



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“DISEÑO DE UNA PLATAFORMA HIDRAULICA
REGULABLE, APLICADA AL MANTENIMIENTO DE
AERONAVES BOEING 767-400 EN EL SEMAN PERÚ
2017”**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:
JHON WILLIAN HUAMANI QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AERONÁUTICO**

LIMA-PERÚ

2017

DEDICATORIA

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado la fortaleza para continuar con este trabajo; por ello con toda la humildad que de mi corazón puede emanar, dedico este trabajo a Dios.

De igual forma, dedico este trabajo de manera especial a mis padres, Ignacio y Sonia, que siempre me han amado incondicionalmente y cuyos buenos ejemplos me han enseñado a trabajar duro para las cosas que yo deseo lograr, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este.

A los que creyeron en mi talento, por la motivación y, a mi automotivación para demostrarles que no estuvieron equivocados.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar doy gracias a Dios, por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por parte de mi madre, que sin duda alguna me ha demostrado su amor y comprensión, corrigiendo mis faltas y celebrando mis logros.

A mis hermanas, las pequeñas que cada vez logran importantes metas, y nosotros como familia aportamos en ello, pero no saben también todo lo que nos enseñan y los grandes aportes que traen a nuestras vidas.

A mi padre, que cada día me enseña a superar nuevos obstáculos en mi vida, y sé que está orgulloso de la persona en la cual me he convertido.

Agradezco especialmente a mis tíos Leoncio, Norma y Francisco quienes con su ayuda, cariño y consejos han sido una gran parte fundamental de mi vida.

A Percy Quispe, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera universitaria, por compartir buenos momentos en el transcurso de nuestras vidas, y que siempre me demostró que puedo contar con él.

Al Ing. Juan Madrid por su valiosa guía y asesoramiento brindado durante la elaboración de este trabajo.

Gracias a todas las personas que colaboraron y ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

INTRODUCCIÓN

El SEMAN PERÚ a lo largo del tiempo ha tenido deficiencias en la producción de trabajos de mantenimiento en las aeronaves Boeing 767-400. Una de ellas es que no cuentan con una plataforma con las características y dimensiones que se requiera en la aeronave, debido a ello los operarios trabajan con las plataformas aplicables a las aeronaves DC-10, generando muchas fallas en la realización de los trabajos y también que los operarios se encuentren inseguros, ya que estas no cuentan con un sistema de seguridad, dando como resultado que muchas compañías ya no quieran realizar mantenimiento de sus aeronaves en el SEMAN-PERÚ.

Por las razones antes mencionadas ,me he visto obligado a realizar la reestructuración de los tiempos de producción, mediante la implementación de una plataforma hidráulica regulada, que permite ser empleada en el mantenimiento, reducir los tiempos de producción por cada tarjeta de trabajo y también que los operarios puedan trabajar de manera segura.

Este trabajo tiene como objetivo diseñar una plataforma hidráulica regulada, que será adaptable a las aeronaves Boeing 767-400, permitiendo realizar los trabajos en zonas de difícil acceso. Esta plataforma será versátil, de bajo costo, permitirá reducir los tiempos y maximizará la producción.

Cada capítulo del trabajo muestra una parte del proceso necesario para cumplir con los objetivos que se planteó. A continuación mostraremos de manera general el contenido por capítulos.

Capítulo I: Se presenta las generalidades del Servicio de Mantenimiento de la Fuerza Aérea del Perú (SEMAN-FAP), se describe los antecedentes, el perfil, la misión, la visión, los objetivos, entorno general, factores del entorno competitivo y análisis estratégicos de esta institución.

Capítulo II: Trata de la realidad problemática, que determina porque vamos a realizar este trabajo. Se hace una breve descripción de la realidad problemática, el planteamiento del problema, la formulación del problema, la delimitación, la justificación y los objetivos principales y específicos.

Capítulo III: Comprende el desarrollo, la descripción del trabajo, el marco teórico o conceptos generales, el desarrollo de la plataforma hidráulica que contempla el diseño del chasis, las tijeras, las plataformas, las escaleras, las ruedas. Finaliza con las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo IV: Se muestra la bibliografía utilizada a lo largo del desarrollo del trabajo, entre ellos leyes y normativas, libros, manuales, tesis y páginas web.

Capítulo V: Se muestra el glosario de términos, listándose las palabras nuevas o que son difícil de comprender. Cada una de estas palabras está acompañadas de su significado.

Capítulo VI: Se presenta los anexos, en los que se presentan con más detalle los planos diseñados para cada subconjunto de la plataforma hidráulica regulada.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en el diseño de una plataforma hidráulica regulada, para ser empleada en las tareas de mantenimiento y pintado en las aeronaves Boeing 767-400 que se realiza en el SEMAN-PERÚ.

La principal función de esta plataforma hidráulica es sustituir a las diversas plataformas estáticas que se usan para las diferentes operaciones o trabajos de mantenimiento que se realizan en las aeronaves Boeing 767-400. Estas serán fáciles de adaptar a las diferentes partes de las aeronaves y áreas de difícil acceso que necesita cada operación de mantenimiento, permitiendo que los mecánicos trabajen de manera segura.

La plataforma hidráulica regulable consta de un chasis, en la parte superior se ensamblara un sistema de tijeras que elevará la superficie de trabajo, permitiendo que se adapte a cada posición deseada por el operario y también permite alterar el tamaño de la superficie. La plataforma cuenta en su interior con un sistema de seis trampolines que se despliegan hasta hacer contacto con la aeronave.

Para el cálculo y diseño de cada sección de esta plataforma hidráulica regulable, se ha usado el software AUTOCAD 2016.

ABSTRACT

The present work consists in the design of a hydraulic platform regulated, to be used in the maintenance and painting tasks in the aircraft Boeing 767-400 that is carried out at SEMAN-PERÚ.

The main function of this hydraulic platform is to replace the various static platforms used for the different operations or maintenance work carried out on Boeing 767-400 aircraft. These will be easy adapt to different parts of the aircraft and difficult access areas that each operation needs, allowing mechanics to work safety.

The adjustable hydraulic platform consists of a chassis, on top of this a scissors system will be assembled to raise the working Surface, allowing it to adapt to each desired position by the operator and also allows to alter the size of the Surface. The platform has in its interior with a system of six trampolines that unfold until making contact with the aircraft.

For the calculation and design of each section of this adjustable hydraulic platform, the AUTOCAD software has been used.

TABLA DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INTRODUCCIÓN	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
TABLA DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE GRAFICOS	xii
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE ANEXO	xivv
CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes del SEMAN-PERÚ	2
1.2 Perfil del SEMAN-PERÚ	3
1.3 Actividades del SEMAN-PERÚ.....	4
1.3.1 Misión.....	4
1.3.2 Visión	5
1.3.3 Objetivos estratégicos	5
1.3.4 Organización actual del SEMAN-PERÚ	5
1.3.5 Modelo de negocio	7
1.3.6 Entorno del SEMAN- PERÚ	7
1.3.7 FODA	12
CAPITULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
2.1 Descripción de la realidad problemática.....	17
2.2 Planteamiento del problema	18

2.3	Formulación del problema	19
2.4	Objetivos del trabajo	19
2.4.1	Objetivo general.....	19
2.4.2	Objetivo específico.....	19
2.5	Delimitación del trabajo.....	20
2.6	Justificación del trabajo.....	20
CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO		21
3.1	Descripción del trabajo	22
3.2	Marco teórico	24
3.2.1	Definición de mantenimiento en aeronaves	24
3.2.2	Definición de mantenimiento preventivo.....	24
3.2.3	Definición de mantenimiento predictivo.....	24
3.2.4	Definición de mantenimiento correctivo.....	25
3.2.5	Tipos de mantenimiento	25
3.2.6	Definición de plataforma de mantenimiento en aviación.....	28
3.2.7	Definición de plataforma elevadora móvil de personal (PEMP)..	33
3.2.8	Nomás para el diseño de la plataforma.....	40
3.2.9	Características del avión Boeing 767-400.....	41
3.3	Planificación del diseño de la plataforma hidráulica regulada	44
3.3.1	Diagrama de actividades	44
3.3.2	Presupuesto.....	44
3.4	Desarrollo de la plataforma hidráulica regulada	50
3.4.1	Altura máxima de la plataforma hidráulica regulada	50
3.4.2	Área de la plataforma hidráulica regulada.....	51
3.4.3	Diseño del chasis	51
3.4.4	Diseño de las tijeras	60
3.4.5	Diseño de la plataforma.....	67

3.4.6	Diseño de los trampolines	72
3.4.7	Diseño de barandillas	77
3.4.8	Diseño de escaleras	79
3.4.9	Diseño de las ruedas	81
3.5	Conclusiones	84
3.6	Recomendaciones	85
CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		87
4.1	Leyes y normativas	88
4.2	Libros	88
4.3	Manuales.....	88
4.4	Tesis.....	88
4.5	Página web	89
CAPITULO V: GLOSARIO DE TERMINOS.....		90
5.1	Glosario de términos.....	91
CAPITULO VI: ANEXOS.....		94

ÍNDICE DE GRAFICOS

Figura N° 1 : Organigrama del Servicio De Mantenimiento del Perú (SEMAN-PERÚ).....	6
Figura N° 2 : Matriz FODA Del Servicio De Mantenimiento Del Perú (SEMAN-PERÚ).....	15
Figura N° 3 : Partes de la plataforma hidraulica regulada aplicada al mantenimiento	23
Figura N° 4 : Plataforma de mantenimiento de fase completa para Lockheed c-130 hercule.	29
Figura N° 5 : Plataforma de mantenimiento modular para el helicóptero Lockheed Martin VH-71	30
Figura N° 6 : Plataforma de mantenimiento desplegable.....	31
Figura N° 7 : Plataforma de mantenimiento desplegable armado para realizar los trabajos en la aeronave.....	31
Figura N° 8 : Plataforma De Línea De Vuelo/Vuelo/Diarios /Independientes para helicópteros.	32
Figura N° 9 : Ejemplo de una plataforma elevadora de grupo A.....	33
Figura N° 10 : Ejemplo de plataforma elevadora de grupo B.....	34
Figura N° 11 : Partes principales de una plataforma elevadora móvil de personal.	35
Figura N° 12 : Placas estabilizadoras.....	36
Figura N° 13 : PEMP sobre camión.....	37
Figura N° 14 : PEMP de tijera.....	38
Figura N° 15 : PEMP de estructura articulada.....	39
Figura N° 16 : PEMP de estructura telescópica.	39
Figura N° 17 : PEMP unipersonal.....	40
Figura N° 18 : Dimensiones generales de la aeronave Boeing 767-400.	42
Figura N° 19 : Dimensiones mínimas y máximas de las diferentes medidas con respecto al suelo.....	43
Figura N° 20 : Tubos centrales colocados como refuerzos en el chasis	52
Figura N° 21 : Pie hidraulico de simple efecto.....	53

Figura N° 22 : Vista isometrica de las carrileras para los rodamientos.....	53
Figura N° 23 : Diseño del chasis	54
Figura N° 24 : Reacciones sobre el chasis	55
Figura N° 25 : Figura reducida de las reacciones sobre el chasis	55
Figura N° 26 : Medidas del cajón del chasis	58
Figura N° 27 : Diseño de las tijeras y sus componentes	62
Figura N° 28 : Distribución de pesos en la tijera	63
Figura N° 29 : Diseño de la plataforma con su forma tubular rectangular	67
Figura N° 30 : Diseño de los perfiles en I para las guías de los trampolines....	68
Figura N° 31 : Diseño del piso de la plataforma	68
Figura N° 32 : Sección de la plataforma con sus apoyos y los esfuerzos sobre el mismo.....	69
Figura N° 33 : Parte A de la plataforma.....	70
Figura N° 34 : Parte B de la plataforma.....	70
Figura N° 35 : Diseño de la parte estructural de los trampolines de forma rectangular	73
Figura N° 36 : Diseño de los seis trampolines.....	74
Figura N° 37 : Reacciones sobre los trampolines.	74
Figura N° 38 : Esquema simplificado del trampolín.....	75
Figura N° 39 : Diseño de las barandillas telescópicas reguladas	78
Figura N° 40 : Diseño de las barandillas acopladas a los trampolines.	79
Figura N° 41 : Diseño de todo el conjunto de las barandillas.....	79
Figura N° 42 : Diseño de escalera telescópico.....	80
Figura N° 43 : Diseño de escalera simple	81
Figura N° 44 : Diseño de las ruedas.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla N° 1 : Presupuesto del costo de Diseño de la plataforma.....	45
Tabla N° 2 : Presupuesto del costo de fabricación del chasis	45
Tabla N° 3 : Presupuesto del costo de fabricación de las tijeras	46
Tabla N° 4 : Presupuesto del costo de fabricación de las plataformas, trampolines, barandillas.....	46
Tabla N° 5 : Presupuesto del costo de fabricación de las escaleras	46
Tabla N° 6 : Presupuesto del costo de fabricación de las ruedas.....	47
Tabla N° 7 : Presupuesto del costo de compras externas para el chasis.....	47
Tabla N° 8 : Presupuesto del costo de compas externas para las tijeras.....	48
Tabla N° 9 : Presupuesto del costo de compas externas para la plataforma, trampolines, barandillas	48
Tabla N° 10 : Presupuesto del costo de compas externas para las escaleras .	48
Tabla N° 11 : Presupuesto del costo de compas externas para las ruedas	49
Tabla N° 12 : Presupuesto de costo de ensamblaje de la plataforma	49
Tabla N° 13 : Presupuesto final por cada plataforma.....	50
Tabla N° 14 : Propiedades mecánicas del acero aleado ASTM A36.....	52
Tabla N° 15 : Consumos hidráulicos	59
Tabla N° 16 : Características del cilindro telescópico	63
Tabla N° 17 : Pesos sobre la plataforma.....	69
Tabla N° 18 : Datos técnicos de la rueda y sus componentes.....	83

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo N° 1 : Diagrama de actividades.....	95
Anexo N° 2 : Plano del conjunto	96
Anexo N° 3 : Plano de aleta de sujeción del cilindro telescópico.....	97
Anexo N° 4 : Plano de la barandilla	98
Anexo N° 5 : Plano del chasis	99
Anexo N° 6 : Plano de las ruedas.....	100
Anexo N° 7 : Plano del cilindro telescópico simple.....	101
Anexo N° 8 : Plano de las tijeras flexibles	102
Anexo N° 9 : Plano de los trampolines	103
Anexo N° 10 : Plano de la plataforma.....	104

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Antecedentes del SEMAN-PERÚ

El año 1936, se instaló en la Base Aérea Las Palmas, una filial de la fábrica de aviones Caproni de Milan (Italia) ensamblando aviones de combate Caproni ca-135 y Libeccio ca-310: cinco años después con la II Guerra Mundial se suspende toda actividad relacionada con la fabricación de aeronaves.

En estas circunstancias el Cuerpo Aeronáutico del Perú (hoy Fuerza Aérea del Perú) adquiere las maquinarias y equipos de la empresa Caproni, contrata a sus técnicos más competentes: quienes junto a los técnicos peruanos cambian el nombre por el de “Arsenal Central de Aeronáutica” y se adecuan a la tecnología norteamericana, siendo el primer comandante Coronel FAP. José Estremadoyro. En 1956 vuelve a cambiar de nombre por Servicio de Mantenimiento, como lo conocemos en la actualidad.

A fin de seguir desarrollando nuestra tecnología aeronáutica, el año 2012 conjuntamente con la Compañía Korean Aerospace Industries (KAI) de Corea del Sur y como parte del Programa de Compensaciones Económicas y Sociales requeridas por el Estado peruano en las adquisiciones de materiales de defensa, se consideró realizar la Coproducción de las Aeronaves KT-1P adquiridas por el Perú. Después de un largo periodo de estudio y evaluación, se suscribió con la Compañía Korean Aerospace Industries (KAI) un Contrato para la adquisición y coproducción de 20 aviones coreanos KT-1P.

Esta coproducción implicó la confección de partes estructurales por conformación y maquinado, el sub – ensamble de partes y ensamblaje final, implementación de los sistemas de aviónica y pintado de 16 aeronaves a cargo del SEMAN-PERÚ, además la capacitación, implementación y abastecimiento de herramientas y equipos especiales por parte de KAI para asegurar la confiabilidad de los trabajos. Esto permitió implementar notablemente la capacidad de fabricación de aeronaves en SEMAN-PERÚ, generando y optimizando las divisas al país. El SEMAN-PERÚ participará en la construcción progresiva de

partes, la comercialización y posible exportación de los KT-1P en la región.

Hoy, a sus 82 años de origen, SEMAN-PERÚ es una organización de tipo empresarial, integra la más alta calidad y sofisticados sistemas para la reparación y mantenimiento de aviones motores, accesorios, equipo de apoyo terrestre y material aéreo diverso: tal es así que ha ganado gran prestigio a nivel internacional y diversos países del mundo confían sus aeronaves en las manos expertas de sus técnicos e ingenieros. Estos logros son el resumen del trabajo profesional de comando y servidores que consolidan su estructura organizacional a través de más de medio siglo de existencia.

El SEMAN-PERÚ ocupa un área de 64.000 Mt² adyacentes al aeródromo Las Palmas, el cual cuenta con una pista de 2,500 metros y ayudas operacionales de primer nivel: en sus instalaciones laboran aproximadamente 1,500 trabajadores ofreciendo sus servicios a clientes civiles y militares de todo el mundo.

1.2 Perfil del SEMAN-PERÚ

Es una de las compañías de mantenimiento líderes en Latinoamérica, y posee una amplia experiencia en el mantenimiento y reparación aeronáutica de aeronaves militares de diferentes fabricantes y diversas tecnologías y aviones comerciales, y además ha incursionado en el ensamblaje de los aviones Alarus CH-2000 y co-producción de los aviones coreanos KT-1P.

SEMAN-PERÚ es una estación reparadora que ofrece a sus clientes un trabajo altamente confiable, eficiente y seguro en sus modernas instalaciones, talleres bien equipados y con personal calificado y certificado bajo una filosofía de mejora continua para satisfacer las necesidades de sus clientes.

Además del mantenimiento de aeronaves, también ofrece servicios especializados en Pruebas no Destructivas (PND), fabricación de

componentes estructurales, reparaciones, alteraciones, pintado y reparaciones de materiales compuestos avanzados.

Inspecciones y mantenimiento de las siguientes habilitaciones:

- Estructura de aeronaves : Todas las series de DC-8 y DC-10, las series 100 y 200 del Boeing 727, las series del 100 al 500 del Boeing 737, las series del 200 al 400 del Boeing 767 y todas las series del L-382.
- Motores de aeronaves: Pratt & Whitney PT6A-21/27/28, JT3D y JT8D, Rolls Royce Allison 501-D22A, General Electric CF6-5/50, CFM-56-2/3, CF6-80 y Rolls Royce RB211.
- Overhaul de trenes de aterrizaje para todas las series de aeronaves Boeing 737 y Boeing 767.
- Radio: ATC Transponder Collins, Bendix y Wilcox con diferentes números de parte.
- Instrumentos: Neumáticos en general, compas magnético, velocímetros así como equipos DFDR de diversos tipos.
- Baterías de diversos fabricantes.
- Servicios especializados:
 - ✓ Material compuesto (inspección, mantenimiento y reparación).
 - ✓ Pruebas no destructivas: Líquidos penetrantes, partículas magnéticas, eddy current, ultrasonido y rayos "X".
 - ✓ Peso y balance para diversas aeronaves.
 - ✓ Procesos galvánicos.

1.3 Actividades del SEMAN-PERÚ

1.3.1 Misión

Proporcionar el mantenimiento mayor al material aeronáutico; asesorar y supervisar en el ámbito de su competencia los trabajos que se realizan a las unidades aéreas, así como desarrollar proyectos de investigación y desarrollo asociados a su campo técnico - funcional y contribuir al desarrollo socio económico.

1.3.2 Visión

Ser reconocida como la principal empresa de mantenimiento más estable y líder en Latinoamérica, con prestigio y calidad. Ser capaz de cubrir las necesidades de mantenimiento y automatización de sus clientes, guiados por la integridad, el esfuerzo, el trabajo en equipo y la innovación de sus trabajadores.

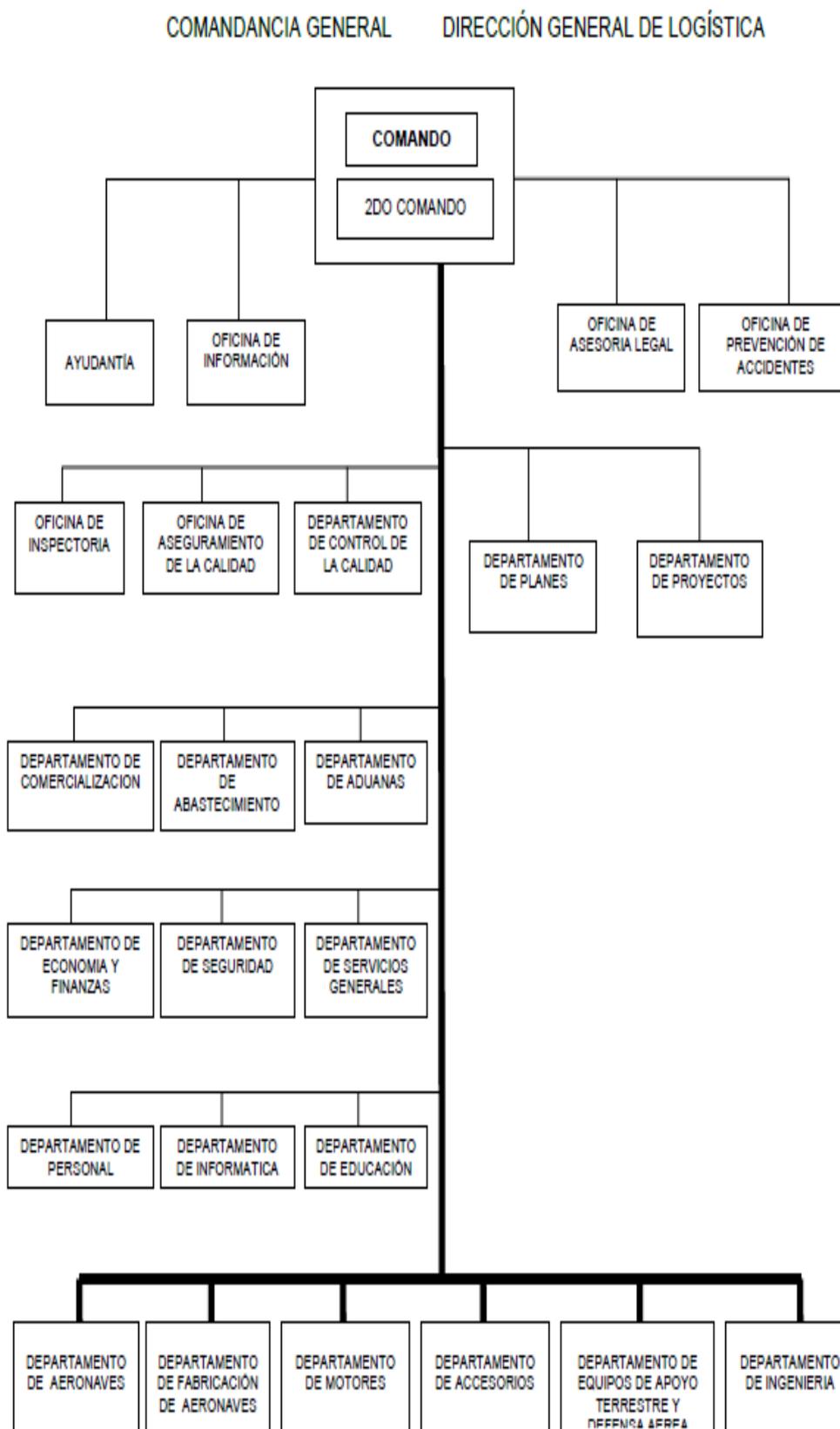
1.3.3 Objetivos estratégicos

- Garantizar seguridad, eficiencia y calidad en todas sus operaciones.
- Renovar equipos y plataforma tecnológica de manera constante y sostenida acorde al avance que los tiempos actuales demanden.
- Ser fuente de empleo y proporcionar apoyo al recurso humano mediante constantes entrenamientos y capacitaciones.
- Consolidar la compañía a nivel internacional como líder en el mantenimiento y fabricación de componentes aeronáuticos.
- Minimizar tiempos mantenimiento y fabricación de componentes aeronáuticos, de manera que se proporcione la máxima oportunidad de ventaja de servicio sobre la competencia y reducir el costo de mantenimiento.
- Compromiso y seguridad de sus trabajadores.
- Desarrollar tecnología aeronáutica para el diseño y fabricación de aeronaves, teniendo como precedente el ensamblaje de los aviones Alarus CH-2000 y la coproducción de los aviones coreanos KT-1P.

1.3.4 Organización actual del SEMAN-PERÚ

La empresa SEMAN-PERÚ, cuenta con una organización capaz de mantener el más alto nivel operacional de las aeronaves, que rige a través del programa de mantenimiento y fabricación de componentes.

Figura N° 1 : Organigrama del Servicio De Mantenimiento del Perú
(SEMAN-PERÚ)



Fuente: SEMAN-PERÚ

1.3.5 Modelo de negocio

La base principal de la Organización de Mantenimiento Aprobada OMA-018 SEMAN PERÚ, aprobada por la DGAC, está localizada en la Av. Cor. Edmundo Aguilar Pastor s/n., Distrito de Santiago de Surco, Lima-Perú, aproximadamente a (08) millas del centro de la ciudad de Lima. El SEMAN-PERÚ ocupa un área de 64,000 m² adyacentes al aeródromo Las Palmas, el cual cuenta con una pista de 2,500 metros y ayudas operacionales de primer nivel. La ubicación fija adicional está localizada en la Av. Elmer Faucett s/n., Provincia Constitucional del Callao (Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez"). En sus instalaciones laboran aproximadamente 1,500 trabajadores, ofreciendo sus servicios a clientes civiles y militares de varios operadores, además cuenta con hangares y laboratorios especializados en diferentes áreas.

1.3.6 Entorno del SEMAN- PERÚ

Tecnológico:

- El disponer de personal especializado le permite acercar la curva de experiencia y disminuye los tiempos y riesgos de los proyectos.
- Dispone de un entorno con los servicios tecnológicos necesarios: Los servicios tecnológicos a unos procesos competitivos suponen uno de los factores importantes para la compañía.
- Cuenta con máquinas CNC marca HAAS: un centro mecanizado, una fresa y un torno, que facilitaran las operaciones, en el cual se reducen el costo de las herramientas y el tiempo de la mano de obra, lo que se traduce en un menor precio por pieza ,además de mejorar su calidad y aumentar su tiempo de funcionamiento.
- Cuenta con programas especializados en estructuras: AutoCAD, Soliwords, Inventor. etc.

- Cuenta con diferentes bancos de prueba en funcionales a los motores Allison 501D-22, PT6A -27/28, PT6-25C, PT6T-3 Y AI-20D-5, VIPER 632-43, J85GE17A, continental y lycoming.

Político:

El entorno político comprende estrategias que la empresa se propone e implementa leyes o códigos aeronáuticos para la mejora continua en favor a SEMAN-PERÚ, sin afectar a normas nacionales. Las Políticas que ha emprendido son:

- Política de desarrollo organizacional: Mantener un proceso de actualización y mejoramiento permanente de la organización, que permitan alcanzar los objetivos estratégicos de la unidad.
- Política de incentivos: Crear un sistema de incentivos ordenado, equitativo para la organización y para el personal de la unidad, que motive eficazmente el trabajo productivo y el cumplimiento de los objetivos y metas.
- Política de selección y contratación de personal: Establecer las normas aplicables a las actividades de selección y contratación del recurso humano que permitan escoger personas idóneas, que se ajusten a los requerimientos de la unidad y a los perfiles establecidos para alcanzar sus objetivos estratégicos y asegurar su futuro desarrollo.
- Política de plan de carrera: Establecer los criterios y normas que permitan optimizar el desarrollo del recurso humano de acuerdo con sus competencias laborales y profesionales, con relación a las necesidades y estructuras funcionales de la unidad.
- Política de capacitación: Establecer directrices para desarrollar competencias laborales en los trabajadores, que contribuyan a conseguir los objetivos organizacionales y la satisfacción de nuestros clientes.

- Política de relaciones públicas: Mejorar la imagen organizacional ante la Fuerza Aérea del Perú (FAP), los clientes externos y la ciudadanía en general.
- Política de desarrollo tecnológico, innovación y creatividad: Fijar la dirección de la modernización de la plataforma tecnológica actual del SEMAN-PERÚ, su crecimiento y desarrollo y la incorporación de nuevos productos y servicios, en función de las tendencias tecnológicas y del mercado, haciendo énfasis en la investigación e innovación.
- Política de tecnología de información: Normar el servicio interno de procesamiento de información a fin de apoyar la mejora y optimización de la eficiencia y productividad.
- Política de seguridad de información: Proteger la información estratégica del SEMAN-PERÚ y normar sus niveles de acceso y confidencialidad.
- Política de producción: Normar las actividades del área productiva del SEMAN-PERÚ (aeronaves, motores, accesorios y EAT), dentro de los lineamientos establecidos en el Plan Estratégico, para cumplir la misión.
- Política productiva: Redefinir el portafolio de productos con orientación a la creación de valor satisfaciendo los requerimientos del mercado, optimizando la explotación de los recursos de la unidad, maximizando la rentabilidad y fomentando la innovación en servicios y su correspondiente comercialización.
- Política de servicio y atención al cliente: Crear, estructurar e implantar una eficaz y eficiente gestión de servicio al cliente, que estimule y apalanque el desarrollo y crecimiento de la identidad organizacional y cultura de servicio dirigida al cliente.
- Política de marketing: Establecer líneas de acción para comunicar, persuadir y recordar al cliente sobre los distintos productos y servicios disponibles.

- Política presupuestal: Establecer el presupuesto como una herramienta de decisión que le permita al SEMAN-PERÚ planificar y optimizar el uso de los recursos financieros, para desarrollar sus actividades, establecer bases de operación sólidas y contar con los elementos de apoyo que le permitan medir el grado de esfuerzo y cumplimiento que cada dependencia tiene para el logro de metas fijadas por el comando de la unidad.
- Política de pagos: Establecer los parámetros que aseguren el cumplimiento oportuno de las obligaciones económicas contraídas por el SEMAN-PERÚ a proveedores de bienes y servicios.
- Política de información financiera: Orientar los procesos de elaboración y entrega de la información financiera y contable asegurando que se cumplan con las normas contables y la legislación vigente respecto a su formulación y presentación, de tal forma que la dirección del SEMAN-PERÚ cuente con información oportuna, completa y adecuada para la toma de decisiones y los órganos de control de la Fuerza Aérea del Perú (FAP), con información sobre la transparencia de ejecución presupuestal.
- Política general de administración: Establecer directrices que le permitan a SEMAN-PERÚ contar con la logística necesaria para proveer a su personal de un adecuado ambiente de trabajo y los servicios necesarios para el normal desarrollo de sus actividades, asegurando la provisión oportuna de equipos y suministros de oficina y preservando el buen estado de conservación y de seguridad de las instalaciones con que cuenta el SEMAN-PERÚ.
- Política de seguridad física del personal: Asegurar la integridad física del personal, fomentando en todo momento la prevención de accidentes; toda vez que el personal es el activo más valioso del SEMAN-PERÚ.

- Política de compras: Establecer la logística adecuada para que el SEMAN-PERÚ pueda disponer oportunamente de los bienes tecnológicos, repuestos, equipos, mobiliario, materiales e insumos necesarios, para la operación y mantenimiento de sus instalaciones, a precios justos y con los mayores niveles de calidad.
- Política de auditoría y control interno: Definir las bases para un adecuado control y seguimiento de las operaciones técnicas, financieras y administrativas del SEMAN-PERÚ, orientado a cautelar la correcta administración de los recursos y el cumplimiento de leyes, ordenanzas, directivas y manuales aplicables y vigentes en el país y la institución.

Social:

Este factor se centra en las fuerzas que actúan dentro de la sociedad y que afectan a las actitudes, intereses y opiniones de la gente e influyen en sus decisiones de compra de máquinas e equipos, materiales, todo relacionado al ámbito aeronáutico en el SEMAN-PERÚ.

Económico:

- El costo de los materiales.
- Procesos y procedimientos mal hechos, imperfecciones de los materiales.
- Menos control al momento de hacer los seguimientos.
- Gastos excesivos en compra de nueva tecnología.
- Mal uso de las herramientas y equipos.
- Incidentes y accidentes del personal.
- Fecha tardía del plazo establecido.

Competitivo:

El entorno de competitivo de SEMAN- PERÚ básicamente se separa en cinco grupos:

Rivalidad entre los competidores existentes:

La rivalidad con los competidores se considera continua y alta. Ya que existen diferentes empresas en Perú que hacen el mantenimiento aeronáutico como: Helisur (Helicópteros del sur S.A), Helicentro Perú SAC, LAN Perú, etc.

Amenaza de nuevos competidores:

- ✓ La amenaza de que surjan nuevas empresas con una mayor tecnología.
- ✓ Reducción de costos en reparaciones, mantenimiento y mano de obra.
- ✓ Mejor infraestructura y talleres de alta capacidad.

Amenaza de productos sustituidos:

Hay empresas que cuentan con bancos de pruebas, para varios tipos de inyectores, también para varios tipos de bomba de combustible etc.

Poder de negociación de los compradores:

Nosotros como otras empresas cuentan con banco de pruebas con la misma tecnología, pero nosotros al tener más cantidades de pruebas, damos un costo menor, adicional mente damos certificaciones correspondientes, un (01) año de garantía.

Poder de negociación de proveedores:

Alta, por qué sólo existen dos (02) empresas que cuentan con banco de prueba de inyectores para motores pt6a-21.

1.3.7 FODA

Fortalezas:

- Experiencia profesional de sus ingenieros e técnicos.
- Entidad con apoyo del estado.

- Emplea infraestructura propia deduciendo sus costos.
- Existencia de pocos competidores en el mercado nacional.
- Acceso a proveedores de suministros y servicios más económicos que la competencia.
- Capacidad de brindar otros servicios que no posee la competencia.
- Promoción de turismo interno.
- SEMAN- PERÚ no solo ofrece mano de obra de bajo costo, sino calificada y con experiencia.
- Autonomía de su manejo, independiente de la Fuerza Aérea del Perú (FAP).

Oportunidades:

- Recibe apoyo total de personal y mantenimiento de la Fuerza Aérea del Perú (FAP).
- Tiene asignado un presupuesto fijo.
- Facilidad en la obtención de insumos de trabajo.
- Disminución de la competitividad de aerolíneas nacionales.
- No existencia de restricciones para el usuario.
- Conocimiento y familiarización de las rutas aéreas.
- Poder político actual con políticas de incentivo a la empresa privada.
- Nivel socioeconómico bajo que atrae a los usuarios para utilizar servicios más baratos.

Debilidades:

- Público no conforme con la calidad del servicio.
- Protestas constantes de la competencia por el apoyo del estado.
- Tecnología insuficiente en las áreas de trabajo.
- Alta rotación del personal.

- Su subsistencia depende del mercado, el estado garantiza su permanencia.
- Falta de capacidad para el diseño de aeronaves.
- Falta de certificaciones.
- Falta de reglas claras y continuidad para la obtención de recursos que promuevan el desarrollo tecnológico.

Amenazas:

- Dificultad con el acceso a la tecnología.
- Posible cambio de poder político.
- Renovación tecnológica incierta.
- Desarrollo de la empresa sujeto a la política económica del país.
- Menor inversión en capacitación y re fraccionamiento en el ámbito civil del personal en relación con el de competencia.
- Visión corporativa y cultural organizacional más sólida por parte de la competencia.
- Demanda es baja por temporadas.

Matriz FODA:

- Experiencia profesional de sus ingenieros e técnicos.
- Entidad con apoyo del estado.
- Emplea infraestructura propia reduciendo sus costos.

Figura N° 2 : Matriz FODA Del Servicio De Mantenimiento Del Perú (SEMAN-PERÚ)

		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
		1. Recibe apoyo total de personal y Mantto. FAP 2. Tiene asignado un presupuesto fijo. 3. Facilidad en la obtención de insumos de trabajo. 4. Disminución de la competitividad de aerolíneas nacionales. 5. No existencia de restricciones para el usuario. 6. Conocimiento y familiarización de las rutas aéreas	1. Dificultad con el acceso a la tecnología 2. Posible cambio de poder político. 3. Renovación tecnológica incierta. 4. Desarrollo de la empresa sujeto a la política económica del país.
FORTALEZAS 1. Experiencia profesional de sus ingenieros e técnicos 2. Entidad con apoyo del estado. 3. Emplea infraestructura propia	F1,2 O2	Contando con ingenieros con mucha experiencia los presupuestos serán más fijo y confiable	F4 A1 Existen pocos competidores en el Mercado, por la dificultad que hay con los accesos a la tecnología.
DEBILIDADES 1. Público no conforme con la calidad del servicio. 2. Protestas constantes de la competencia por el apoyo del estado. 3. Tecnología insuficiente en las áreas de trabajo 4. Alta rotación del personal. 5. Su subsistencia depende del mercado, el estado garantiza su permanencia.	D1,4 O2	Para que el público no este inconforme, hay que mejorar las rotaciones del personal y darles los presupuestos actualizados para la mejora y rapidez	D1 A2 El público no está conforme por la calidad del servicio porque repercuten los cambios de poderes políticos
	D3 O4	Las tecnologías son insuficiente, para un campo tan grande que tenemos, para una mejora, sería bueno evitara la existencia de la restricciones de los usuario, de otras áreas, para algunas opiniones	D3 A2 La tecnología es insuficiente en las áreas de trabajo, porque el gobierno no envía lo necesario para una mejora en el SEMAN,

Fuente: SEMAN-PERÚ

CAPITULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la realidad problemática

El SEMAN-PERÚ por años ha tenido problemas con las plataformas estáticas ya que estas se encuentran en mal estado y no permiten el acceso a ciertas partes de las aeronaves Boeing 767-400, y en consecuencia se generan fallas en el mantenimiento, pintado y reparaciones de las aeronaves comerciales.

Estas plataformas estáticas son muy inseguras para el personal que trabaja en la parte superior ya que las barandillas se encuentran en mal estado, como también para el personal que lo hace en la parte inferior, habiendo sido causa accidentes e incidentes.

En la mayoría de casos se presenta problemas en el pintado de la aeronave, ya que para los trabajadores es muy dificultoso llegar a partes de difícil acceso, por lo que se necesita realizar varios re-trabajos.

Otro problemas que presenta en este tipo de plataformas estáticas, son los sujetadores contra el suelo no son muy seguros, son inestables y poco confiables, etc. Este problema genera que las plataformas se balanceen, lo que impide que el pintado y las reparaciones sean realizados con dificultad.

El tipo de plataformas estáticas que son usadas en los hangares 1007 y 1008 de SEMAN-PERÚ, no son recomendables para el uso que se les vienen dando en las tareas de mantenimiento, reparación y pintado, dado que demandan excesivo tiempo para realizar los trabajos mantenimiento. Bajo estas circunstancias solo pueden trabajar entre 5 y 6 personas a la vez, demanda más horas de mantenimiento en la aeronave y en consecuencia, la aeronave estará más tiempo paralizado afectando a la empresa.

2.2 Planteamiento del problema

SEMAN-PERÚ actualmente no cuenta con una plataforma hidráulica regulada, para ser empleada en el mantenimiento, reparación y los procesos de pintado de las aeronaves Boeing 767-400.

El SEMAN-PERÚ al no contar con una plataforma específica para realizar los trabajos a los aviones Boeing 767-400, se ha visto obligado a emplear la plataforma estáticas diseñadas para los aviones DC-10. Estas plataformas tienen diferentes dimensiones, y a los operarios se les dificulta realizar los trabajos de mantenimiento.

Por otro lado, las plataformas estáticas generan demasiado costo de mantenimiento y de reparaciones, ya que se encuentran en mal estado, y han sido causa de accidentes e incidentes del personal que trabaja directamente en las labores de mantenimiento de las aeronaves.

Otro de los problemas que generan las plataformas estáticas, es que su estructura ocupa demasiado espacio en los hangares, ya que se utilizan hasta 10 plataformas estáticas en una aeronave en mantenimiento, no permitiendo el ingreso de otra aeronave al hangar.

Los problemas mencionados anteriormente generan retrasos en la producción, lo que demanda el incremento de las horas de trabajos establecidas y aprobadas por el fabricante y en consecuencia generan grandes pérdidas económicas para el SEMAN-PERÚ.

De no solucionarse la problemática de la plataforma, SEMAN-PERÚ, continuará incrementando mayor tiempo en el mantenimiento de los trabajos solicitados y aceptados por los clientes. Y corre el riesgo que estos desistan de sus servicios, lo que se traduce en la pérdida de mercado y de ingresos.

2.3 Formulación del problema

¿Cómo afecta las plataformas estáticas en los trabajos de mantenimiento, reparaciones y pintado de la aeronave?

¿Es necesario diseñar una plataforma hidráulica regulada para el mantenimiento, pintado y reparaciones en el avión Boeing 767-400?

¿La plataforma hidráulica regulada eliminara los accidentes e incidentes?

¿Se podrá reducir los tiempos de producción en los trabajos de mantenimiento, reparación y pintado?

¿Por qué este tipo de aeronave Boeing 767-400 no cuenta con una plataformas para los trabajos de mantenimiento, reparación y pintado?

¿Se dejará de realizar más re-trabajos en el pintado de la aeronave Boeing 767-400?

2.4 Objetivos del trabajo

2.4.1 Objetivo general

Diseñar una plataforma hidráulica regulada para ser aplicada al mantenimiento, reparación y pintado de las aeronaves Boeing 767-400 en el SEMAN-PERÚ.

2.4.2 Objetivo específico

- Diseñar cada una de la sección que conforman la plataforma hidráulica regulable en el software AutoCAD.
- Sustituir las diferentes plataformas estáticas que se vienen utilizando para realizar los trabajos de mantenimiento.
- Reducir los tiempos de producción en las operaciones de trabajo.
- Realizar mantenimiento, reparación y pintado de manera más segura y eficiente en condiciones seguras para los trabajos.

- Reducir el peligro de los accidentes e incidentes en los diferentes trabajos de mantenimiento en las aeronaves Boeing 767-400.
- Reducir los re-trabajos en el pintado de la aeronave Boeing 767-400.

2.5 Delimitación del trabajo

El diseño de una plataforma hidráulica regulada para el mantenimiento, reparación y pintado de aeronaves Boeing 767-400, serán realizados en las instalaciones de los hangares 1007 y 1008 del SEMAN-PERÚ ya que cuenta con equipos, herramientas, materiales aeronáuticos, personal calificado y con infraestructura adecuada que facilitará la realización de los trabajos.

El tiempo que se empleara en este trabajo será de septiembre del 2016 a noviembre del 2017, y tiene una duración de 297 días aproximadamente.

2.6 Justificación del trabajo

El diseño de una plataforma hidráulica regulada permitirá el mejoramiento de los procesos de mantenimiento, reparación y pintado, ya que contempla reducir los tiempos de producción, y serán más seguras para el personal que trabaja directamente en los aviones, ocupará menor espacio permitiendo el ingreso de otra aeronave con las mismas características al hangar y se reducirá los costos de mantenimiento y reparación.

Además, al reducir el tiempo de los trabajos de mantenimiento de los aviones, estos retornarán al servicio en menos tiempo para operar, siendo el SEMAN-PERÚ una alternativa beneficiosa y atractiva para los operadores, y como resultado de ello habría mayor captación de mercado e ingresos para la empresa.

CAPITULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

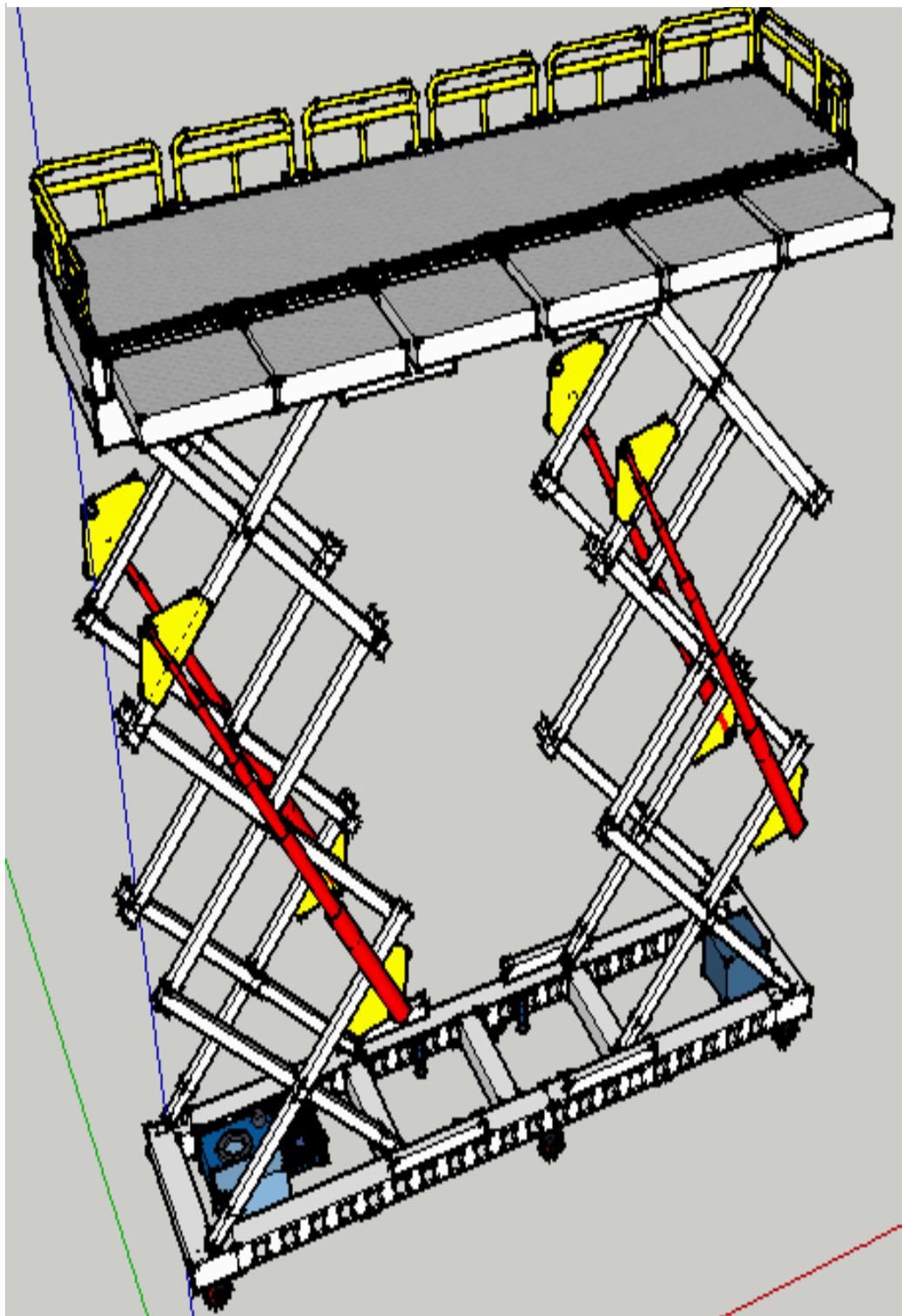
3.1 Descripción del trabajo

El presente trabajo considera el diseño de una plataforma hidráulica regulada para ser empleada en los trabajos de mantenimiento, reparación y pintado de las aeronaves Boeing 767-400, captados por el SEMANPERÚ, cuyo propósito es disminuir los tiempos que demande su permanencia en los hangares, como también evitar accidentes e incidentes de los trabajadores, durante las diferentes fases de trabajo de mantenimiento.

El diseño de la plataforma hidráulica reguladora se dividirá en 5 secciones; el chasis, las tijeras, la plataforma, las escaleras y el grupo motriz.

El chasis soportará el peso de la plataforma y todo lo que se encuentre en la parte superior, como las tijeras que servirán para ganar la mayor altura posible, la plataforma que estará rodeada por barandillas, los trampolines que servirán para ganar mayor distancia al momento de realizar los trabajos y el grupo motriz que ayudara al funcionamiento de algunas secciones. En la siguiente figura 3 se muestra las partes de la plataforma hidráulica regulada, para más detalles Ver Anexo 2.

Figura N° 3 : Partes de la plataforma hidraulica regulada aplicada al mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

3.2 Marco teórico

3.2.1 Definición de mantenimiento en aeronaves

“Es la revisión general, reparación, inspección o modificación de una aeronave o componentes de la aeronave” (Lux, 2010, p.1).

Puede incluir tareas tales como, asegurar el cumplimiento de las directivas de aeronavegabilidad o boletines de servicio. El mantenimiento de las aeronaves está muy regulada con el fin de garantizar un funcionamiento correcto y seguro durante el vuelo.

Las revisiones pueden ser tan profundas que incluye el decapado de la pintura del avión con el objetivo de comprobar los remaches de las uniones de las planchas de fuselaje y las alas. Posteriormente la aeronave vuelve a ser pintada para lo cual utilizan materiales específicos, pues un exceso de pintura puede aumentar el peso de la aeronave y afectar a su maniobrabilidad o su capacidad (Bravo, pildain y Lozada, 2006).

3.2.2 Definición de mantenimiento preventivo

Las acciones de mantenimiento, basadas en el manual de diseño o experiencias pasadas, para disminuir las ocurrencias de fallas.

Estas son las reparaciones menores o simples de mantenimiento y reemplazo de piezas menores estándar a intervalos fijos determinados ,ya sea con base en recomendaciones del fabricante o por estadísticas extraídas de los historiales , este tipo de mantenimiento no involucra operaciones complejas de ensamblajes (Lux, 2010, p.1).

3.2.3 Definición de mantenimiento predictivo

Acciones de mantenimiento, basadas en las condiciones de un equipo o de un sistema, para prevenir las ocurrencias de fallas.

Estas se enfocan a los síntomas de fallas que se identifican utilizando las distintas técnicas tales como análisis de lubricantes, boroscopia y ensayos no destructivos como: inspección visual, tintas penetrantes, partículas magnéticas, corriente inducidas, radiografías, ultrasonido .estos permiten detectar los síntomas de inicio de falla de la aeronave (Lux, 2010, p.1).

3.2.4 Definición de mantenimiento correctivo

Acciones de mantenimiento orientado a restablecer el funcionamiento de un equipo o de un sistema, a sus condiciones normales de operaciones, después que el mismo ha fallado, esto también incluye reparaciones, chequeos, pruebas y ajustes menores, de elementos de la aeronave que han sido removidos y normalmente reinstalados después de la terminación de trabajos(Lux, 2010, p.1).

3.2.5 Tipos de mantenimiento

En principio, se pueden distinguir dos tipos de mantenimiento: No programado y el programado.

Mantenimiento no programado:

Es el que se realiza ante cualquier avería surgida en un punto y momento determinado. Esto también se da para corregir una falla detectada durante el servicio o reportes de la tripulación, lo cual no se establece por tiempo calendario, horas o ciclo de vuelo (discrepancias encontradas durante el mantenimiento programado) (Morales, 2013, p 21).

Mantenimiento programado:

Tiene como finalidad mantener la aeronavegabilidad de los aviones y restaurar el nivel especificado de fiabilidad. Para ello, existe un programa concreto, dividido en capítulo y subcapítulos, según la especificación ATA 100, norma que recoge una

breve descripción de las tareas a realizar y de los intervalos correspondientes en que deben efectuarse.

En cualquier caso, las revisiones deben prepararse de acuerdo con la documentación original proporcionada por los fabricantes (célula, motor y componentes), completada con la información proporcionada por otras compañías aéreas usuarias de los mismos aviones.

Estas se dividen en tres categorías distintas que cubren inspecciones determinadas cuyos intervalos y tareas van siendo progresivamente más extensos. En primer lugar, se desarrolla un Mantenimiento en Línea dividido en tres apartados: Tránsito, Diaria y Revisión S. (Bravo, Pildain y Lozada, 2006).

Mantenimiento en línea:

Se dividen en tres revisiones la tránsito, diaria y revisiones s.

- Tránsito: Es una inspección rápida que se realiza siempre antes de cada vuelo y lo más cercano posible de la salida del avión para comprobar el estado general del mismo: daños estructurales, registro y paneles de acceso, servicio de la aeronave.
- Diaria: Es una revisión que debe realizarse antes del primer vuelo del día, sin exceder en ningún caso las 48 horas, durante la que se comprueba el estado general del avión, pero disponiendo el tiempo adicional para diseñar una acción correctiva si fuera necesario.
- Revisión S: incluye a la anterior, tiene lugar cada 100 horas de vuelo. Durante la misma, se comprueban todos los aspectos relacionados con la seguridad alrededor del avión, se desarrollan instrucciones específicas, se corrige posibles anomalías y se realiza un servicio al avión (Bravo, Pildain y Lozada, 2006).

Mantenimiento menor:

Dentro de esta categoría entran cuatro revisiones que son las revisiones R, A, B, C en estas se inspeccionan cuidadosamente la estructura interior y exteriormente, se comprueba el correcto funcionamiento de sistemas y elementos, siendo cada una de ellas de mayor profundidad, duración y tiempo entre revisiones.

- Revisión R: Se puede definir como un mantenimiento de rutina y consiste en una inspección de seguridad alrededor del avión, la revisión de algunos elementos específicos y la corrección de aquellos que lo necesitan.
- Revisión A: Incluyen una inspección general de sistemas, componentes y estructuras, tanto desde el interior como del exterior, para verificar su integridad. Esto se realiza cada 500-800 horas de vuelo o 200-400 ciclos (despegue y aterrizaje es considerado N° de ciclos) dependiendo de la aeronave.
- Revisión B: De mayor intensidad que la anterior revisión, comprueba la seguridad de sistemas, componentes y estructura, junto con el servicio del avión y la corrección de los elementos que si precisen. Esto se lleva a cabo cada 4-6 meses aproximadamente y se tarde entre 1 y 3 días.
- Revisión C: Se lleva cabo una inspección completa y extensa, por áreas, de todas las zonas interiores del avión, incluyendo los sistemas, las instalaciones y la estructura visible. En la que el avión ha de estar parado entre 1 y 3 semanas y se llega a decapar la pintura para examinar exhaustivamente la estructura, se efectúa cada año (Bravo, pildain y Lozada, 2006).

Mantenimiento mayor:

Consiste en la revisión D o también llamada “Gran Parada”, porque el avión está fuera de servicio un mes o algo más. Se desmonta el avión casi por completo. Se quita la pintura, se desmontan los motores, los trenes de aterrizaje y otros elementos que se revisan

aparte, corrigiendo cualquier anomalía y sustituyendo lo que sea necesario (porque esté defectuoso o por cumplir plazos de normativa). Y una vez que se vuelve a montar todo otra vez, se pinta y se colocan asientos y mobiliario de cabina, se realizan pruebas de vuelo en las que se comprueba la respuesta de los sistemas a situaciones de emergencia (Bravo, Pildain y Lozada, 2006).

3.2.6 Definición de plataforma de mantenimiento en aviación

Las plataformas de mantenimiento de avión pueden ser utilizadas para actividades de rutina o reparaciones y servicios de emergencia o para el apoyo del personal de mantenimiento de aviación, estas proveen excelentes condiciones de seguridad para dar el mantenimiento a aeronaves con rotor o ala fija, ya sea para aviación comercial o para aplicaciones militares. Las plataformas están disponibles desde módulos pequeños hasta plataformas de fase completa (Flexible lefeline systems ,2016).

Plataforma de fase completa:

Cubren todas las áreas del mantenimiento en aeronaves de rotor y de ala fija, el usar este tipo de plataformas reduce los tiempos de mantenimiento en más de 40% y de fatiga del trabajador en más del 97%.

Estas plataformas ofrecen protección contra caídas completa sin obstruir en las labores de mantenimiento. Esta plataforma es fácilmente movable y puede asegurar en el lugar que necesita usar máxima estabilidad. Este tipo de plataforma se muestra en la figura 4 (Flexible lefeline systems ,2016).

Figura N° 4 : Plataforma de mantenimiento de fase completa para Lockheed c-130 hercule.



Fuente: Spika. (2016). Works Platforms .Recuperado de <https://www.spikamfg.com/products/workplatforms/#29d8ddc6>

Plataforma de mantenimiento modular:

Las plataformas modulares para el mantenimiento están diseñadas para proveer de protección contra caídas de todo tipo de aeronaves para el mantenimiento puntuales. Los módulos permiten una fácil manejabilidad y pueden ser reposicionadas alrededor de la aeronave o del vehículo de tierra. Los módulos son paletizados para un transporte eficiente. Las plataformas modulares son perfectas para lugares donde no hay mucho espacio disponible ya que tienen una huella compacta a la aeronave, este tipo de plataformas está diseñado para todo tipo de aviones comerciales y militares.

Las superficies de trabajo y las escaleras pueden ser agregadas a la configuración para variar la superficie de trabajo según la aeronave o según sea requerido, como se indica en la figura 5. (Flexible lefeline systems ,2016).

Figura N° 5 : Plataforma de mantenimiento modular para el helicóptero Lockheed Martin VH-71



Fuente: Flexible lefeline systems (2016).plataforma de mantenimiento para aviacion .Recuperado de proteccioncontracaidas.com/fall-arrest-systems/aircraft/aircraft-

Plataforma de mantenimiento desplegable:

Las plataformas de mantenimiento desplegables son plataformas con gran despliegue, combina estabilidad, movilidad, ajuste en la altura y escalares de acceso. Estas plataformas son diseñadas y utilizadas por la Fuerza Aérea De Estados Unidos.

En la figura 6 observamos a la plataforma plegable antes de ser utilizada para los trabajos de mantenimiento.

Estas plataformas desplegables tienen la habilidad de maniobrar 360 grados y llegar a ángulos cerrados o esquinas difíciles, como se puede observar en la figura 7.

Estas plataformas pueden ser posicionadas a cualquiera de los lados de la aeronave y pueden ser utilizadas en aeronaves de 3 a 16 pies de altura. Los barandales pueden ser removibles en cualquier lado de la plataforma, no se requiere fuentes de poder externo para el ensamblado y desensamblados o para el ajuste de

la altura .El tiempo máximo que toma para ensamblar, desensamblar o paletizar la plataformas de mantenimiento desplegable usando solo dos personas y un monta carga es de una hora (Flexible lefeline systems ,2016).

Figura N° 6 : Plataforma de mantenimiento desplegable.



Fuente: Flexible lefeline systems (2016).plataforma de mantenimiento para aviación .Recuperado de proteccioncontracaidas.com/fall-arrest-systems/aircraft/aircraft-pap.asp.

Figura N° 7 : Plataforma de mantenimiento desplegable armado para realizar los trabajos en la aeronave.



Fuente: Flexible lefeline systems (2016).plataforma de mantenimiento para aviación .Recuperado de proteccioncontracaidas.com/fall-arrest-systems/aircraft/aircraft-pap.asp.

Plataforma de línea de vuelo /diarios/independiente:

Las plataformas de línea de vuelo/diarios/independientes de mantenimiento simple y desplegable, pueden ser remolcadas y usadas en interiores o exteriores. Son ideados para ser usados en hangares con poco espacio.

Esta plataforma móvil está disponible para una variedad de aeronaves o vehículos de tierra como se muestra en la fig.8. Pueden ser movidos manualmente por un solo técnico (Flexible lefeline systems ,2016).

Figura N° 8 : Plataforma De Línea De Vuelo/Vuelo/Diarios /Independientes para helicópteros.



Fuente: Flexible lefeline systems (2016).plataforma de mantenimiento para aviación .Recuperado de proteccioncontracaidas.com/fall-arrest-systems/aircraft/aircraft-pap.asp.

3.2.7 Definición de plataforma elevadora móvil de personal (PEMP)

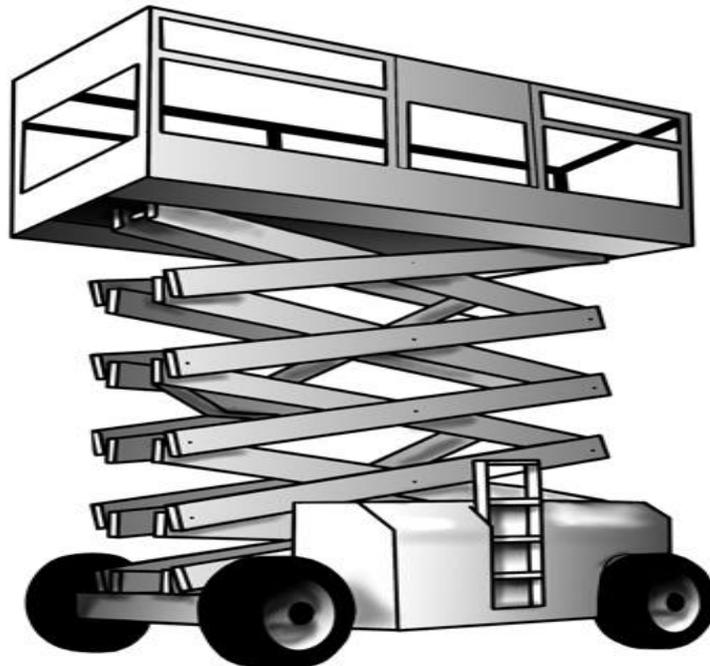
La plataforma elevadora móvil de personal (PEMP) es una maquina móvil destinada a desplazar personas hasta una posición de trabajo donde llevan a cabo una tarea desde la plataforma, en el que las personas entran y salgan de la plataforma de trabajo solo desde la posición de acceso a nivel de suelo o sobre el chasis, estas plataformas consisten, como mínimo en una plataforma de trabajo con controles u órganos de servicio, una estructura extensible y un chasis (INSHT, 2015, p 1).

Tipos de PEMP:

Según esta norma las PEMP se dividen en dos grupos principales:

- Grupo A: Son las que la proyección vertical del centro de gravedad (c.d.g.) de la carga está siempre en el interior de las líneas de vuelco, en todas las configuraciones de la plataforma y a la máxima inclinación del chasis especificada por el fabricante ver la figura 9.

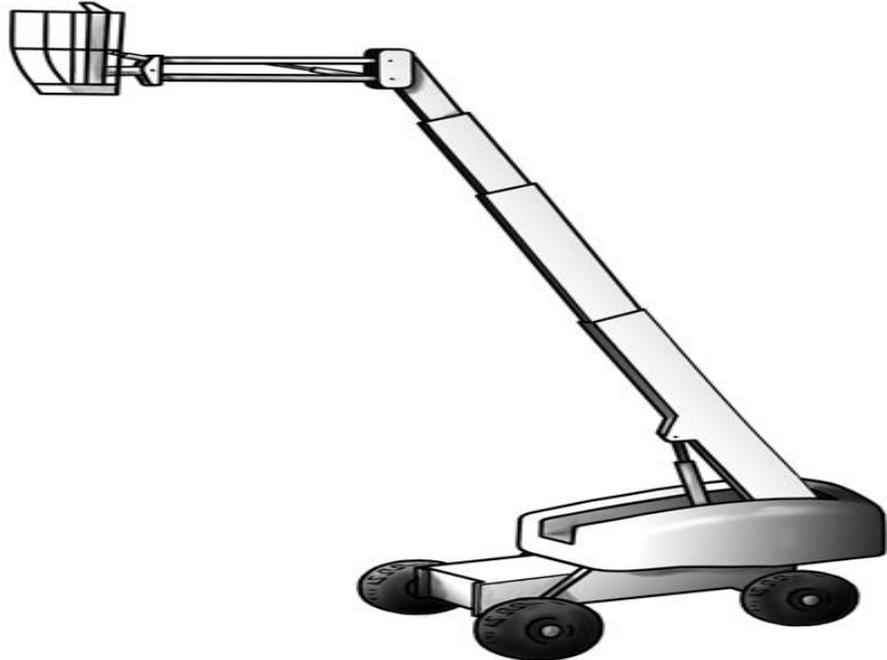
Figura N° 9 : Ejemplo de una plataforma elevadora de grupo



Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT). (2014) condiciones de seguridad y salud exigibles a la maquinaria de obra: PEMP.

- Grupo B: PEMP en las que la proyección vertical del centro de gravedad de la carga puede estar en el exterior de las líneas de vuelco se muestra en la siguiente figura 10.

Figura N° 10 : Ejemplo de plataforma elevadora de grupo B.



Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT). (2014) condiciones de seguridad y salud exigibles a la maquinaria de obra: PEMP.

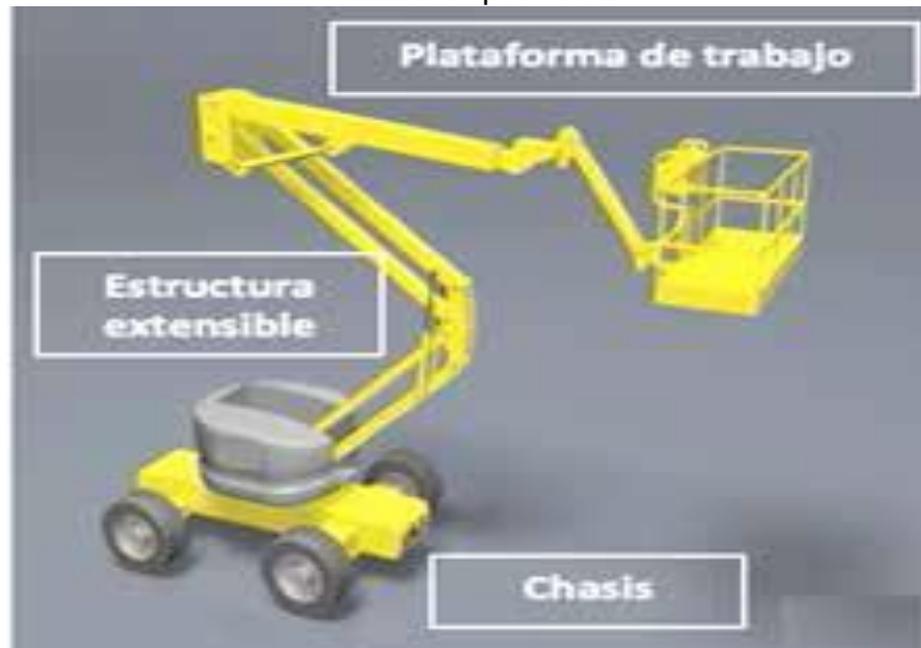
En función de sus posibilidades de traslación, se dividen en tres tipos:

- Tipo 1: la traslación sólo es posible si la PEMP se encuentra en posición de transporte.
- Tipo 2: la traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada sólo se controla por un órgano situado sobre el chasis.
- Tipo 3: la traslación con la plataforma de trabajo en posición elevada se controla por un órgano situado sobre la plataforma de trabajo (INSHT, 2014, p 7).

Partes de PEMP:

Las principales partes que componen una PEMP se pueden ver en la figura 11 y se describen a continuación:

Figura N° 11 : Partes principales de una plataforma elevadora móvil de personal.



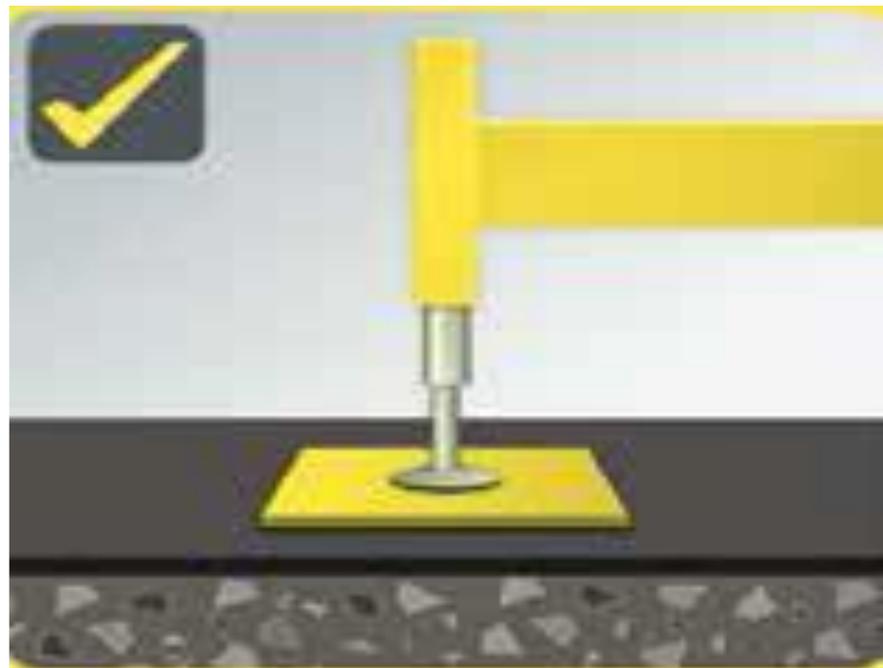
Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT). (2015). Plataformas elevadoras móviles de personal (I): gestión preventiva para su uso seguro.

- Plataforma de trabajo: “Plataforma rodeada por una barandilla, que puede desplazarse con una carga hasta una posición que permita efectuar trabajos de montaje, reparación, inspección u otros trabajos similares” (INSHT, 2015, p 2).
- Estructura extensible: Estructura que está unida al chasis y soporta la plataforma de trabajo permitiendo moverla hasta la situación requerida. Puede constar, por ejemplo, de uno o varios tramos, plumas o brazos, simples, telescópicos o articulados, estructura de tijera o cualquier combinación entre todos ellos, con o sin posibilidad de orientación en relación a la base.

La proyección vertical del c.d.g. de la carga, durante la extensión de la estructura puede estar en el interior del polígono de sustentación (grupo A), o, según la constitución de la máquina, en el exterior de dicho polígono (grupo B) (INSHT, 2015, p 2).

- Chasis: Es la base de la PEMP. Puede ser autopropulsado, empujado o remolcado; puede estar situado sobre el suelo, ruedas, cadenas, orugas o bases especiales; montado sobre remolque, semi-remolque, camión o furgón, y fijado con estabilizadores, ejes exteriores, gatos u otros sistemas que aseguren su estabilidad (INSHT, 2015, p 2).
- Estabilizadores: “Son todos los dispositivos o sistemas concebidos para asegurar la estabilidad de las PEMP como pueden ser: gatos, bloqueo de suspensión, ejes extensibles, placas estabilizadoras, etc. Ver figura 12” (INSHT, 2015, p 2).

Figura N° 12 : Placas estabilizadoras.



Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT). (2015). Plataformas elevadoras móviles de personal (I): gestión preventiva para su uso seguro.

- Sistemas de accionamiento: “Son los sistemas que sirven para accionar todos los movimientos de las estructuras extensibles. Pueden ser accionados por cables, cadenas, tornillo o por piñón y cremallera” (INSHT, 2015, p 2).

- Órganos de servicio: “Son principalmente los paneles de mando normales, de seguridad y de emergencia” (INSHT, 2015, p 1).

Distintos tipos de PEMP con sus características:

- PEMP articulada o telescópica sobre camión:

Este tipo de PEMP se utiliza para realizar trabajos al aire libre situados a gran altura, como pueden ser trabajos de reparación y mantenimiento en tendidos eléctricos, molinos eólicos, construcción, etc. Ver figura 13.

Consta de una estructura articulada o telescópica, capaz de elevarse a alturas de más de 100 m y de girar 360°. La plataforma puede ser utilizada por varios operadores según los casos (INSHT, 2015, p 3).

Figura N° 13 : PEMP sobre camión.



Fuente: Ruthmann professionals at work (2016), steiger.
Recuperado de www.ruthmann.de/main.php?target=steiger.

- PEMP autopulsadas de tijeras:

Este tipo de plataformas se utiliza para trabajos de instalaciones eléctricas, mantenimientos, montajes industriales, construcción, etc. Ver Figura 14 La estructura es de elevación vertical con alcances superiores a los 25 m, una carga nominal de trabajo elevada y puede ser utilizada por varias personas

simultáneamente. Pueden estar alimentadas por baterías, motor de explosión, disponer de tracción integral y doble extensión manual (INSHT, 2015, p 3).

Figura N° 14 : PEMP de tijera.



Fuente: Maqlift. (2015). Plataforma de tijeras eléctricas. Recuperado de www.maqlift.com/jlg/plataforma-tijeras-electricas

- PEMP autopropulsadas articuladas:

Se utilizan para trabajos en zonas de difícil acceso. Pueden tener una estructura articulada y sección telescópica o sólo telescópica con un alcance de más de 60 m (ver figuras 15 y 16). Pueden estar alimentadas por baterías, con motor diésel o una combinación de ambos sistemas y disponer de tracción integral (INSHT, 2015, p 2).

Figura N° 15 : PEMP de estructura articulada.



Fuente: Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT). (2015). Plataformas elevadoras móviles de personal (I): gestión preventiva para su uso seguro.

Figura N° 16 : PEMP de estructura telescópica.



Fuente: Maldonado A. M. (2015). Diseño de una plataforma elevadora de tijera .Generación de su prototipo virtual y simulación mecánica.

- PEMP unipersonal:

Se utiliza en interiores sobre superficies totalmente estables para realizar trabajos en altura de más de 14 m con acceso vertical. Es la solución más compacta, ligera y de fácil

transporte, teniendo gran movilidad, estabilidad e instalación rápida. Ver figura 17 (INSHT, 2015, p 3).

Figura N° 17 : PEMP unipersonal.



Fuente: Maqlift. (2015).plataforma elevadores personales.
Recuperado de [www,maqlift.com/jlg/elevadores –personales](http://www.maqlift.com/jlg/elevadores-personales).

3.2.8 Nomás para el diseño de la plataforma

Al referirse de una plataforma elevadora móvil para personal, el diseño de esta plataforma cumple con la normativa de la Asociación Española de Normalización (AENOR) UNE-EN 280, que data del año 2014. Esta norma se refiere al cálculo de diseño, Criterios de estabilidad, Construcción, seguridad, exámenes y ensayos. También las normas American National Standards Institute (ANSI) ANSI/SIA A92.5. Esta norma se refiere a plataformas elevadoras de trabajo.

“Para la seguridad y diseño de la plataforma hidráulica regulada se han utilizados estas normas”.

Normas para la utilización y funcionamiento:

- Los trabajadores deben disponer de la información y formación adecuada a los trabajos a desarrollar.
- Cuando se esté trabajando sobre la plataforma el o los operarios deberán mantener siempre los dos pies sobre la misma. Además deberán utilizar los cinturones de seguridad o arnés debidamente anclados.
- Los trabajadores deben utilizar los equipos de protección individual adecuados (chalecos reflectantes, calzados de seguridad cascos, guantes, gafas de seguridad).
- El operario debe tener en cuenta las condiciones del suelo durante la carga /descarga de la plataforma (suelo mojado, sucio, aceitado, etc.).
- Como norma general de seguridad, evitar situarse siempre en el recorrido y los alrededores de cualquier plataforma elevadora y tener siempre cuidado con los objetos que puedan caer desde altura (Chávez ,2015 ,p5).

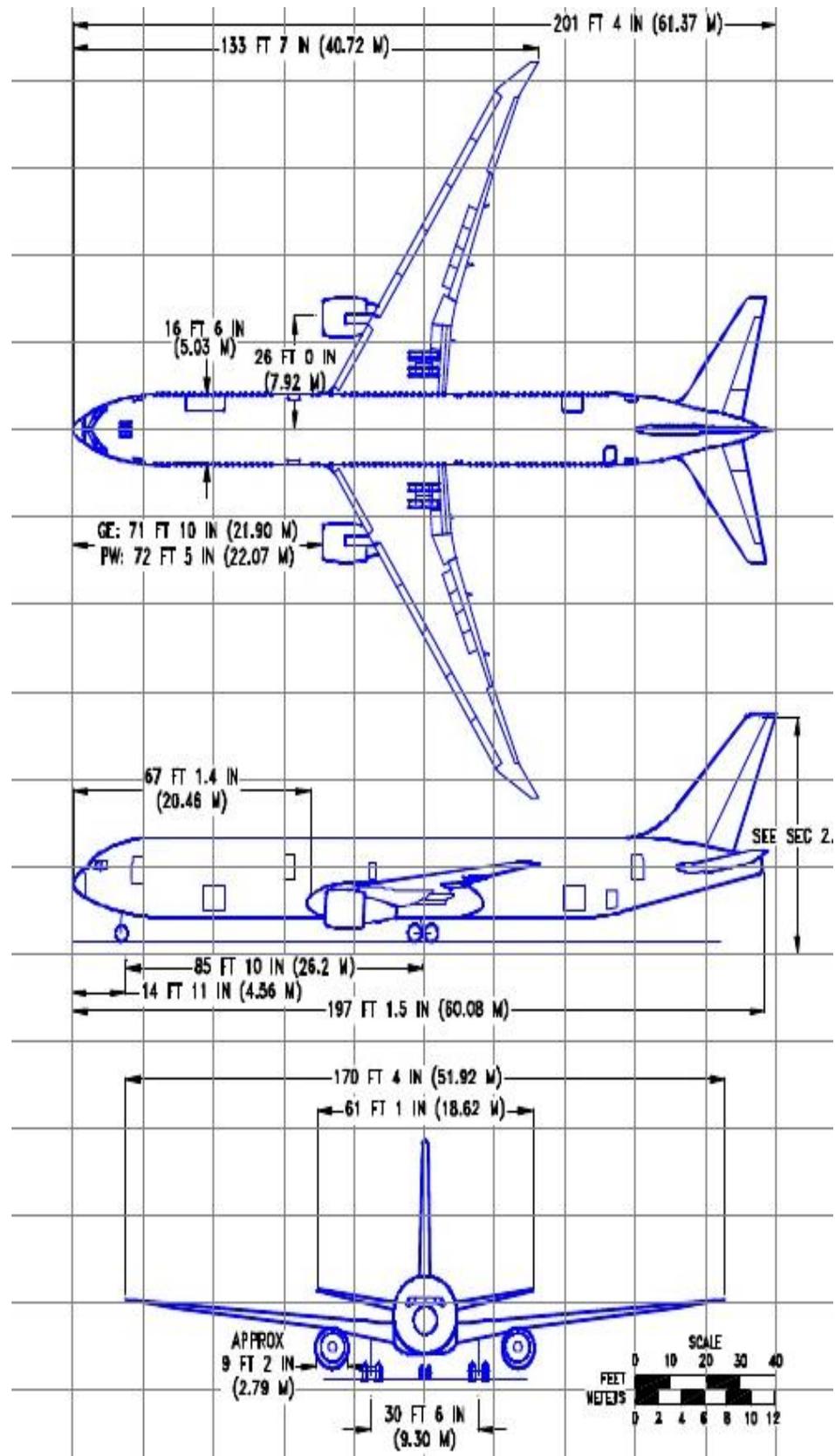
3.2.9 Características del avión Boeing 767-400

Los aviones Boeing 767-400 son aeronaves de carga y de pasajeros.

Es el primer avión Boeing de fuselaje ancho, que sufrió dos modificaciones, en cuanto al largo del fuselaje y la envergadura. Se caracteriza por tener un fuselaje con una longitud total de 201,25 pies (61,34m) y la envergadura de (51,9m).

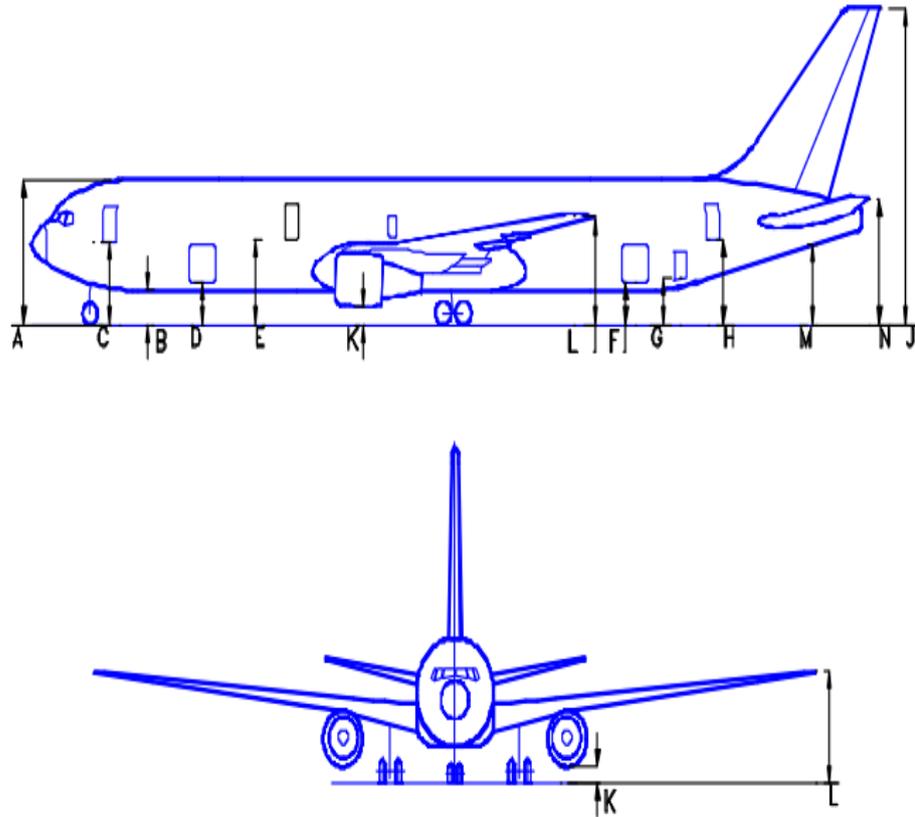
El diseño de la plataforma hidráulica regulada para ser aplicada al mantenimiento de los aviones Boeing 767-400, se considera las dimensiones externas de la aeronave, que se muestran en la siguiente figura 18 y figura 19.

Figura N° 18 : Dimensiones generales de la aeronave Boeing 767-400.



Fuente: Boeing 767 (Diciembre ,2013).Airplane Characteristics for Airport planning.

Figura N° 19 : Dimensiones mínimas y máximas de las diferentes medidas con respecto al suelo.



	MINIMUM*		MAXIMUM*	
	FEET - INCHES	METERS	FEET - INCHES	METERS
A	23-8	7.22	24-6	7.46
B	5-11	1.81	6-9	2.05
C	13-7	4.13	14-5	4.39
D	7-10	2.38	8-7	2.61
E	14-6	4.41	15-1	4.59
F	9-8	2.96	10-6	3.20
G	10-1	3.07	10-11	3.33
H	16-1	4.91	17-0	5.18
J	54-9	16.68	55-10	17.01
K	3-11	1.21	4-5	1.36
L	19-11	6.08	21-4	6.51
M	16-4	4.89	17-1	5.22
N	23-5	7.12	24-5	7.45

Fuente: Boeing 767 (Diciembre ,2013).Airplane Characteristics for Airport planning.

3.3 Planificación del diseño de la plataforma hidráulica regulada

3.3.1 Diagrama de actividades

Es la matriz donde se registra las actividades, el tiempo programado para realizar los pasos y el responsable de cumplimientos de las mismas actividades. Esta información se ingresa al programa Microsoft Project, que proporciona el Diagrama de Gantt, que se divide en cuatro fases: inicio, elaboración, transición y de término. El diagrama nos muestra la fecha respectiva de cada una de las actividades realizadas. Proporcionando como resultado, el tiempo estimado de la duración de los procesos.

En el diagrama de Gantt nos muestra la duración total en el diseño de la plataforma hidráulica regulada y cada una de sus secciones. El Diagrama de Gantt proporcionó como resultado, 297 días laborables para la duración del diseño. Para una mayor comprensión y explicación detallada del Diagrama de Gantt ver el anexo 1.

3.3.2 Presupuesto

Para poder realizar una tasación del presupuesto, se deberá dividir en cinco tipos de costos las cuales son; el costo del diseño, costo de fabricación de piezas , el costo de compras en compañías externas, el costo de ensamblaje final y costo total por plataforma.

Costo de diseño:

- Búsqueda de información; Previo al diseño se necesita un estudio de toda la información que permita facilitar el diseño la plataforma.
- Diseño y simulación; este paso será realizado mediante el software de AUTOCAD.
- Realización de planos; este paso será realizado de las piezas ya realizadas en el software.

Tabla N° 1 : Presupuesto del costo de Diseño de la plataforma

Costo De Diseño				
Ítem	Concepto	horas	Precio	Total
1°	Búsqueda de información	104	\$10	\$1040
2°	Diseño ,simulación y proyectista	312	\$20	\$6240
3°	Realización de planos	32	\$15	\$480
				\$7760

Fuente: Elaboración propia

Para el costo de diseño de la plataforma hidráulico será un gasto total de 7.760 dólares.

Costo de fabricación de piezas:

La plataforma se divide en 5 secciones; el chasis, las tijeras, la plataforma, las escaleras y la planta motriz, los costos se detallaran de cuerdo a cada sección para facilitar la comprensión.

Tabla N° 2 : Presupuesto del costo de fabricación del chasis

Costo De Fabricación Del Chasis				
Ítem	Concepto	Cantidad	Precio	Precio Total
1°	Estructura en los lados laterales del chasis	2	\$2600	\$5200
2°	Estructura en los lados frontales del chasis	2	\$650	\$1300
3°	Tubos de unión intermedio	3	\$200	\$600
4°	Cesta metálica para la batería	1	\$150	\$150
5°	Cesta metálica para el grupo hidráulico	1	\$180	\$180
6°	otros conjuntos	1	-	\$700
				\$8.130

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3 : Presupuesto del costo de fabricación de las tijeras

Costo De Fabricación De Las Tijeras				
Ítem	Concepto	Cantidad	Precio	Precio Total
1°	Estructura en forma de tubos para la tijeras de 3 tramos	2	\$3500	\$7000
2°	otros conjuntos	-	-	\$700
				\$7.700

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 4 : Presupuesto del costo de fabricación de las plataformas, trampolines, barandillas.

Costo De Fabricación De La Plataforma , Trampolines, Barandillas				
Ítem	Concepto	Cantidad	Precio	Precio Total
1°	Estructura principal	1	\$4000	\$4000
2°	Trampolines	6	\$400	\$2400
3°	Barandillas telescópicas en la parte frontal de la plataforma	12	\$100	\$1200
4°	Barandillas telescópicas en la parte lateral de la plataforma	4	\$100	\$400
5°	otros conjuntos	-	-	\$800
				\$8.800

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5 : Presupuesto del costo de fabricación de las escaleras

Costo De Fabricación De Las Escaleras				
Ítem	Concepto	Cantidad	Precio	Precio Total
1°	Escalera simple	1	\$150	\$150
2°	otros conjuntos	-	-	100
				\$250

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6 : Presupuesto del costo de fabricación de las ruedas

Costo De Fabricación De Las Ruedas				
Ítem	Concepto	Cantidad	Precio	Precio Total
1°	otros conjuntos de las ruedas	-	-	\$100
				\$100

Fuente: Elaboración propia

Estos son los costos de fabricación de cada una de las secciones para la plataforma hidráulica .el valor total de la fabricación de la plataforma se considerara en 24.980 dólares americanos.

Costo de compras en compañías externas:

A continuación se mostrara tablas de los elementos comerciales que se abastecen para cada sección de la plataforma elevadora.

Tabla N° 7 : Presupuesto del costo de compras externas para el chasis.

Costo De Compras Externas Para El Chasis					
Ítem	Concepto	C/U	Referencias	Precio	Precio Total
1°	Batería	1	Batería industrial 48 v 775Ah Modelo:48 5pzs775	\$3500	\$3500
2°	Cargador de batería	1	ZIVAN NG 48V-100A	\$1500	\$1500
3°	Enrollador cable	1	Wamplfer BEF 224320	\$100	\$100
4°	Central hidráulica	1	-	\$6000	\$6000
5°	pies hidráulicos	8	HYDROWA 100-60-180/VN-E-25-DB-1ª3	\$200	\$1600
6°	perfiles para rodamientos	4	Winkel standard 8NB	\$200	\$800
					\$13.500

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8 : Presupuesto del costo de compas externas para las tijeras

Costo De Compras Externas Para Las Tijeras					
Ítem	Concepto	Cantidad	Referencias	Precio	Precio Total
1°	casquillos	44	SANKAYO SOB 70X90	\$20	\$880
2°	cilindros hidráulicos telescopicos	4		\$2500	\$10000
3°	Rodamientos	8	WINKEL MODELO :4.085	\$240	\$1920
					\$12.800

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9 : Presupuesto del costo de compas externas para la plataforma, trampolines, barandillas

Costo De Compras Externas Para La Plataforma , Trampolines, Barandillas					
Ítem	Concepto	Cantidad	Referencias	Precio	Precio Total
1°	Detectores de fin de carrera	6	TELEMECANIQUE ZCK M1D21	\$90	\$540
2°	sensores de contacto	20	CONTACT-DUO 3045.1112	\$50	\$1000
3°	cilindro hidráulico para los trampolines	6	HYDROWA 40-20-2000/ZB-ZS-32-DB-1A3	\$300	\$1800
4°	tornillería	1	-	-	\$400
					\$3.740

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10 : Presupuesto del costo de compas externas para las escaleras

Costo De Compras Externas Para Las Escaleras					
Ítem	Concepto	Cantidad	Referencia	Precio	Precio Total
1°	escalera telescópico	1		\$1000	\$1000
2°	tornillería	-	-	\$200	\$200
					\$1.200

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11 : Presupuesto del costo de compas externas para las ruedas

Costo De Compras Externas De Las Ruedas					
Ítem	Concepto	Cantidad	Referencia	Precio	Precio Total
1°	Ruedas giratorias con freno	6	LS-GB 604K	1000	\$6000
					\$6.000

Fuente: Elaboración propia

El costo total de las compras externas para el chasis, tijeras, barandillas, plataformas, trampolines, escaleras las ruedas es de 37.240 dólares americanos.

Costo de ensamblaje final:

Una vez que se cuente con todos los componentes en los hangares 1007 y 1008, se ejecutara el ensamblaje de la plataforma. Por lo que se tendrá que considerar horas extra para algunas modificaciones en el diseño o equivocaciones durante el proceso. Para el ensamblaje de la plataforma serán realizados por el personal de SEMAN –PERÚ.

Tabla N° 12 : Presupuesto de costo de ensamblaje de la plataforma

Costo De Ensamblaje de la plataforma				
Ítem	Especialista	Cantidad	Precio	Precio Total
1°	Técnico electricista	1	\$500	\$500
2°	Técnico hidráulico	1	\$500	\$500
3°	Mecánico	4	\$500	\$2000
4°	Ingeniero	1	\$1000	\$1000
				\$4000

Fuente: Elaboración propia

El costo total para el ensamblaje de la plataforma es de 4.000 dólares americanos incluyendo las pruebas para funcionales para la entrega al cliente.

Costo final por plataforma:

Para obtener el costo final por cada plataforma, se consideraran el costo de fabricación de piezas, el costo de compras en compañías externas, el costo de ensamblaje final. El costo total por cada plataforma es de 66.220 dólares americanos.

Tabla N° 13 : Presupuesto final por cada plataforma

Costo Final por plataforma		
Ítem	Tipos De Gastos	Precio Total
1°	Costo de fabricación de piezas	\$24.980
2°	Costo de compras en compañías externas	\$37.240
3°	Costo de ensamblaje final	\$4.000
TOTAL		\$66.220

Fuente: Elaboración propia

3.4 Desarrollo de la plataforma hidráulica regulada

3.4.1 Altura máxima de la plataforma hidráulica regulada

La altura máxima será establecida en función a las diferentes operaciones de mantenimiento que se realiza en la aeronave, En este caso la plataforma tienen como objetivo llegar a diferentes alturas. La plataforma deberá llegar desde el suelo hasta el techo del fuselaje, cuya altura máxima es 7.46 m, y que se encuentra en la sección A de la aeronave. También para ser utilizada en las diferentes secciones C,B,D,E,K,L,F,G,H,M,N que se muestra en la figura 19. Y además deberá llegar a la cola, que tiene como altura máxima 17.01 m y que se encuentran en la sección J ver figura 19.

3.4.2 Área de la plataforma hidráulica regulada

El área de la plataforma tendrá que ser regulable, de acuerdo a las operaciones de trabajo. Por ello se necesitará de trampolines que le permitirá variar las dimensiones del área de la plataforma, llegar a lugares difícil acceso y poder compactar a la forma de la aeronave en diferentes posiciones.

Los trampolines serán necesario para los trabajos en la parte inferior del fuselaje (techo del fuselaje). Tendrá una distancia de 5.03m de ancho en el fuselaje (ver figura 18).

La plataforma tendrá un largo de 16 m y 4 m de ancho, que le permitirá acomodar al trampolín ya que este tendrá un desplazamiento de 2.5 metros. Además tendrá una superficie de 6.5 metros para que el operario pueda trabajar cómodamente y realice trabajos de pintado y de calidad.

3.4.3 Diseño del chasis

Consiste en una estructura de forma rectangular, la cual tendrá que soportar a las diferentes secciones .El chasis aporta rigidez, sostiene y da forma a la plataforma. El chasis sujeta tanto a los componentes mecánicos como al grupo propulsor y a las ruedas. Soporta todo peso de la plataforma, que sobrepasa los 25000 kg.

El chasis será fabricado de acero estructural ASTM A36, que tiene composición química de 0.26% máx de carbono, 0.40% máx de silicio, 0.04 máx de fósforo, 0.05 máx de azufre. Este material tiene buena resistencia a la fatiga, alta templabilidad, excelente tenacidad, regular maquinabilidad y buena soldabilidad .En la siguiente Tabla 14 se muestra las propiedades mecánicas del acero estructural ASTM A36.

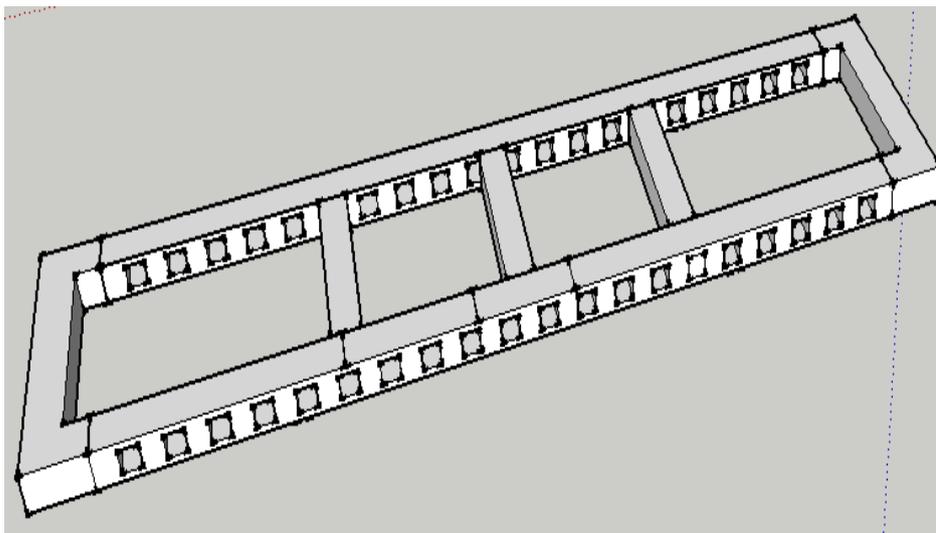
Tabla N° 14 : Propiedades mecánicas del acero aleado ASTM A36

Propiedades Mecánicas	
Esfuerzo de tracción	400 MPa
Esfuerzo de fluencia	250 MPa
Elongación	20 %

Fuente: SEMAN-PERÚ

El chasis está conformado por tres tubos de aceros ASTM A36, dos de ellos estén ubicados en los extremos y el otro en el centro. Estos tubos fueron colocados como refuerzos para que el chasis no sufra grandes esfuerzos cuando el operario tenga que desplazar la plataforma hidráulica hacia otra área de trabajo ver figura 20.

Figura N° 20 : Tubos centrales colocados como refuerzos en el chasis

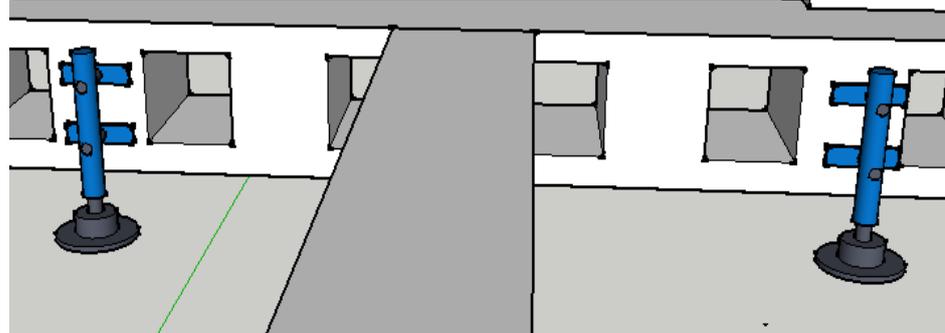


Fuente: Elaboración Propia

Cuando la plataforma sea operada o colocada en un área específica para el mantenimiento de las aeronaves, se utilizarán ocho soportes denominados “pies hidráulicos” que servirán para asegurar la plataforma al piso. Los pies hidráulicos serán ubicados de la siguiente manera; cuatro en la parte central y los otros cuatro están en las esquinas del chasis, como se muestra en la siguiente figura 21.

Las características del pie hidráulico son cilindro de simple efecto, la presión máxima que ejerce es de 200 bar (2900.75475 PSI), la velocidad máxima en desplegarse por completo es de 2 m/s. La protección para el tubo es de cincado.

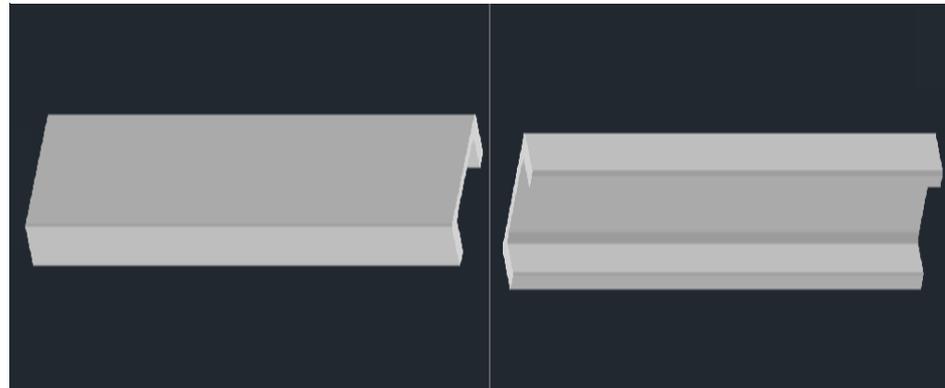
Figura N° 21 : Pie hidráulico de simple efecto



Fuente: Elaboración Propia

Al chasis también se le colocarán dos carrileras, y cada carrillera contará con dos rieles para los rodamientos que llevan instaladas las tijeras en cada una de sus puntas, que servirá para darle mayor altura a la plataforma hidráulica. Ver la figura 22.

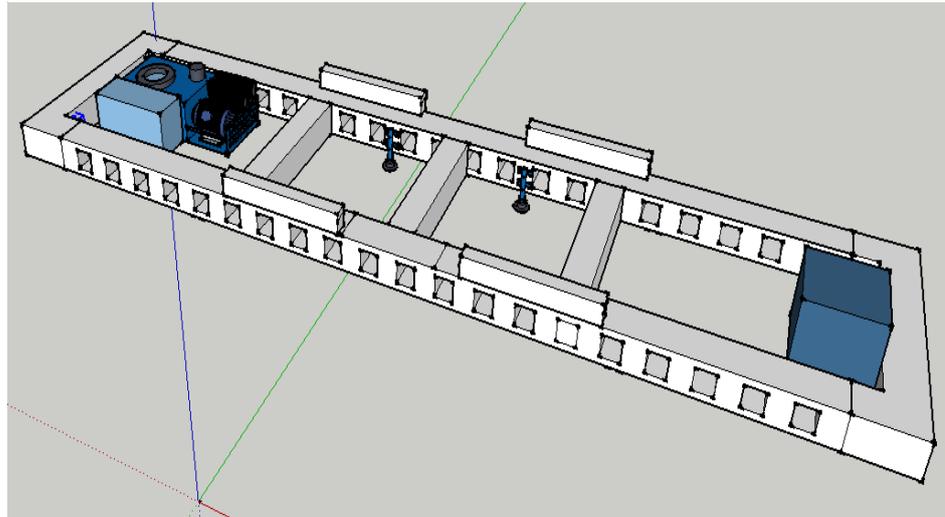
Figura N° 22 : Vista isométrica de las carrileras para los rodamientos



Fuente: Empresa Winkel

El área del chasis será de 16m de largo y 4m de ancho, cómo se observa en la siguiente figura 23 y con mayor detalle en el Anexo 7.

Figura N° 23 : Diseño del chasis



Fuente: Elaboración propia

La potencia ejercida para realizar todas las operaciones es originada por una baterías, las que se recargan cuando la plataforma no se encuentra utilizada .Las baterías proveen energía eléctrica a los grupos hidráulicos, presión a los circuitos, que alimentan a los cilindros hidráulicos que se encuentran en la plataforma.

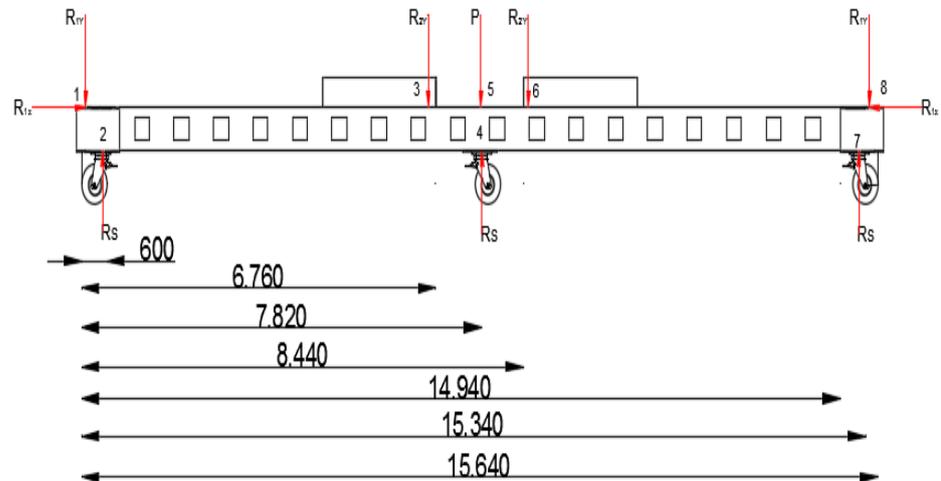
En la parte lateral inferior tendrá que estar colocada un recogedor de cables, para que cuando la plataforma no esté conectada a la línea eléctrica pueda esconderse con facilidad.

La plataforma hidráulica contará con uno grupo hidráulico, que estará ubicados en la parte lateral del chasis.

Cálculo de reacciones del chasis:

Se calcularan todas las reacciones de la plataforma hidráulica regulable en altura mínima y sin emplear los ocho pies hidráulicos .por eso solo tendremos seis reacciones, una de cada rueda. Ver figura 24.

Figura N° 24 : Reacciones sobre el chasis



Fuente: Elaboración Propia

R_{1x} es la componente horizontal de la reacción del chasis y la tijera en los puntos 1 y 8.

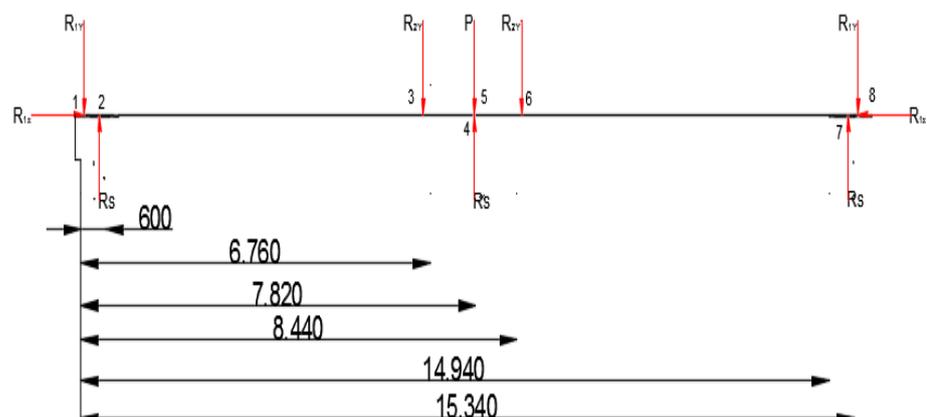
R_{1y} es la componente vertical de la reacción del chasis y la tijera en los puntos 1 y 8.

R_{2y} es la componente vertical de la reacción del chasis y la tijera en los puntos 3 y 6.

P es el peso del chasis.

R_s es la reacción entre el suelo y la plataforma.

Figura N° 25 : Figura reducida de las reacciones sobre el chasis



Fuente: Elaboración Propia

Habiendo realizado los cálculos, podemos saber que:

$$R_{1x} = 848 \text{ N}$$

$$R_{1y} = 15930 \text{ N}$$

$$R_{2y} = 8784 \text{ N}$$

$$P = 58389.9 \text{ N}$$

$$R_s = ?$$

Para saber R_s que es la reacción entre el suelo y la plataforma se desarrollara el equilibrio entre las fuerzas en dirección vertical.

$$3 \cdot R_s = 3 \cdot R_{1y} - 3 \cdot R_{2y} + P$$

$$R_s = 26609.3 \text{ N}$$

Perfil de la viga central:

Después de calcular las reacciones, se deberá hallar la flecha del chasis. Para este cálculo se utilizara el teorema de castigliano.

$$\delta = \frac{\delta W}{\delta F} = \int_{L_{tot}} \left(\frac{N}{EA} \cdot \frac{\delta N}{\delta F} + \frac{T}{GA_y} \cdot \frac{\delta T}{\delta F} + \frac{M}{EI} \cdot \frac{\delta M}{\delta F} \right) dx$$

La flecha máxima de chasis se da en el centro, por eso que habrá que derivar N , T Y M respecto a P , el cual es el peso del chasis y está en el punto central.

$$\frac{\partial N}{\partial P} = 0 (\forall X)$$

$$\frac{\partial T}{\partial P} = 0, (0 < X < 7820)$$

$$\frac{\partial T}{\partial P} = -1, (7820 < X < 15640)$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = 0, (0 < X < 7820)$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -(X - 7820), (7820 < X < 15640)$$

La integral se hubiera dividido en siete tramos, pero como las derivadas en los cuatro primeros tramos son cero, se redujo el cálculo, reduciéndose a tres tramos.

Intervalo $7820 < X < 8440$

$$\frac{\partial T}{\partial P} = -1$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -(X - 7820)$$

$$T = -R_{1Y} + R_S + R_{2Y} - P$$

$$T = -54907 \text{ N}$$

$$M = -R_{1Y} \times X + R_S \times (X - 300) + R_{2Y} \times (X - 6760) - P \times (X - 7820)$$

Intervalo $8440 < X < 15340$

$$\frac{\partial T}{\partial P} = -1$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -(X - 7820)$$

$$T = -R_{1Y} + R_S + 2 \times R_{2Y} - P$$

$$T = -37227.27 \text{ N}$$

$$M = -R_{1Y} \times X + R_S \times (X - 300) + R_{2Y} \times (2 \times X - 15640) - P \times (X - 7820)$$

Intervalo $15340 < X < 15640$

$$\frac{\partial T}{\partial P} = -1$$

$$\frac{\partial M}{\partial P} = -(X - 7820)$$

$$T = -R_{1Y} + 2 \times R_S + 2 \times R_{2Y} - P$$

$$T = -113710.9 \text{ N}$$

$$M = -R_{1Y} \times X + (R_{2Y} - R_S) \times (2 \times X - 15640) - P \times (X - 7820)$$

Para este diseño de la estructura, se usara acero comun, en la formula se reemplazara los siguiente valores de E Y G.

$$E=2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$G=8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$$

Teniendo todos los valores, se reemplazara en el teorema de castigliano, se desarrollara por tramos y nos dará la flecha máxima y el momento de inercia del perfil.

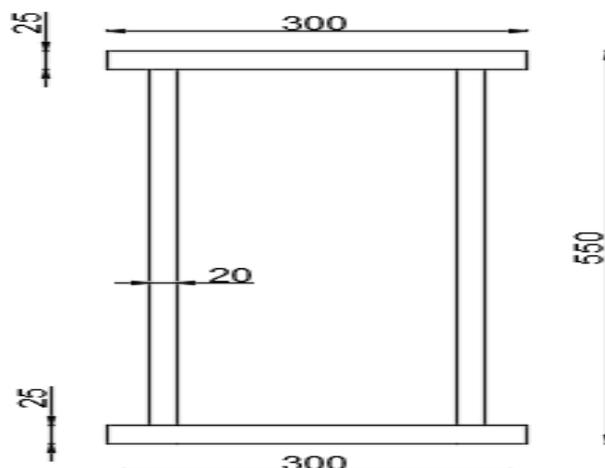
$$\delta_t = \frac{-1624662346.8}{I} \text{ mm}^5$$

En el chasis calcularemos la flecha cuando esta se encuentre en movimiento y los ocho pies hidráulicos no estén colocados, y la plataforma solo sea soportada por las seis ruedas. en esta caso se empleara una rigidez de 1/800 que será más que tolerable. Esto genera que la flecha máxima será:

$$\delta_t = \frac{15640}{800} = 19.55 \text{ mm}$$

Luego de haber probado diferentes cajones se decide el de las siguientes dimensiones como se muestra en la figura 26, las cuales alojaran a los diferentes cables y aparatos que se instalaran en el chasis.

Figura N° 26 : Medidas del cajón del chasis



Fuente: Elaboración Propia

$$I_z = 2 \times \left(\frac{1}{12} * X * e_1^3 + X * e_1 * h_1^2 \right) + 2 * \left(\frac{1}{12} * e_2 * y^3 \right)$$

$$I_z = 9.4 * 10^8 \text{ mm}^4$$

$$\delta_t = \frac{-1624662346.8}{8.6 * 10^8} = -1.345$$

Ahora calcularemos el coeficiente de seguridad a rotura del perfil.

$$\sigma_{x\max} = \frac{|M_{z\max}|}{W_z} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{\sigma_e}{V_{se}} = \frac{230}{1.5} = 153.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x\max} = 90 \text{ MPa} \ll \sigma_{\text{adm}}$$

$$c_s = \frac{153.33}{90} = 1.70$$

Calculo del grupo hidráulico:

El grupo hidráulico será confiado por empresas externas, el cual será el encargara de los cálculos.

En la siguiente Tabla 15 se mostrara el consumo de cada elemento hidráulico.

Tabla N° 15 : Consumos hidráulicos

Consumos Hidráulicos				
Ítem	Elementos Hidráulicos	Unidades(l/min)	Consumo Por Unidad	Consumo Total(l/mim)
1°	Pies Hidráulicos	8	5.4	32.4
2°	Cilindros telescópicos	4	35.2	140.8
3°	Cilindros para lo trampolines	6	4.8	62.4

Fuente: Elaboración propia

Para dimensionar el grupo hidráulico se cogerá el peor de los casos, que en esta aplicación sucede cuando el cilindro telescópico está en funcionamiento.

$$Q_{\max} = 140.8 \text{ l/min}$$

El consumo hidráulico máximo al que será sometido el grupo hidráulico es de unos 140.8 l/min.

Calculo de las baterías y cargadores:

Para el cálculo de la batería y cargadores que requiere la plataforma hidráulica regulable, es saber el consumo exacto del grupo hidráulico.

Una batería y cargador que han sido utilizados en máquinas de las mismas características.

La batería es de modelo 5PZS775 de la empresa 321baterías, que es capaz de suministrar 775 A a 48V.

El cargador es de modelo NG7 de la empresa ZIVAN, la cual es capaz de suministrar 100 A a 48 V.

Calculo de los pies hidráulicos:

Para asegurar la plataforma al piso se colocaran ocho pies hidráulicos, lo cual deben ser capaces de subir el peso total de 25000 kg de la plataforma hidráulica. se utilizara los cilindros de modelo 100-60-180/VN-E-25-DB-1A3 del fabricante Hidrowa capaces de elevar cada uno 4500 kg de peso.

3.4.4 Diseño de las tijeras

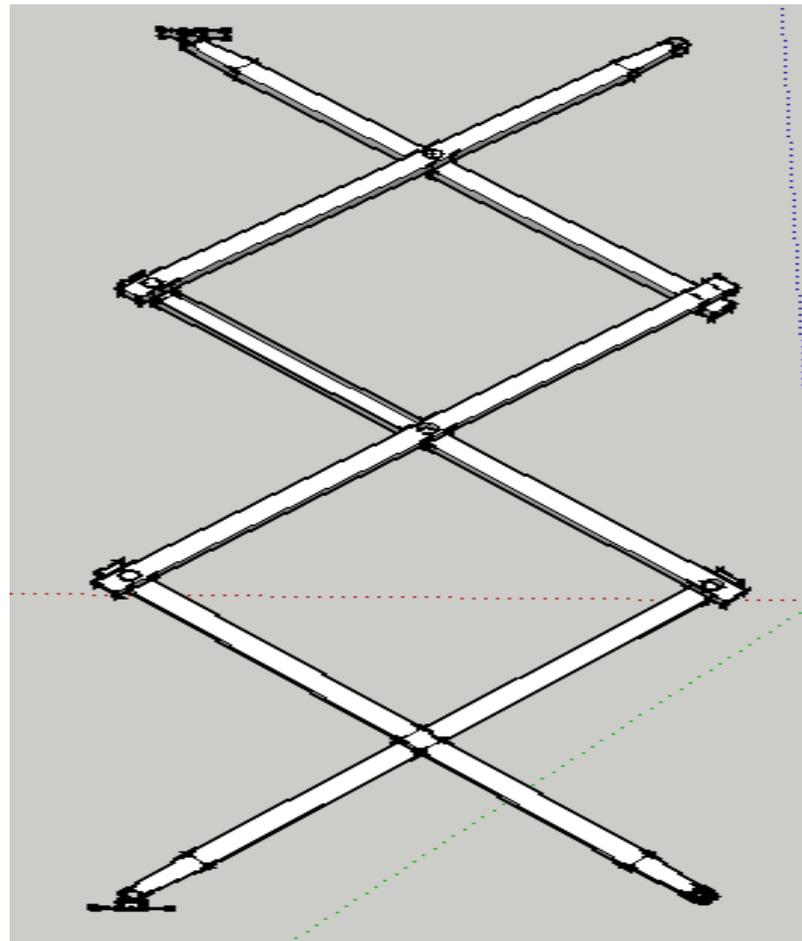
El diseño de las tijeras múltiples es de tres tramos. Serán fabricadas de barras de acero al carbono AISI 1035 de un perfil rectangular, que presenta buena resistencia, tenacidad y resistencia al desgaste. La composición química de este tipo de acero es hierro (Fe) 98.6-99.08%, manganeso (Mn) 0.6-0.9%, carbono (C) 0.35-0.38%, azufre (S) 0-0.050% y fosforo 0-0,040%. Las barras tendrán las secciones de 7.9 m de alto y 0.30m de ancho.

Se contará con dos tijeras de tres tramos, ubicadas una a cada extremo de la plataforma, y en la intersección de las tijeras contará con dos tipos de componentes para alojar los casquillos que se insertan en los orificios de los pasadores, que servirá como unión central, sobre la cual giraran ambas estructuras. El material que se utilizara en los pasadores será de acero aleado AISI4340, que tienen alta resistencia ya que los pasadores se encuentran sometidos a esfuerzos cortantes.

Las puntas fijas de las tijeras contarán también con dos casquillos y que cada uno de ellos girará sobre un eje. Los casquillos cumplirán la misma función que la unión central, y en las otras puntas de las tijeras estarán acoplados con rodamientos de alta resistencia que serán dirigidos por carriles.

Los carriles estarán ubicados en el chasis y en la parte inferior de la plataforma. En la figura 27 se muestra las tijeras abiertas y para más detalle ver el Anexo 8.

Figura N° 27 : Diseño de las tijeras y sus componentes



Fuente: Elaboración propia

Para poder levantar el peso de las tijeras, la plataforma, los operarios, los equipos y las herramientas será necesario emplear una enorme fuerza.

La fuerza será proporcionada por cuatro cilindros telescópicos de simple efecto, que se encontraran ubicados, dos en las tijeras (2 en cada uno de ellos). El cilindro telescópico cuenta con cinco etapas y puede llegar a una altura de 852.3 cm de largo, en Tabla 16 se muestra las características de este cilindro telescópico y para mayor detalle ver el anexo 7.

Tabla N° 16 : Características del cilindro telescópico

Cilindro Telescópico De Simple Efecto					
Etapas Del Pistón	1° etapa	2° etapa	3° etapa	4° etapa	5° etapa
Diámetro	174 mm	154mm	135mm	116mm	98mm
Carrera Del Pistón	1236mm	1336 mm	1345mm	1352mm	1388mm
Empuje Del Pistón	451kN	353kN	270kN	201kN	143kN

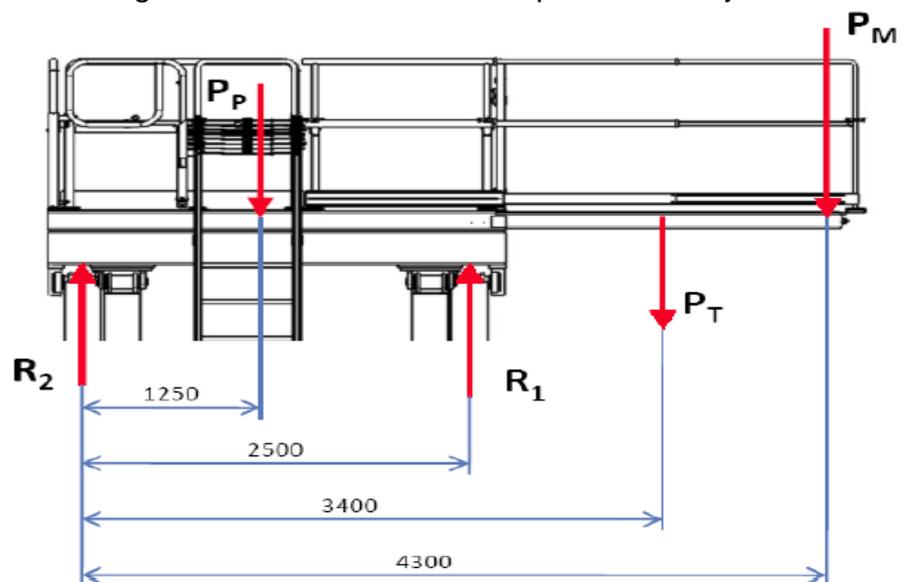
Fuente: Munci power product

Los dos cilindros telescópicos deberán estar empalmados con las aletas (ver Anexo 3) colocados en los tubos de las tijeras, que servirá para permitir la extensión y plegado de la plataforma.

Cálculo de reacciones para las tijeras:

Para el caso más adverso en las tijeras, es cuando la plataforma está a su máxima altura y con los trampolines en el límite de su extensión esto generara que la distribución de pesos sea distinto y uno de los lados de la tijera soporte más.

Figura N° 28 : Distribución de pesos en la tijera



Fuente: Fuente: Lirio M. J. (2009). Plataforma elevador flexible para el mantenimiento de los sistemas del ala y motores del avión AIRBUS A-380

La distribución de peso se muestra en la figura 28,

R_1 =Reacción del lado izquierdo de las tijeras.

R_2 =Reacción del lado derecho de las tijeras.

P_p =Peso de la plataforma y las barandillas.

P_T =Peso de los trampolines.

P_M =Peso de los trabajadores.

En el caso para el peso de los operarios, los ocho operarios se localizaran a lo largo de los trampolines, cuando estos se encuentren en su límite de trayecto.

$P_p=60000$ N

$P_T=20000$ N

$P_M=8000$ N

Si el peso estuviera centrado, entonces R_1 sería igual a R_2 , y se tendría como valor 31000 N. Al estar desplegados los trampolines.

$$\sum M_2 = 0 \rightarrow -49000 \times 1250 + R_2 \times 2500 - 20000 \times 3400 - 8000 \times 4300$$

$R_2 = 56520$ N

$R_1 = 62000 - 56520 = 5480$ N

Crearemos un factor corrector que será "f", lo cual servirá para multiplicar los esfuerzos externos .se tomara en cuenta el esfuerzo que se ejerce en la tijera cuando los trampolines estén fuera de la plataforma.

$$f = \frac{R_2}{31000 \text{ N}} = \frac{56520 \text{ N}}{31000 \text{ N}} = 1.82$$

Medidas del perfil:

Se conoce el ancho máximo del brazo lo cual es de 300 mm (h_{max}), si se excede este valor, la altura de la plataforma plegada se elevara al mínimo establecido.

El momento de inercia de una placa:

$$I = \frac{1}{3} * e * h^3$$

Lo cual obtendremos e:

$$e = \frac{3 * I}{h_{max}^2} = \frac{3 * (8.556 * 10^8)}{300^2} = 95.1mm$$

El resultado de “e” es muy grande, lo cual será necesario construir un cajón.

La figura a calcular será:

$$I = 2 * \left(\frac{1}{12} * 250 * 20^3 + 250 * 20 * 135^2 \right) + 2 * \left(\frac{1}{12} * 20 * 250^3 \right)$$

$$I = 23466.66 \text{ cm}^4$$

$$\delta = \frac{-8556547619}{23466.66 * 10^4} = 3.64mm$$

Además será necesario calcular el coeficiente de seguridad a rotura de la figura.

$$\sigma_{xmax} = \frac{|M_{zmax}|}{W_z} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_e}{V_{se}} = \frac{230}{1.5} = 153.33MPa$$

$$\sigma_{xmax} = 0.17MPa \ll \sigma_{adm}$$

La tensión máxima que debe resistir la estructura es inferior a límite elástica.

Medidas de los ejes:

Para la fabricación de los ejes se usó acero fino con tratamiento de temple, revenido y aleado (AISI 4340), se consiguió las siguientes:

$$\sigma_e = 900 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{adm} = \frac{900}{1.5} = 600 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{adm} = 0.8 * 600 = 480 \text{ N/mm}^2$$

Todos los ejes se harán del mismo material y de diámetro de sesenta milímetros.

Luego se producirá a calcular los ejes por aplastamiento, conociendo que el R_{max} es de 160000 N y el radio es de 80 mm.

Por lo que tendremos:

$$\sigma_{adm} \geq \frac{R_{max}}{2 * d * e} = \frac{160000}{2 * 80 * 20} = 50 \text{ N/mm}^2$$

Medida de los cilindros telescópicos:

El modelo de los cilindros telescópicos tendrá que lograr subir la plataforma, el cual será un cilindro telescópico de 320 bares de presión la cual trabajara a 250 bares. Esto servirá para estar seguro de que aguantara picos de presión que pueda aparecer en el circuito hidráulico.

El cilindro telescópico será de cinco etapas, en la primera etapa hará una fuerza de empuje 451 KN, en la segunda etapa hará una fuerza de empuje 353 KN, en la tercera etapa hará una fuerza de empuje de 270 KN, la cuarta etapa hará un fuerza de empuje de 201 KN y la quinta etapa es de 143 KN las cual serán más que suficientes para el trabajo que va realizar, la cual solo necesita de 250 KN.

Las carrera del cilindro telescópico cerrado tendrá una distancia de 177.1 cm y la distancia de las cinco etapas del pistón será de 675.2 cm.

El modelo del cilindro telescópico que se usara es del fabricante Muncie Power Products de modelo N°8-5-265-A00.

Medida de los rodamientos:

Los rodamientos deberán ser instalados en las puntas de las tijeras, las cuales serán sometidas a reacciones próximas a los 100000 N.

Los rodamientos deben ser utilizados con un coeficiente alto, por lo cual serán instalados rodamientos combinados axiales ajustables de la serie Jumbo del fabricante Winkel, estos rodamientos serán capaces de soportar reacciones de 120000 N.

Para la orientación de estos rodamientos se instalarán cuatro perfiles Winkel, las cuales serán especiales para este tipo de rodamientos.

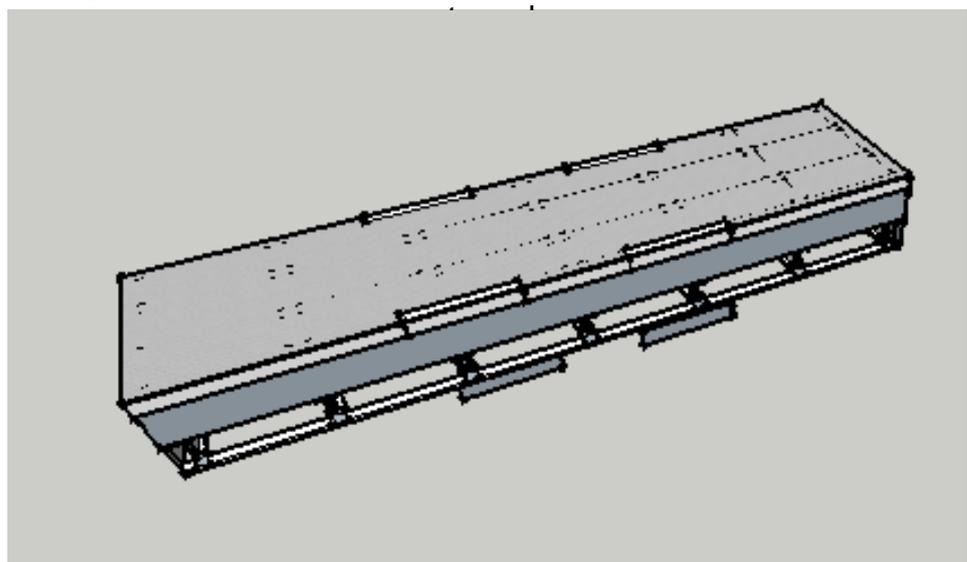
3.4.5 Diseño de la plataforma

La plataforma se encuentra ubicada en la parte superior, y permite soportar el peso del operario, herramientas y equipos.

Además en la parte interior de estas plataformas se deben instalar los trampolines, que ayudaran a tener mayor área posible y para que el operario pueda desplazarse con facilidad.

El armado principal de la plataforma será de forma tubular rectangular y fabricado de acero AISI A572 Gr36. Este tipo de acero es de uso general y admite soldadura tal como se muestra en la figura 29.

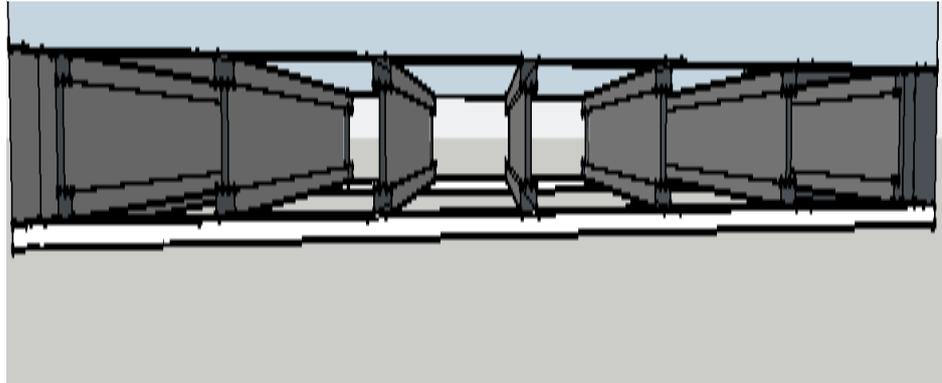
Figura N° 29 : Diseño de la plataforma con su forma tubular



Fuente: Elaboración propia

En la parte interior de la plataforma, la estructura tendrá la forma en **I** permitiendo que los trampolines puedan ser guiados al momento de desplazarse, tal como se muestra en la figura 30. Los trampolines serán accionados por seis cilindros hidráulicos.

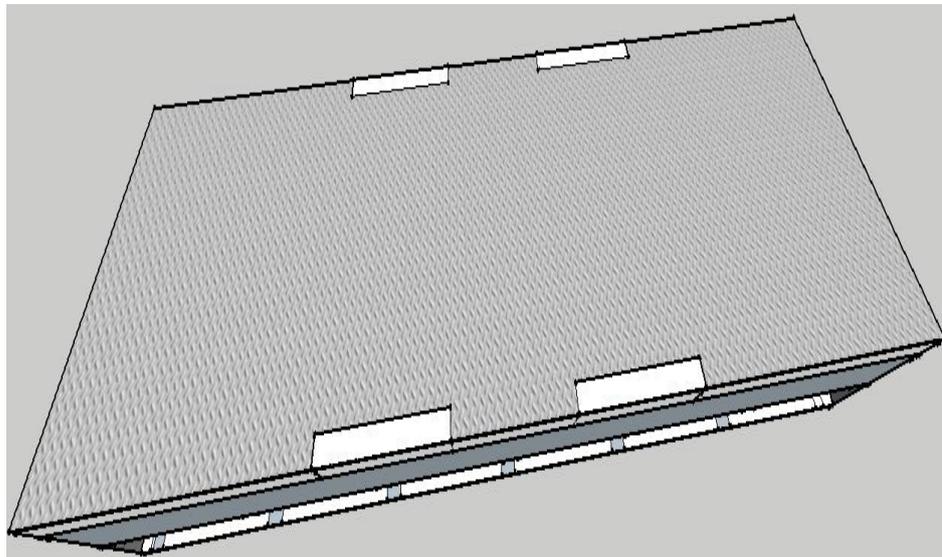
Figura N° 30 : Diseño de los perfiles en **I** para las guías de los trampolines



Fuente: Elaboración propia

En la parte superior o piso de la plataforma serán instaladas planchas estriadas de un espesor de 5 mm (ASTM A36), que será lo suficientemente resistente para soportar el peso de los operarios, herramientas y equipos. Se recomienda que sea estriada para que el operario trabaje de manera firme y segura. Ver la figura 31 y para más detalle ver el Anexo 10.

Figura N° 31 : Diseño del piso de la plataforma



Fuente: Elaboración propia

Calculo de la plataforma:

La plataforma soporta el peso de los trampolines, las barandillas, su peso de la plataforma y las fuerzas a las que lo someterán los operarios.

Los pesos de la maquina se consideran como cargas repartidas, y el peso del operario como carga puntual. Ver en la Tabla 17 los pesos sobre la plataforma.

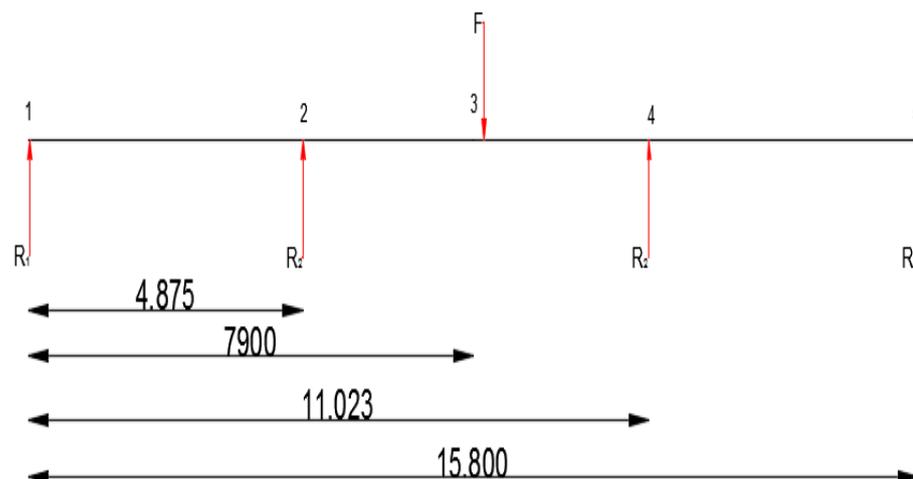
Tabla N° 17 : Pesos sobre la plataforma

PESOS SOBRE LA PLATAFORMA		
ITEM	SECCIONES	MASA
1°	PLATAFORMA	5500 Kg
2°	TRAMPOLINES	3000 Kg
3°	BARANDILLAS	900 Kg
4°	OPERARIOS(8 PERSONAS)	640Kg

Fuente: Elaboración propia

En la figura 32 podemos observar las diferentes reacciones sobre toda la sección de la plataforma con sus respectivas dimensiones para cada punto.

Figura N° 32 : Sección de la plataforma con sus apoyos y los esfuerzos sobre el mismo.

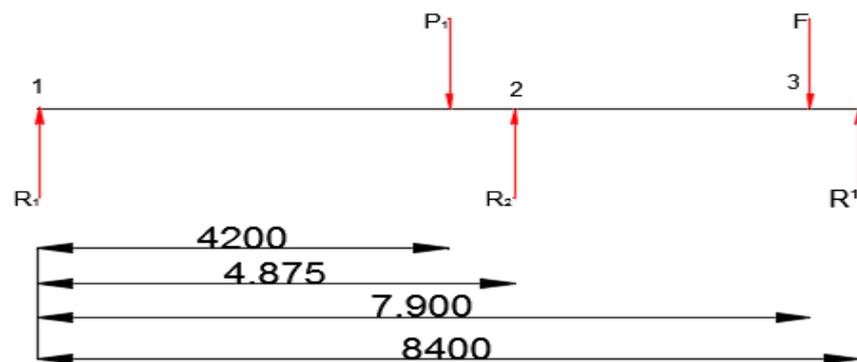


Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de las reacciones resultantes en los diferentes puntos de apoyo de la estructura, Será necesario dividir en dos partes. Como se muestra en las figuras 33 y figura 34.

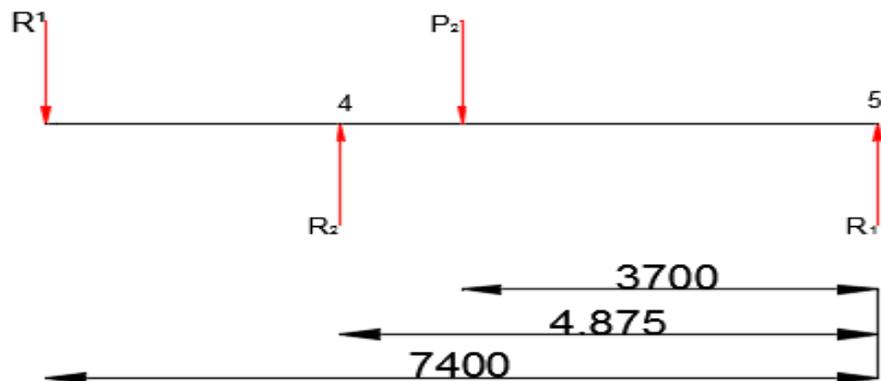
Para cada parte se tomara en cuenta el peso adecuado a la distancia de la barra aplicada en el centro de ésta.

Figura N° 33 : Parte A de la plataforma.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 34 : Parte B de la plataforma.



Fuente: Elaboración Propia

Parte A:

$$\Sigma F=0 \rightarrow P_1 + F = R_1 + R_2 + R_1$$

$$\Sigma M=0 \rightarrow -P_1 \cdot 4200 - F \cdot 7900 + R_2 \cdot 4875 + R_1 \cdot 8400$$

Parte B:

$$\Sigma F=0 \rightarrow P_2 + R_1 = R_1 + R_2$$

$$\Sigma M=0 \rightarrow P_2 \cdot 3700 - R_2 \cdot 4875 + R_1 \cdot 7400$$

Se consiguió que las reacciones R1 Y R2 son:

$$R_1 = 4350 \text{ N}$$

$$R_2 = 30730 \text{ N}$$

Ahora calcularemos la flecha de la sección. Para eso se utilizara el teorema de Castiglino.

$$\delta = \frac{\delta W}{\delta F} = \int_{L_{tot}} \left(\frac{N}{EA} \cdot \frac{\delta N}{\delta F} + \frac{T}{GA_y} \cdot \frac{\delta T}{\delta F} + \frac{M}{EI} \cdot \frac{\delta M}{\delta F} \right) dx$$

Entonces se dividirá la integral en cuatro intervalos. En los dos primeros, F no se interpone ni en T ni en M, por lo que la derivada es cero, dando como resultado cero.

Para el tramo 3 y 4:

$$N = 0$$

$$T = R_1 + R_2 - F - q \cdot x$$

$$M = R_1 \cdot X + R_2 \cdot (X - 4875) - F \cdot (X - 7900) - q \cdot \left(\frac{X^2}{2}\right)$$

$$\frac{\delta T}{\delta F} = -1$$

$$\frac{\delta M}{\delta F} = -(X - 7900)$$

Para el tramo 4 y 5:

$$N = 0$$

$$T = R_1 + 2 \cdot R_2 - F - q \cdot x$$

$$M = R_1 \cdot X + R_2 \cdot (X - 4875) - F \cdot (X - 7900) - q \cdot \left(\frac{X^2}{2}\right) + R_2 \cdot (X - 11000)$$

$$\frac{\delta T}{\delta F} = -1$$

$$\frac{\delta M}{\delta F} = -(X - 7900)$$

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$$

Reemplazando en la integral y efectuar por tramos, se logró:

$$\delta_T = \frac{93961179.77 \text{ mm}^5}{I}$$

También tenemos como resultado la I_{total} la cual será $148 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$.

Ahora reemplazaremos todos estos datos en la ecuación anterior que es:

$$\delta_T = \frac{93961179.77 \text{ mm}^5}{148 \cdot 10^6 \text{ mm}^4} = 1.6 \text{ mm}$$

A continuación se comprobara si el perfil soportara los esfuerzos a los que será sometido y cuál es el coeficiente de seguridad.

$$\sigma_{x\max} = \frac{|M_{z\max}|}{W_z} \leq \sigma_{\text{adm}}$$

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{\sigma_e}{V_{se}} = \frac{230}{1.5} = 153.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{x\max} = 67 \text{ MPa} \ll \sigma_{\text{adm}}$$

3.4.6 Diseño de los trampolines

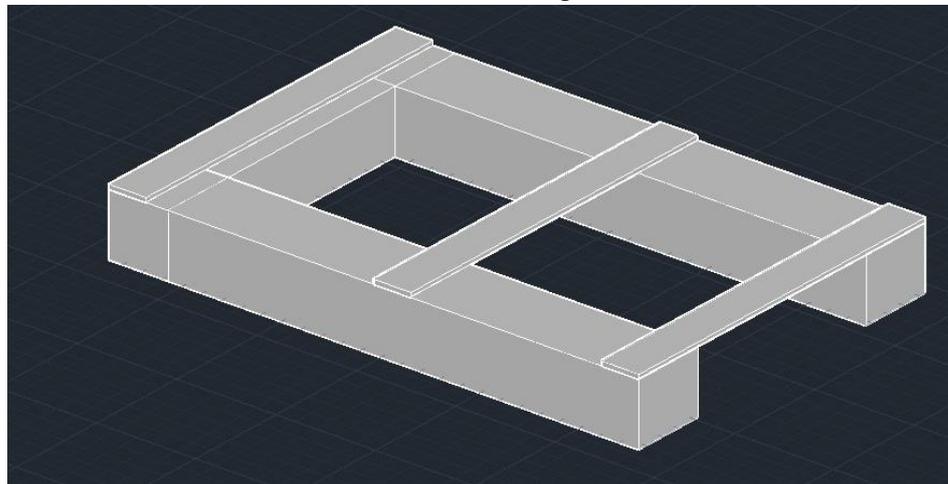
El diseño de los trampolines considera que deberán amoldarse a las diferentes superficies de la aeronave, mientras que estas no sean utilizadas se encontraran escondidos en la parte interior de la plataforma.

Los trampolines se deslizaran mediante las fuerzas ejercidas por los cilindros hidráulicos que accionaran el trampolín .La plataforma cuenta con seis trampolines en consecuencia la cual tendrá que

necesitar seis cilindros hidráulicos para accionar cada uno de ellos. Cada trampolín puede extenderse independientemente, dependiendo de los trabajos a realizar.

Cada uno de los trampolines estarán fabricados de forma rectangular, se utilizará material de acero común como se observa en a figura 35 y el piso será de planchas estriadas de 5 mm de ancho, la carrera de estos trampolines será de 2.5 metros, lo cual permitirá tener un área que se pueda acoplar a las diferentes superficies de la aeronave.

Figura N° 35 : Diseño de la parte estructural de los trampolines de forma rectangular



Fuente: Elaboración propia

En las puntas de los trampolines se colocaran esponjas cuyo propósito es evitar dañar la superficie de las aeronaves y dentro de estas esponjas se colocarán sensores capacitivos, para que detenga automáticamente el trampolín, cuando haga contacto con algún objeto sólido. Ver figura 36 y para más detalle ver el Anexo 9.

Figura N° 36 : Diseño de los seis trampolines.



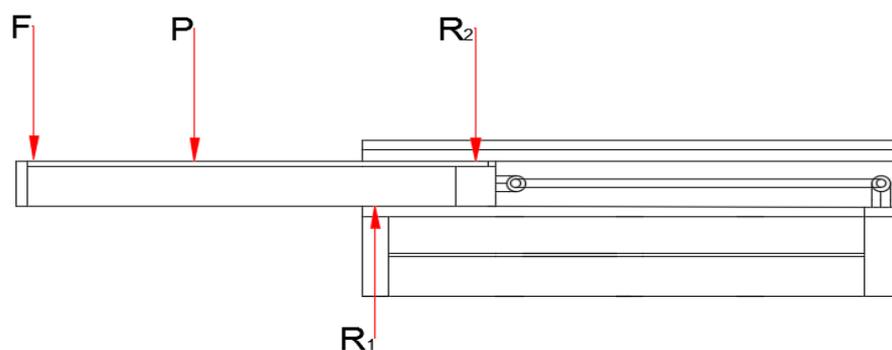
Fuente: Lirio M. J. (2009). Plataforma elevador flexible para el mantenimiento de los sistemas del ala y motores del avión AIRBUS A-380

Calculo de los trampolines:

Se realizará pequeños cálculos para comprobar que la flecha del trampolín en peores condiciones sea óptima, y también que resista el peso a la cual será sometida.

El peso del trampolín es de 3000 kg, lo cual se tendrá en cuenta en los cálculos. En la figura 37 y figura 38 podemos observar que P es el peso del trampolín aplicado a su centro de gravedad, y F es el peso de dos operarios, R_1 y R_2 son las reacciones que están en los apoyos.

Figura N° 37 : Reacciones sobre los trampolines.



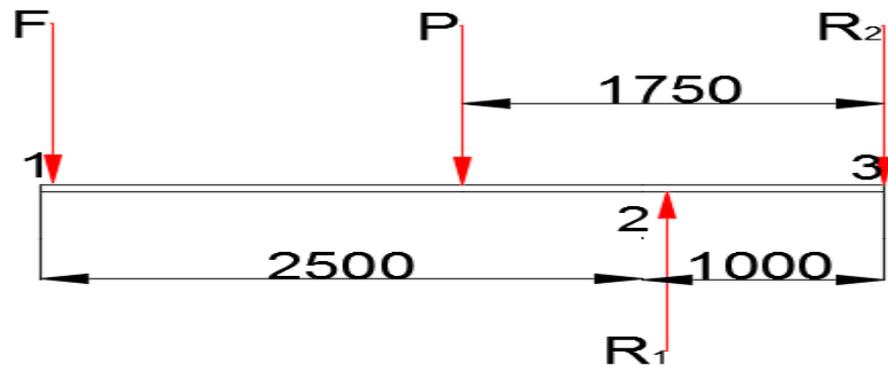
Fuente: Elaboración propia

Se empezara por establecer las condiciones de equilibrio:

$$\Sigma F=0 \rightarrow F+P+R_1=R_2$$

$$\Sigma M=0 \rightarrow -F*(a+b)+P*(a+b)/2-R_2*a=0$$

Figura N° 38 : Esquema simplificado del trampolín



Fuente: Elaboración propia

Tenemos que:

$$a=1000 \text{ mm}$$

$$b=2500 \text{ mm}$$

$$F=2000 \text{ N} / 2=1000 \text{ N}$$

$$P= 750 \text{ N} / 2 =375 \text{ N}$$

Sustituiremos estos datos en las ecuaciones Ec anterior

$$R_1=2737.5 \text{ N}$$

$$R_2=4112.5 \text{ N}$$

Después de haber obtenido estos datos, se calculara el perfil, colocando como requisito que la flecha máxima del trampolín lo cual deberá ser inferior a 5mm ,para estos considerara que el peso del trampolín como una carga repartida $q=0.15 \text{ N/mm}$.

Ahora calcularemos la flecha de la sección. Para eso se utilizara el teorema de Castiglino:

$$\delta = \frac{\delta W}{\delta F} = \int_{L_{tot}} \left(\frac{N}{EA} \cdot \frac{\delta N}{\delta F} + \frac{T}{GA_T} \cdot \frac{\delta T}{\delta F} + \frac{M}{EI} \cdot \frac{\delta M}{\delta F} \right) dx$$

Para esta sección se dividirá la integral en dos intervalos del punto 2, y de 2 a 3.

Para el tramo 1 y 2:

$$N = 0$$

$$T = -F - q \cdot x$$

$$M = -F \cdot X - q \cdot \left(\frac{X^2}{2}\right)$$

Para el tramo 2 y 3:

$$N = 0$$

$$T = -F - q \cdot x + R_2$$

$$M = -F \cdot X - q \cdot \left(\frac{X^2}{2}\right) + R_2 \cdot (X - 2500)$$

Por lo que:

$$\delta_1 = \frac{\delta W}{\delta F} = \int_0^{2500} \left(0 - \frac{-F - q}{GA_y} (-1) + \frac{-F \cdot x - \frac{q \cdot X^2}{2}}{EI} * (-X) \right) dx + \int_{2500}^{3500} \left(0 - \frac{-F + R_2 - q}{GA_y} (-1) + \frac{-F \cdot x - \frac{q \cdot X^2}{2} + R_2 \cdot (X - 2500)}{EI} * (-X) \right) dx$$

Donde:

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$G = 8 \cdot 10^4 \text{ MPa}$$

Resolviendo la ecuación Ec se obtuvo:

$$\delta_T = \frac{16504118 \text{ mm}^5}{I}$$

Se concluyó que el perfil apropiado para los trampolines es un tubo rectangular de acero AISI 1035.

Ahora reemplazando los datos obtenidos en la ecuación anterior.

$$\delta_T = \frac{16504118 \text{ mm}^5}{637,8 \cdot 10^4 \text{ mm}^4}$$

$\delta_T = 2.5 \text{ mm}$ cumple con los requisitos

Luego comprobamos que el perfil soportara los esfuerzos a los que estará sometido, y cuál es su coeficiente de seguridad.

$$\sigma_{xmax} = \frac{|M_{zmax}|}{W_z} \leq \sigma_{adm}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{\sigma_e}{V_{se}} = \frac{230}{1.5} = 153.33 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{xmax} = 20 \text{ MPa} \ll \sigma_{adm}$$

Cilindros de los trampolines:

Los cilindros que serán colocados en la sección de los trampolines no harán grandes esfuerzos. Estos trampolines irán colocados en la parte interna de la plataforma.

Los cilindros tendrán un diámetro de 40 mm y una carrera de 2.500 mm. El cilindro tendrá la presión de trabajo de 320 bar, lo cual trabajara a 250 bar .el cilindro ejercerá una fuerza de 31400 N empujando y 21.900 N estirando.

El cilindro utilizado para los trampolines es del fabricante Hydrowa.

3.4.7 Diseño de barandillas

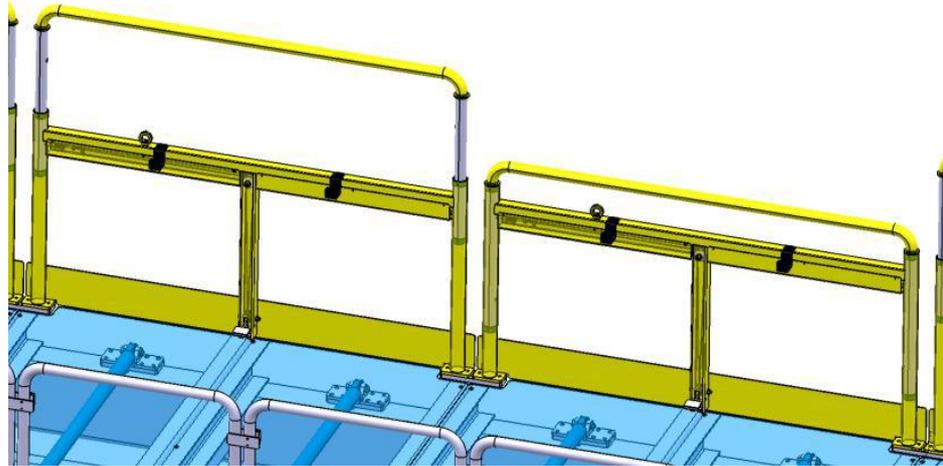
Las barandillas se usan como un componente de seguridad para garantizar la integridad del operario. Estas mayormente cuentan con puertas de entrada y salida integradas en las barandillas.

Las barandillas tendrán dos puerta de acceso a la plataforma, una será ubicado en la misma dirección de la escalera telescópica y la otra estará ubicada al costado de la escalera telescópica y se utilizará únicamente cuando la plataforma este plegada.

Las barandillas deberán ser flexibles, para que puedan adecuarse a las necesidades del operario. Para esta plataforma las barandillas que se van a usar son telescópicas, ya que permiten regularse o

graduarse según las altura o posición que desee el operario o forma de la aeronave. Ver en la figura 39.

Figura N° 39 : Diseño de las barandillas telescópicas reguladas

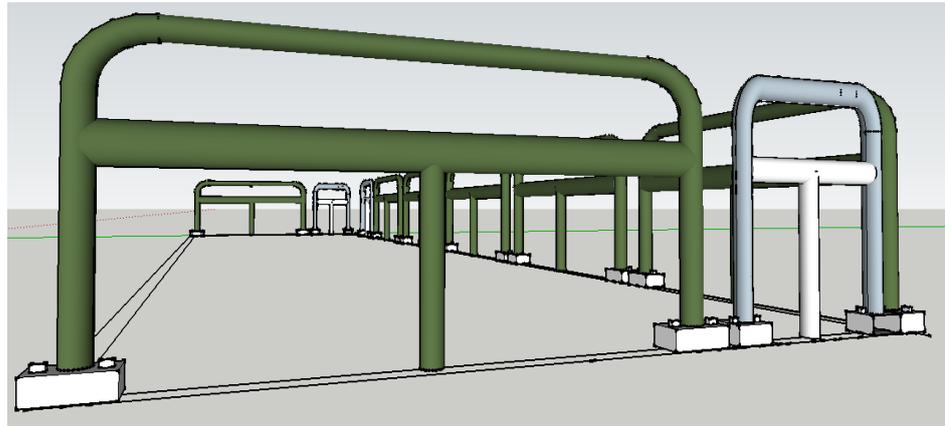


Fuente: Lirio M. J. (2009). Plataforma elevador flexible para el mantenimiento de los sistemas del ala y motores del avión AIRBUS A-380

Para conseguir un buen desplazamiento al bajar o subir las barandillas, el operario deberá hacerlo manualmente.

Las barandillas estarán sujetas a la plataforma. Al extenderse o recoger los trampolines del interior de la plataforma arrastrará las barandillas telescópicas y se adecuará al área requerida por el trampolín. Estas barandillas que serán adecuadas al trampolín también cumplen la función de retraerse, por lo cual el operario pueda trabajar con mayor comodidad. Los operarios tienen que asegurarse mediante arneses de seguridad, los que estarán ubicados fijos en lugares específicos de las barandillas que puedan soportar mayores esfuerzos. Ver figura 40.

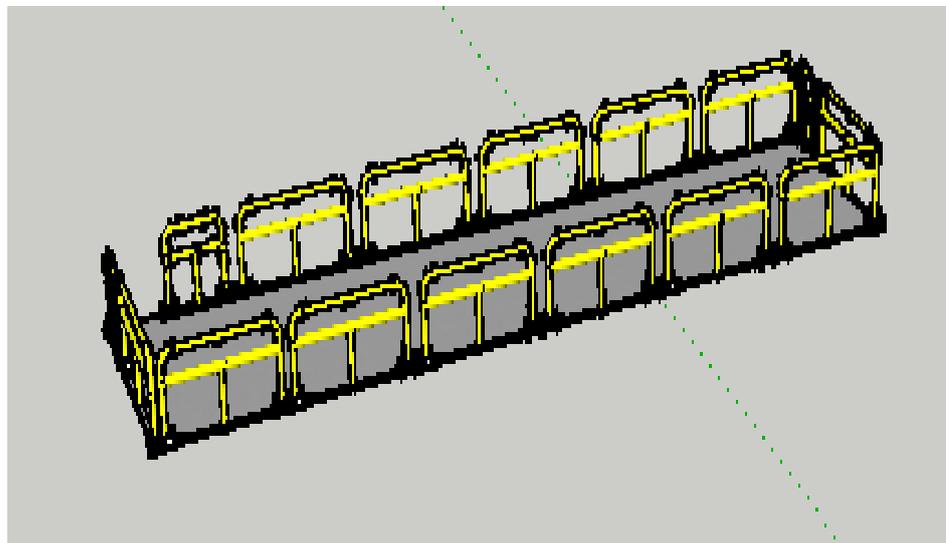
Figura N° 40 : Diseño de las barandillas acopladas a los trampolines.



Fuente: Elaboración propia

Las barandillas diseñadas de aluminio en la parte de los trampolines, para permitir la manipulación del operario y las otras secciones de la plataforma serán diseñadas de aceros comunes, como se muestra en la siguiente figura 41 y para más detalle ver el Anexo 4.

Figura N° 41 : Diseño de todo el conjunto de las barandillas



Fuente: Elaboración propia

3.4.8 Diseño de escaleras

Para el diseño de las escaleras en la plataforma se considera dos tipos de escaleras: las escaleras extensibles y las escaleras simple para ser usadas cuando la plataforma este plegada.

Escaleras extensibles:

Esta escalera servirá cuando la plataforma este a una altura determina o su máxima altura, permitirá que el operario pueda retirarse de la plataforma sin que se paralice los trabajos.

Una escalera telescópica será colocada en la parte frontal trasera de la plataforma, y se ira desplegando cuando la plataforma suba a la altura requerida por el operario.

Esta escalera telescópica contará con 10 tramos, las cuales serán fijos en la plataforma .Las que estarán aseguradas en la parte del chasis y de la plataforma, los otros tramos se utilizarán en medio de los dos, permitiendo el deslizamiento.

Esta escalera será diseñada de aluminio anodizado, ya que el aluminio se oxida muy rápido en contacto con el oxígeno. La escalera telescópica será fabricada por la Empresa Maniocenter.

Cuando el operario se encuentre a la altura máxima y desea descender, obligatoriamente tendrá que utilizar su arnés de seguridad para evitar que caiga al suelo, si se resbalara de la escalera. Se muestra en la siguiente figura 42.

Figura N° 42 : Diseño de escalera telescopico



Fuente: Empresa maniocenter

Escalera simple:

Estas escaleras serán usadas cuando el operario requiera subir algunas herramientas, equipos o piezas para ser reemplazadas por alguna reparación. Son de uso comercial y serán fabricadas de acero común y tendrán un Angulo indicado para realizar los trabajos con poco esfuerzo. Esta escalera no será un componente fijo de la plataforma, se adecuará o compactará a la plataforma para que el operario pueda subir las herramientas, equipos o piezas intercambiables. Ver la Figura 43.

Figura N° 43 : Diseño de escalera simple



Fuente: Elaboración propia

3.4.9 Diseño de las ruedas

Las ruedas son piezas que permiten el desplazamiento de la plataforma, suelen ser de reducido tamaño, con la finalidad de mantener el centro de gravedad de la maquina lo más bajo posible para conseguir la mayor estabilidad.

Las ruedas son muy importantes, ya que deben soportar el peso del chasis, de la plataforma con los operarios y de las demás secciones.

Deberán ser movibles y giratorias, tal que permita la maniobrabilidad de la plataforma y para poder ubicarlas en las

diferentes posiciones que requiera el operario para el mantenimiento de la aeronave.

Para el sistema de dirección se utilizara las rueda giratorias con frenos, ya que generan menos costo, el soporte será fabricado de acero soldado extremadamente robusta, con cojinetes axiales ranurados de bolas y cojinete de rodillos cónicos. La cabeza giratoria estará protegido contra el polvo y agua, con engrasador, con vástago central muy robusto, soldado, atornillado y asegurado. El eje de la rueda se encuentra atornillado. Como se muestra en la siguiente figura 44.

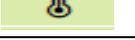
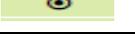
Figura N° 44 : Diseño de las ruedas



Fuente: Empresa Blicke Extrathane

Las ruedas son fabricadas por la empresa “Blicke Extrathane” que empleo como material el elastómero de poliuretano de alta calidad, tiene una marcha silenciosa, resistente a la rodadura, resistente a la abrasión y muy buena unión química con el núcleo. En la Tabla 18 se muestra con más detalle los datos técnicos de esta rueda.

Tabla N° 18 : Datos técnicos de la rueda y sus componentes

DATOS TÉCNICOS			
ITEM	CARACTERISTICAS	SIMBOLOGIA	ESPECIFICACIONES
1	Dimensión de platina		400 x 300
2	Distancia agujeros		340 x 240
3	Ø Agujero tornillo		26
4	Ø Rueda		600 mm (D)
5	Ancho rueda		200 mm (T2)
6	Capacidad de carga		12000 kg
7	Altura total		730 mm (H)
8	Voladizo rueda girat.		130 mm
9	Resistencia a la temperatura		-30 ° C
10	Resistencia a la temperatura hasta		70 ° C
11	Dureza de banda de rodadura		92° Shore A
12	Tipo de rodamiento		Cojinete a bolas

Fuente: Empresa blickle extrathane

El chasis contará con seis ruedas giratorias con freno, que cada una estará instalada en las esquinas de los cajones aligerados a lo largo del chasis, ubicados en su parte lateral.

Se utilizará seis de estas ruedas para que pueda soportar el peso del chasis, plataforma y de los otros mecanismos con los operarios. Las ruedas podrán soportar el peso de hasta 45000kg. Para más detalle ver en el Anexo 6.

3.5 Conclusiones

- Se logrará diseñar la plataforma hidráulica regulada aplicada al mantenimiento de los aviones Boeing 767-400.
- Se logrará minimizar el peligro de los accidentes e incidentes, ya que las plataformas hidráulicas reguladas cuentan con un sistema de barandillas muy seguras y resistentes. También cuenta con un sistema de ocho pies hidráulicos, que hace más segura a la plataforma en el momento de realizar los trabajos.
- Se logrará reducir los tiempos de producción en los diferentes trabajos realizados, debido que la plataforma cuenta con un área de grandes dimensiones, que permite que nueve operarios trabajen al mismo tiempo, permitiendo disminuir los tiempos por cada tarjeta de trabajo.
- Se logrará reducir los re-trabajos en el pintado de la aeronave Boeing 767-400, ya que la plataforma cuenta con un sistema de trampolines que se puede adecuar a las diferentes áreas de difícil acceso de la aeronave, además el sistema de trampolines permite que los operarios realicen trabajos de pintura de manera firme e uniforme.

3.6 Recomendaciones

- Realizar la limpieza general de la plataforma, así como en las superficies de trabajo, en busca de posibles derrames de aceites o líquido hidráulico, evitando la presencia de objetos extraños.
- Inspeccionar visualmente las soldaduras de la plataforma para detectar cualquier daño o defecto estructural.
- Comprobar el correcto funcionamiento de las tijeras, debiendo subirlas y bajarlas.
- La plataforma deberá ser utilizada en un piso compacto, resistente y uniforme, para evitar cualquier accidente.
- Cuando se esté trabajando sobre la plataforma los operarios deberán mantener siempre los dos pies sobre la misma .Además deberán utilizar los cinturones de seguridad o arneses, los que ser anclados en las barandillas.
- Comprobar que el peso total que se coloque sobre la plataforma no superen la carga máxima de utilización.
- Cercar o restringir el ingreso a la zona de trabajo para evitar que las personas ajenas, permanezcan en las proximidades.
- No se deben utilizar elementos de apoyos sobre la plataforma para ganar mayor altura.
- Al finalizar todo los trabajos se deberá cerrar todos los contactos, además se deberá verificar la inmovilización y frenando las ruedas si es necesario.
- Antes de ingresar a la plataforma los operarios deben colocarse los equipos de protección individual adecuados (chalecos reflectantes, calzados de seguridad cascos, guantes, gafas de seguridad).
- La cantidad máxima de personas para la plataforma no se debe exceder de 9.

- Se recomienda usar aceite ISO VG 46 para los sistemas hidráulico o grupo hidráulico.
- Se recomienda que cuando se reemplace el aceite vaya acompañada de una limpieza del depósito y del equipo.

CAPITULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1 Leyes y normativas

- Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (INSHT). (2015).Plataformas elevadoras móviles de personal (I): gestión preventiva para su uso seguro.
- UNE-EN 280. (2014).Plataforma móviles de personal. Calculo de diseño .criterios de estabilidad, construcción, seguridad, exámenes y ensayos.
- UNE 58921. (2002), Instrucciones para la instalación, manejo, mantenimiento, revisiones e inspecciones de las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).

4.2 Libros

- ASM International Handbook Committee. (1990).Volume 01- Properties and Seleccction:Irons,Steels, and High-Performance Alloys.
- Franklin Mill (2007), Aerial Lift Safety:operating requirements retrieved online.
- Gupta, R.K. (2006), Machine Design, 4th Edition, Eurasia publishing house, LTD.

4.3 Manuales

- Boeing 767 (Diciembre, 2013).Airplane Characteristics for Airport planning.

4.4 Tesis

- Bravo, R.&Pildain Raymundo (2006).mantenimiento aeronáutico (tesis de pregrado).Universidad Nacional Experimental politécnica .
- Chávez P. D. (2015). Elevador de tijeral por accionamiento hidráulico (Tesis de pregrado), Universidad De La Laguna San Cristóbal de la Laguna en España.
- Lirio M. J. (2009). Plataforma elevador flexible para el mantenimiento delos sistemas del ala y motores del avión AIRBUS A-380.Universidad Politécnica de Catalunya.

- Maldonado A. M. (2015). Diseño de una plataforma elevadora de tijera .Generación de su prototipo virtual y simulación mecánica. Universidad politécnica de valencia en España.
- Tian H. Z. (2011).Diseño y simulación basado en Pro/E para una plataforma elevadora hidráulica de tipo tijera, Universidad de la unión de Beijing en China.

4.5 Página web

- Blicke (2016).Ruedas dobles.
- Esquivias, E. (2014). Mantenimiento de aeronaves. Recuperado de <https://prezi.com/3q8js5m642v2/mantenimiento-de-aeronaves/?webgl=0>.
- Flexible lefeline systems(2016).plataforma de mantenimiento para aviacion .Recuperado de proteccioncontracaidas.com/fall-arrest-systems/aircarft/aircraft-pap.asp.
- Maqlift. (2015).plataforma de tijeras electricas.recuperado de www.maqlift.com/jlg/plataforma-tijeras-electricas.
- Pérez, J.L. (2009).El mantenimiento de los aviones .Recuperado de elblogdelvuelo.es/el-mantenimiento-de-los-aviones.html.
- Ruthmann professionals at work(2016)steiger.Recuperado de www.ruthmann.de/main.php?target=steiger.
- Spika. (2016).Works Platforms .Recuperado de <https://www.spikamfg.com/products/work-platforms/#29d8ddc6>.
- TAI SpecialSteel (2016). AISI 4340 Steel. Recuperado de www.astmsteel.com/product/4340-steel-aisi/.
- Understanding Scissor Deflection, Retrieved online .Recuperado por www.Autoquip.com.

CAPITULO V: GLOSARIO DE TERMINOS

5.1 Glosario de términos

A

Abrasión: Es la acción mecánica de rozamiento y desgaste que provoca la erosión de un material.

Aeronave: Toda máquina que pueda sustentarse en la atmosfera por reacciones del aire que no sean las reacciones de la misma contra la superficie de la tierra.

AISI (American Iron and Steel Institute): Conocido por ser una clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos.

ASTM (American Society For Testing and Materials): Es una organización de normas internacionales que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas para una amplia gama de materiales, producto, sistema y servicios.

Anodizado: Es el proceso electrolítico de pasivacion utilizado para incrementar el espesor de la capa natural de óxido en la superficie de la pieza metálica. Se utiliza para el aluminio para generar una capa de protección artificial mediante el óxido protector del aluminio.

ANSI: Instituto Nacional Estadounidense que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas.

ATA (Actual Time of Arrival) 100: Es una clasificación para mantenimiento de los sistemas individuales de referencias común para todas las aeronaves.

AutoCAD: Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujos 2D y 3D.

B

Boletines De Servicios: Son mandatorios en los cuales se requieren alguna modificación o inspección del motor, para ser cumplida n el tiempo específico.

Boroscopia: Este ensayo permite inspeccionar interiormente equipos, sin acceso observando en vivo la transmisión de las imágenes que envía la fibra por medio de un monitor externo.

C

CNC: El control numérico es un sistema de automatización de máquinas herramienta que son operadas mediante comandos programados en un medio de almacenamiento, en comparación con el mando manual mediante palancas.

D

Decapado: Es un tratamiento superficial de metales que se utiliza para eliminar impurezas , tales como manchas , contaminaciones inorgánicas .se utiliza una solución denominado de licor de pasivado , que contiene ácidos fuertes para remover impurezas superficiales , antes de realizar las otras operaciones como soldadura , pintado .

DGAC: Dirección General de Aeronáutica Civil es un órgano de línea de ámbito nacional que ejerce la autoridad aeronáutica civil en el Perú se encarga de fomentar, regular y administrar de desarrollo de las actividades.

H

Hangar: es un lugar utilizado para guardar aeronaves, generalmente de grandes dimensiones y situado en los aeródromos.

P

Paletizados: es la acción y efecto de disponer mercancía sobre un palé para su almacenaje y transporte. Las cargas se paletizan para conseguir uniformidad y facilidad de manipulación; así se ahorra espacio y se rentabiliza el tiempo de carga, descarga y manipulación.

PEMP: La plataforma elevadora móvil de personal.

R

Re-trabajo: Esfuerzo adicional necesario para la corrección de una inconformidad en algún producto.

T

Tenacidad: la energía de la deformación total capaz de absorber o acumular un material de alcanzar la rotura en condiciones de impacto, por acumulación de dislocaciones.

O

OMA: Organización de Mantenimiento Aprobado.

U

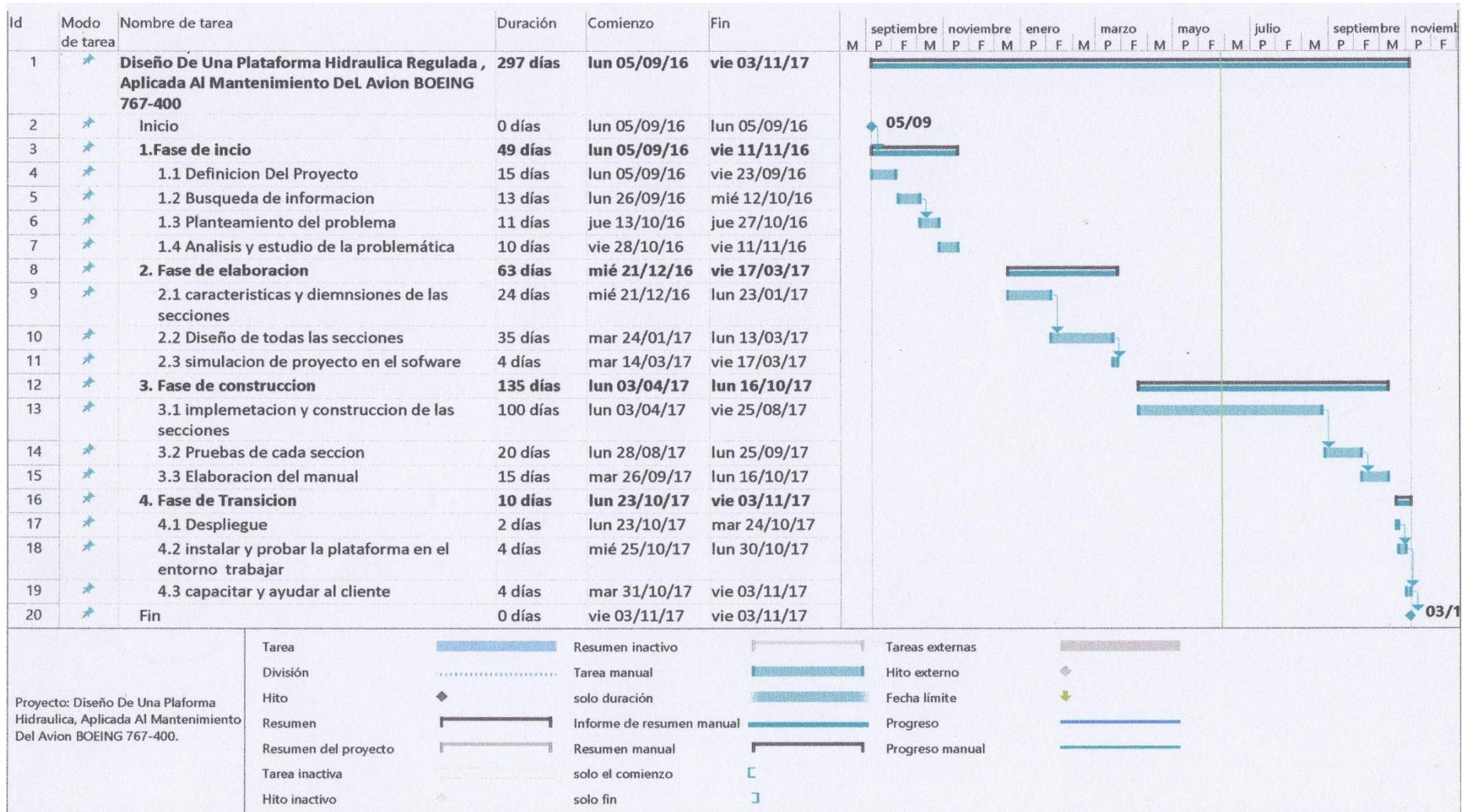
UNE: Son un conjunto de normas, normas experimentales e informes (estándares) creados en el comités técnicos de normalizaciones.

Z

Zincado: es el recubrimiento de una pieza de metal con un baño de zinc para protegerla de la oxidación y de la corrosión, mejorando además su aspecto visual.

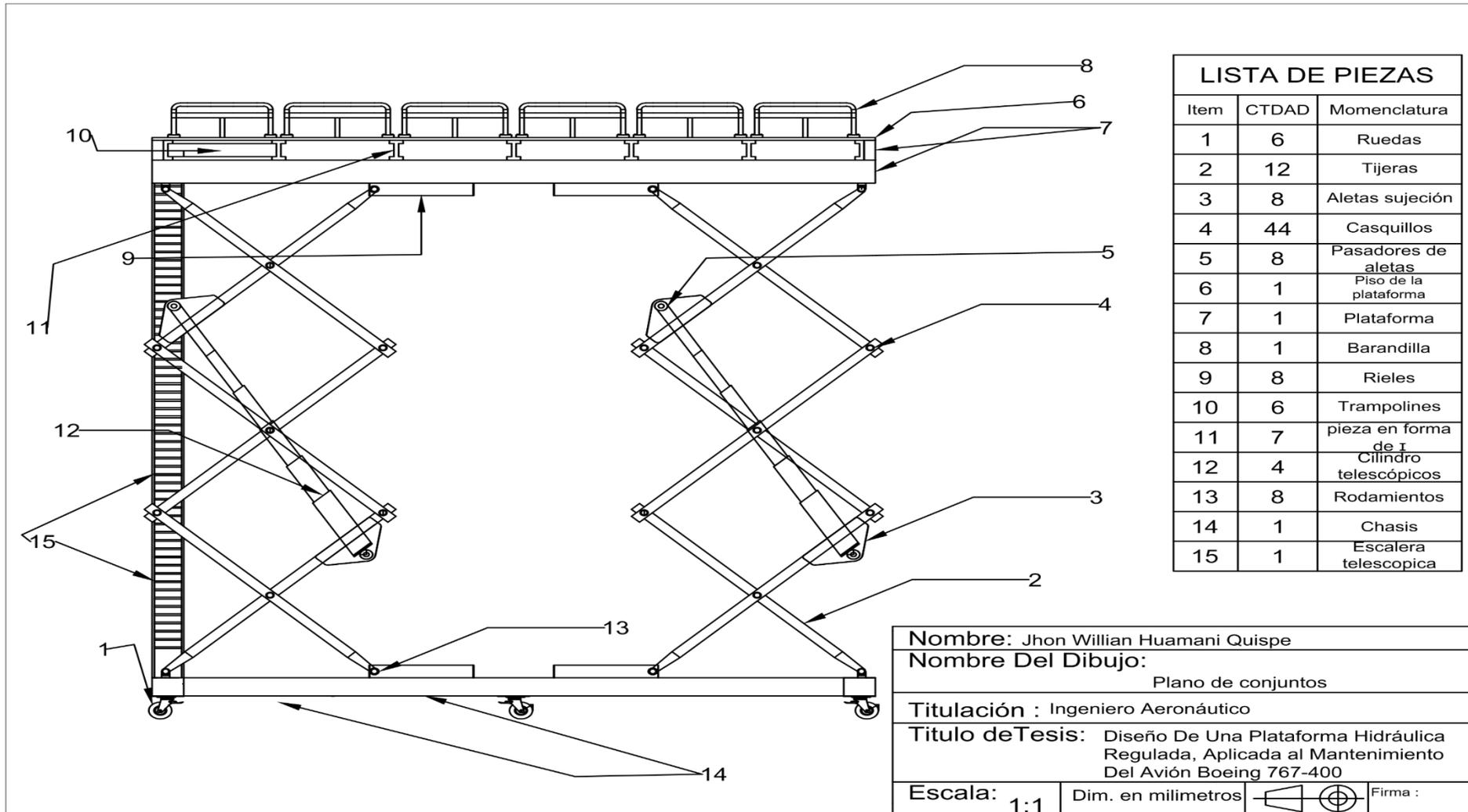
CAPITULO VI: ANEXOS

Anexo N° 1 : Diagrama de actividades



Fuente Elaboración propia

Anexo N° 2 : Plano del conjunto

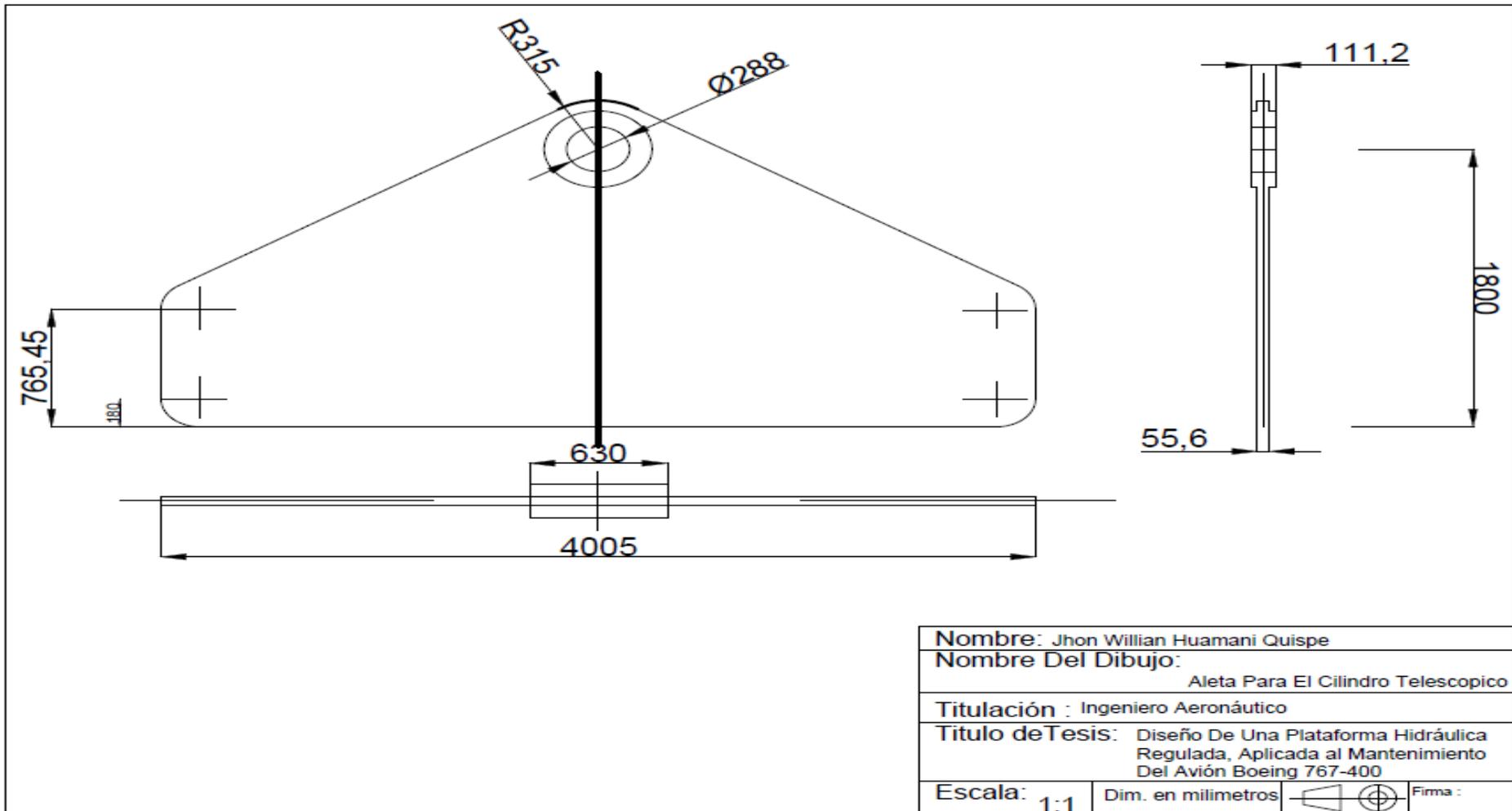


LISTA DE PIEZAS		
Item	CTDAD	Momenclatura
1	6	Ruedas
2	12	Tijeras
3	8	Aletas sujeción
4	44	Casquillos
5	8	Pasadores de aletas
6	1	Piso de la plataforma
7	1	Plataforma
8	1	Barandilla
9	8	Rieles
10	6	Trampolines
11	7	pieza en forma de I
12	4	Cilindro telescópicos
13	8	Rodamientos
14	1	Chasis
15	1	Escalera telescópica

Nombre: Jhon Willian Huamani Quispe		
Nombre Del Dibujo: Plano de conjuntos		
Titulación : Ingeniero Aeronáutico		
Titulo de Tesis: Diseño De Una Plataforma Hidráulica Regulada, Aplicada al Mantenimiento Del Avión Boeing 767-400		
Escala: 1:1	Dim. en milímetros	Firma :

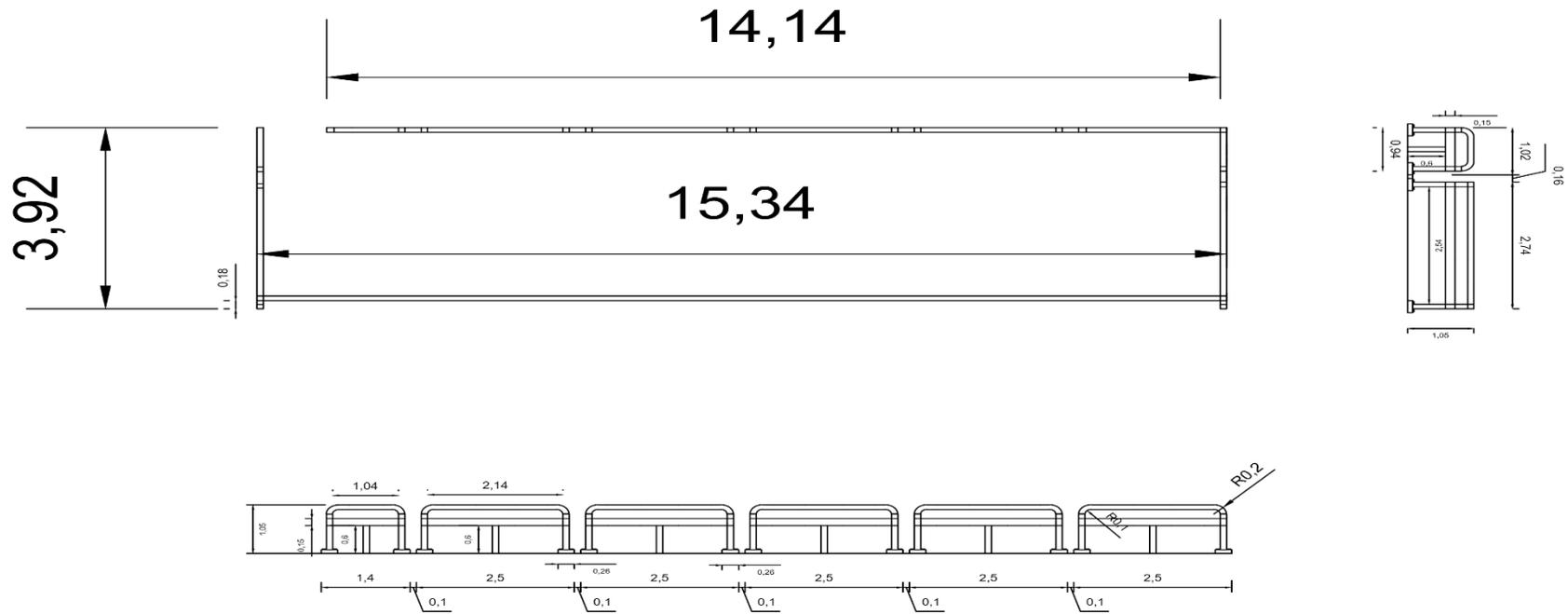
Fuente Elaboración propia

Anexo N° 3 : Plano de aleta de sujeción del cilindro telescópico



Fuente Elaboración propia

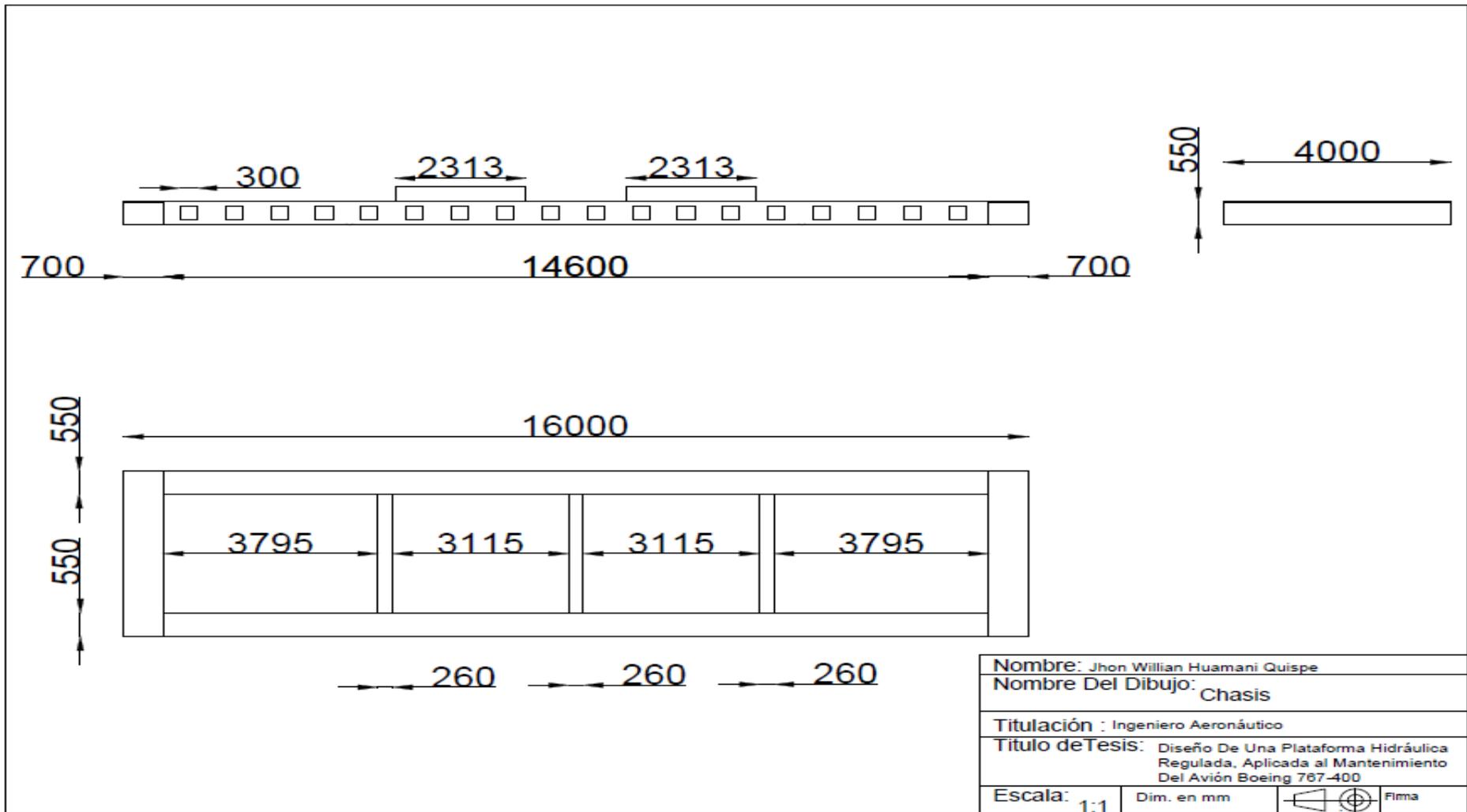
Anexo N° 4 : Plano de la barandilla



Nombre: Jhon Willian Huamani Quispe		
Nombre Del Dibujo: Barandilla		
Titulación : Ingeniero Aeronáutico		
Título de Tesis: Diseño De Una Plataforma Hidráulica Regulada, Aplicada al Mantenimiento Del Avión Boeing 767-400		
Escala: 1:1	Dim. en metros	Firma :

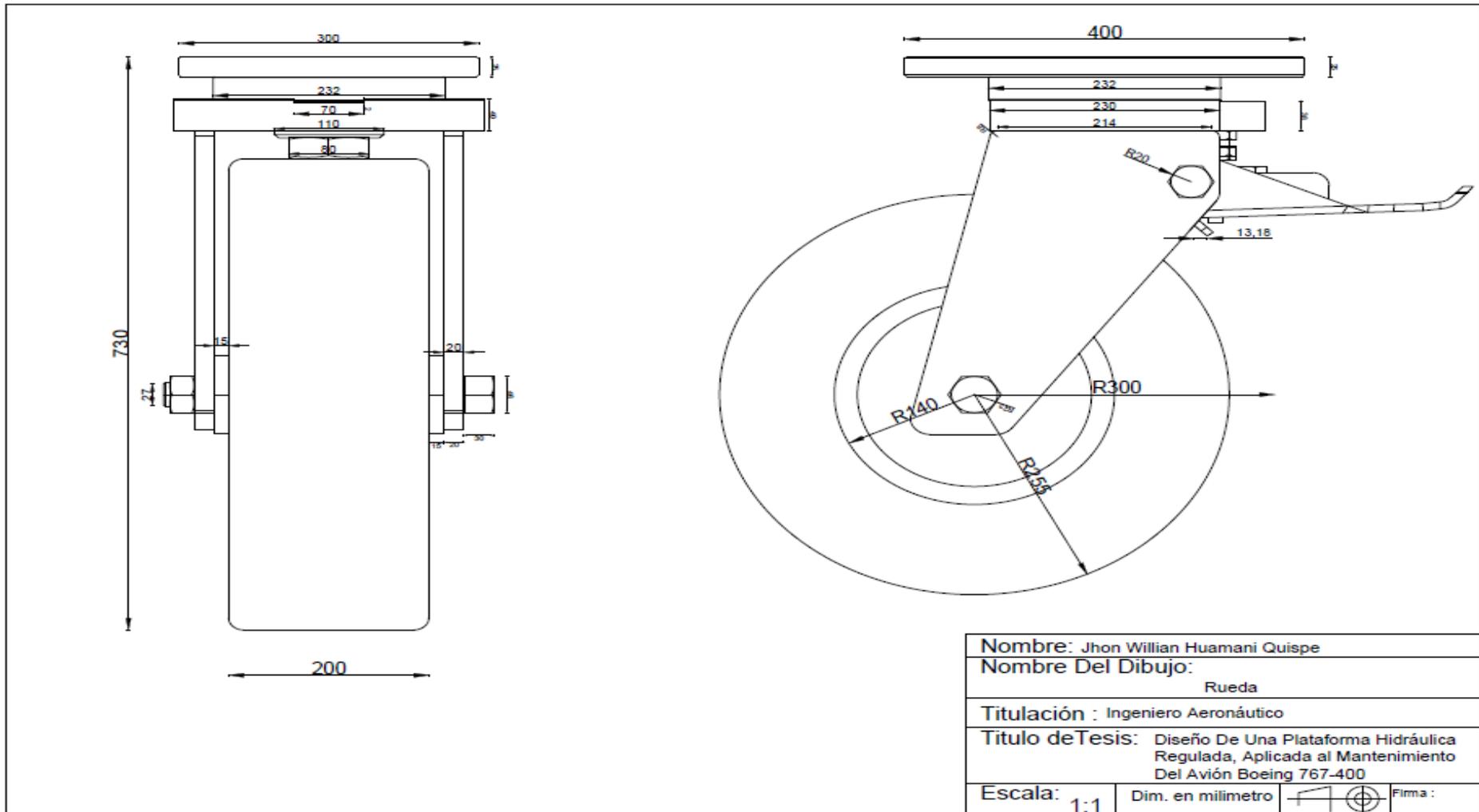
Fuente Elaboración propia

Anexo N° 5 : Plano del chasis



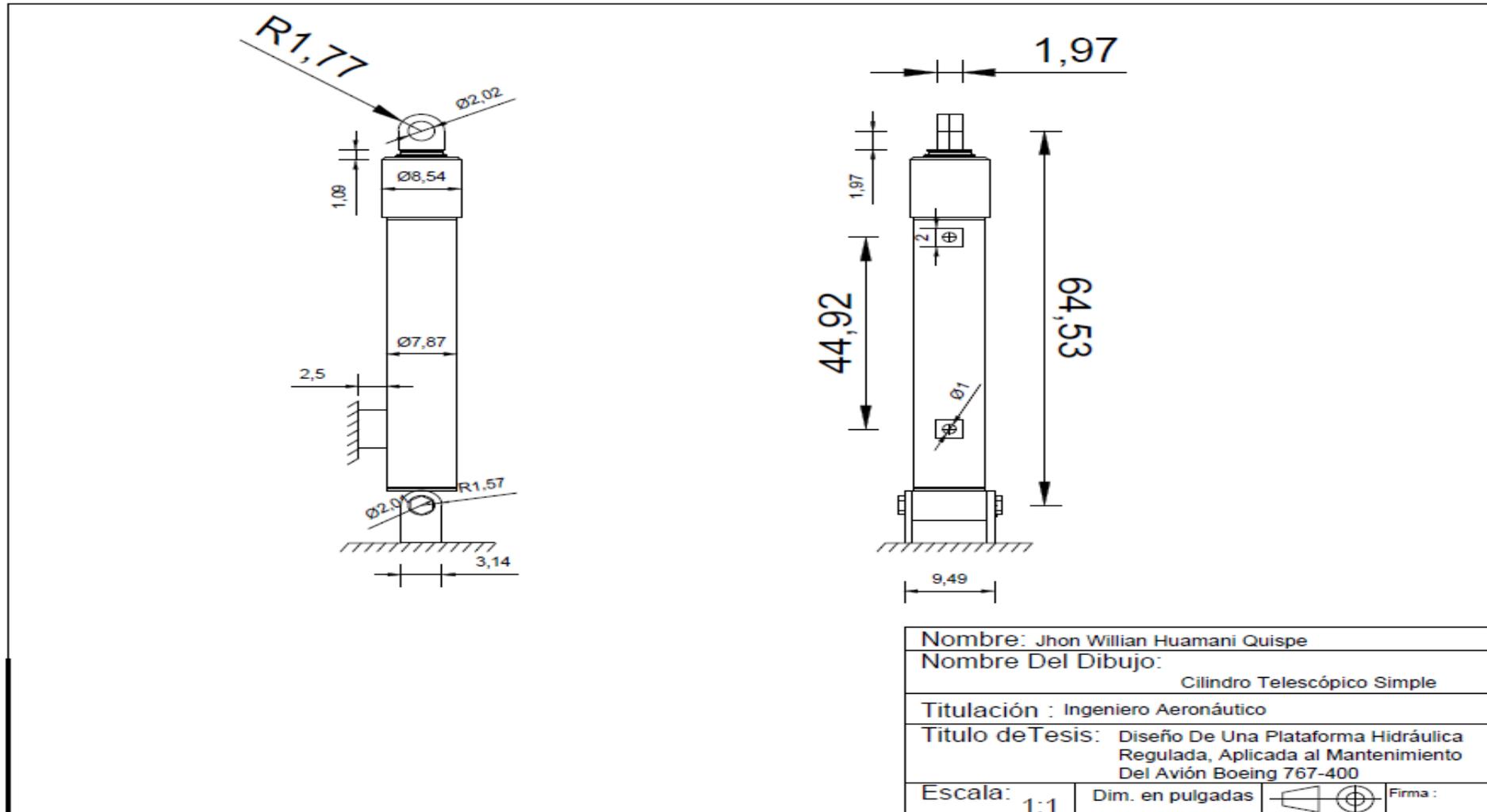
Fuente Elaboración propia

Anexo N° 6 : Plano de las ruedas



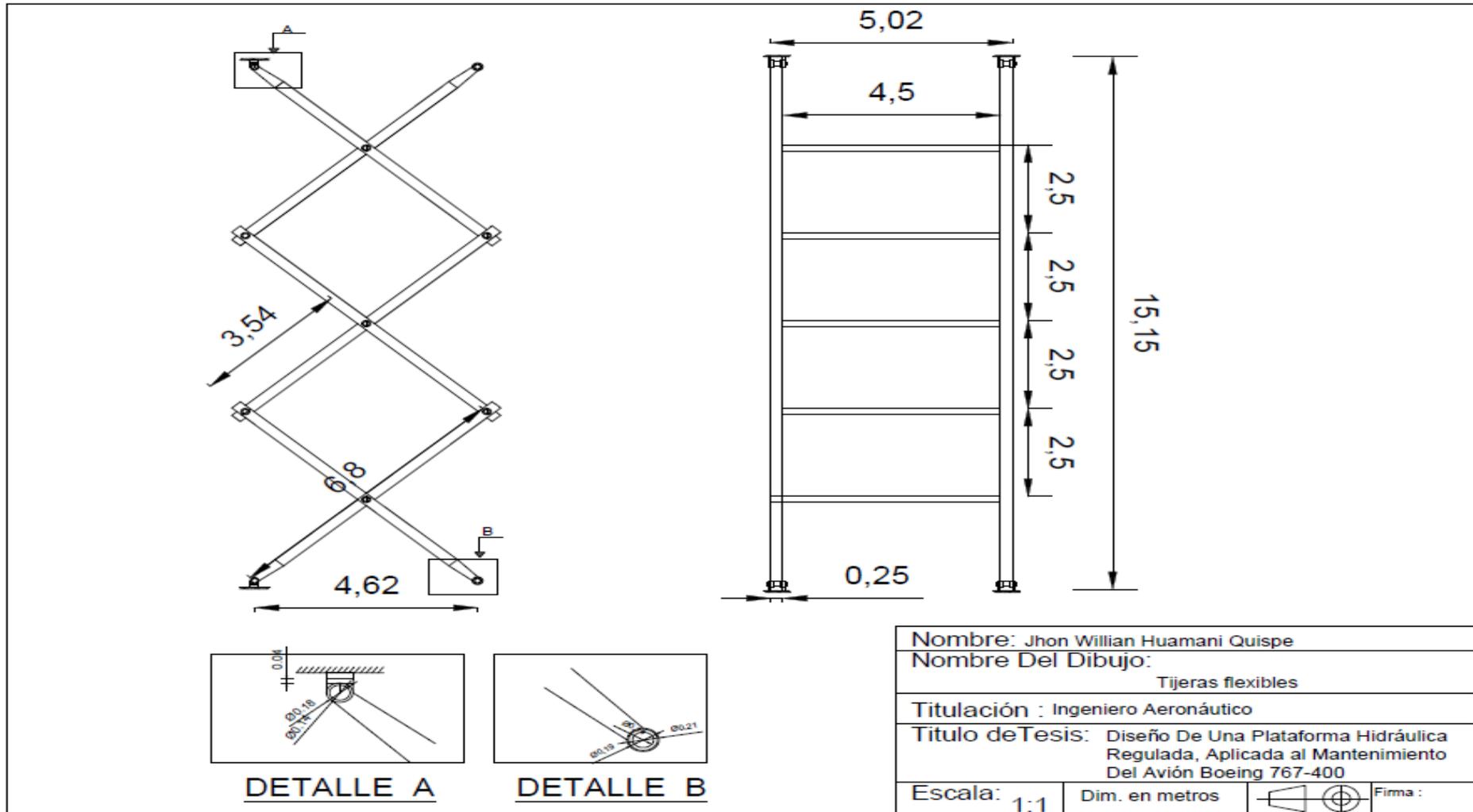
Fuente Elaboración propia

Anexo N° 7 : Plano del cilindro telescópico simple



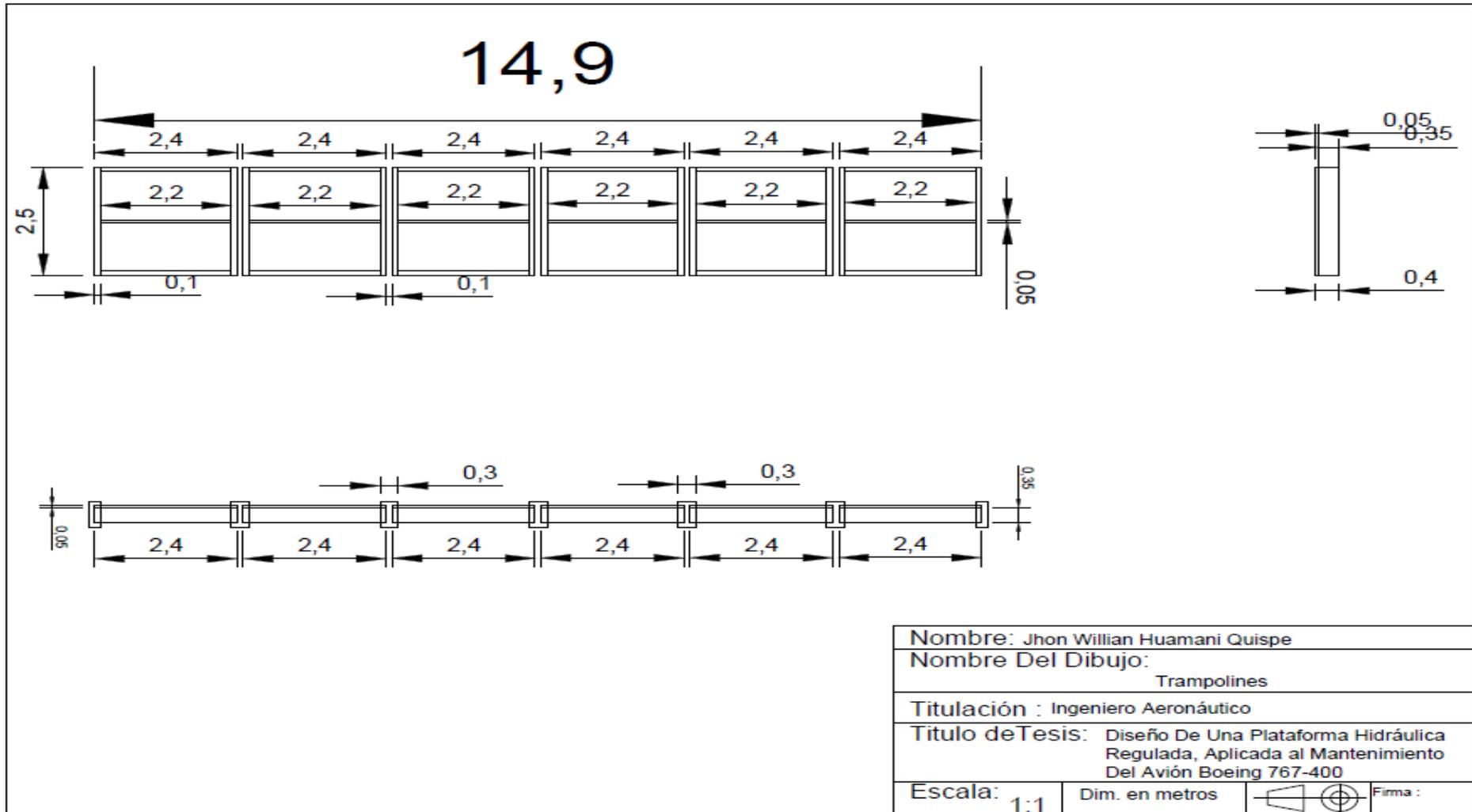
Fuente Elaboración propia

Anexo N° 8 : Plano de las tijeras flexibles



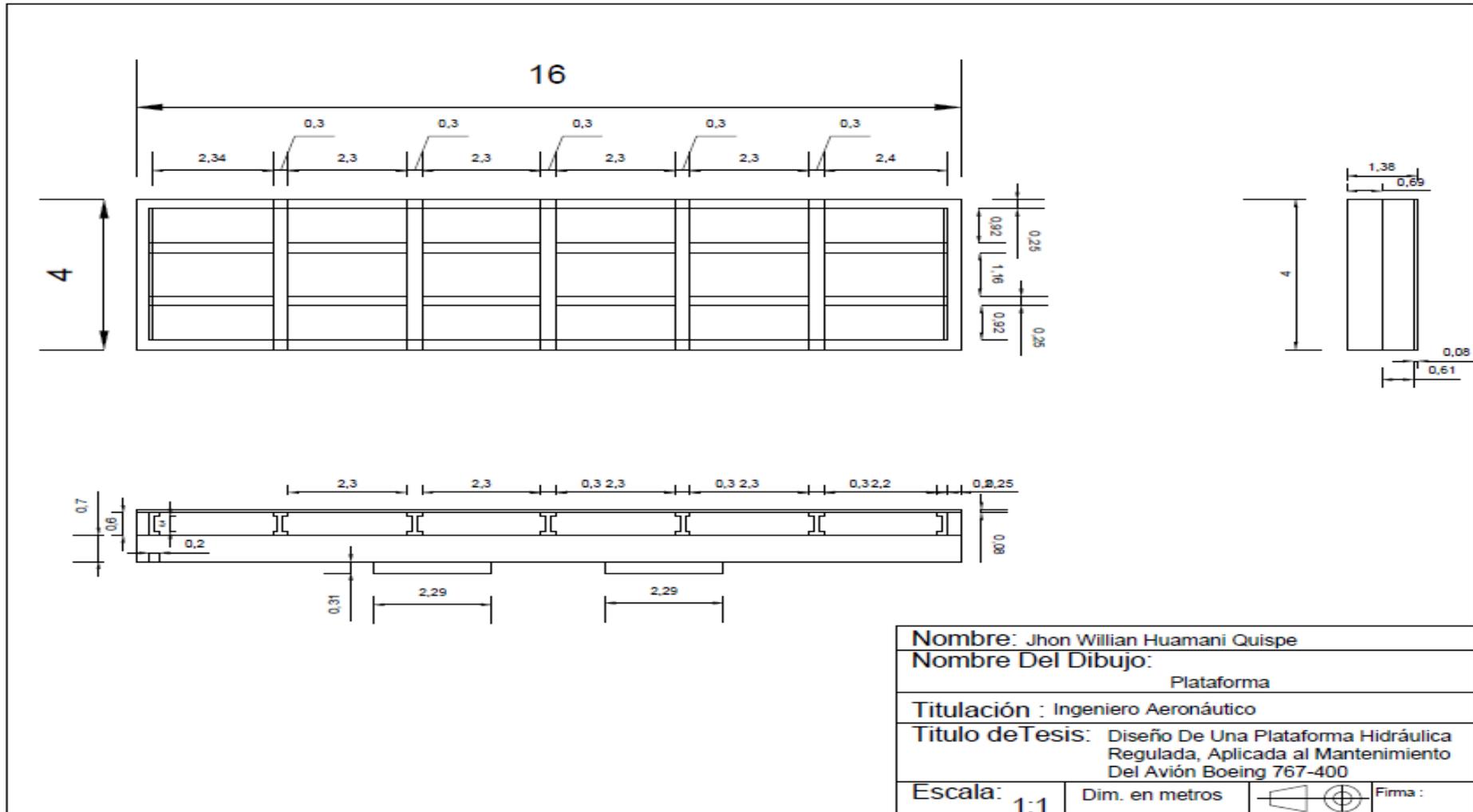
Fuente Elaboración propia

Anexo N° 9 : Plano de los trampolines



Fuente Elaboración propia

Anexo N° 10 : Plano de la plataforma



Fuente Elaboración propia