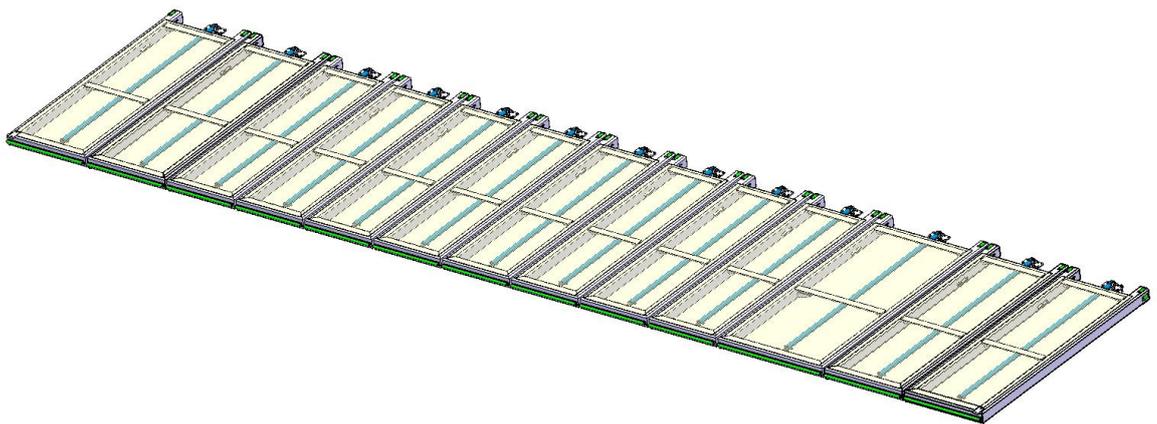


Fig. 6.13 Vista general de los trampolines.

Estos elementos están guardados dentro de las guías formadas por perfiles en C en el grupo de la plataforma de trabajo, y se despliegan mediante la acción de un cilindro que empuja el trampolín. Hay un cilindro por trampolín, y cada uno puede ser desplegado por



separado, adoptando así cada uno la forma necesaria para cada operación de mantenimiento determinada. Además, el ancho de cada trampolín está estudiado para que se adapte a la posición de mantenimiento de motores, que es la operación más crítica en cuanto a flexibilidad requerida.

Estructuralmente hablando, cada trampolín está formado por perfiles rectangulares de acero común, que aseguran una flecha inferior a 5 mm con dos operarios colocados en la punta del trampolín cuando éste está en su carrera máxima.

Para evitar el contacto hierro-hierro entre el trampolín y las guías en C, varios tacos de material polimérico deslizante han sido instalados. De este modo se asegura el buen funcionamiento del dispositivo.



Fig. 6.14 Trampolines extendidos.

La carrera de estos trampolines es de aproximadamente dos metros, suficiente para adaptarse a todas las diferentes condiciones de trabajo. Además, cada trampolín instala un detector de goma en la punta, para que cuando cada uno de los trampolines haga contacto con algún sólido, se detenga. De este modo, el trampolín se adapta a la forma del avión automáticamente sin que el operario tenga que detener el trampolín manualmente, arriesgándose de este modo a dañar el avión.

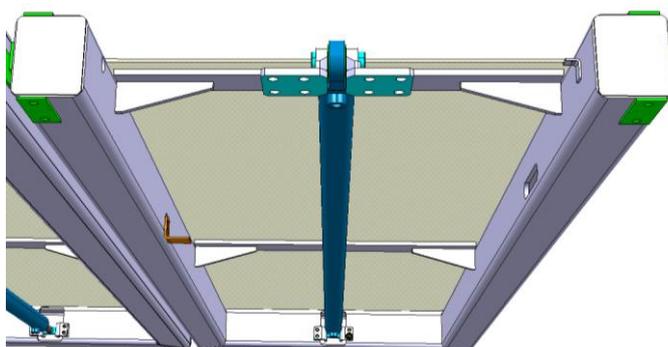


Fig. 6.15 Detalle tacos, cilindro y perfil L.

En la parte inferior de cada trampolín se añade además un pequeño perfil en L que hace contacto con uno de los detectores instalados en el grupo C, y que indica al sistema de



control que ese trampolín en concreto está cerrado, y de este modo impedir que la plataforma pueda elevarse con alguno de los trampolines abierto.

## 6.5. Grupo E: Barandillas

El grupo de barandillas es el más laborioso de todos. A pesar de no requerir de complicados cálculos para su diseño, si requiere del estudio de las diferentes situaciones de riesgo del operario, que variarán según la posición de trabajo en la que se encuentre la plataforma. Por este último motivo, se requiere que diferentes barandillas sean flexibles o desmontables, para que puedan adaptarse a las necesidades de cada posición.

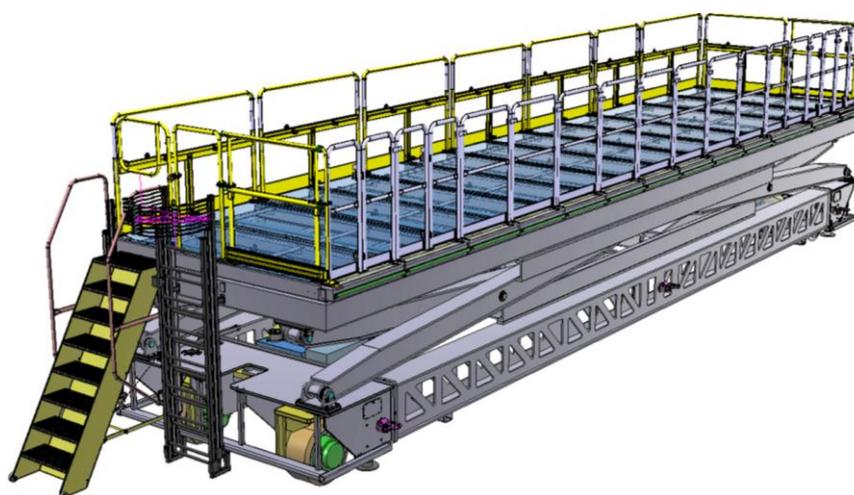
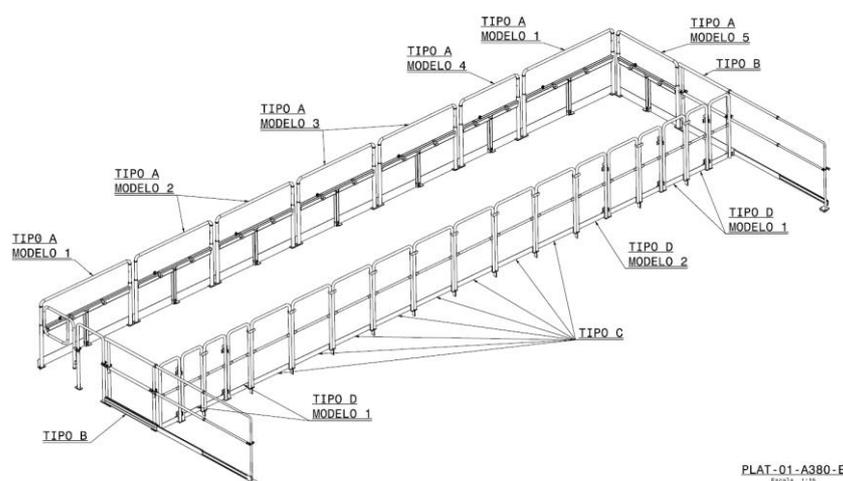


Fig. 6.16 Vista con las barandillas plegadas



PLAT-01-A380-E  
Escala: 1:10

Fig. 6.17 Vista de los diferentes tipos de barandilla



Por lo tanto, se han diseñado diferentes tipos de barandillas, que pueden agruparse en distintos conjuntos.



Fig. 6.18 Vista de las barandillas desplegadas

Las barandillas de tipo A son fijas a la plataforma elevadora. Hay de diferentes anchos, pero todas tienen el mismo diseño. La peculiaridad principal de esta barandilla, es que es telescópica y puede ajustar su altura en dos posiciones, por si en alguna de las operaciones de mantenimiento hubiera interferencia con alguna pieza del ala.

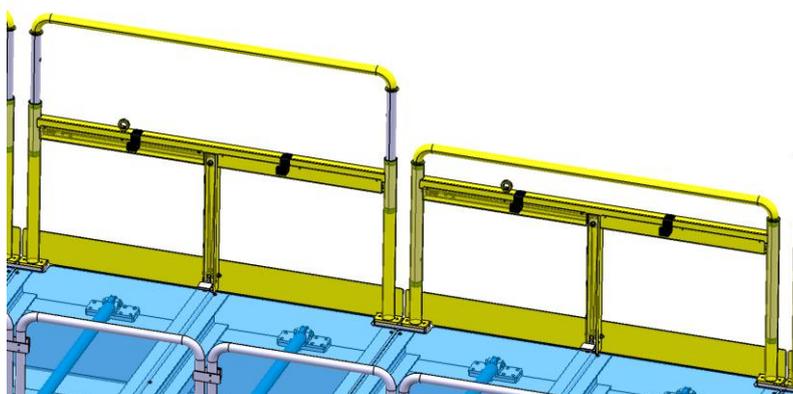


Fig. 6.19 Vista de las barandillas tipo A en las diferentes posiciones

El tipo A consta de una parte fabricada en acero fija a la plataforma que alberga en su interior unos cables unidos a un pedal, que cuando el operario pisa, libera el pasador que sujeta la parte superior de la barandilla, construida de aluminio para facilitar la manipulación por parte del operario. Para conseguir una fácil manipulación de la barandilla, se ha colocado un muelle en cada uno de los dos tubos, que hay que comprimir manualmente



para bajar la barandilla, y que elevan la barandilla automáticamente cuando se pisa el pedal. Además, para conseguir un buen deslizamiento, se insertan unos aros de material polimérico deslizante para evitar el contacto entre hierro y aluminio.

Por último, estas barandillas llevan unos pequeños soportes para colgar las barandillas extraíbles tipo C y D, y unos cáncamos que sirven para que los operarios fijen los arneses que llevarán atados, para evitar accidentes.

Las barandillas de tipo B están ubicadas en los laterales de la plataforma, y tienen como característica el ser capaces de acompañar al trampolín cuando este se extiende, y poder abatirse para evitar algún obstáculo que pueda aparecer.

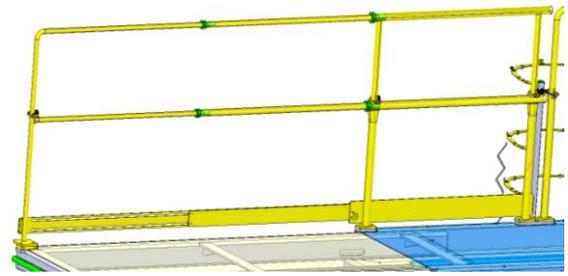


Fig. 6.20 Barandilla tipo B desplegada

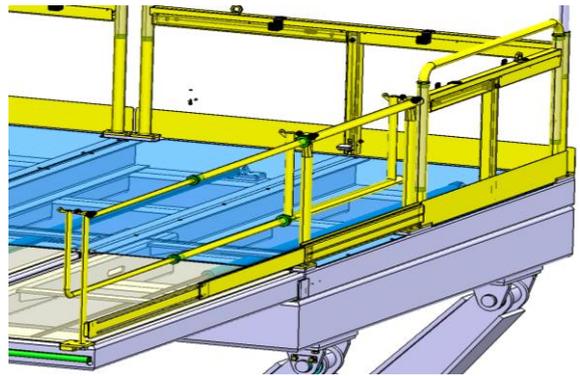


Fig. 6.21 Barandilla tipo B abatida

El mecanismo de estas barandillas es sencillo. Una parte de la barandilla es fija a la plataforma, y otra fija al trampolín. Cuando el trampolín sale, arrastra los dos tubos telescópicos, y se adapta a la longitud requerida por el trampolín. Además, el zócalo colocado para evitar que caiga cualquier elemento que haya en el suelo, también es extensible, y se adapta a todas las posiciones.

Como se ha dicho, esta barandilla tiene la capacidad de abatirse para evitar cualquier obstáculo que pueda aparecer al maniobrar con la plataforma. El mecanismo consiste en unas bisagras colocadas para permitir el giro. Para fijar las barandillas, bastará con poner



Fig. 6.22 Barandilla tipo C

los pasadores que se incluyen para tal efecto. Como en todas las barandillas, las partes móviles están fabricadas en aluminio para facilitar su manipulación por parte del operario, y las fijas en cambio, estarán fabricadas en acero común.

Las barandillas tipo C se emplean como barandillas extraíbles. Cuando la plataforma está maniobrando, o no se requiere del uso de los trampolines, estarán colocadas en su posición habitual. En cambio, cuando se



necesite del uso de los trampolines, podrán ser extraídas por el operario, que hay que recordar que estará siempre fijado por arnés a alguno de los diferentes puntos de anclaje que se encuentran distribuidos por la plataforma.

El mecanismo usado para fijar la barandilla a la plataforma son unos pinchos que se colocan en unos alojamientos, y unos anclajes laterales que se fijan a la barandilla que tienen al lado, para aportar mayor rigidez al conjunto. Obviamente, estas barandillas están fabricadas también en aluminio, ya que si estuvieran fabricadas en acero, no serían manipulables por el operario debido a su peso. Cuando estas barandillas necesiten ser extraídas, se colgarán en los soportes que incluyen las barandillas de tipo A.

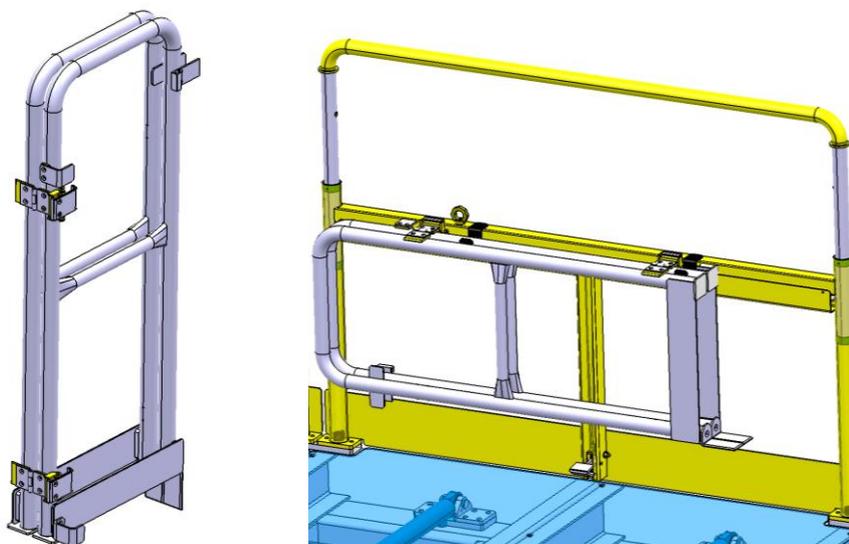


Fig. 6.23 Barandilla tipo D plegada y colgada en la barandilla tipo A

Las barandillas de tipo D tienen la misma funcionalidad que las barandillas de tipo C, pero añaden la particularidad de ser plegables. Debido al ancho que deben cubrir, no sería posible colgarlas si fueran de una pieza, por lo que se separan en dos barandillas, unidas por la parte central mediante unas bisagras y unos enganches fácilmente manipulables por el operario. Al igual que las barandillas de tipo C, las de tipo D también están fabricadas en aluminio.

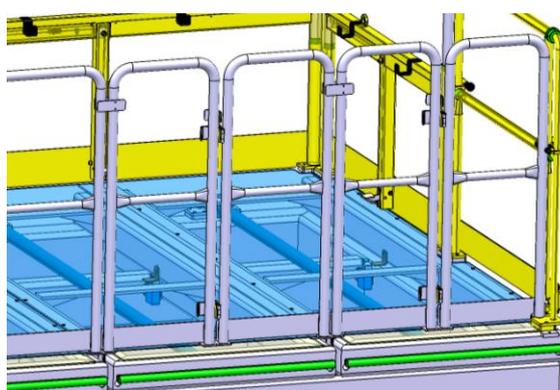


Fig. 6.24 Barandillas tipo D colocada



Todas las barandillas han sido fabricadas siguiendo las normas establecidas por AIRBUS, concretamente la norma ET-000-IUT-05003, que corresponde a la especificación técnica para normalización de barandillas en las plataformas de trabajo.

## 6.6. Grupo F: Escalera extensible

La plataforma elevadora trabajará a diferentes alturas dependiendo de la operación de mantenimiento que deba realizar. Más de un operario estará trabajando sobre la plataforma, así que es necesario tener alguna opción para que uno o más de los operarios pueda abandonar la plataforma de trabajo sin que interrumpa el trabajo del resto.

Con este objetivo se ha construido el grupo F, que corresponde a una escalera telescópica instalada en unos laterales de la plataforma, que va extendiéndose a medida que la plataforma se eleva.

La escalera tiene tres tramos. Uno de ellos es fijo a la plataforma de trabajo, otro es fijo al chasis y el tercero se desliza entre ambos. De este modo, al elevar el grupo C, la primera parte de la escalera se desliza sobre la segunda hasta llegar un tope, momento en el que el segundo tramo será arrastrado por el primero y se deslizará por el tercero.

Para evitar el roce acero-acero, se han instalado unos tacos de material plástico deslizante, que asegura el buen funcionamiento del mecanismo.

En la parte superior de la escalera se han instalado unos aros unidos por tiras de tela que irán desplegándose también con la escalera. De este modo se evita que el operario pueda caer al suelo desde una posición elevada si se resbalara en la escalera.

## 6.7. Grupo G: Escalera de acceso en posición mínima

Los operarios necesitarán subir a la plataforma con cajas de herramientas o con piezas para sustituir. Una escalera vertical no sería adecuada para subir de forma cómoda con

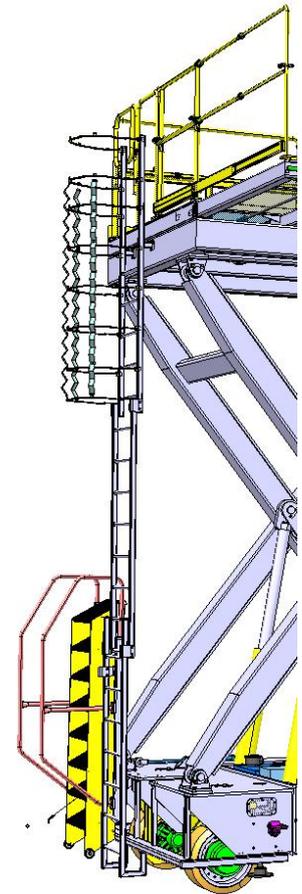


Fig. 6.25 Grupo F



estos elementos, por lo que se ha instalado otra escalera con un ángulo indicado para realizar esta operación sin esfuerzo.

La escalera consiste en ocho escalones de TRAMEX montados sobre una estructura fabricada con placas de acero. Como elementos de seguridad se añaden dos barandillas, una a cada lado, para que el operario pueda agarrarse al subir.

Esta escalera tiene como peculiaridad que es capaz de plegarse y ponerse en posición vertical para evitar que el operario pueda subir si la plataforma no se encuentra en posición mínima, para de este modo evitar que haya accidentes. Por lo tanto, cuando se quiera elevar la plataforma, la escalera deberá haber sido plegada con anterioridad.



Fig. 6.26 Grupo G

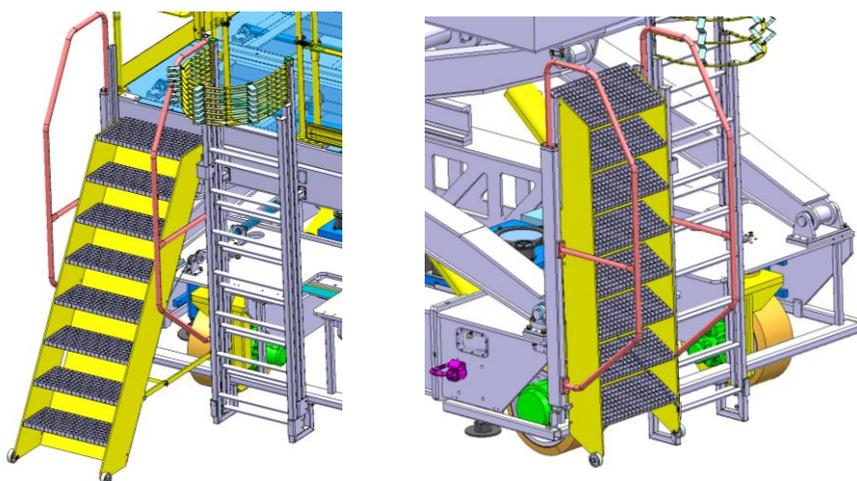


Fig. 6.27 Diferentes posiciones de la escalera

Para conseguir este movimiento, se coloca un cilindro que estirará de un cable unido a un mecanismo de tijera. Al estirar, la escalera se pondrá en posición vertical. Para colocar otra vez la escalera en posición, se dejará ir el cilindro, y la escalera se colocará por su propio peso hasta llegar al tope mecánico que marca la tijera. Para que estos movimientos sean realizados de forma suave y sin rozamientos, la escalera se desplazará con unas ruedas sobre unas guías.



## 6.8. Grupo H: Ruedas, accionamiento y dirección del chasis

Las ruedas deben soportar todo el peso de la plataforma, y a su vez deben ser accionadas mediante unos motores unidos a sus respectivos reductores. Por último, estas ruedas deben tener la capacidad de girar, y además hacerlo de forma que la plataforma sea muy maniobrable para ser colocada fácilmente en cualquiera de las posiciones requeridas.

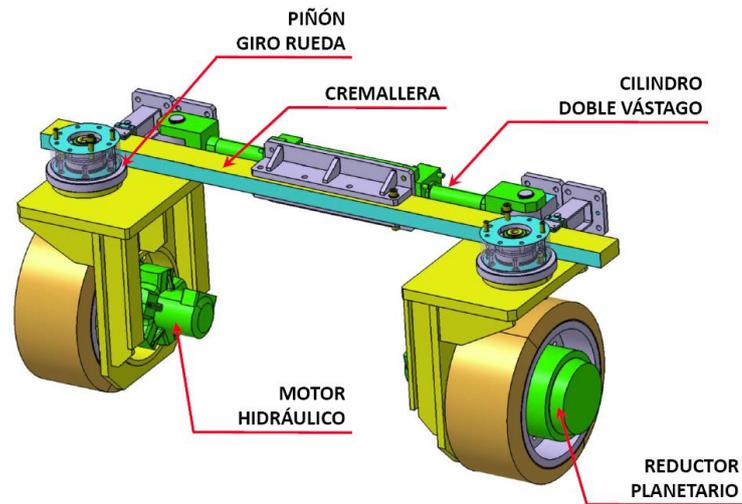


Fig. 6.28 Vista general del grupo H

Para conseguir este objetivo, se ha diseñado el grupo H, que consta del sistema de accionamiento y dirección de las ruedas.

El sistema de dirección consta de un cilindro hidráulico de doble vástago. El cilindro está fijado a una cremallera, y sus extremos son fijos al chasis de la plataforma. De este modo, cuando el cilindro se mueve hacia uno u otro lado, mueve la cremallera, que a su vez hará girar los piñones solidarios a los soportes de las ruedas. La cremallera está fabricada en acero F-114 con un tratamiento de bonificado y templado por inducción. El piñón en cambio es cementado templado (F1540).

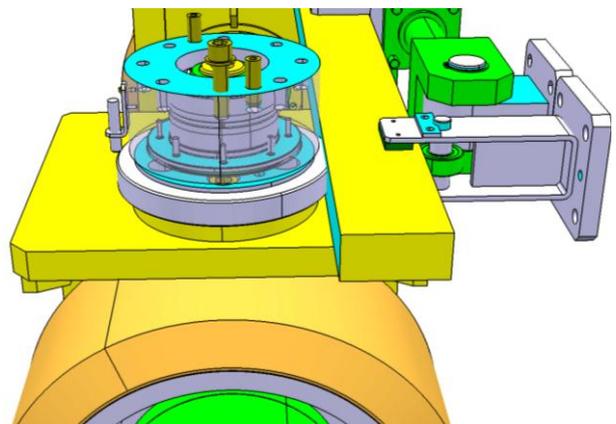


Fig. 6.29 Detalle piñón - cremallera



Con este mecanismo se consigue un sistema económico y sencillo que además consigue sincronizar el giro de las ruedas de dos en dos. Para sincronizar las cuatro, habrá un sensor colocado sobre uno de los piñones de cada lado de la plataforma, que leerá cuantos dientes van pasando, y servirá para informar al sistema de control de si una de las cremalleras está moviéndose más rápidamente que la otra, para de este modo corregir el error.

Para soportar el peso de la cremallera se ha colocado un soporte a cada extremo con unos tacos de material plástico deslizante para favorecer su deslizamiento. Además, se ha colocado un rodamiento en cada uno de estos soportes para asegurarse que la cremallera está bien engranada con el piñón y para soportar los esfuerzos radiales que puedan aparecer.

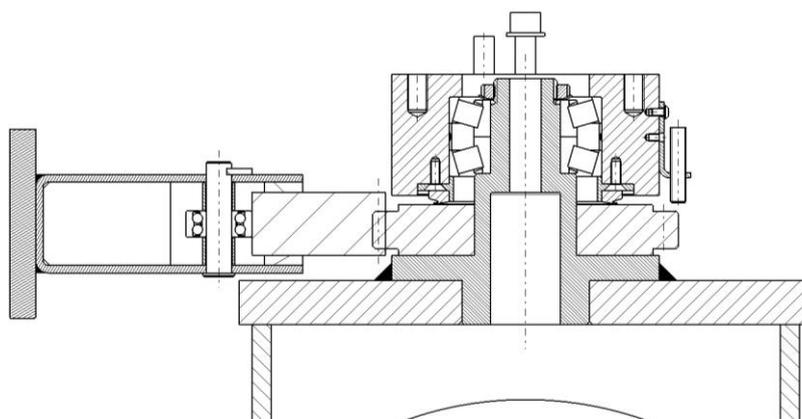


Fig. 6.30 Detalle del montaje del piñón-cremallera con su rodamiento, el sensor de lectura del piñón y el montaje del rodamiento principal de la dirección.

Para permitir el giro de las ruedas se ha instalado un rodamiento doble de rodillos en O para soportar los esfuerzos radiales que pueda realizar la cremallera sobre el eje de giro del soporte de ruedas, y sobre todo, para soportar la carga axial que genera el peso de la plataforma. Con este rodamiento se asegura un buen funcionamiento del sistema de dirección, ya que al tratarse de una aplicación de muy baja velocidad angular y grandes cargas, este rodamiento es el idóneo. Un rodamiento de bolas estaría comprometido dadas las grandes cargas a las que estaría sometido.

En cuanto al sistema de accionamiento de las ruedas se ha optado por un motor hidráulico de pistones montado en cada una de las ruedas. Estos motores proporcionan una gran potencia, que será necesaria para poder mover todo el peso de la plataforma. Unidos a estos motores, hay instalado un reductor planetario, que es capaz de conseguir altas



reducciones y que a su vez soporta grandes cargas en el eje, por lo que evitará montar un rodamiento adicional para soportar el peso que se apoyará en la rueda.

Para acoplar el reductor al motor ha sido necesario fabricar una pieza intermedia que sirva de acoplamiento, ya que el mecanizado en forma de estrella del eje de salida del motor hidráulico de fabricación americana es poco común y no se correspondía con el de la entrada del reductor.

Las ruedas comerciales del fabricante MACLA que se han instalado, están diseñadas para soportar grandes pesos, tener poca resistencia a la rodadura, y para no marcar el suelo. Estas ruedas estarán montadas sobre el reductor, que a su vez estará montado sobre una estructura de acero construida con placas de acero de grandes espesores, para conseguir soportar todo el peso de la plataforma sin que haya grandes deformaciones.

Todo el conjunto está montado bajo cada uno de los extremos del chasis.

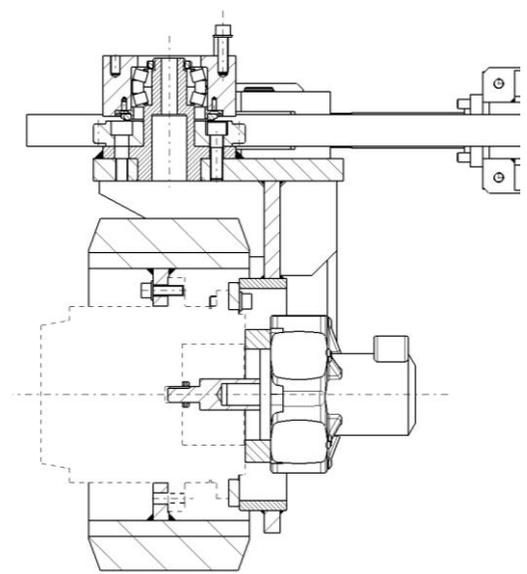


Fig. 6.31 Detalle del montaje motor-reductor





## 7. Descripción de los materiales utilizados en la construcción

La plataforma está formada mayormente por elementos estructurales que se han fabricado en acero común (F-111) sin ningún tipo de tratamiento superficial. Sí es cierto que en los conjuntos soldados se han eliminado las tensiones producidas por la soldadura antes de mecanizar según S/I+D-P-181.

Para los ejes se ha utilizado acero F-114 con un tratamiento superficial Cr-Ni para asegurar su rigidez y su resistencia al desgaste.

Para la cremallera del sistema de dirección se ha utilizado un acero F-114 bonificado y templado por inducción, y para el piñón que acciona se ha utilizado acero F-1540 cementado templado.

Los tacos que se han instalado en diferentes lugares de la plataforma para asegurar el correcto deslizamiento entre piezas para evitar desgastes, ruidos o encallamientos, están fabricados con durogliss, un polietileno muy resistente al roce y de bajo coeficiente de fricción, que además es resistente a la mayoría de elementos químicos comunes.

Por último, las barandillas extraíbles se han fabricado en aluminio corriente, al igual que las partes móviles del resto de barandillas, con el objetivo de aligerar peso y hacer que fueran fácilmente manipulables por el operario. Hacer más partes de aluminio para aligerar el peso no estaba justificado dado que no había una restricción de peso y en cambio, encarecería la máquina.





## **8. Mantenimiento de la plataforma**

### **8.1. Comprobaciones antes de la entrega al cliente**

Como cualquier máquina que tiene como fin la venta al público, la plataforma elevadora debe pasar una serie de comprobaciones antes de ser entregada al cliente.

Además, para asegurar que la máquina siempre funcionará correctamente, deberá entregarse al cliente un dossier con las operaciones de mantenimiento a realizar a la plataforma, con la frecuencia, materiales necesarios, número de operarios necesario y herramientas requeridas.

Las comprobaciones a realizar a una plataforma elevadora están recogidas en la norma UNE-EN 280, que recoge todas las normas aplicables a las plataformas elevadoras móviles de personal. De todos modos, como resumen, se explican las pruebas principales que deben realizarse a una plataforma del tipo que se estudia en este proyecto.

Como primer paso debe comprobarse que la máquina fabricada concuerda con los planos enviados a los talleres, y con los planos de conjunto de la plataforma, y que todos los elementos están fabricados con los materiales requeridos.

El paso siguiente es la comprobación de todos los detectores y sensores de la plataforma. Se debe certificar que todos funcionan correctamente, ya que si alguna de ellos no lo hace correctamente conllevará el mal funcionamiento de la máquina, con los riesgos que esto implica.

Por último, debe hacerse un test de estabilidad estático y dinámico, con un 150% de la carga nominal, y otro test funcional para asegurarse que todos los sistemas funcionan correctamente y no hay ningún error.

### **8.2. Operaciones de mantenimiento: Procedimiento general**

Al proceder a realizar las operaciones de mantenimiento, los siguientes puntos deben ser tenidos en cuenta:

- El mantenimiento debe confiarse exclusivamente a personal instruido.
- Deben respetarse al pie de la letra las advertencias relativas al mantenimiento de la instalación y sus componentes.



- No está permitido modificar o desmontar los dispositivos de protección de la instalación.
- La inobservancia de las normas de seguridad de los diferentes manuales puede causar lesiones graves e incluso la muerte del maquinista y del personal situado en la proximidad.
- En el desmontaje de motores, partes de motores y elementos transmisores de fuerza puede anularse el efecto de freno del accionamiento.
- Si se ignoran las advertencias siguientes, el dispositivo giratorio puede ponerse en marcha de forma accidental y causar daños personales e incluso la muerte.
- Para realizar trabajos de mantenimiento y reparación en elementos giratorios hay que desplazar las unidades a la posición terminal inferior y cortar el suministro de energía al motor.
- Para realizar trabajos en otras posiciones, los dispositivos deben asegurarse contra desplazamientos accidentales y caídas. Para esto pueden utilizarse cables de retención, tracciones de cadena y similares.
- Los trabajos de ajuste, mantenimiento e inspección deben realizarse en los plazos señalados. Estas actividades han de encomendarse exclusivamente a personal técnico.
- Utilizar exclusivamente recambios originales.
- El personal de servicio ha de ser informado antes de iniciar los trabajos de mantenimiento y revisión.
- Prevenir toda puesta en marcha accidental de las partes de las instalaciones anteriores y posteriores.
- En todos los trabajos de mantenimiento, inspección y reparación, desconectar la instalación y evitar que el interruptor principal pueda conectarse accidentalmente.
- Para cambiar grupos grandes hay que fijarlos correctamente a los aparejos elevadores y asegurarlos. No permanecer o trabajar debajo de cargas suspendidas.
- Al desmontar los grupos hay que tener presente que los centros de gravedad se desplazan y que pueden soltarse otros componentes. Sujetar y apoyar los componentes en cuestión con los dispositivos autorizados.



- Para los trabajos de montaje en altura es necesario utilizar escalinatas y plataformas de mantenimiento. No utilizar las partes de la instalación para subir. Si van a realizarse trabajos a gran altura es necesario asegurarse contra las caídas.
- Después de la limpieza, comprobar la hermeticidad de todas las tuberías hidráulicas, las conexiones sueltas, los puntos de rozamiento y los desperfectos. Subsanan inmediatamente toda deficiencia observada.
- Controlar que las conexiones roscadas sueltas se asientan firmemente.
- Al manipular materiales insalubres, como por ejemplo aceites minerales, grasas o líquidos refrigerantes debe llevarse el equipo de protección adecuado. Respétese lo especificado en la ficha de seguridad correspondiente.
- Asegurar la correcta eliminación de los combustibles, materias auxiliares y piezas sustituidas.
- Una vez finalizados los trabajos de mantenimiento, comprobar si funcionan los dispositivos de seguridad.
- Los trabajos en el sistema hidráulico no deben confiarse más que a técnicos con conocimientos especiales en este ámbito.
- Después de la desconexión ha de tenerse en cuenta la energía residual acumulada. Antes de realizar trabajos de reparación es necesario despresurizar el sistema.
- Comprobar periódicamente las pérdidas y los daños externos de todas las tuberías, mangueras y racores. Los desperfectos deben subsanarse sin dilación.
- Cambiar periódicamente las tuberías hidráulicas aunque no se observen problemas que afecten a la seguridad.

### 8.3. Operaciones previas

Además de las operaciones específicas de mantenimiento que se describen en la memoria el operador debe comprobar diariamente, antes de iniciar la tarea, los siguientes puntos:

- Limpieza general de la máquina, así como de las superficies de trabajo, en busca de posibles derrames de aceite o líquidos hidráulicos, evitando la presencia de objetos extraños;



- Mantenimiento de todos los letreros de operación e información limpios y libres de obstrucciones;
- Cerciorarse de que está disponible y en su lugar el manual de instrucciones del fabricante, y, en su caso, el del propietario o el alquilador.
- Cumplimiento escrupuloso del registro de tareas.

## 8.4. Mantenimiento de las diferentes partes

Se describen a continuación las operaciones de mantenimiento a realizar en las diferentes partes de la PEMP, tal y como se indica en la norma UNE 58921 IN. *Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal.*

### 8.4.1. Mantenimiento del chasis.

- Controlar que las tuercas de las ruedas estén apretadas. (continuo)

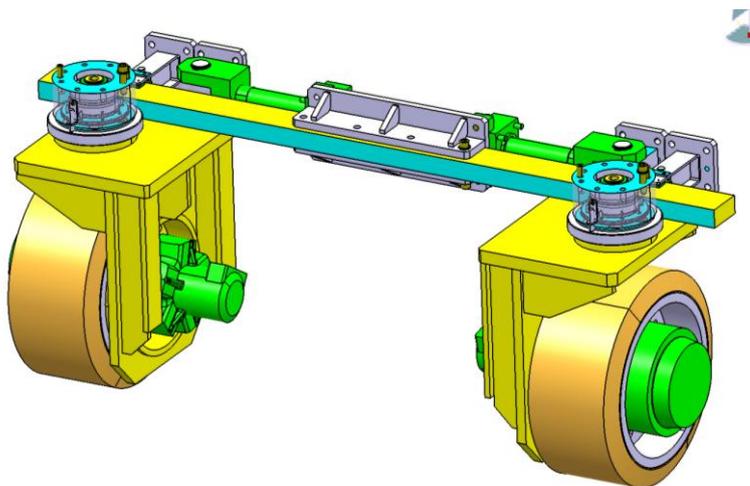


Fig. 8.1 Mecanismos principales a revisar en el chasis

- Comprobar el estado de las ruedas. (continuo)
- Inspección visual de las soldaduras (mensual)
- Comprobación del movimiento de traslación frenado y también desfrenado.
- Verificar que los tornillos, pasadores, espárragos de ruedas, chavetas y anillos de seguridad están fijados sólidamente y reapretar en caso que fuera necesario.



- Verificar fugas de aceite, en latiguillos y demás elementos.

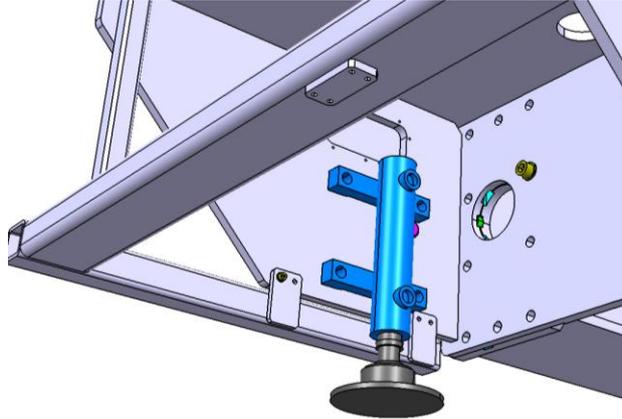


Fig. 8.2 Detalle cilindros estabilizadores

- Revisar fugas en cilindros estabilizadores.

#### 8.4.2. Mantenimiento del grupo hidráulico.

OPERACIÓN	PERIODICIDAD
Llenado de aceite	Cada vez que lo requiera
Sustitución del aceite	Cada 2000-3000 horas de trabajo.
Control de la temperatura	Intervalo de 35° a 55°C
Control de las presiones de servicio	Mensual (165 bar)
Control del filtro de aire	Mensual
Control del filtro de aspiración	Semanal
Limpieza del filtro de aire	s/convenga
Limpieza del filtro de aspiración	s/convenga

Se recomienda que la sustitución del aceite vaya acompañada de una limpieza del depósito y del equipo.



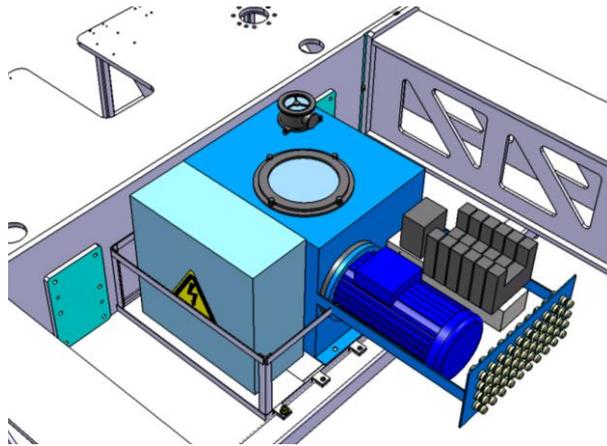


Fig. 8.3 Grupo hidráulico

### Niveles de fluido hidráulico

Nivel máximo: llenar el depósito hasta que el nivel este más cerca del nivel máximo que del mínimo.

### Tipo de fluido hidráulico

Este equipo hidráulico va equipado con ISO VG46. Está prohibido utilizar aceites de características diferentes al descrito.

### Tipo de lubricante

Para la lubricación en las tareas de engrase se recomienda utilizar MOLYKOTE BR2-PLUS de KRAFFT o una grasa de similares características.

### Instrucciones para realizar las operaciones de mantenimiento descritas.

- *Antes de desmontar:* Antes de proceder al desmontaje debe comprobarse en el manómetro instalado que no hay presión en el circuito, teniendo cuidado con que la llave del manómetro esté abierta. Asimismo, la alimentación de corriente debe estar cortada.
- *Rellenado del depósito:* Desenroscar el tapón de llenado y asegurarse de que la llave de vaciado está cerrada. Debe verterse el aceite por el tapón de llenado con cuidado, pues el filtro de este tapón no permite un llenado muy rápido. No deben introducirse objetos extraños por el tapón de llenado ni romper el filtro con el objeto de que el aceite llene el depósito más rápido. Mientras se esté llenando el depósito,



debe vigilarse el nivel de modo que el aceite introducido esté comprendido entre las indicaciones máxima y mínima del nivel. Si se vierte aceite, ver apartado “Limpieza de vertidos de aceite”. Se recomienda que el nivel esté más cerca del máximo que del mínimo.

- *Limpieza de vertidos de aceite:* Las recomendaciones de limpieza que se dan aquí son exclusivamente para limpieza de suelos de baldosas o similares y que no sean permeables. Si se vierte aceite en el suelo, se procederá a cubrir todos los charcos con serrín abundante. Se deben esperar unos quince minutos a que el serrín absorba todo el aceite y posteriormente se retirará con una escoba.
- *Vaciado del depósito:* Colocar debajo de la llave de vaciado del depósito un contenedor en el que quepa todo el aceite que hay en el depósito. Retirar el tapón de llenado (no es necesario retirar el filtro) de modo que pueda entrar aire al depósito, y abrir la llave de vaciado hasta que el depósito se vacíe completamente. Si el contenedor no es lo suficientemente bajo como para caber debajo de la llave, se puede elevar la máquina con un puente grúa (ver apartado “Para elevar el grupo hidráulico.”). También es válida la utilización de varios contenedores, pero antes de cambiar de contenedor, se debe cerrar la llave de vaciado.
- *Tapón de llenado, filtro de retorno, manómetro y llave de manómetro:* Para retirar estos elementos no es necesario el vaciado del depósito, pero se recomienda la colocación de contenedores para evitar el vertido de aceite. Para la retirada del manómetro o la llave del manómetro, se debe utilizar una llave inglesa para aflojar las tuercas. El manómetro podrá ser desenroscado a mano una vez aflojadas las tuercas. No es posible retirar la llave de manómetro sin retirar el manómetro. Para sustituir el filtro de retorno, deben retirarse los tornillos que lo fijan al depósito. Para desmontar el filtro del tapón de llenado, hay que desenroscar el tapón metálico y después retirar los tornillos que fijan el tapón al depósito.
- *Llave de vaciado, nivel visual, resistencia eléctrica, filtro de aspiración:* Para retirar estos elementos es necesario proceder al vaciado del depósito (ver apartado “Vaciado del depósito.”). Una vez vacío el depósito, se procede a retirar la llave de vaciado, para lo que debe utilizarse una llave inglesa para poder desenroscarla. Para desmontar el nivel visual o la resistencia eléctrica, hay que retirar los tornillos que fijan dichos elementos al depósito. Para retirar el filtro de aspiración, que está dentro del depósito, es necesario, una vez éste está vacío, la retirar la tapa circular del depósito, para lo cual, se soltarán todos los tornillos de fijación de dicha tapa. Para realizar la operación de un modo más seguro, se recomienda la utilización de linternas de modo que pueda verse con claridad el interior del depósito. El filtro de



aspiración se desmonta desenroscándolo a mano (si está demasiado apretado, se puede utilizar una llave inglesa). Después de sustituir el filtro de aspiración, debe taparse el depósito de nuevo, para lo que debe asegurarse que no se han dejado objetos extraños dentro (llaves, tornillos, linternas, etc.). Posteriormente se cierra la llave de vaciado, y se coloca la tapa circular del depósito, comprobando que la junta de goma de esta tapa está bien colocada. Se apretarán los tornillos de fijación de la tapa apretando firmemente en primer lugar los tornillos diametralmente opuestos, y luego el resto. Se procede entonces a rellenar el depósito del modo indicado en el apartado de “Rellenado del depósito”.

- *Para elevar el grupo hidráulico:* Con el objeto de levantar el grupo hidráulico se tienen 4 orejetas sobre la estructura de hierro. Con un puente grúa y unas eslingas en buen estado que puedan soportar el peso del equipo, se puede proceder a la elevación del mismo. Para la realización de otras manipulaciones no especificadas en el presente manual, ponerse en contacto con el fabricante.

#### 8.4.3. Mantenimiento de baterías y cargador.

El mantenimiento de las baterías se hará, como norma general, con periodicidad mensual y consistirá en realizar las siguientes operaciones:

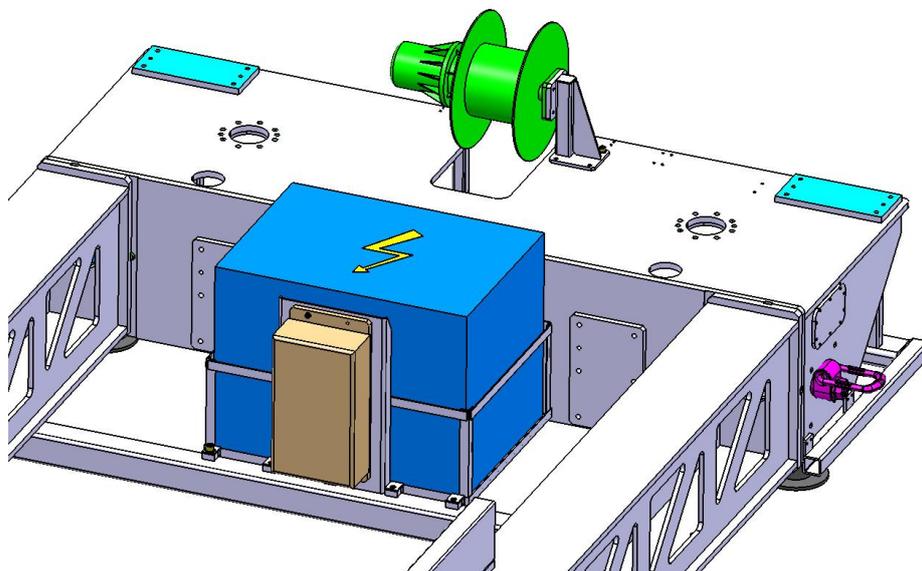


Fig. 8.4 Grupo hidráulico

- Comprobación del nivel de agua.
- Comprobar que los bornes están bien apretados y limpios.



- Comprobar el estado de los cables eléctricos.
- Controlar la carga de la batería.

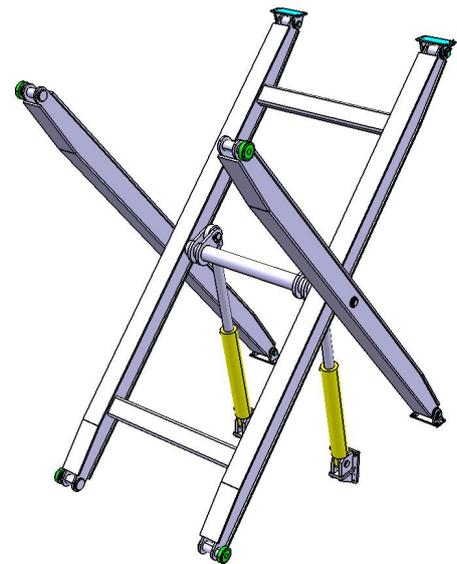
Para el control de la carga de la batería se utilizará un medidor pesa-ácido, y nos guiaremos por los siguientes resultados:

De 1,1 a 1,16 -	Fuera de servicio
De 1,16 a 1,24 -	Poner a cargar
De 1,24 a 1,3	Carga correcta.

Estas operaciones son de carácter general. Tanto las especificaciones técnicas como otras operaciones más detalladas, están contenidas en los catálogos de los fabricantes que se encuentran en los anexos, y que deben leerse con detenimiento.

#### 8.4.4. Mantenimiento de las tijeras.

- Inspeccionar visualmente el estado de las soldaduras.
- Los casquillos y las rótulas de los cilindros no precisan mantenimiento. En el caso de los casquillos, éstos llevan incorporados unos insertos con lubricante sólido (bisulfuro de Molibdeno).
- Deberá subirse y bajarse la tijera para comprobar su correcto funcionamiento.



#### 8.4.5. Mantenimiento de los trampolines.

Fig. 8.5 Grupo B: Tijeras

- Comprobar el funcionamiento por separado de cada uno, y que funciona el elemento de seguridad que lleva instalado.
- Comprobar que no existen fugas hidráulicas y el estado de los latiguillos.
- Comprobar el desgaste de las piezas de fricción instaladas en los trampolines, procediendo a su sustitución en caso necesario. Para efectuar dicha operación se



deberán extraer los cilindros de los trampolines por la parte trasera de los mismos, y así acceder a estas pastillas.

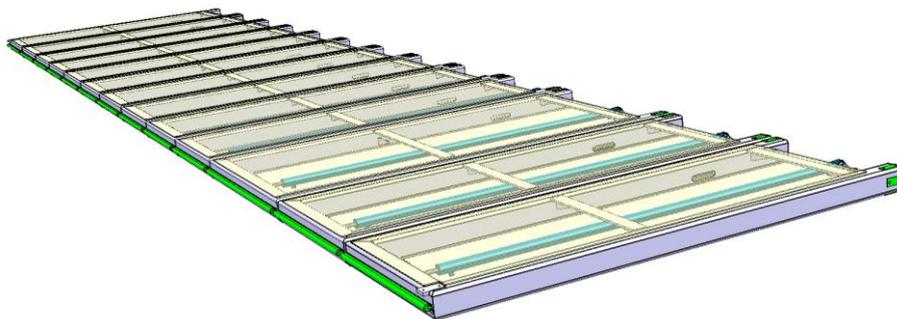


Fig. 8.6 Grupo D: Trampolines



## 9. Análisis del impacto ambiental

### 9.1.1. Fase de construcción

En el proceso de construcción de la plataforma, se generarán virutas y restos procedentes del mecanizado de las piezas y deshechos de los tratamientos térmicos y del pintado.

Las virutas y retales de materiales pueden reciclarse como chatarra, en cambio, los deshechos de los tratamientos térmicos y del pintado deben ser tratados de forma especial, dada su naturaleza química. Para realizar estas operaciones se contará con la preparación necesaria de las instalaciones y para tratarlos se contratará a una empresa especializada.

### 9.1.2. Fase de utilización

La plataforma elevadora se alimenta únicamente de corriente eléctrica, por lo que no se generará directamente ningún tipo de residuo en el uso diario. En cambio, indirectamente se están generando residuos provenientes de la generación de electricidad, cuyo tratamiento corresponde a las empresas generadoras de electricidad.

En las operaciones de mantenimiento sí se generarán deshechos, de los que especialmente cabe destacar el aceite del sistema hidráulico. Este aceite será tratado por una empresa especializada, ya que no puede ser manipulado de otra manera. El aceite de máquinas está considerado como un residuo muy contaminante por la legislación española (BOE n.43 de 19/2/2002, Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos y BOE n.96 de 22/4/1998, Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos).

### 9.1.3. Fin del ciclo de vida

Al llegar al fin de la vida útil de la plataforma elevadora, todos los elementos estructurales metálicos serán reciclados como chatarra. El aceite del sistema hidráulico será reciclado como se indica en el apartado 6.2.2. Las piezas de materiales sintéticos serán recicladas y el resto será reciclado como piezas especiales.





## **10. Fabricación y montaje de los elementos principales**

### **10.1. Fabricación**

La fabricación de todas las piezas será encargada a talleres externos que actuarán como proveedores. En el taller de la empresa solamente se realizarán las acciones de pintura, ensamblaje y puesta a punto.

El objetivo de esta estrategia es ahorrar la inversión en máquinas especiales y subcontratar estos trabajos a diferentes empresas, cada una experta en el campo requerido, que será capaz de ofrecer precios más competitivos. La amortización de las máquinas herramienta es muy lenta, y supone un riesgo económico no asumible por la empresa, al menos hasta que se sepa la aceptación del producto entre los clientes, y cuál va a ser su demanda definitiva.

### **10.2. Montaje**

Como paso previo al ensamblaje, se pintarán los diferentes elementos de la plataforma, que deberá ser primero sometida a una imprimación con pintura antioxidante, concretamente estarán tratadas con imprimación anticorrosiva de fosfato de zinc de color rojizo. Se deberá tener especial cuidado en no pintar ninguna de las caras mecanizadas.

El montaje será realizado por los mecánicos expertos en plantilla que dispone la empresa. Para entender fácilmente el proceso de montaje se separa el proceso en tres fases:

- Montaje por separado de cada uno de los grupos principales.
- Ensamblaje de todos los grupos principales.
- Montaje de los grupos restantes.
- Instalación de los sistemas eléctricos e hidráulicos.

#### **10.2.1. Montaje de los grupos principales por separado**

El primer paso del montaje de la plataforma es hacer un recuento de las piezas recibidas y comprobar que todas están según los planos que se enviaron al taller que las fabricó.



Una vez realizadas estas comprobaciones, debe comenzarse por armar las estructuras de los grupos principales, que formarán el esqueleto de la plataforma. Estos grupos son principalmente el grupo A, B y C. Hay que mencionar que para el montaje será imprescindible ayudarse de un puente grúa, dado el alto peso de las piezas a manipular.

A continuación se detalla el proceso a seguir para montar cada uno de estos tres grupos:

#### *Grupo A: Chasis*

Este grupo está compuesto principalmente por dos cabezas, dos vigas longitudinales, y dos vigas transversales. El primer paso es unir las cabezas a las dos vigas longitudinales. Para conseguirlo, deben colocarse primero dos chavetas fijadas con un tornillo en cada uno de los alojamientos que se encuentran en cada extremo de las vigas. Estas chavetas servirán para posicionar correctamente estos elementos entre ellos. Una vez conseguido, se colocan los tornillos que unen ambas partes y se aprietan al par calculado por el proyectista.

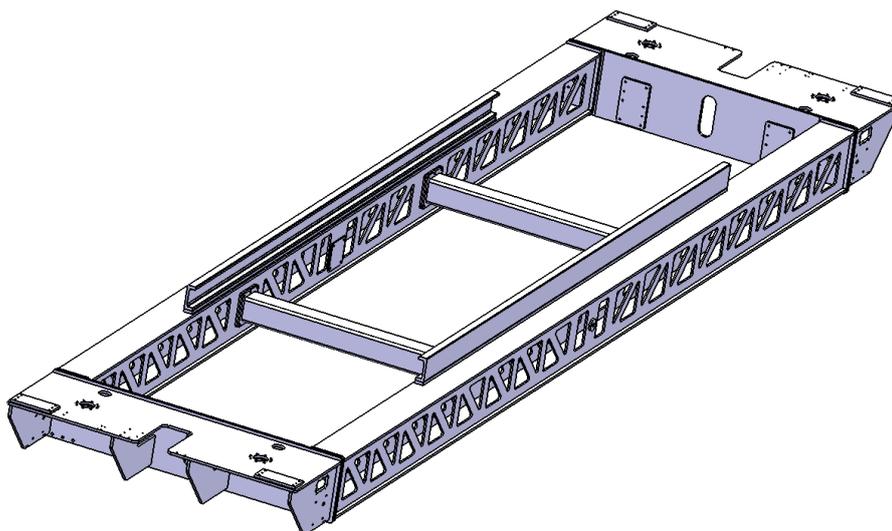


Fig. 10.1 Grupo A ensamblado

El siguiente paso es colocar las vigas transversales. Como la longitud entre las vigas longitudinales viene dada por las chavetas, para que exista posibilidad de regulación al colocar las vigas transversales, se colocan unas calas a cada extremo. Una vez regulada esta longitud con las calas se procede a colocar los tornillos que unirán las diferentes piezas.

Con estas operaciones, la estructura principal del grupo A queda montada.



### Grupo B: Tijeras

El montaje del grupo B es el más complejo, dado que es el que más partes tiene y que además tiene un grado de libertad. Los elementos principales de la tijera son la estructura central, los dos cajones laterales y los cilindros. El montaje se realizará con todos los elementos en horizontal, apoyados en soportes sobre el suelo. La manipulación se hará con la ayuda de un puente grúa y con las eslingas apropiadas.

El primer paso es colocar los dos ejes de giro en la estructura central, uno a cada lado. Posteriormente deben atornillarse al par de apriete calculado por el proyectista. El paso siguiente es montar los casquillos sobre los dos cajones laterales.

Una vez preparados estos grupos, se procede a ensamblarlos, introduciendo los ejes en los casquillos, y después fijarlos mediante una arandela y un circlip.

Por último se instalan los cilindros en la estructura central con el eje y los tornillos que sirven para fijarlo.

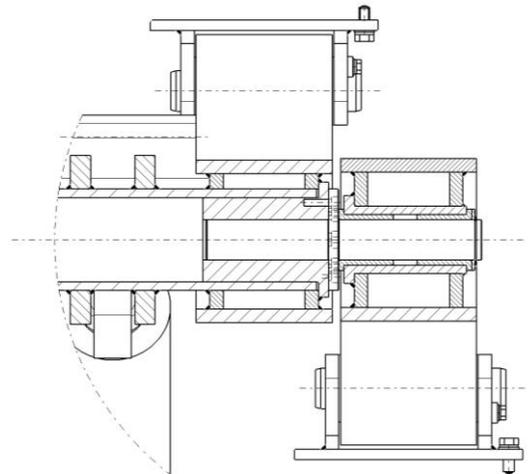


Fig. 10.2 Detalle montaje entre diferentes hojas de la tijera

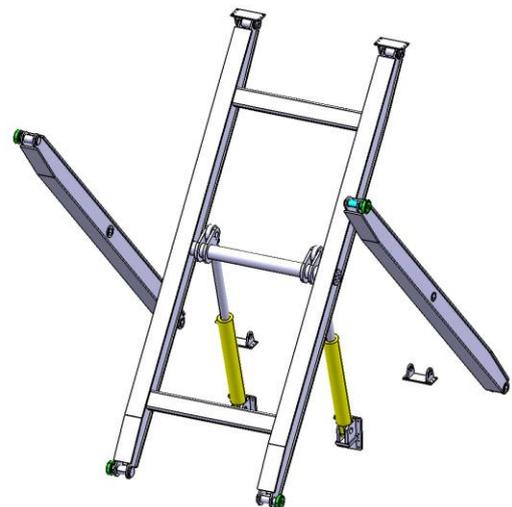


Fig. 10.3 Detalle de las tres partes principales de las tijeras

### Grupo C: Plataforma de trabajo

El grupo C es todo en sí un único conjunto soldado. Se instalarán el suelo y los tacos deslizantes para los trampolines cuando está colocado en el suelo, para evitar realizar estas operaciones cuando ya esté montado sobre las tijeras.

### 10.2.2. Ensamblaje de todos los grupos principales

Una vez los grupos estructurales ya están montados por separado, se procede a colocarlos todos juntos para tener el esqueleto donde se montarán todos los demás subgrupos.



El primer paso es colocar el chasis sobre unos soportes lo suficientemente altos para poder colocar las ruedas en posteriores operaciones.

Acto seguido se coge el grupo B que previamente ha sido atado para que no se abran las diferentes partes de la tijera. Este grupo se coloca sobre el chasis en horizontal, y se fija a las bisagras del grupo A, y se colocan los rodamientos dentro de la guía del grupo A. Se fijan también los cilindros a las cabezas del chasis.

El grupo C se trae en puente grúa y se coloca sobre el conjunto ensamblado hasta el momento, fijando también el grupo B a las bisagras del grupo C, y colocando los rodamientos de los extremos de las tijeras dentro de las guías de la plataforma de trabajo.

La plataforma queda montada en una extraña posición, donde colocar todos los sistemas se convierte en una tarea muy complicada. Por este motivo, con unos ganchos especiales se estira de arriba, para que la tijera se abra y quede a una altura superior a los cuatro metros. Una vez elevada, se colocan unas estructuras entre el grupo C y el A que sujeten la plataforma en esta posición de forma segura una vez que el puente grúa suelte el grupo C. Se trabajará con estas estructuras hasta que se instalen los grupos hidráulicos en la plataforma, y ésta sea capaz de elevarse mediante sus propios cilindros.

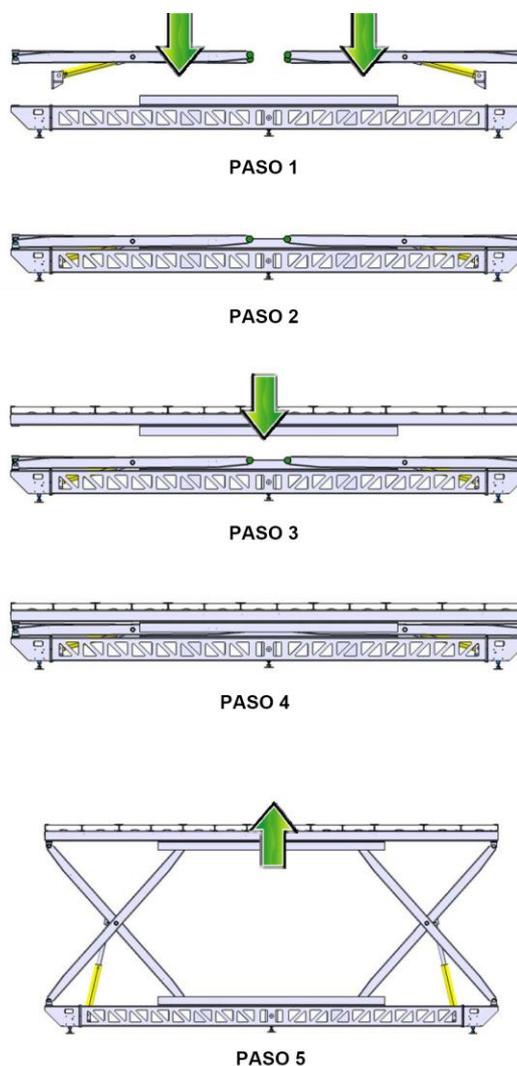


Fig. 10.4 Esquema montaje de los grupos principales de la plataforma

### 10.2.3. Ensamblaje de los elementos restantes

Una vez están montada la estructura principal de la plataforma se procede a montar el resto de elementos. Varias operaciones se realizarán a la vez para de este modo ahorrar



tiempo. Por ejemplo, un grupo de operarios montará el sistema de dirección y tracción, mientras otro grupo de operarios monta el sistema hidráulico y eléctrico y pasa todos los cables y tubos. Infinidad de operaciones serán necesarias, ya que se deben instalar los pies de la plataforma, insertar los trampolines y conectar sus cilindros, colocar las barandillas, colocar las escaleras...

De todos modos, ciertos elementos se dejarán para el final, tales como son las barandillas y las escaleras. Una vez se haya comprobado que todos los sistemas funcionan correctamente y que los detectores de fin de carrera detectan correctamente la posición de la plataforma, se procederá a la instalación de estos elementos. De este modo se está seguro que no se dañarán estos elementos en caso de disfunción de la máquina.

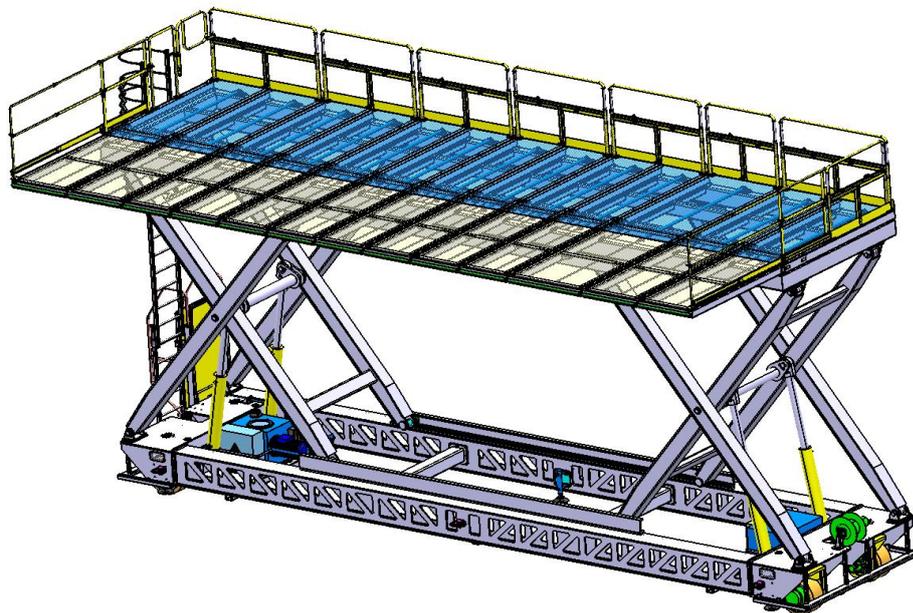


Fig. 10.5 Ensamblaje final de la plataforma





## 11. Elementos de seguridad

### 11.1. Freno del motor y freno de emergencia

Los motores hidráulicos de las ruedas no van equipados con freno. En cambio, al pedir el reductor planetario, puede adquirirse con freno. De este modo, todo viene integrado y no es necesario agregar sistemas complicado de frenos de disco o similares.

El freno estará normalmente actuando, excepto cuando la plataforma vaya a desplazarse, momento en el que dejará de funcionar y dejará libre la plataforma. Cuando se llegue a la posición deseada el freno volverá a activarse.

En caso que la plataforma sobrepasará los 5 km/h, el freno también actuaría, ya que a esa velocidad se debe entender que la plataforma está fuera de control y debe actuarse de inmediato para detenerla.

### 11.2. Conmutadores de final de carrera

Para el correcto funcionamiento de la plataforma, se han instalado diferentes conmutadores de final de carrera. Se listan y detallan a continuación:

- 2 micro ruptores para conocer la posición inicial y final del mecanismo de tijera. De este modo se evita que la plataforma alcance ninguna posición fuera de la carrera establecida.
- 6 micro ruptores a repartir entre cada uno de los pies de la plataforma. De este modo se conocerá en todo momento si los pies de la plataforma están funcionando o no. Es imprescindible, ya que sin este dato no sería seguro iniciar el desplazamiento de la plataforma o la elevación del sistema de tijera.
- 13 micro ruptores a repartir entre cada uno de los trampolines. Su función es conocer si los trampolines están recogidos o no. La plataforma no se elevará ni se desplazará si alguno de los trampolines está desplegado. De este modo se evitarán accidentes.
- 1 micro ruptor en el cilindro de la escalera desplegable. Este micro ruptor da a conocer al sistema de control si la escalera está recogida o en posición de acceso. Si la escalera no está recogida, la plataforma no podrá elevarse o desplazarse.



En total se necesitan un total de 23 conmutadores de final de carrera para conseguir un correcto y seguro funcionamiento de la plataforma elevadora.

### **11.3.Limitador de ángulo de inclinación**

A pesar de trabajar en un hangar totalmente plano, se han instalado un par de inclinómetros para asegurar que la plataforma no trabajará con ángulos de inclinación superiores a los determinados en sus características técnicas.

Se han instalado dos inclinómetros porque es necesario conocer el ángulo transversal y longitudinal de la plataforma. El que detecta el ángulo longitudinal está colocado para asegurar el correcto funcionamiento de la plataforma, ya que si el ángulo fuera demasiado grande, los motores no serían capaces de hacer avanzar la plataforma en semejante pendiente. En cambio, el inclinómetro que detecta el ángulo transversal de la plataforma está colocado por cuestiones de seguridad, ya que si la plataforma se elevara demasiado en un ángulo grande, correría el riesgo de volcar.

El funcionamiento de este tipo de inclinómetros se basa en la variación de capacidad de un condensador relleno de líquido dieléctrico, que aparece al girar sobre su propio eje. Al variar la capacidad, varía la diferencia de potencial a la salida del sensor, y ésta diferencia se transforma en ángulo por un autómata situado en el cuadro eléctrico. Si se supera el límite, la plataforma deja de funcionar y pita de forma continua. Una luz en el cuadro de mandos se enciende para alertar al usuario de la naturaleza del error de funcionamiento.

### **11.4.Limitador de carga**

A pesar que la plataforma elevadora está sobredimensionada en cuanto a carga, un limitador ha sido instalado para asegurar el correcto funcionamiento de la plataforma. Como limitador de carga se utilizará una célula de carga SIWAREX de la familia R conectado a un módulo electrónico de pesaje.

Cuando se supere la carga estipulada de 2.000kg, una señal de control llegará al autómata industrial (PLC) y seguidamente la plataforma dejará de funcionar. Cuando esto ocurra un altavoz sonará de forma continua y una luz en el cuadro de mandos se encenderá para alertar al usuario de la naturaleza del error.



## 11.5. Botones paro de emergencia

Tanto en la parte inferior como superior de la plataforma se instalarán diferentes pulsadores de emergencia para que los operarios puedan pulsarlos en caso de accidente o cualquier otra situación que entrañe riesgo para los operarios, la máquina o el avión.

Al pulsarlo, la plataforma detendrá cualquiera de sus movimientos y accionará los frenos de las ruedas. La plataforma restará en este estado hasta que se desbloquee el botón de emergencia pulsado.

## 11.6. Pictogramas para los operarios

Para que los operarios conozcan todos los riesgos que se esconden en los diferentes mecanismos de la plataforma, se colocarán diferentes pictogramas para asegurarse que el operario está alerta y conoce estos riesgos.

A continuación se muestra una tabla con los pictogramas más característicos.

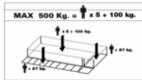
PICTOGRAMA	DESCRIPCIÓN
	Peligro por zona de atrapamiento.
	Descripción movimientos
	Carga Máxima sobre rueda
	Carga máxima sobre estabilizador
	Mantener distancia de seguridad de la plataforma por riesgo de atrapamiento.
	Prohibido hacer chispas, fumar y hacer fuego en la cercanía de la plataforma.
	Mantener distancia con tendido eléctrico sin aislamiento por riesgo de Electrocuación.
	Carga máxima y número de personas máxima con carga.
	Peligros, advertencias y precauciones.
	Advertencia.
	Ángulos máximo de inclinación plataforma.
	Sujeción arnés de seguridad

Fig. 11.1 Pictogramas de información para el operario





## **12. Elementos de regulación y control**

### **12.1. Lista de elementos de regulación y control**

#### **12.1.1. Armario eléctrico de PLC**

- Armario de chapa protección IP65.
- Autómata con las necesarias tarjetas I/O.
- Elementos de seguridad y protecciones. ( incluyendo diferenciales)
- Relés de seguridad.
- Display de información de estado para visualizar mensajes de avería de la máquina.

#### **12.1.2. Armario/armarios de recogida de señales en plataforma superior**

- Armario de chapa protección IP65.
- Módulos de señales de bandas de protección de trampolines.

#### **12.1.3. Armario repartidor de potencia en plataforma superior**

- Armario de chapa protección IP65.
- Térmicos-diferenciales para las tomas de potencia.

#### **12.1.4. Tomas en plataforma superior**

- Tomas de potencia en trampilla registrable (220V) en plataforma superior (mínimo 4)

#### **12.1.5. Consola de control de la plataforma**

- Consola de comando con protección IP 65.
- Dispositivo de hombre muerto.
- Joystick para control de desplazamientos



- Botoneras para acciones de avance, retroceso y selección de operación.
- Preselector para seleccionar el movimiento deseado.
- Pulsador con enclavamiento de paro de emergencia.

#### **12.1.6. Bandas de protección de trampolines**

- Bandas de seguridad de presión para evitar causar daños al producto. (una banda por cada trampolín)
- Orugas portacables para cableado de bandas.
- Detección de posición de vallado desmontable.

#### **12.1.7. Bandas de protección perimetral**

- Banda de protección perimetral para la protección de personas durante la traslación o el desplazamiento de la mesa. Según CE
- Relés de seguridad para las bandas.

#### **12.1.8. Seguridades de aviso**

- Balizas luminosas de indicación de movimientos de la mesa.
- Avisador acústico de doble tono (1 para elevación-movimiento de trampolines, 1 para traslación-giros-gatos)

#### **12.1.9. General**

- Cableado, bandejas y canalizaciones necesarias.
- Cableado de potencia de DC.
- Contactores de potencia DC.
- Portafusibles DC.
- Convertidor de tensión DC-DC 80/24 V.
- Módulo indicador de batería con doble señal (40% y 10%).
- Tierras y cableados de tierra según normativa CE.



- Cable y enrollables para cableado de alimentación de trabajo/carga de baterías.

#### 12.1.10. Software

- Programación en módulos estructurada con módulos comentados.
- 25% de espacio de reserva de memoria de PLC al acabar la optimización del programa.

### 12.2. Descripción del mando de control remoto

La función de cada uno de estos pulsadores y selectores es la siguiente (Ver Fig.10.1):

1. El primer pulsador está pensado para realizar el avance de la Plataforma. Si se pulsa a la primera posición la Plataforma se desplaza en avance a velocidad lenta, si se pulsa a la segunda posición la Plataforma se desplaza en avance a velocidad rápida.
2. El segundo es un pulsador para realizar el retroceso de la Plataforma. Si se pulsa a la primera posición la Plataforma se desplaza en retroceso a velocidad lenta, si se pulsa a la segunda posición la Plataforma se desplaza en retroceso a velocidad rápida.
3. El tercero corresponde a un selector que sirve para subir o bajar los estabilizadores de la Plataforma al suelo, requisito indispensable para poder ejecutar la elevación.
4. El cuarto corresponde a un selector denominado “conducción” que sirve para seleccionar el tipo de giro de ruedas que se desea realizar. Hay 2 opciones posibles giro longitudinal (ruedas giran sólo hasta  $\pm 45^\circ$ ), o giro ortogonal (ruedas giran hasta  $\pm 90^\circ$ ).
5. El quinto corresponde a un selector (con retorno a posición central) para realizar el giro de las ruedas hacia la izquierda o hacia la derecha (las 4 a la vez) de la Plataforma. Si se gira hacia la izquierda las ruedas girarán hacia la izquierda, y si se gira a la derecha las ruedas girarán hacia la derecha.
6. El sexto corresponde a un selector que sirve para seleccionar donde se van a realizar los movimientos, en el piso superior o en el piso inferior.
7. El séptimo es un pulsador de rearme de defectos (reset alarmas).
8. El octavo corresponde a un pulsador de parada de emergencia.



9. El noveno corresponde a un interruptor para el funcionamiento o paro.

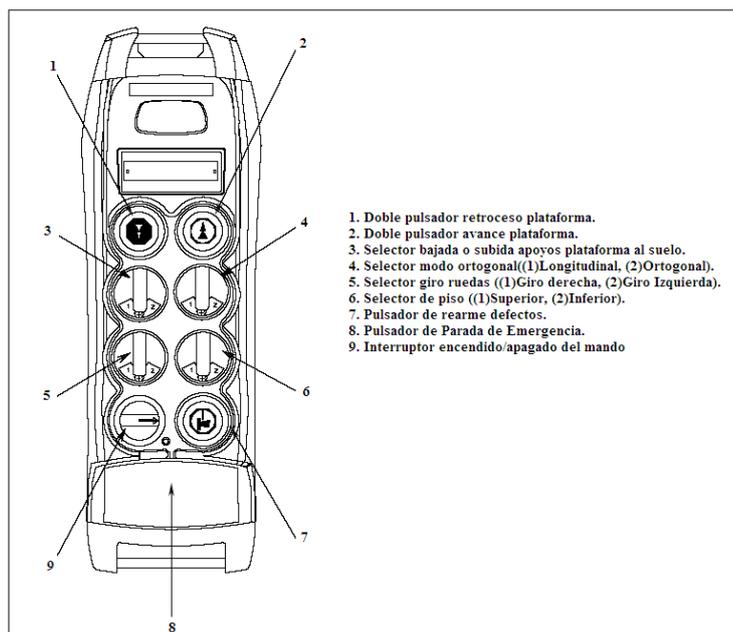


Fig. 12.1 Detalle del mando de control de la plataforma elevadora

### 12.3.Descripción del cuadro de control principal

El puesto de controles primario está formado por una caja eléctrica de 500x400mm con selectores de 2 posiciones y un pulsador (Ver Fig.10.2) ubicada a bordo de la plataforma elevadora. Desde el panel de control primario solamente pueden darse las órdenes para realizar los movimientos de elevación y descenso de la Plataforma, y la salida o entrada de los trampolines.

La función de cada uno de estos selectores y pulsadores es la siguiente (Ver Fig.10.2):

1. El primero es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 1.
2. El segundo es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 2.
3. El tercero es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 3.



4. El cuarto es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 4.
5. El quinto es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 5.
6. El sexto es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 6.
7. El séptimo es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 7.
8. El octavo es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 8.
9. El noveno es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 9.
10. El décimo es un selector luminoso verde para habilitar el movimiento de avance y retroceso del trampolín 10 (no se han representado los tres trampolines restantes).
11. El undécimo es un pulsador luminoso verde de rearme de defectos (reset alarmas).
12. El duodécimo es un selector luminoso verde para habilitar la elevación/bajada de la Plataforma.
13. El decimotercero es un selector para seleccionar el movimiento a realizar (elevación o trampolines).

Adicionalmente dispone de un nivel de batería en el extremo inferior izquierdo del panel (Ver Fig. 12.2).



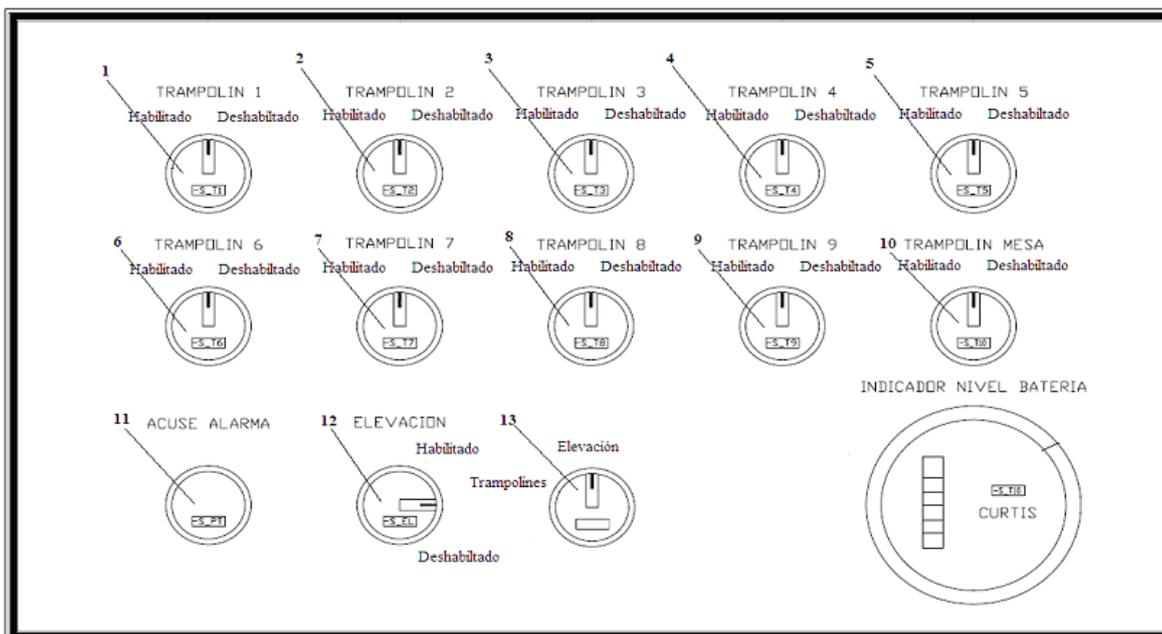


Fig. 12.2 Detalle cuadro de mandos principal de la plataforma elevadora



## Conclusiones

Después de todo el proceso de diseño se ha conseguido el objetivo que se planteaba al inicio del proyecto, que consistía en diseñar una plataforma elevadora que se ajustara a las necesidades de las operaciones de mantenimiento que las compañías aéreas realizan sobre el avión AIRBUS A-380.

Trabajar desde el inicio con normativas que regían el diseño de estas máquinas, a parte de ser obligatorio, ha sido útil, ya que aporta información y criterios de diseño, y de este modo estas normativas pueden utilizarse como guiones a seguir en el diseño.

Durante el diseño de la máquina, el proyectista ha intentado optimizar su diseño pensando en todos los procesos y personas implicadas desde el diseño hasta el montaje de la plataforma, pasando por fabricación, compras y demás, pero asegurando la funcionalidad de la máquina.

Para desarrollar el proyecto se han utilizado gran parte de los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria, especialmente los mecánicos, y se han aplicado también todo el aprendizaje acumulado durante los dos años que el proyectista lleva trabajando en el sector del diseño mecánico como proyectista de máquinas especiales.

A pesar de los conocimientos adquiridos en la carrera académica y profesional, el proyectista se ha encontrado con multitud de nuevos problemas que hasta este proyecto eran desconocidos para él. De este modo, este proyecto sirve para añadir nuevos conocimientos y más experiencia en el mundo del diseño mecánico, que de bien seguro serán utilizados en el futuro.





## Agradecimientos

Agradezco a todos los compañeros de trabajo la ayuda proporcionada para la realización de este proyecto, en especial a Frederic Beltrán y Amado Salueña, que con su gran experiencia técnica ha arrojado luz a gran número de problemas que fueron surgiendo durante el proceso de diseño de la plataforma elevadora.

No quiero olvidarme también del jefe de ingeniería Alex Mateu, que aparte de ayudarme a solucionar algunos problemas técnicos y permitirme utilizar los recursos de la empresa para el desarrollo de la plataforma, tuvo la paciencia de ver como dedicaba horas a acabar el proyecto mientras no podía rendir al máximo en los diferentes proyectos que llegaban.

Por último agradecer a mis padres toda la ayuda y comprensión prestada, ya no durante la realización del proyecto, sino durante toda la carrera.





# Bibliografía

## Referencias bibliográficas

### *Libros*

BOIX,O et al, *Tecnología eléctrica, vol.I*, Barcelona, CPDA-ETSEIB, 1ª reed. De la 2ª ed., 2002 (1ª ed.1999).

CHEVALIER,A, *Dibujo industrial*, México D.F., Editorial Limusa, 7ª reimpresión, 2000.

DEPARTAMENT DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS I ESTRUCTURES A L'ENGINYERIA, *Tablas*, Barcelona, CPDA-ETSEIB, 2ª ed.,2002.

DEPARTAMENT DE RESISTÈNCIA DE MATERIALS I ESTRUCTURES A L'ENGINYERIA, *Resistencia de materiales. Problemas resueltos*, Barcelona, Edicions UPC, 7ª reimpresión de la 1ª ed.,1999.

FENOLLOSA, JOSEP, *Unions cargolades*, Barcelona, Edicions UPC,4ª reimpresión de la 1ª ed., 2001 (1ª ed.1994).

FENOLLOSA, JOSEP, et al, *Quadern CM1. Fallada unions, Hertz*, Barcelona, Edicions UPC, 3ª reimpresión de la 1ª ed., 2002 (1ª ed.2000).

FENOLLOSA, JOSEP, *Quadern CM2. Rodaments*, Barcelona, Edicions UPC, 7ª reimpresión de la 1ª ed., 2000 (1ª ed.1993).

FENOLLOSA, JOSEP, et al, *Quadern CM3. Engranatges*, Barcelona, CPDA, 2ª ed. 2002.

FENOLLOSA, JOSEP, et al, *Quadern CM5. Qüestions i exercicis resoltts*, Barcelona, CPDA, 2004.

MARIMÓN, FREDERIC, et al, *Resistencia de materiales. Capítulo 6. Corrimientos en piezas primáticas*, Barcelona, CPDA, 2ª reimpresión de la 1ªed. (1ª ed.1991)

NIEMANN, F, *Elementos de máquinas. Volumen I*, Barcelona, Editorial Labor, 1987.

RIBA ROMEVA, CARLES, *Disseny de màquines IV. Selecció de materials 1*, Barcelona, Edicions UPC, 2ª ed.1998 (1ª ed.1997).



RIBA ROMEVA, CARLES, *Mecanismes i màquines II. Transmissions d'engranatges*, Barcelona, Edicions UPC, 2ª ed.2000 (1ª ed.1999).

ROURE FERNÀNDEZ, FRANCESC, *Resistencia de materiales. Capítulo 4. Esfuerzo cortante*, Barcelona, CPDA-ETSEIB, 2000.

VIVANCOS, JOAN, et al, *Tecnologías de fabricación. Teoría y problemas Vol I.*, Barcelona, CPDA-ETSEIB, 2005.

### Catálogos

BONFIGLIOLI, *Helical gear units series C*, 2007 [<http://www.bonfiglioli.com>, agosto 2007]

BONFIGLIOLI, *Manual instalación, uso y mantenimiento*, 2007 [[www.bonfiglioli.com](http://www.bonfiglioli.com), agosto 2007]

FAG, *Aplicaciones prácticas de rodamientos. 138 ejemplos de construcción de maquinaria, vehículos y aparatos*, 1983.

PAULSTRA, *Flexible mountings*, 2008 [<http://www.paulstra-vibrachoc.com>, septiembre 2007]

### Leyes y normativas

UNE-EN 280 *Plataformas elevadoras móviles de personal: Cálculos de diseño, criterios de estabilidad, construcción, seguridad, exámenes y ensayos*. junio del 2002

UNE 58921 IN. *Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal*.

### Manuales

AIRBUS S.A.S, *AIRBUS A-380 Facility Planning Manual. Maintenance Facility Planning. MFP*, Toulouse, Edición preliminar, 2003.

