



**Universidad de Chile
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Escuela de Diseño
Diseño Industrial**

“Plataforma de trabajo para el montaje aeronáutico en la Grada de Integración del ala del T-35 Pillán”

Memoria para optar al Título de Diseñador Industrial
Flavia Maass Aguilera
Profesor guía: Marcelo Quezada Gutiérrez
Santiago, 6 de Diciembre 2010

“Un buen diseño puede educar, pero también el diseño puede perjudicar a muchas personas. No es la moral la que define la calidad de un diseño, pero la moral exige que el diseñador haga todo cuanto pueda para capacitarse adecuadamente y poder aplicar todo ese bagaje en sus obras”

“COLEGIO DE DISEÑADORES PROFESIONALES DE CHILE A.G- ACERCA DEL CONCEPTO ETICA – MORAL”

INDICE

Dedicatoria	8
Agradecimientos	9
Introducción	10
Motivación	12
CAPITULO I	
ANTECEDENTES	13
1.1. Ergonomía Preventiva	14
1.1.1 Diseño centrado en el usuario	14
1.1.2 Ergonomía en puestos de trabajo	16
1.1.2.1 Lesiones costosas	17
1.1.2.2 Diseño de Puestos de trabajo	18
1.1.2.2.1 NCh 2632 Of. 2002	20
1.2. Diseño Aeronáutico	21
1.2.1 Relación Diseño Industrial y Diseño Aeronáutico	21
1.2.2 Enaer	23
1.2.2.1 T-35 Pillán	26
1.2.2.2 Proceso de Diseño Aeronáutico	31

1.2.2.2.1 Herramientas Validación Proceso de Diseño	34
1.3.- Montaje Aeronáutico en Chile - Enaer	37
1.3.1 Proceso de Diseño	39
1.3.2 Lesiones y enfermedades Enaer	40
1.3.2.1 Taza de Accidentabilidad Enaer	41
1.3.2.2 Taza de Siniestralidad Enaer	43
1.3.2.3 Enfermedades profesionales del área de Montaje Aeronáutico -Enaer	46

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

2.1 Situación problemática	48
2.2 Problema de Diseño	48
2.3 Objetivos	49
2.4 Propuesta	50
2.5 Metodología	51
2.6 Planificación	55

CAPITULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1	Análisis Ergonómico Montaje Aeronáutico – Enaer	58
3.1.1	Descripción Estación de trabajo Montaje	59
3.1.2	Análisis Ergonómico Montaje Estabilizador vertical EMB-145	65
3.1.3	Encuesta Operario Montaje	76
3.2	Etapas de Diseño	79
3.2.1	Diseño Conceptual Plataforma	79
3.2.1.1	Definición Estructura del producto (EDP)	80
3.2.1.2	Secuencia de Armado Ala T-35 Pillán	82
3.2.1.3	Análisis Posturas Operario para el montaje del Ala	83
3.2.2	Diseño Preliminar Plataforma	86
3.2.2.1	Establecer tipo de montaje	87
3.2.2.2	Análisis Estado del Arte	88
3.2.2.3	Referencias Formales	92
3.2.2.4	Variables de Diseño Plataforma de Montaje para grada de Integración Ala T-35 Pillán	93
3.2.2.5	Establecer el diseño de los productos secundarios	95

3.2.3	Diseño de Detalle Plataforma	101
3.2.3.1	Desarrollo Formal	101
3.2.3.2	Validación	111
3.2.5.1	Estructural	111

CAPITULO IV

PRODUCTO

114

4.1	Visualización producto	115
4.2	Modo de uso	116
4.3	Detalles y Ensamblés	117
4.4	Fotomontaje	124
4.5	Color	125
4.6	Materiales y procesos	126
4.7	Intervención	128
4.8	Viabilidad y Proyección	130

Bibliografía 132

Anexos 136

Planos

Carta Enaer

Encuesta operarios

Reporte Análisis Estructural

DEDICATORIA

A mi hija por la infinita alegría y amor que me entrega día a día

A Nicolás por ser el mejor compañero

A mi *gran familia* por su incondicional apoyo y amor

AGRADECIMIENTOS

A todos los “expertos” que ayudaron a que este proyecto se llevara a cabo, en especial a:

Marcelo Quezada G.

Giovanni Labrín

Enrique Montero

Jaime Cid

Gabriel Peña

También agradecerle a la gerencia de ENAER por su apoyo incondicional.

INTRODUCCION

La Validación es un concepto que involucra evaluar y certificar aspectos o procesos de algo, lo que desde el punto de vista del diseño; denominamos producto, como resultado de un proceso que consta de diferentes etapas.

En la actualidad para validar un producto durante la etapa de diseño se utilizan diferentes métodos, entre ellos la optimización a través de softwares o sistemas expertos, los cuales validan ciertos aspectos de piezas o prototipos digitales, realizando pruebas que permiten visualizar el comportamiento de éstos, desde el punto estructural hasta el aspecto ergonómico.

Considerando que durante el proceso de diseño se debiese incluir al ser humano, existen ciertos aspectos que no son abordados a cabalidad, como por ejemplo su proyección con los objetos en funcionamiento con el usuario. Es por esto que se hace necesario establecer la pertinencia y necesidad de la ergonomía contemporánea

en el quehacer profesional de los diseñadores, haciendo énfasis en su momento de aplicación, esto es, desde el diseño y la concepción de un proyecto hasta todo el desarrollo proyectual del mismo. Se establece entonces, como prioridad dentro de este proyecto, a la ergonomía como aquella en la cual el diseñador industrial debe basarse y apoyarse al momento de proyectar para el ser humano.

El área de estudio en la que se desarrollará este proyecto es la industria aeronáutica, específicamente el área donde se montan las piezas y conjuntos, como nicho particular en donde la ergonomía preventiva no es aplicada en el proceso de diseño.

El descuido de la variable ergonómica en la etapa de diseño de las plataformas de montaje de la industria aeronáutica chilena, afecta tanto al operario de montaje como a la empresa aeronáutica, ya que los operarios poseen unos de los más altos índices de siniestralidad, es decir, enfermedades laborales producidas por su trabajo

lo que provoca a su vez el aumento de los costos de manufactura por mano de obra.

El proceso de diseño de las plataformas de montaje además posee una falta de definición en sus etapas, debido a la carencia de sistemas de validación tecnológica y de experticia en ellas. Esto provoca tanto el alargue de los tiempos en el proceso de diseño como en la puesta en marcha del conjunto a montar, lo que aumenta aún más los costos del producto final.

El impacto comercial que generan las gradas de montaje en la generación de un avión y el impacto social en la vida del operario de montaje debido a su utilización prolongada; en promedio 8 horas diarias, 5 días de la semana. Estos motivos generaron la inquietud de aportar como diseñadora industrial a la incorporación de la ergonomía al proceso de diseño de éstas. Sabiendo estos intervalos de tiempo, se analizó el grado de adaptación de las plataformas a la fisiología de los operarios para poder identificar los puntos críticos en el desempeño de éstos en las gradas de montaje.

El objetivo principal de este proyecto entonces será reducir los factores que causan las enfermedades laborales del operario de montaje, implementando un modelo de planificación para el diseño sistémico de una plataforma de montaje para un conjunto aeronáutico específico, donde se incorporen herramientas de Ergonomía preventiva e Ingeniería Concurrente para su validación dentro del proceso de diseño.

Los recursos temáticos y la metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto, será la aplicación del modelo propuesto de planificación, el cual tiene por finalidad entregar los conocimientos establecidos en los objetivos de esta investigación.

Como diseñadores industriales debemos contribuir a la construcción y mejoramiento de este entorno artificial cuyos responsables somos, dándole énfasis a la relación Hombre- Máquina – Entorno, incluyendo herramientas que permitan validar y optimizar la génesis de productos.

MOTIVACION

Dentro del Diseño Industrial a lo largo del tiempo ha surgido la necesidad de definir bien nuestras propias metas y/o tareas que nos ayuden a tener un factor diferenciador con respecto a otras profesiones. A partir de esto nace una gran motivación al observarnos a nosotros mismos, como primer eslabón para realizarse como integralmente como profesional. Esto hace surgir ciertos cuestionamientos de ¿cómo guiar toda la información que he aprendido en este período universitario? y ¿cómo deseo aportar a los demás con mi profesión?

Siempre he visto a la ergonomía como una disciplina de carácter científico muy compleja, ya que se mezcla y apoya con otras ciencias como la fisiología, la anatomía, la psicología, la antropología, la sociología, por nombrar sólo algunas. Para el diseño Industrial la ergonomía es complementaria ya que ayuda a establecer los principales requerimientos de diseño para que luego éstos puedan ser traducidos por parte del diseñador. Es por esto que, “No es aceptable que un diseñador, por ignorancia, o en virtud de una reflexión equivocada, destine

arbitrariamente poca atención al factor ergonómico”¹. En otras palabras, conocer de antemano a nuestro destinatario nos ayudaría ventajosamente a culminar nuestros diseños, que sí puedan ser usados, ya que habríamos comprendido de antemano al hombre, sus características, sus capacidades y sus limitaciones intrínsecas.

La relación que se establecerá entre el diseño industrial y la ergonomía será en la proyección al diseño de puestos de trabajo, que, a causa justamente de su mal diseño, conlleva a muchos trastornos músculo-esqueléticos, accidentes y enfermedades profesionales a nuestros trabajadores.

Me siento convencida de que de esta manera puedo contribuir, a través de nuestro quehacer, a mejorar las condiciones que están a la base de dichas patologías. Y para ello es de suma importancia, como lo he dicho anteriormente, tener en todo momento presente a los usuarios involucrados.

¹ BIALOSKORSKI, Georg. Introducción. En su: Ergonomía + Diseño. Primera Edición. Santiago, Chile. Ediciones UNAB. 2008. 15p.

ANTECEDENTES

1.1. ERGONOMIA PREVENTIVA

Varios autores reconocidos clasifican a la ergonomía según su momento de aplicación en dos tipos: la ergonomía preventiva y la ergonomía correctiva. “Se denomina ergonomía preventiva a aquella que se aplica en las fases de diseño y concepción de un proyecto, en la creación de un sistema. Y se habla de ergonomía correctiva cuando ésta se aplica a través del análisis de errores existentes en un sistema para su corrección y rediseño”²

La Ergonomía Preventiva tiene como principal actividad el estudio y análisis de las condiciones de seguridad, salud y confort laboral dentro de la etapa de concepción de un producto. Todo esto con el fin de evitar posibles enfermedades laborales en el usuario a causa del mal uso de aquel producto o del sistema de trabajo.

² SARAVIA, Martha. En su: “Ergonomía de concepción: Su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales”. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Arquitectura y Diseño. Bogotá, Colombia. 2006.

1.1.1 El diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario es una filosofía y proceso de diseño en el que las necesidades, los deseos y las limitaciones del usuario final de una interfaz o documento toman una atención y relevancia considerable en cada nivel del proceso de diseño.

La principal diferencia con otras filosofías del diseño de interfaz es que el diseño centrado en el usuario intenta optimizar la interfaz del usuario alrededor de cómo la gente puede, desea o necesita trabajar, más que forzando a los usuarios a cambiar cómo trabajan para acomodarse a la función del sistema.

El diseño centrado en el usuario es empírico ya que busca fundamentar las decisiones de diseño en datos que conciernen a las características físicas y mentales de los seres humanos, su comportamiento observable y sus experiencias reportadas; por todo ello se recela de los juicios intuitivos que de estas observaciones se derivan.

Es utilizado como puntos de partida para estudios empíricos. Es también iterativo ya que es un proceso cíclico en el cual una fase de investigación de estudios empíricos es seguida por una fase de diseño, en el que la solución generada puede ser evaluada empíricamente. Es participativo, es decir, busca que el usuario final del producto participe del proceso en forma activa. Es pragmático ya que reconoce que puede haber límites a lo que es razonablemente práctico en cada caso particular y busca alcanzar el mejor posible resultado dentro de las limitaciones impuestas. Trata a los usuarios como son y no como podrían ser, intenta acomodar el producto al usuario y no viceversa.

El diseño centrado en el usuario toma en consideración; la diversidad humana intentando alcanzar el mejor match posible, para el más grande número de usuarios. Las tareas y metas del usuario, reconociendo que la relación entre producto y usuario esta comúnmente especificado en la tarea.

Se centra en los sistemas ya que reconoce que la interacción entre producto y usuario toma lugar en el

contexto de un gran sistema socio-tecnológico, que opera en el contexto de la economía y sistemas políticos, ecosistemas ambientales y demás.

1.1.2. Ergonomía aplicada en Puestos de trabajo

“La ergonomía es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia. En otras palabras, para hacer que el trabajo se adapte al trabajador en lugar de obligar al trabajador a adaptarse a él”.³



³ “Ergonomía”. La Salud y la Seguridad en el Trabajo. Organización Internacional del Trabajo (OIT).

La aplicación de la ergonomía al lugar de trabajo reporta muchos beneficios evidentes. Para el trabajador, unas condiciones laborales más sanas y seguras; para el empleador, el beneficio más potente es el aumento de la productividad.

Según el autor *Monde* en su libro *Ergonomía 3*, debemos considerar tres principios básicos para el diseño de PP.TT. (puestos de trabajo)

(...)“el primer principio que debemos interiorizar en ergonomía aplicada al diseño de PP.TT es la supremacía de la persona como el elemento más importante de cualquier proyecto de concepción o rediseño, y la obligación de mantener el referente humano en todas y cada una de las etapas de un proyecto, o sea desde la conceptualización hasta la retirada”⁴

“El segundo principio es reconocer nuestra limitada capacidad para modificar psicofísicamente a las personas y que mas allá del entrenamiento y la alimentación para mejorar sus aptitudes físicas y mentales, nada se puede hacer. Por lo tanto, la solución realista es diseñar correctamente el puesto y el trabajo, es decir adaptarlos a los

⁴ MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique; BLASCO, Joan; BARRAU, Pedro. En su: *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. 2ª Edición. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. Alfaomega. 2001.

segmentos corporales mas relevantes del grupo de operarios que debe intervenir (...)⁵

“El tercer principio es dejar por sentado que la persona nunca debe ser dañada por su actividad dentro de un sistema, ni siquiera con molestias psicológicas, y que incluso una actividad aburrida sencillamente afecta, y que el prejuicio no se limita ala incomodidad de una mala postura, sino que es mucho más serio; involucra el sistema músculo esquelético, pero también los sistemas cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal y nervioso, por citar los más evidentes.”⁶

Se deben aplicar principios de ergonomía al diseño de herramientas, máquinas y los lugares de trabajo se diseñan a menudo sin tener demasiado en cuenta el hecho de que las personas tienen distintas alturas, formas y tallas y distinta fuerza. Es importante considerar estas diferencias para proteger la salud y la comodidad de los trabajadores. Si no se aplican los principios de la ergonomía, a menudo los trabajadores se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales deficientes.

⁵ Idem

⁶ Idem

1.1.2.1 Las lesiones son costosas

“El ser humano es el elemento más importante de cualquier sistema H-M-E, pero a la vez el más frágil y caro. Es pues mucho más económico tener en cuenta a la persona en el diseño de los puestos de trabajo que ignorarla. Las dimensiones humanas, sus movimientos y tiempos, deben primar para determinar las dimensiones del puesto.”⁷

Las lesiones causadas a los trabajadores por herramientas o puestos de trabajo mal diseñados pueden ser muy costosas por los dolores y sufrimientos que causan, por no mencionar las pérdidas financieras que suponen para los trabajadores y sus familias. Las lesiones son también costosas para los empleadores. Diseñar cuidadosamente una tarea desde el inicio, o rediseñarla, puede costar inicialmente a un empleador algo de dinero, pero, a largo plazo, normalmente el empleador se beneficia financieramente. La calidad y la eficiencia de la

⁷ Idem

labor que se realiza pueden mejorar. Pueden disminuir los costos de atención de salud y mejorar la moral del trabajador. En cuanto a los trabajadores, los beneficios son evidentes. La aplicación de los principios de la ergonomía puede evitar lesiones o enfermedades dolorosas además de hacer que el trabajo sea más cómodo y por lo tanto más fácil de realizar.

1.1.2.2 El diseño de los puestos de trabajo

“El mejor diseño de puesto de trabajo es aquel que le da mayor libertad a la persona para modificar su postura cada vez que lo desee, sin abandonar ni perjudicar la tarea que esté realizando y si la abandona que sea para descansar y recuperarse, bien realizando otra tarea (descanso activo), bien en reposo”⁸.

Es importante diseñar los puestos de trabajo teniendo en cuenta los factores humanos. Los puestos de trabajo bien

diseñados tienen en cuenta las características mentales y físicas del trabajador y sus condiciones de salud y seguridad. La manera en que se diseña un puesto de trabajo determina si será variado o repetitivo, si permitirá al trabajador estar cómodo o le obligará a adoptar posiciones forzadas. A continuación se exponen algunos factores ergonómicos que se deben tener en cuenta al diseñar o rediseñar puestos de trabajo:

- tipos de tareas que hay que realizar;
- cómo hay que realizarlas;
- cuántas tareas hay que realizar;
- el orden en que hay que realizarlas;
- el tipo de equipo necesario para efectuarlas.

Además, un puesto de trabajo bien diseñado debe hacer lo siguiente:

- permitir al trabajador modificar la posición del cuerpo;
- incluir distintas tareas que estimulen mentalmente;

⁸ Idem

- dejar cierta latitud al trabajador para que adopte decisiones, a fin de que pueda variar las actividades laborales según sus necesidades personales, hábitos de trabajo y entorno laboral;
- dar al trabajador la sensación de que realiza algo útil;
- facilitar formación adecuada para que el trabajador aprenda qué tareas debe realizar y cómo hacerlas;
- facilitar horarios de trabajo y descanso adecuados gracias a los cuales el trabajador tenga tiempo bastante para efectuar las tareas y descansar;
- dejar un período de ajuste a las nuevas tareas, sobre todo si requieren gran esfuerzo físico, a fin de que el trabajador se acostumbre gradualmente a su labor.

Principio del Diseño para los extremos

Es uno de los principios antropométrico que se considera para diseñar ergonómicamente tomando en cuenta los individuos extremos, es decir, considerando al porcentaje de la población con medidas que se encuentren en los percentiles máximos y mínimos, los cuales pudiesen tener más problemas para desempeñar una acción específica. Se diseña para los extremos cuando el factor que prima es la seguridad del operario.

1.1.2.2.1 NCh 2632 Of 2002

En relación al usuario

Evitar toda carga inútil o excesiva de los músculos, articulaciones y ligamentos, así como del sistema circulatorio y respiratorio.

Los **esfuerzos** requeridos se deben mantener **dentro de los límites fisiológicamente adecuados**. Los movimientos del cuerpo deben seguir un ritmo natural.

Dimensiones del cuerpo

La **altura de las diversas superficies participantes en el trabajo se debe adaptar a las dimensiones del operador**, teniendo en cuenta a su vez el tipo de trabajo ejecutados.

Posturas

La postura del cuerpo no debe provocar fatiga debido a una tensión estática prolongada; se debe posibilitar la alternancia entre diversas posturas

Fuerza Muscular

Evitar la mantención prolongada de tensión estática sobre un mismo grupo muscular

Movimientos del cuerpo

Los movimientos que exijan gran precisión no deben requerir de esfuerzos musculares considerables

Nch 2632 Of.2002

Ergonomía Principios de Ergonomía en el diseño físico de los sistemas de trabajo

Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los principios de ergonomía como orientaciones básicas para el diseño físico de los sistemas de trabajo.

1.2 Los principios de ergonomía establecidos en esta norma se aplican al diseño físico de las condiciones de trabajo, cautelando la calidad de la vida laboral (salud, seguridad y comodidad) conjuntamente con la eficiencia tecnológica y económica.



Del proceso de trabajo

Procurar que la persona realice varias operaciones sucesivas dentro de la misma actividad en vez de que sean ejecutadas por varias personas diferentes

Cambio de actividad, como por ejemplo rotación voluntaria entre las distintas personas de una línea de montaje

Del espacio de trabajo

Considerar el volumen que una o más personas necesitan para ejecutar satisfactoriamente la tarea de trabajo

Del medio ambiente de trabajo

Las dimensiones de la planta física (disposición general, espacio para trabajar, área de circulación relacionada con el trabajo) deben ser adecuadas con el sistema de trabajo

1.4 DISEÑO AERONAUTICO

1.4.1. Relación Diseño Industrial y Diseño Aeronáutico

El Diseño Industrial es una profesión que considera a la ergonomía preventiva desde el proceso de diseño de un producto o sistema, es por esto que se considera al factor humano y el sistema H-M-E (Hombre-Máquina-Entorno) como uno de los agentes primordiales al momento de proyectar.

El “Diseño centrado en el usuario” que propone nuestra disciplina versus el “Diseño centrado en el producto” que propone el Diseño Aeronáutico se contraponen, ya que esta última profesión considera como factores primarios para el diseño la “calidad e intercambiabilidad” de la pieza y /o el conjunto aeronáutico.

El Diseño Aeronáutico por su parte, es una disciplina muy compleja, ya que toma materias inexploradas muchas veces por el Diseño Industrial debido a que su finalidad es que la pieza, producto o sistema resistan normas y condiciones propias del aire.

La relación de ambas profesiones potenciaría el mercado aeronáutico ya que se proyectarían objetos con mayor complejidad tecnológica y de producción, beneficiando tanto al usuario del avión (piloto) como el usuario que montan y fabrican estas piezas y/o conjuntos aeronáuticos. Es por esta razón que se hace necesario que se produzca un intercambio de información entre ambas profesiones, para potenciar y beneficiar a la industria aeronáutica, proponiendo respuestas de diseño que tiendan a favorecer la interacción H-M-E, con el fin de beneficiar y otorgar coherencia al sistema total.

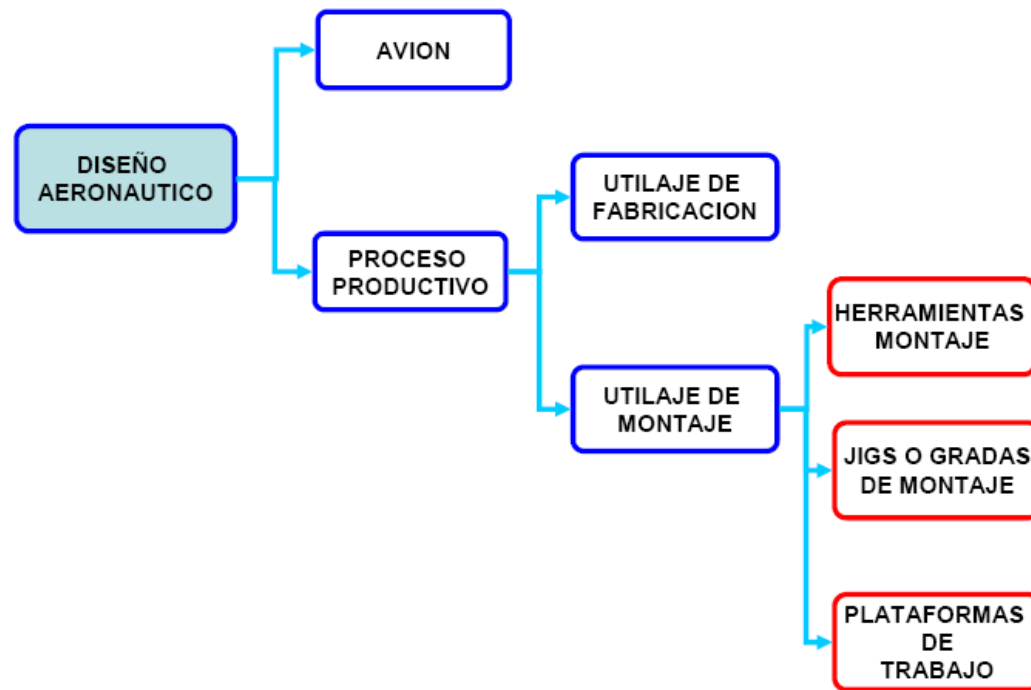


Figura: Diagrama que indica los departamentos de diseño aeronáutico donde el diseñador Industrial puede intervenir. Se puede aportar al Diseño Aeronáutico tanto en el desarrollo de un avión como en el proceso productivo de éste, como indica el diagrama.

1.4.2.1 Enaer

Empresa Nacional de Aeronáutica ENAER

La empresa

Ubicada en Avenida José Miguel Carrera 11087, comuna el Bosque de la ciudad de Santiago de Chile, la Empresa Nacional de Aeronáutica cuenta con profesionales especializados, técnicos y personal de apoyo administrativo, dentro de sólidas y modernas instalaciones, en donde se brindan servicios de mantenimiento, modernización y reparación de aviones; motores y accesorios; fabricación de partes y piezas. La Empresa Nacional de Aeronáutica, posee aproximadamente 1.300 trabajadores, de los cuales cerca de un 70% son civiles, la mayoría con algún doctorado o máster en aeronáutica y el porcentaje restante corresponde a personal de la Fuerza Aérea de Chile quien maneja los más altos cargos dentro de la empresa luego que ocurriese una gran crisis económica (2008), dónde

Enaer pasó de ser una empresa comercial a ser una empresa del estado de Chile a cargo de la Fuerza Aérea.

A través del tiempo Enaer se ha convertido en un factor importante del desarrollo tecnológico de Chile agregando nuevas capacidades tecnológicas a sus procesos, logrando sus objetivos de servir a la aviación comercial, civil y militar cumpliendo con las exigencias y certificaciones del mercado aéreo internacional.

Historia

En 1930 se crea el Ala de Mantenimiento de la Fuerza Aérea de Chile; 54 años después, el 16 de marzo de 1984 inicia sus operaciones Enaer, Empresa Nacional de Aeronáutica de Chile.

En su creación, el rol de la Fuerza Aérea de Chile fue importantísimo al aportar el capital inicial, los recursos y el personal necesario. Con el origen de Enaer se pretendió incentivar la capacidad de reparación de aeronaves, motores y componentes en el país, contrarrestar las

restricciones de acceso a mercados externos existentes en la época y desarrollar vías para absorber la pesada carga que se deriva de la complejidad y especialización del mantenimiento de depósito, producto del avance tecnológico.

Hoy, con más de 60 años de experiencia acumulada en el campo de la aviación, Enaer es uno de los centros aeronáuticos más importantes de América Latina.



Vista aérea de las instalaciones de Enaer

Visión Corporativa

“Queremos ser una empresa líder en otorgar soluciones aeronáuticas a nuestros clientes, tanto en el área de los servicios como en la fabricación de aeroestructuras, donde la calidad y puntualidad en las entregas estén basadas en la alta tecnología, calificación y motivación de nuestros empleados”.⁹



Países con presencia de agentes de Enaer

⁹ Visión Corporativa. ENAER
Fuente: <http://www.enaer.com/enaer/enaer3.php>

Misión

“Desarrollar, producir y comercializar Productos y Servicios competitivos de clase mundial en el campo de la aeronáutica, particularmente en las áreas de mantenimiento, fabricación de aeronaves y aeroestructuras, dando además, satisfacción total a los requerimientos de nuestros clientes”.¹⁰

Negocio

Los ingresos de Enaer se centran en tres actividades: servicios de mantenimiento (que representa 55% de las ventas); fabricación de partes y piezas de aviones (42%) y servicios de ingeniería y certificación de calidad (3%).

¹⁰ Misión. ENAER.
Fuente: <http://www.enaer.com/enaer/enaer6.php>

Organigrama

A continuación se presenta el organigrama de ENAER, partiendo desde el organigrama de su Gerencia de producción hasta cada organigrama dependiendo de cada División.

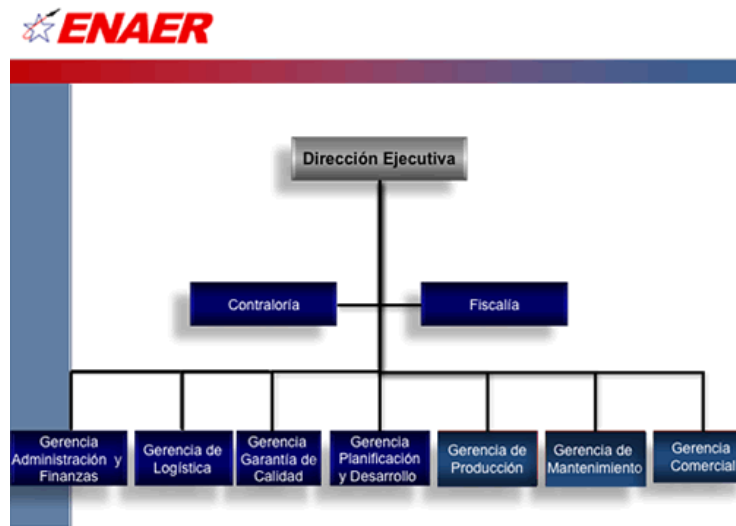


Figura 3 Imagen Organigrama Enaer 2010
Fuente: <http://www.enaer.com/enaer/enaer4.php>

1.2.2.1. T-35 Pillán



La palabra Pillán en lengua mapuche significa “Volcán”, esta fue la denominación que se le dió al primer avión de instrucción básica *made in Chile*.

Origen

El T-35 Pillán se decide fabricar en 1979 debido a la tensa situación bélica con Argentina (Canal *Beagle*), además de reemplazar a su en ese entonces avión de entrenamiento, el T-34 Mentor.

Planos

Su fabricación se basa en componentes de aeronaves ya existentes, por ejemplo **el diseño de los bordes de ataque de las alas corresponden al Piper Dakota PA-28**, mientras que el tren de aterrizaje, **la viga principal del ala y el borde de fuga al Piper Saratoga**.¹¹

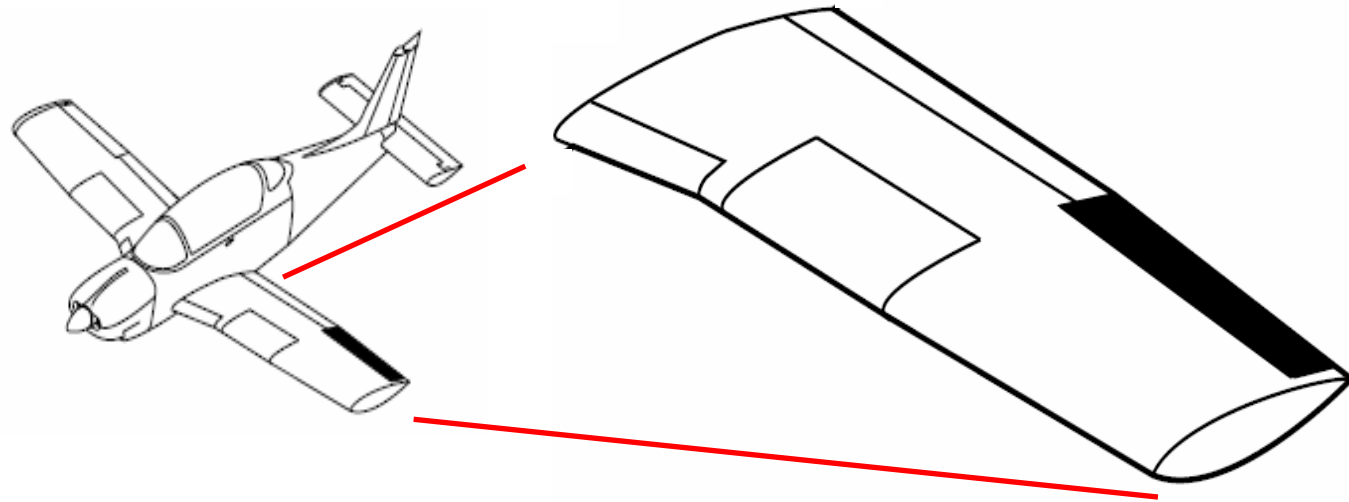


Características generales del avión

Es un avión de instrucción militar primaria, convencional, excelente índice de ascenso y con características totalmente acrobáticas, que le permiten gran maniobrabilidad. El Pillán es un avión capaz de despegar con 2.900 libras, realizar acrobacias e incluso aterrizar con el mismo peso, sin verse limitado de ninguna forma; lo que lo convierte en el mejor sistema de instrucción y vigilancia. Asimismo, el costo de la hora de vuelo en el Pillán es muy bajo, lo que le permite una operatividad constante en cualquier cielo del mundo.

¹¹ "T-35 Pillán". http://es.wikipedia.org/wiki/ENAER_T-35_Pill%C3%A1n

1.2.2.1.1 Características Ala Pillán



- ❑ Largo : 4.445 mm.
- ❑ Ancho : 1880 mm máx. / 1.258 mm. mín
- ❑ Espesor : 225 mm. máx
- ❑ Peso Total : 100 - 110 Kg.

Características Geométricas del ala del T-35 Pillán¹²

ITEM	DESCRIPCIÓN
Perfil alar – Sección constante	NACA 652-415
Perfil alar – Tip de Ala	NACA 652-415
Cuerda media aerodinámica	1.55 m (61.0 in)
Relación de aspecto (Aspect ratio)	5.69
Diedro	7.0°
Ángulo de incidencia en la raíz de ala	2.0°
Ángulo de incidencia en tip de ala	-0.5°
Cuerda en raíz de ala	1.88 m (74.0 in)
Cuerda en sección constante	1.60 m (63.0 in)
Cuerda en tip de ala	1.26 m (49.6 in)
Relación de conicidad (taper ratio)	.79:1
Cuerda media (Aleron)	0.33 m (12.8 in)
Span (Aleron)	1.69 m (66.4 in)
Cuerda constante (Flap)	0.31 m (12.3 in)
Span (Flap)	2.17 m (85.5 in)
Línea de bisagra (Flap)	25.1% CF

¹² LABRIN Tabla “Características Geométricas Ala T-35 Pillán”.

Análisis Formal Ala



Alas vista superior

Flecha Neutra: ángulo neutro respecto al eje transversal del avión

Tapered leading: Se estrecha a los extremos en el borde de ataque

Staright trailing: Es recta en el borde de salida

Alas vista frontal

Plano bajo

Monoplano

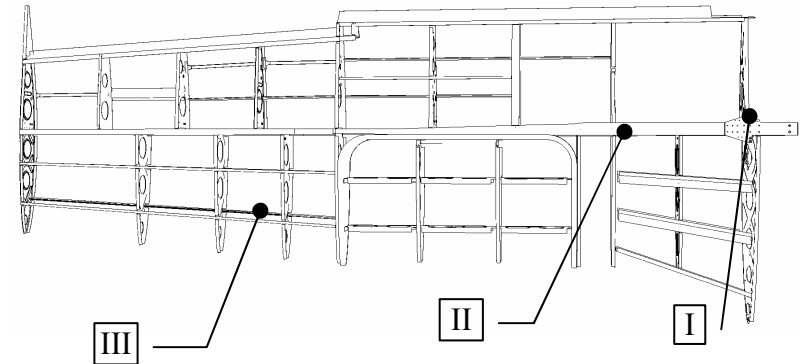
Diedro positivo

Alas de geometría fija: No varía su flecha

Montaje mediante Sparbox: Se introduce el ala en al interior del fuselaje central donde está el Sparbox, luego se le colocan pernos de unión por fuera de éste.

El Flap y el Alerón son los planos móviles del ala del Pillán. Estas no son consideradas como parte del conjunto ala, ya que posee un proceso de montaje distinto al del resto de las piezas que la conforman. Estas son montadas por motivos de calibración y ajustes cuando el avión está casi en su totalidad montado. Es por este motivo que no se considerará a ambos para el desarrollo de este proyecto.

Materialidad



- I : Aleación de Aluminio 7075-T76/T7351 QQ-A-250/12**
- II : Aleación de Aluminio 5052 QQ-A-250/8**
- III : Aleación de Aluminio 2024-T3/T4/T351 QQ-A-250/4**

1.2.2.2. Proceso de Diseño Aeronáutico

El proceso de Diseño aeronáutico, utilizado en las empresas aeronáuticas de Chile y el mundo consta de etapas muy bien definidas y ordenadas que le brindan al equipo de trabajo los patrones necesarios a seguir durante todo el período de diseño de un avión. Para llevar a cabo este proceso de diseño se les asignan las tareas a profesionales expertos de la materia a proyectar.

La industria aeronáutica además posee sistemas computacionales expertos (CAD) los cuales otorgan herramientas de validación tanto estructural como ergonómica para la pieza o conjunto aeronáutico proyectado.

Diseño Conceptual

“En la fase de Diseño Conceptual, un grupo pequeño de ingenieros no expertos en ningún sistema del avión, pero con conocimientos generales de aerodinámica; da rienda suelta a la imaginación y buscan el avión ideal. Es aquí cuando se deciden las dimensiones generales

del fuselaje, y se hace una estimación del peso total del avión: estructura y combustible. Se hacen hipótesis de eficiencia aerodinámica y consumo específico del motor, y finalmente se determina cual es la carga alar, y la relación empuje de motor/peso al despegue que permite cumplir las actuaciones. A partir de cálculos no demasiado sofisticados se determina la superficie del ala, y los valores aproximados del tamaño de: los estabilizadores de cola, el ángulo de flecha del ala, flaps, timones y alerones. Se decide también, el número de motores y el empuje necesario de cada uno, si el ala es alta o baja, la cola en "T" o convencional, si llevará wingtips, etc.”¹³

En algunos procesos de diseño más actuales se desarrolla el EDP o la estructura del producto en esta etapa.

Para finalizar la Etapa de Diseño se realiza el *Conceptual Design Review (CDR)* en la que se revisa el concepto realizándole cambios y/o mejoras y se valida por los Jefes y/o el cliente.

¹³ MARTINEZ, Juan; MARTINEZ, María Eugenia; LÓPEZ, Ramón; DEL RIO, María Gloria. "Diseño automatizado, mediante técnicas de sistemas expertos en Catia V5, aplicado a componentes estructurales aeronáuticos". Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla, España
<http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17002.pdf>

Definición de la estructura del producto (EDP)

Dentro de la etapa de Diseño Conceptual se realiza la fase esencial que comprende una estructura de descomposición del producto (EDP o PBS por sus siglas en inglés *Production Base Support*). La EDP es una estructura tipo árbol exhaustiva y jerárquica de los componentes que forman un entregable del proyecto.

En las fases más tempranas del diseño de nuevos productos, la gestión de la estructura del producto proporciona el mecanismo para capturar y gestionar la estructura de producto tal y como se diseña con facilidad.

Diseño Preliminar

“A la fase de Diseño Preliminar se pasa cuando la configuración general del avión se tiene definida de forma global y no se esperan cambios importantes. En este punto entran los ingenieros especialistas, y cada uno se encarga de afinar y optimizar el área tecnológica que le compete, con sofisticados cálculos por computador, haciendo pequeños ajustes finales a la geometría del avión. Esta fase termina cuando todos los sistemas del avión están perfectamente

definidos: modelo de motor, equipos de aire acondicionado, etc., y además queda establecida la situación de cuernas, largueros y costillas de la estructura.”¹⁴

Para culminar esta fase de diseño preliminar, se realiza una *Preliminary Design Review (PDR)* donde se revisa y valida el diseño a nivel simple, según sea necesario, hasta dicha etapa, como: cálculos estructurales, peso y balance, cálculo aerodinámico y de interferencia, y a veces según sea el requerimiento del diseño, por ejemplo el de una cabina, se realizan análisis ergonómicos de éste.

Diseño en Detalle

“En la última fase Diseño en Detalle, se definen todas las piezas cuya unión formarán el avión. En definitiva, se plasman en planos y en sistemas CAD, hasta el último remache del avión. En esta fase también se decide cómo debe ser el proceso de producción, y se diseña el utillaje necesario para montar el avión. Esta fase termina cuando las piezas entran en la cadena de producción y se ensambla el avión.

¹⁴ Idem

Cuando el primer prototipo sale de la fábrica, se inicia una larga serie de ensayos en vuelo, que se encaminan por un lado a verificar el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas; y por otro a comprobar las cualidades de vuelo, de forma que se cumplan adecuadamente todos los requerimientos de diseño. Finalmente una vez se superan con éxito todos los controles, el fabricante obtiene el Certificado de Aeronavegabilidad, que es como la nota de aprobado, requisito fundamental para que el avión pueda volar legalmente.”¹⁵

Para terminar dicha etapa se realiza al igual que en las etapas anteriores un *Critical Design Review* (CDR). Aquí se realizarán todos los cálculos necesarios para corroborar el correcto funcionamiento del avión o del conjunto antes de su fabricación. Si no pasa esta etapa de validación el avión no puede comenzar a fabricarse por lo que se deberá revisar detalladamente cada una de las etapas anteriores para encontrar los errores ya sea de análisis o propiamente de diseño.

Puesta en Marcha

A partir de la validación de las tres etapas anteriores se da comienzo a la puesta en marcha del conjunto o avión. Aquí comienza la etapa de fabricación de cada una de sus piezas y el montaje de sus conjuntos y subconjuntos.

¹⁵ Idem

1.4.5.1 Herramientas de validación proceso de diseño aeronáutico

Tecnología CAD / CAM / CAE

El sector industrial evoluciona con más rapidez, sucediéndose vertiginosamente los cambios de productos, modelos, técnicas de fabricación, etc. Para adaptarse a este mercado cambiante, las empresas tienden a automatizar cada vez más sus sistemas y procesos. En este entorno, al que la industria aeronáutica no es ajena, a partir del diseño de las partes y conjuntos de un avión.

Es por esta razón que la industria aeronáutica chilena considera y aplica sistemas expertos que contienen aplicaciones comerciales de CAD-CAM, como es el caso de CATIA V5, del cual han incorporado módulos que faciliten el tanto el proceso de diseño (CAD) como la manufactura de las piezas aeronáuticas (CAM).

Las herramientas avanzadas de Software de Ingeniería Asistida por Computador (CAE) son una tecnología que se aplica en el sector aeronáutico para el diseño y prestación de servicios de ingeniería a través del software. Estas permiten analizar y simular los diseños realizados con el computador, o creados de otro modo e introducidos en el computador, para valorar sus características, propiedades, viabilidad y rentabilidad. Su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

Las herramientas que CAE que ofrecen los softwares aeronáuticos son:

- **Método de Análisis por Elementos Finitos** de Problemas Estructurales Estáticos y Dinámicos, Lineales y No Lineales, Fatiga, Optimización y Transmisión de Calor en los campos de Ingeniería Industrial, Naval, Transportes, Estructuras,

Elevación, Máquina Herramienta, Automoción, Ingeniería Civil, etc.

- **Análisis de fluidos.** Aplicaciones en sistemas donde intervenga cualquier tipo de fluido. Distribución de flujos, velocidades, presiones, turbulencias. Aerodinámica. Climatización. Válvulas, filtros, bombas.
- **Maquinado por control numérico CNC** (*Computered Numeric Control*).

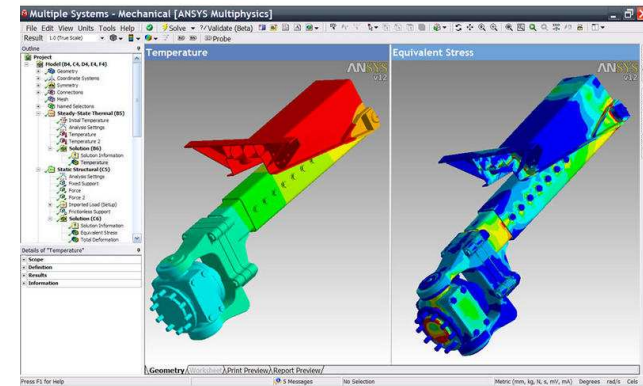


Figura: Análisis de elementos finitos en conjuntos aeronáuticos

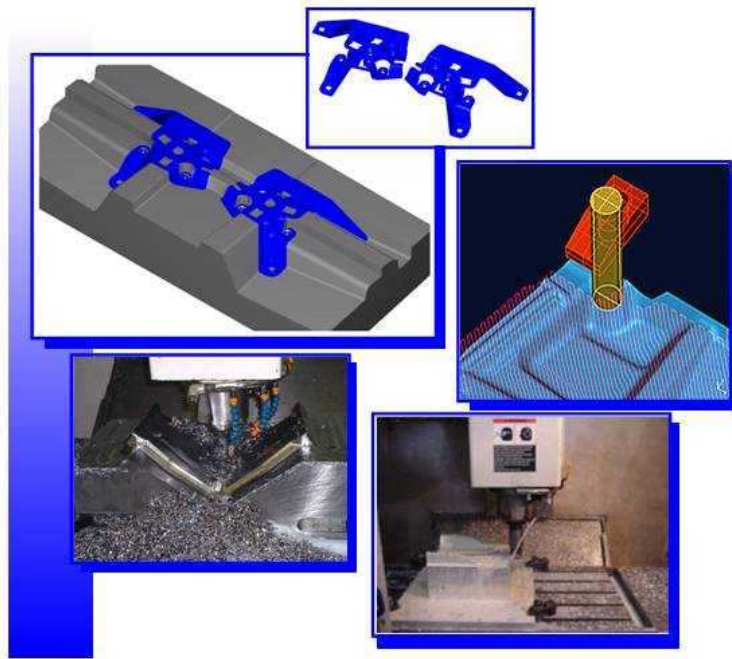


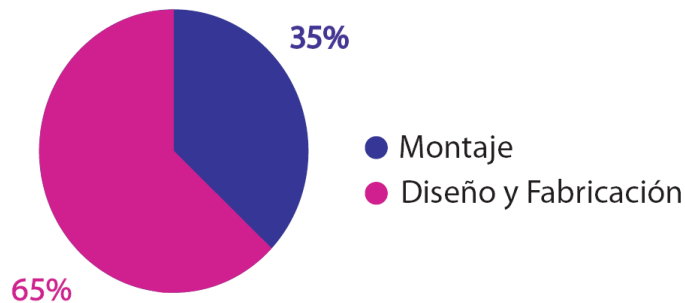
FIGURA: *CAM* – Manufactura asistida por computador

Parte Superior: Simulación de prensado con matriz de pieza aeronáutica

Parte Derecha: Simulación del procedimiento de fresado en CNC

1.3 Montaje Aeronáutico en Chile- Enaer

Porcentaje de Costos en la Producción de un Avión



“Las Gradass de montaje, llevan un elevado nivel de automatización, en torno a un 35% del costo total de un proyecto aeronáutico”¹⁶

En la empresa Enaer se diseñan las gradass y plataformas de trabajo para el montaje de piezas aeronáuticas, además de su fabricación.

Dentro del proceso de diseño de gradass incluye los diseños conceptuales, cálculos simples sin validación de sistemas expertos, planos de diseño y fabricación (2D y 3D), compra de elementos comerciales y materia prima, fabricación de componentes, pruebas, montaje de componentes y puesta en servicio en las instalaciones.

Para el diseño de plataformas se realizan modelos 3D, para ello utilizan sólo tablas antropométricas, no se validan de ninguna manera. Los errores que se generen son modificados luego de su fabricación.

¹⁶ “Eads Casa”. <http://www.casa.eads.net/>

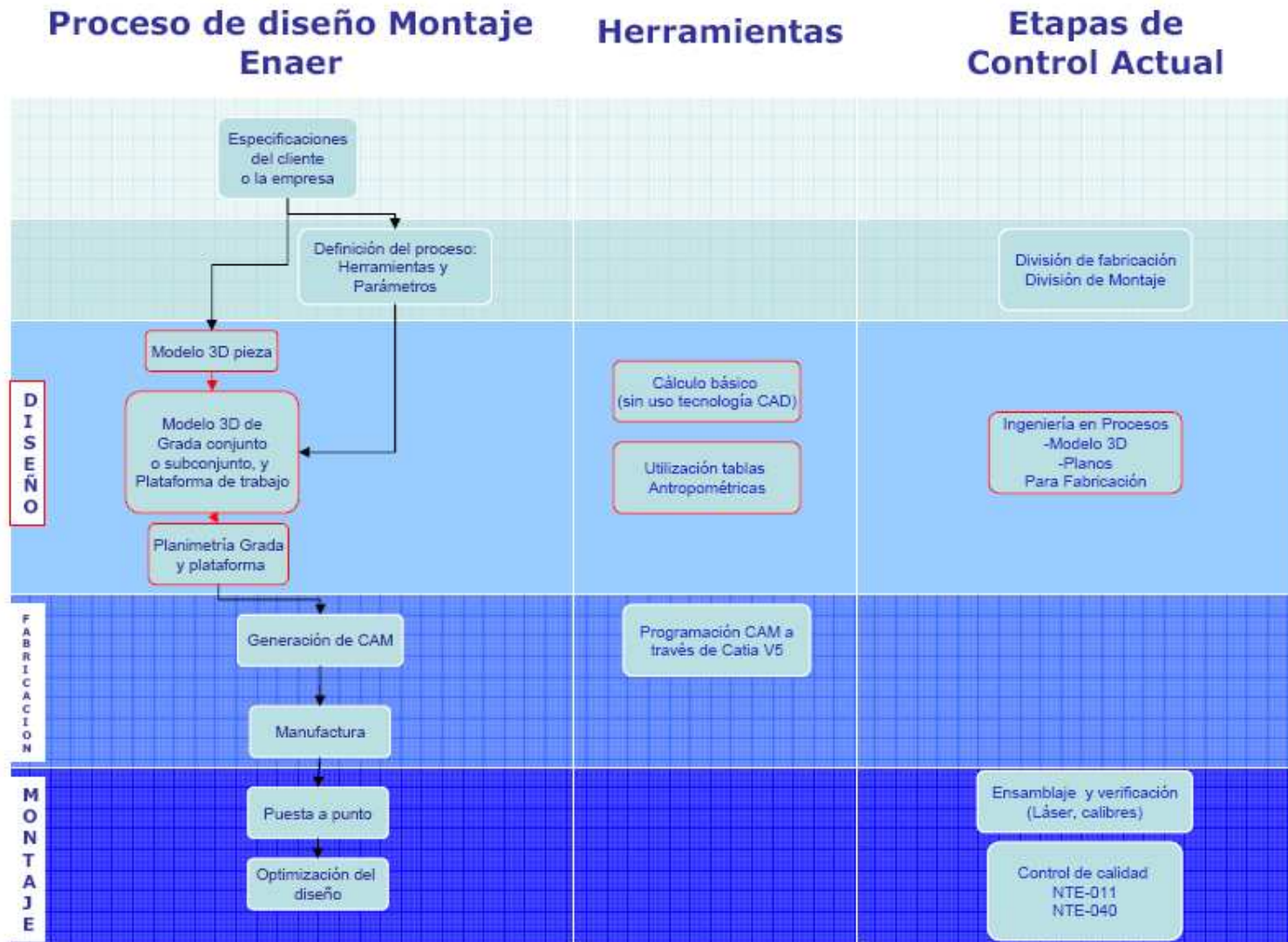


Figura 1
Imagen Grada y puesto de trabajo
operarios montaje Estabilizador
Vertical avión EMB-145

Figura 2
Imagen Grada y Puesto de trabajo
montaje Estabilizador Horizontal EMB-
145



1.5.2.3.1 Proceso de Diseño Montaje Enaer



Costos

En la tabla¹⁷ siguiente se muestra la estimación de los costos de los útiles de Montaje para la Integración del ala T-35 Pillán Enaer.

GRADAS	COSTO (USD\$)
Armado de Viga Principal	18,211
Armado Borde de Fuga	12,500
Armado Borde De Ataque Interior (Raíz)	8,712
Armado Borde de Ataque exterior	10,838
Integración del Ala	20,638
Armado de Estanque	9,093

¹⁷ LABRIN, Giovanni; SOTO, Héctor "Factibilidad técnica de la fase de producción de las alas del avión T-35 Pillán en ENAER". Tesis grado Magíster Ingeniería en Aeronáutica. Santiago, Chile. ENAER, 2010

1.3.3. Lesiones y enfermedades habituales Industria Aeronáutica

A menudo los trabajadores no pueden escoger y se ven obligados a adaptarse a condiciones laborales mal diseñadas, que pueden lesionar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, la espalda u otras partes de su cuerpo. Concretamente, se pueden producir lesiones a causa de:

- Empleo repetitivo de herramientas y equipo vibratorios, por ejemplo, martillos neumáticos
- La aplicación de fuerza en posturas forzadas
- La aplicación de presión excesiva en partes de la mano, la espalda, las muñecas o las articulaciones
- Trabajar con los brazos extendidos o por encima de la cabeza
- Trabajar echados hacia adelante;

El trabajo repetitivo es una causa habitual de lesiones y TME (Trastornos Músculo-Esquelético). Las lesiones provocadas por el trabajo repetitivo se denominan generalmente lesiones provocadas por esfuerzos

repetitivos (LER). Son muy dolorosas y pueden incapacitar permanentemente. En las primeras fases de una LER, el trabajador puede sentir únicamente dolores y cansancio al final del turno de trabajo. Ahora bien, conforme empeora, puede padecer grandes dolores y debilidad en la zona del organismo afectada. Esta situación puede volverse permanente y avanzar hasta un punto tal que el trabajador no pueda desempeñar ya sus tareas.

En algunos países industrializados, a menudo se tratan las LER con intervenciones quirúrgicas. Ahora bien, importa recordar que no es lo mismo tratar un problema que evitarlo antes de que ocurra. La prevención debe ser el primer objetivo, sobre todo porque las intervenciones quirúrgicas para remediar las LER dan malos resultados y, si el trabajador vuelve a realizar la misma tarea que provocó el problema, en muchos casos reaparecerán los síntomas, incluso después de la intervención. Es por esta razón que se debemos como diseñadores intervenir en

una mejora de los puestos de trabajo para prevenir las enfermedades laborales.

1.3.2.1 Taza de Accidentabilidad Enaer

En el gráfico (Figura 3)¹⁸ se muestra la tasa de accidentabilidad ocurrida en los últimos 10 años en Enaer. Aquí se aprecia el número de accidentes por cada cien trabajadores en relación con la masa promedio de trabajadores de la empresa. Con respecto a los últimos años los accidentes laborales, que no necesariamente terminan en Siniestros (enfermedades producidas por el trabajo), han disminuido notoriamente, lo puede conllevar a predecir dos aspectos:

1. La empresa se ha preocupado por la seguridad de sus trabajadores ya que han disminuido los accidentes dentro de las diversas organizaciones de la empresa.

¹⁸ "Estadística 2010". Departamento de Seguridad Industrial. ENAER. Santiago, Chile.

- Los accidentes han disminuido, pero los que ocurren terminan en siniestros por la falta de calidad en los puestos de trabajo que ofrece la empresa.

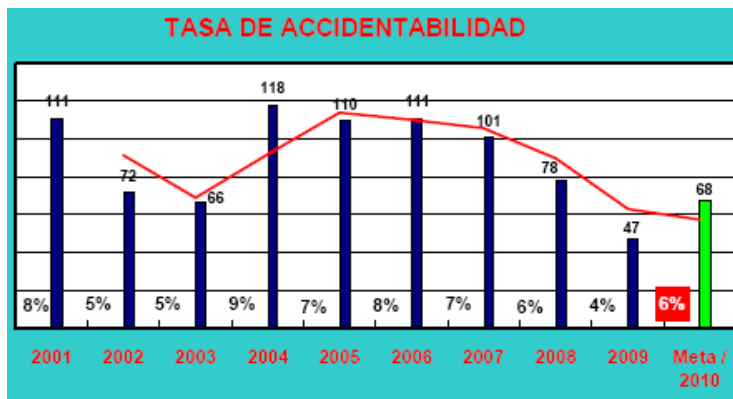


Figura 3: Gráfico de Estadísticas de Accidentes laborales en los últimos 10 años dentro de Enaer

Año	Tasa	Total Acc.	Dotación Promedio
2001	8%	111	1435
2002	5%	72	1430
2003	5%	66	1398
2004	9%	118	1372
2005	7%	110	1477
2006	8%	111	1459
2007	7%	101	1458
2008	6%	78	1305
2009	4%	47	1278
Meta / 2010	6%	68	1047

Número de accidentes por cada cien trabajadores en relación con la masa promedio de trabajadores de la empresa.

1.3.2.2 Taza de Siniestralidad Enaer

El siguiente gráfico (Figura 4)¹⁹ muestra el número de días perdidos por cada cien trabajadores en relación con la masa promedio de trabajadores de la empresa Enaer. Esto con el fin de identificar la cantidad de días laborales que pierde la empresa por accidentes laborales que terminan en siniestros (licencias médicas).

El gráfico muestra una disminución de la tasa de siniestralidad en los últimos años, pero esta no deja de ser alta. Esta información puede ser contrastada por la información concluída del gráfico anterior, que decía “Los accidentes han disminuido, pero los que ocurren terminan en siniestros por la falta de calidad en los puestos de trabajo que ofrece la empresa”.

Podemos concluir que dentro de los accidentes laborales ocurridos en la empresa, la mayoría termina en siniestro por lo que no ha habido una disminución notoria dentro de los últimos años de los días laborales perdidos por los operarios.

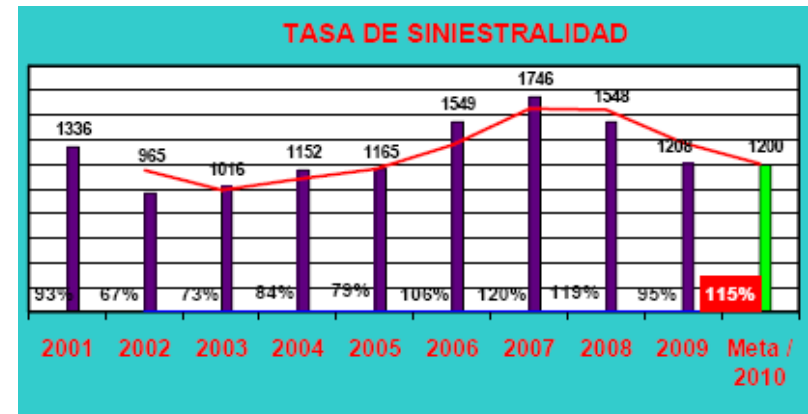


Figura 4: Gráfico de Estadísticas de porcentaje de siniestros en Enaer los últimos 10 años

¹⁹ Idem

TASA DE SINIESTRALIDAD			
Año	Tasa	Total Días Perd.	Dotación Promedio
2001	93%	1336	1435
2002	67%	965	1430
2003	73%	1016	1398
2004	84%	1152	1372
2005	79%	1165	1477
2006	106%	1549	1459
2007	120%	1746	1458
2008	119%	1548	1305
2009	95%	1208	1278
Meta / 2010	115%	1200	1047

Número de días perdidos por cada cien trabajadores en relación con la masa promedio de trabajadores de la empresa.

Organizaciones con más porcentaje de Siniestralidad

En el gráfico (Figura 5) se muestran las organizaciones que poseen mayor porcentaje de accidentes laborales hasta la fecha dentro de este año. Se identifica con el mayor porcentaje de enfermedades laborales producidos por accidentes dentro de su trabajo de el área de montaje con un 19.83%.

Las enfermedades más comunes por las que se les otorga licencias médicas en el área de montaje aeronáutico son tendinitis, epicondinitis y lumbago. Según el Departamento de Seguridad Industrial de Enaer, quien controla todos estos datos, las enfermedades laborales nombradas anteriormente son provocadas principalmente por malas posturas que le otorgan la grada y plataformas de trabajo al operario, además del uso de herramientas de montaje.

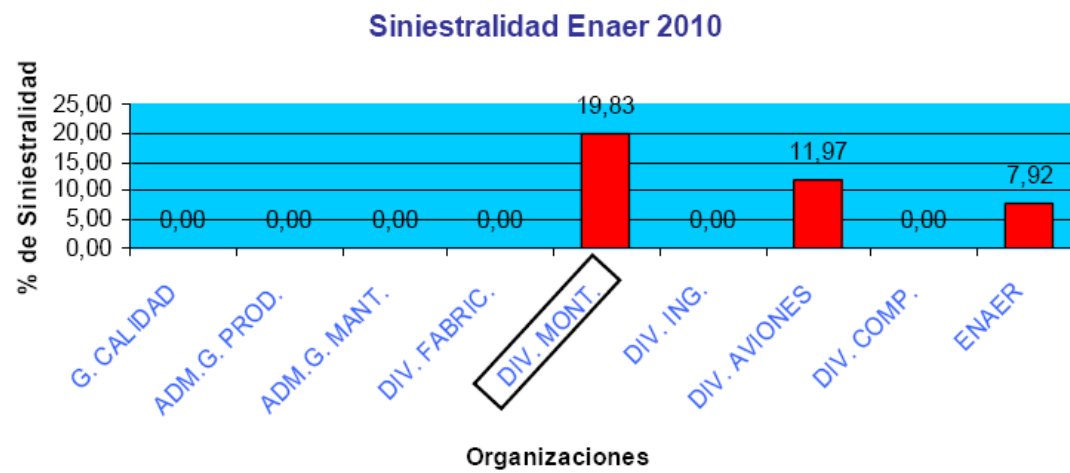


Figura 5: Gráfico de porcentajes de Siniestralidades en cada División de Enaer

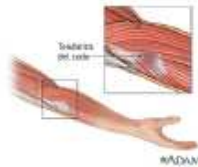
Siniestralidad: Enfermedades laborales (producidas por el trabajo)

1.3.3.3. Enfermedades profesionales del área de Montaje Aeronáutico- Enaer

TENDINITIS

Compromiso de la estructura tendinosa de los conglomerados musculares se asocia a posturas sostenidas y a repetición de movimientos.

- Trastornos de los Extensores: de la muñeca y dedos.
- Trastornos de los Flexores del antebrazo
- Epicondilitis lateral: Extensor corto radial del carpo
- Epicondilitis medial
- Tendinitis de Hombro



SINDROMES DE ATRAPAMIENTO

Compromiso neurológico por compresión, edema local o sustracción de la irrigación de un nervio, con compromiso motor/sensitivo y/o autónomo de la zona correspondiente.

Se originan en repetición, posturas y compresión mecánica.

- Atrapamiento del nervio radial
- Atrapamiento del Nervio Cubital (Codo)
- Atrapamiento del Nervio Mediano (Muñeca- Síndrome del Túnel carpiano)



TME

Trastornos Músculo Esqueléticos

Afectan a los músculos y estructuras anexas como tendones y vainas. Incluyen lesiones de la estructura articular como sinovial, cartilago y hueso. Asimismo se incluyen lesiones de las arterias asociados a la vibración y las compresiones de nervios de la extremidad superior producto de movimientos repetitivos (mediano, cubital y radial).

- Producidas por:
- Vibraciones
 - Movimientos repetitivos
 - Fuerzas Sostenidas
 - Posturas Anómalas
 - Frío

Consecuencias: Desde inflamación hasta cambios degenerativos y proliferativos en la estructura anatómica.

Fuente: SESMA, Subdepartamento Salud en el Trabajo, 2001 Estadísticas 2010, Departamento Seguridad Industrial Enaer

FENOMENOS VASOMOTORES

Síndrome vibración mano brazo: se trata de una lesión vascular inducida por vibraciones localizadas, que se presenta como un fenómeno vasomotor (palidez, cianosis y congestión de la mano al exponerse al frío)

Trombosis de arteria radial



LUMBAGO

Dolor de la zona lumbar.

Producida por factores laborales como manipulación de carga, posturas anómalas (flexión de tronco o rotación) y vibración. Estos factores laborales también aceleran el proceso degenerativo de la estructura ósea lumbar, produciéndose la lumbociática por hernia del núcleo pulposo.



PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

SITUACION PROBLEMÁTICA

Dentro del área de montaje de la industria aeronáutica el descuido de la variable ergonómica para el diseño de las plataformas de trabajo, donde el usuario desempeña toda sus actividades para el montaje de las piezas en la grada, afecta tanto al usuario de las plataformas como a la empresa aeronáutica, ya que aumentan las enfermedades laborales y los costos de manufactura por mano de obra.

El proceso de diseño de gradas y plataformas de montaje posee una falta de definición en sus etapas, debido a la carencia de sistemas de validación tecnológica y de experticia en ellas, lo cual provoca tanto el alargue de los tiempos en el proceso de diseño, como en la puesta en marcha del conjunto a montar, lo que aumenta aún más los costos del producto final.

PROBLEMA DE DISEÑO

Existe una deficiente relación entre los elementos físicos que permiten al usuario realizar el acto de montaje aeronáutico y de éstos con el usuario (operario del área de montaje), complejizando el acto y generando situaciones de riesgo para éste.

OBJETIVOS

Objetivo General

Reducir los factores que causan las enfermedades laborales del operario de montaje, implementando un modelo de planificación para el diseño sistémico de una plataforma de trabajo para el montaje del ala del avión T-35 Pillán, donde se incorporen herramientas de Ergonomía preventiva e Ingeniería Concurrente.

Objetivos Específicos

1. Disminuir los factores de riesgo que generan el alto porcentaje de siniestralidad en el operario de montaje de la industria aeronáutica chilena, mediante un sistema de montaje diseñado de acuerdo a ello.
2. Aplicar la metodología propuesta para el diseño de una plataforma de trabajo específica para la grada de integración del ala del avión T-35 Pillán.

PROPUESTA

Para lograr “calidad en el trabajo”, es de gran importancia que el puesto de trabajo para las personas sea acorde a su fisiología y se adapte a las actividades que debe desempeñar. En el caso del operario de montaje, cuyo puesto genera en él enfermedades laborales debido a que no existe una buena relación entre los elementos que implican el montaje aeronáutico. Es por esta razón que se hace necesario entregarle las condiciones de seguridad y bienestar laboral al usuario permitiéndole el desarrollo correcto de su actividad.

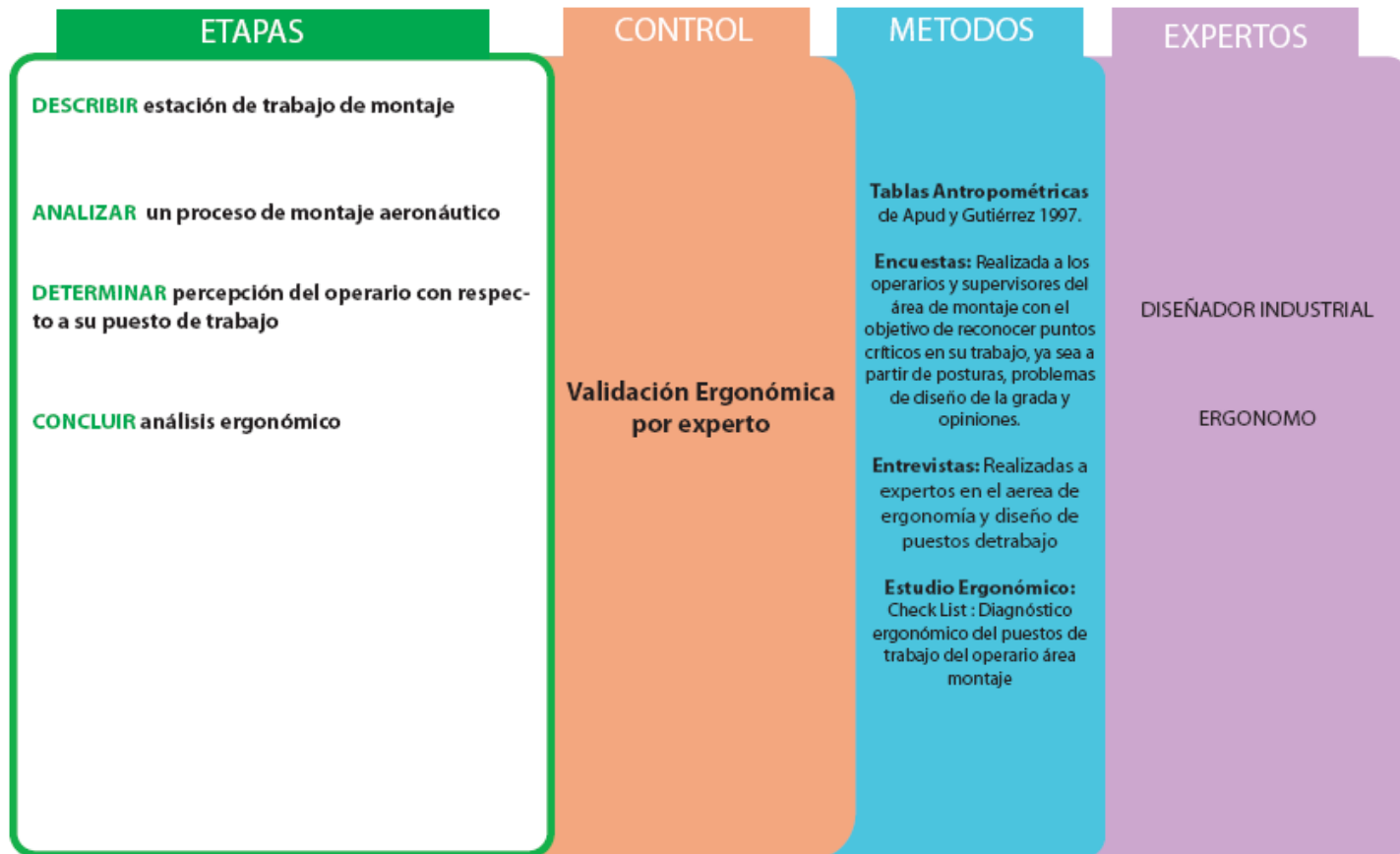
La “Plataforma como sistema de trabajo para el montaje aeronáutico“, donde se abordarán las limitaciones y necesidades que implican al operario el montaje de conjuntos aeronáuticos.

METODOLOGIA DE DISEÑO

ETAPA 1

ANALISIS ERGONOMICO

Identificar los factores que inciden en el alto índice de Sinistralidad



METODOLOGIA DE DISEÑO

ETAPA 2

DISEÑO CONCEPTUAL

Establecer el diseño conceptual de la grada y plataforma de trabajo

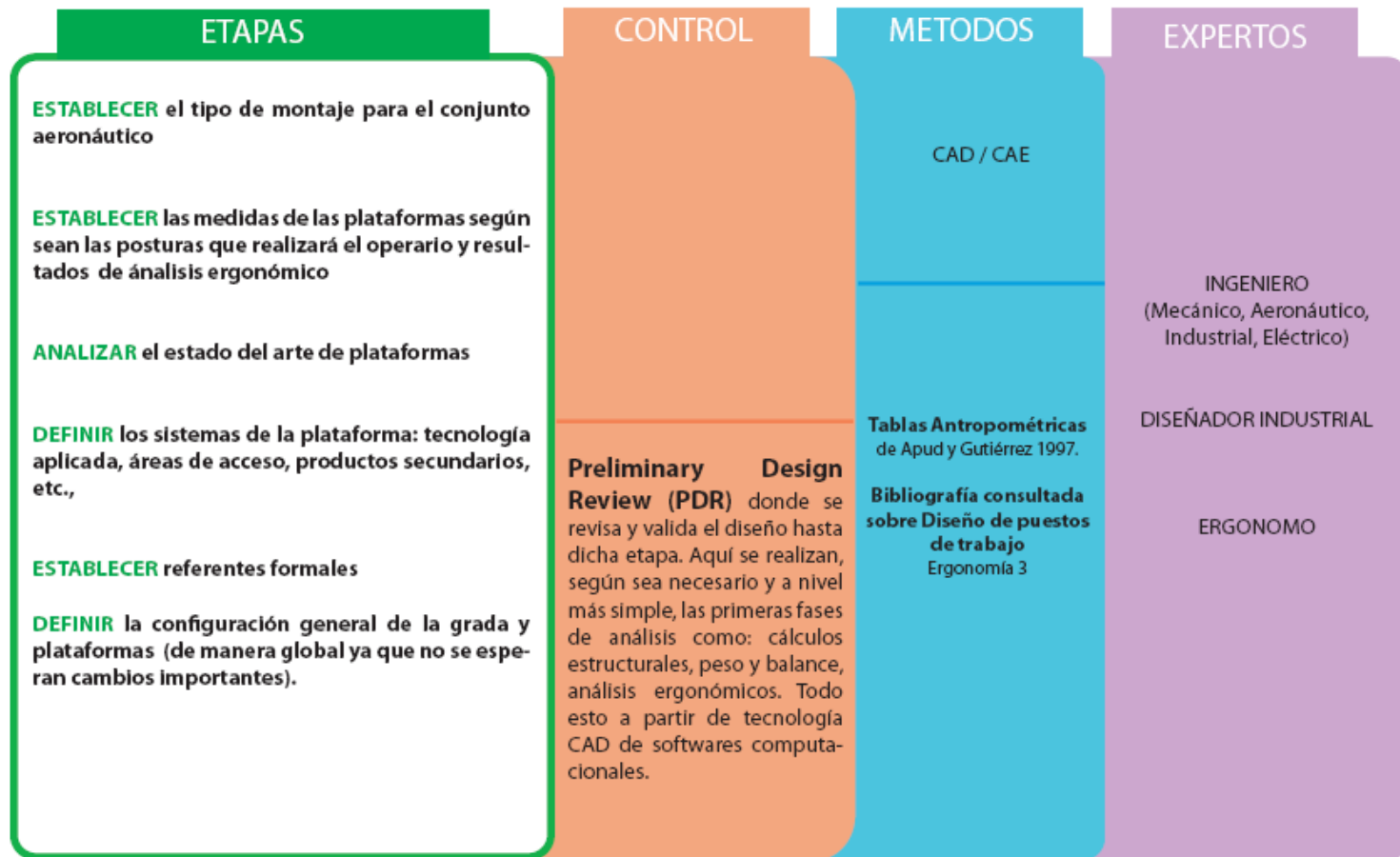


METODOLOGIA DE DISEÑO

ETAPA 3

DISEÑO PRELIMINAR

Establecer el diseño preliminar de la grada y plataforma de trabajo

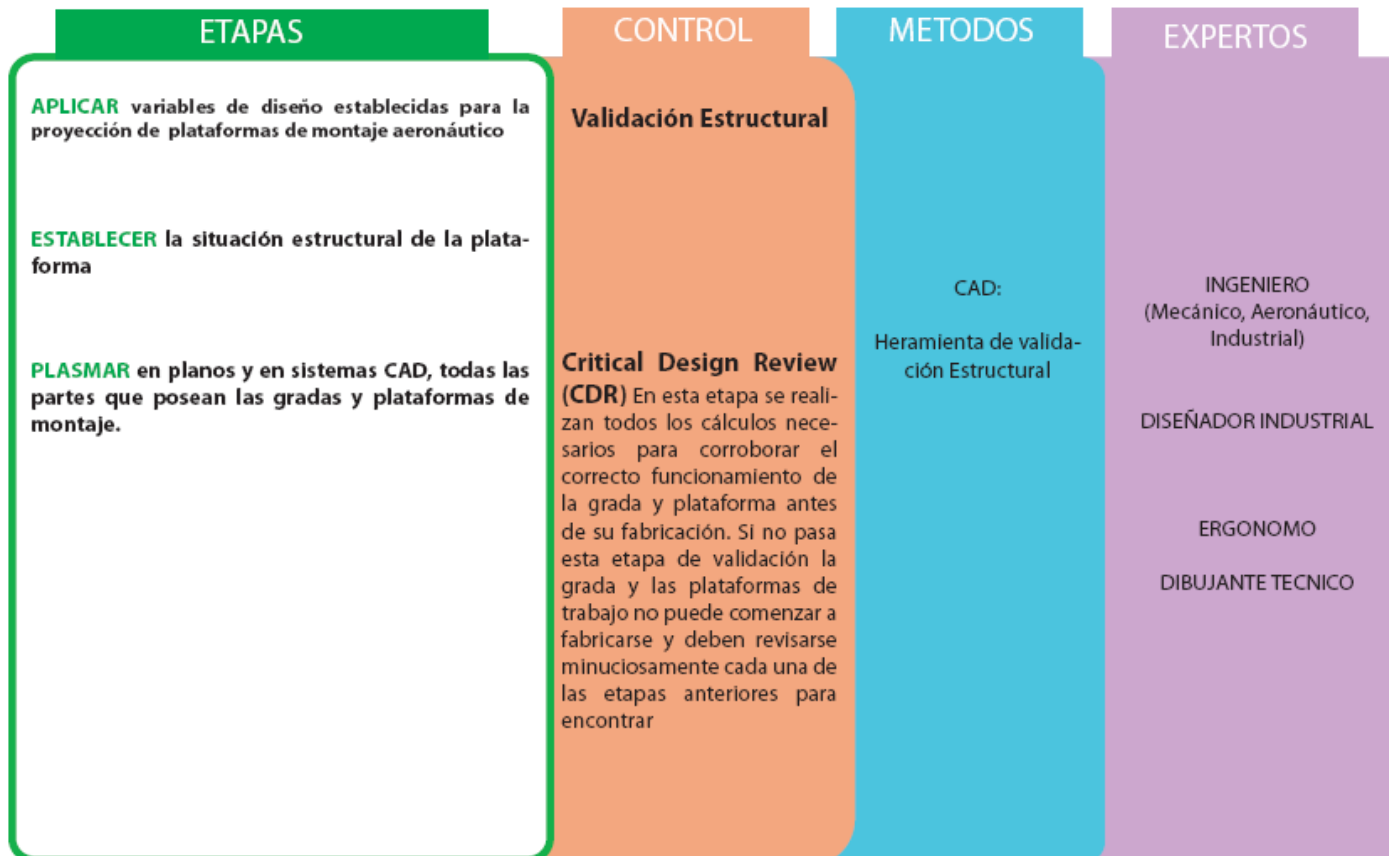


METODOLOGIA DE DISEÑO

ETAPA 4

DISEÑO DE DETALLE

Establecer el diseño detallado de la grada y plataforma de trabajo



PLANIFICACION

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1	Proyecto de Título	80 días	lun 16-08-10	vie 03-12-10
2	Contactar a los expertos	5 días	lun 16-08-10	dom 22-08-10
3	Incorporar conocimientos de IC	5 días	lun 16-08-10	dom 22-08-10
4	Objetivo Específico 1	22 días	vie 20-08-10	lun 20-09-10
5	Realizar un diagnóstico ergonómico del área de montaje	22 días	vie 20-08-10	lun 20-09-10
6	Check List ergonómico	6 días	vie 20-08-10	dom 29-08-10
7	Identificar puntos críticos en el proceso demontaje	16 días	lun 30-08-10	lun 20-09-10
8	Conocimiento de la percepción del operario de montaje acerca de	10 días	lun 06-09-10	dom 19-09-10
9	Realizar encuesta a operarios montaje	5 días	lun 06-09-10	dom 12-09-10
10	Tabulación de la encuesta	5 días	lun 13-09-10	dom 19-09-10
11	Objetivo Específico 2	65 días	lun 30-08-10	vie 26-11-10
12	Innovación conceptual	5 días	lun 30-08-10	vie 03-09-10
13	Análisis del estado del arte	5 días	lun 30-08-10	vie 03-09-10
14	Establecer sistema de productos	5 días	lun 06-09-10	vie 10-09-10
15	Determinar la duración del proyecto	5 días	lun 06-09-10	vie 10-09-10
16	Identificar variantes de su uso producto	5 días	lun 06-09-10	vie 10-09-10
17	Establecer las variables del producto	5 días	lun 06-09-10	vie 10-09-10
18	Diseño Conceptual	21 días	lun 13-09-10	lun 11-10-10
19	Definir Estructura del Producto	5 días	lun 13-09-10	vie 17-09-10
20	Estimar dimensiones gradas	11 días	lun 13-09-10	lun 27-09-10
21	Establecer actividades operario en la grada	5 días	lun 13-09-10	vie 17-09-10
22	Estimar peso total gradas y piezas	1 día	lun 27-09-10	lun 27-09-10
23	Estimar dimensiones plataformas	10 días	lun 27-09-10	vie 08-10-10
24	Estimar peso plataformas y operarios	5 días	lun 27-09-10	vie 01-10-10
25	Fijar mecanismos plataformas	5 días	lun 27-09-10	vie 01-10-10
26	Establecer diseño conceptual plataformas	5 días	lun 04-10-10	vie 08-10-10
27	Revisión de Diseño Conceptual	2 días	vie 08-10-10	lun 11-10-10
28	Revisión actividades	2 días	vie 08-10-10	lun 11-10-10
29	Diseño Preliminar	20 días	lun 11-10-10	vie 05-11-10
30	Definir configuración general de las plataformas de trabajo	15 días	lun 11-10-10	vie 29-10-10
31	Establecer tipo de montaje	5 días	lun 11-10-10	vie 15-10-10
32	Análisis Estado del arte	5 días	lun 18-10-10	vie 22-10-10
33	Establecer referentes formales	5 días	lun 25-10-10	vie 29-10-10
34	Establecer diseño conceptual de productos secundarios	5 días	lun 25-10-10	vie 29-10-10
35	Revisión del Diseño Preliminar	1 día	vie 05-11-10	vie 05-11-10

id		Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
36	✓	Aprobación del Diseño Preliminar	1 día	vie 05-11-10	vie 05-11-10
37	✓	Diseño de Detalle	10 días	lun 15-11-10	vie 26-11-10
38	✓	Plasmar info en CAD y planos	6 días	lun 15-11-10	lun 22-11-10
39	✓	Revisión del Diseño Crítico	10 días	lun 15-11-10	vie 26-11-10
40	✓	Análisis Estructural	5 días	lun 15-11-10	vie 19-11-10
41	✓	Revisión detallada diseño final	5 días	lun 22-11-10	vie 26-11-10
42	✓	Redacción de Documento Final	55 días	lun 20-09-10	vie 03-12-10
43	✓	Digitalización de datos	50 días	lun 20-09-10	dom 28-11-10
44	✓	Redaccion final	35 días	lun 11-10-10	dom 28-11-10
45	✓	Correccion documento terminado	15 días	lun 08-11-10	dom 28-11-10
46	✓	Entrega final	5 días	lun 29-11-10	vie 03-12-10

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Análisis Ergonómico Montaje Aeronáutico - Enaer

Para poder identificar los factores de riesgo que generan el alto porcentaje de siniestralidad en el operario de montaje de la industria aeronáutica chilena, como primer objetivo a lograr, fue necesario realizar un análisis ergonómico de acuerdo al grado de aprendizaje obtenido en la universidad. Para esto se tomó la asesoría del Sr. Enrique Montero Kaiser, Diseñador Industrial con Magíster en Ergonomía, quien guió este análisis de acuerdo a las capacidades profesionales del titulado y validando los resultados obtenidos.

El análisis consta de tres etapas las que se realizaron específicamente en dos puestos de trabajo del área de montaje (Estabilizador Vertical y Horizontal del avión EMB-145) en ENAER, debido a ser considerados como sistemas de trabajos más complejos, debido a la magnitud de los conjuntos aeronáuticos a montar.

Estas etapas son: la descripción del puesto de trabajo, la observación y análisis de la actividad realizada por el

operario de montaje en su puesto de trabajo y por último, la percepción del operario con respecto a su lugar donde desempeña su trabajo.

3.1.1 Descripción Estación de trabajo Montaje

Como primera actividad para poder desarrollar el análisis ergonómico se llevo a cabo la descripción del área de trabajo donde se realiza el montaje aeronáutico, tomando como caso específico las estaciones de trabajo del Estabilizador vertical y horizontal del avión EMB-145 “Brasil” dentro de la empresa Enaer. Todo esto con el fin de ir realizando un análisis sistemático y más ordenado de los elementos principales que componen los puestos de trabajo más complejos.

A continuación se presentan láminas descriptivas donde se analizan las cuatro partes principales que componen la Estación de trabajo de montaje aeronáutico las cuales son: la grada de montaje, las plataformas de trabajo, secciones de guardado y las superficies de trabajo.

Para cada una de ellas se realizó un análisis con respecto a las tres dimensiones (Ergonómica, Proceso de Diseño y Tecnológica-Productiva) que abarca el problema de diseño, con el fin de identificar los problemas, carencias y virtudes que poseía cada parte.

En la parte inferior de las láminas se expone una síntesis del análisis de objeto descrito en relación directa con el operario del área de montaje, con el fin de identificar si éste podría ser uno de los factores causante de la alta tasa de siniestralidad del área de montaje.

ESTACION DE TRABAJO AREA MONTAJE ENAER



GRADA

Se define como la estructura donde se montan las piezas aeronáuticas con el fin de generar un conjunto o subconjunto.

Dim. Ergonómica

No se considera la ergonomía preventiva enfocada al operario de montaje dentro del proceso de diseño de la grada, se prioriza la calidad e intercambiabilidad de la pieza ante todo

Dim. Proceso de Diseño

La grada sigue el aspecto formal del conjunto a montar
Concepto: Intercambiabilidad del conjunto
Calidad del producto

Dim. Tec.-Productiva

Para el diseño de la grada sólo se consideran aspectos estructurales como los Puntos de coordinación (Calibres) y soporte de estructuras principales. No se integra tecnología en los mecanismos.

Relacion Operario Grada



La Grada limita al operario a ciertas posturas para realizar su trabajo, ya que posee áreas de acceso muy restringidas provocando que el trabajador haga verdaderas maniobras para el proceso de ramchado, tanto de la estructura, como de la piel del conjunto aeronáutico.

La grada no se adapta para generar en el operario las posturas adecuadas para el trabajo en ciertas zonas del conjunto aeronáutico

ESTACION DE TRABAJO AREA MONTAJE ENAER



PLATAFORMA DE TRABAJO

Se define como las estructuras que permiten el desempeño del operario en la grada, otorgándole las alturas y espacios necesarios de trabajo.

Dim. Ergonómica

No se considera la ergonomía preventiva dentro del proceso de diseño, como análisis del modo operatorio, el cual otorga las posturas del operario y áreas de acceso para el trabajo en la plataforma.

No se consideran áreas de descanso esporádico dentro de la plataforma

Dim. Proceso de Diseño

Las plataformas de trabajo se diseñan a partir de tablas antropométricas, pero ningún experto que las valide. No se validan estructuralmente a través de sistemas CAD.

Dim. Tec.-Productiva

No se integra tecnología como mecanismos de adaptación de alturas para el operario

Relacion Operario - Plataforma = INTERFAZ DE TRABAJO



La Plataforma de trabajo limita al operario a ciertas posturas para realizar su trabajo

Las plataformas no se adaptan a la grada para generar en el operario las posturas adecuadas para el trabajo en ciertas zonas del conjunto aeronáutico

Se concluye que las plataformas son el medio de interfaz entre el operario y la grada, por lo que se debe intervenir allí para mejorar el alto índice de siniestralidad del área de montaje.

ESTACION DE TRABAJO AREA MONTAJE ENAER



SECCION DE GUARDADO

Se define como las estructuras donde se almacenan utilajes de montaje, piezas aeronáuticas y herramientas. Están ubicadas en las plataformas de montaje como objetos agregados o como elementos externos que se sostienen en los mesones de trabajo y/o suelo.

Dim. Ergonómica

Al ser los elementos sostenidos de alto peso, su ubicación es fundamental para la fácil accesibilidad por el operario. Las herramientas no poseen sistemas de sujeción y los implementos de alto uso quedan alejados del alcance máximo del operario

Dim. Proceso de Diseño

No se consideran aspectos ergonómicos en su proceso de diseño como alturas de trabajo y alcances del operario según sea la tarea a realizar.

Dim. Tec.-Productiva

No se consideran mecanismos de sujeción para las herramientas.

Relacion Operario Sección de Guardado



Las secciones de guardado como objetos de almacenaje de elementos de poco uso se encuentran en correctas posiciones.

Los elementos como las herramientas y remaches, no tienen secciones de guardado esporádico cercanas al alcance del operario a pesar de ser los elementos de mayor uso.

ESTACION DE TRABAJO AREA MONTAJE ENAER



SUPERFICIES DE TRABAJO

Se define como la estructura donde se realizan actividades de motricidad fina y gruesa con esfuerzo como, el trabajo de una pieza aeronáutica, además de la sujeción de elementos de trabajo.

Dim. Ergonómica

Al ser los elementos sostenidos de alto peso, su ubicación es fundamental para la fácil accesibilidad por el operario. Las herramientas no poseen sistemas de sujeción y los implementos de alto uso quedan alejados del alcance máximo del operario

Dim. Proceso de Diseño

No se consideran aspectos ergonómicos en su proceso de diseño como alturas de trabajo y alcances del operario según sea la tarea a realizar.

Dim. Tec.-Productiva

No se consideran mecanismos de sujeción para las herramientas y /o elementos de mayor uso, como los remaches.

Relacion Operario - Superficie de trabajo



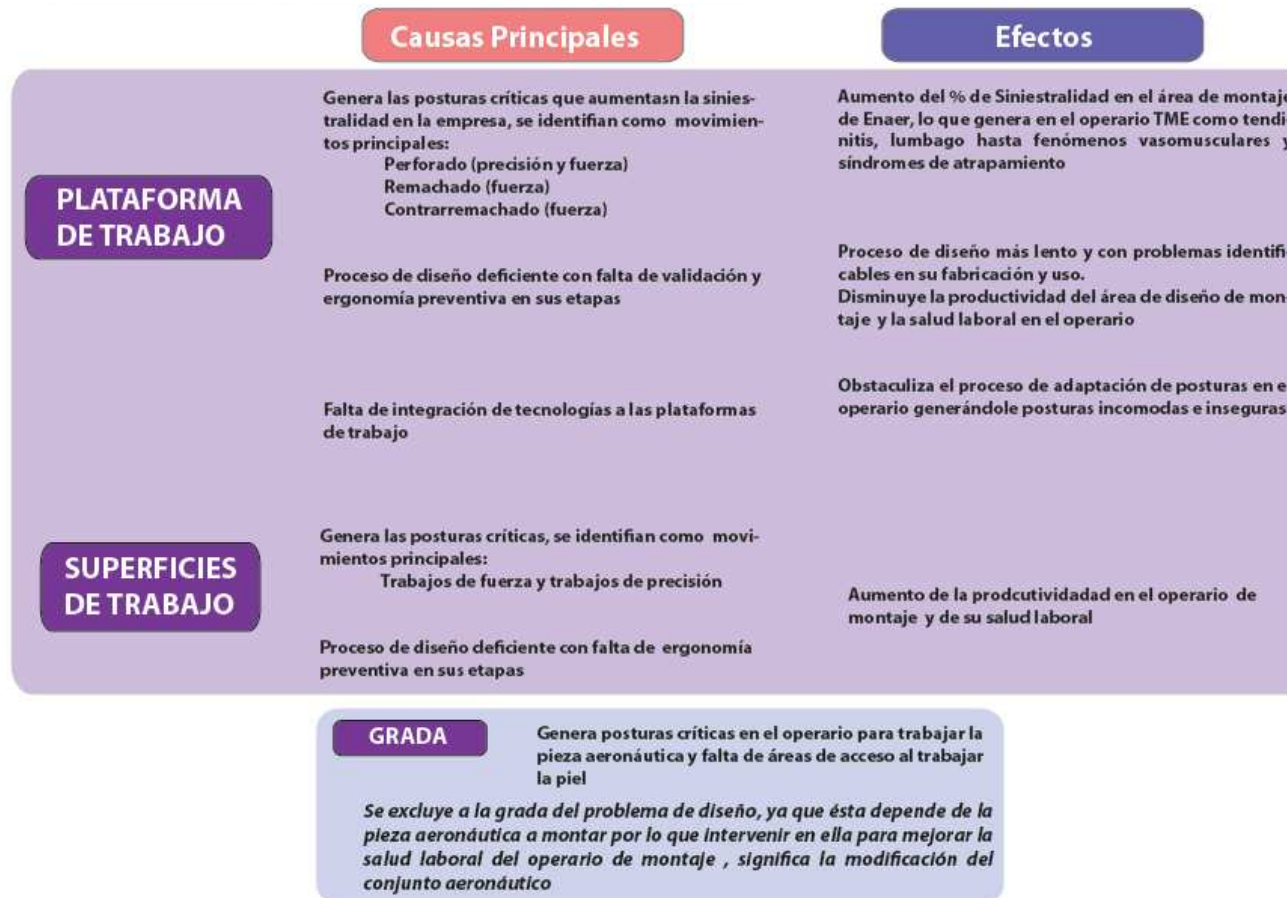
Los mesones de trabajo se ubican en posiciones correctas dependiendo el tipo de trabajo que se realice en el:

- Mov. finos mesones sobre plataformas
- Mov. gruesos o que requieren fuerza bajo la plataforma

Las alturas de trabajo según sea el tipo de esfuerzo realizado en el mesón no están consideradas.

- Trabajos precisión 10-15 cm sobre el nivel de los codos
- Trabajos fuerza 10-15 cm bajo el nivel de los codos

Conclusiones Descripción Puesto de Trabajo



3.1.2 Análisis Ergonómico Montaje Estabilizador vertical EMB-145

El análisis ergonómico se realizó a partir de observación en terreno de la grada de montaje del Estabilizador Vertical del avión EMB-145, identificando la secuencia de trabajo de los operarios en las gradas y las posturas y movimientos que éstos deben realizar en su puesto de trabajo dependiendo de la acción.

Todo esto con el objetivo de conocer los procesos de montaje realizados en el esta área y determinar las posturas críticas adoptadas por los operarios en su trabajo, para así poder establecer patrones a considerar en el proceso de diseño de una plataforma de trabajo para el montaje.

Para ello se utilizó una metodología mixta en la cual se utilizaron aspectos determinantes de postura y un análisis preliminar para un estudio de relaciones dimensionales de un sistema.

La información será expuesta en láminas en las que se describirá la secuencia de trabajo e identificarán en otras

las posturas más críticas, realizando un análisis biomecánico de cada una de ellas e identificando los posibles TME asociados a los movimientos si es que constantemente son adoptadas por el operario de montaje. También se identificarán los rangos de tiempo que dura la postura y el rango de descanso entre ellas. Estas mediciones se realizaron con videos tomados en la observación de campo.

ACTIVIDAD

Observación en terreno de la grada de montaje del estabilizador vertical y horizontal del avión EMB-145

OBJETIVO

Conocer los procesos de montaje y determinar los puntos críticos del trabajo de los operarios en su puesto de trabajo, y así poder establecer patrones para considerar la ergonomía preventiva desde el proceso de diseño de una grada.

METODOLOGIA

Factores determinantes de la postura
Checklist ergonómico
Observación y validación experto

1. Métodos de trabajo que existen o que existirán en el puesto.

En esta etapa se observó todo el proceso de montaje de los estabilizadores hasta su término y se establecieron los métodos de trabajo que existen en la grada y las etapas que consta el montaje de esta pieza.

MONTAJE ESTABILIZADOR VERTICAL

Duración Total montaje: 7 días
Número de operarios fijos: 4
Número de operarios ayudantes: 3

ESTRUCTURA

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones

PIEL

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones

ESTRUCTURA

- Descripción de Etapas

- Análisis fotográfico de posturas

- Conclusiones



- El primer paso de la línea de montaje es la instalación de las cuadernas de forma y los apoyos de los Spars. Las cuadernas son estructuras que como su nombre lo indica otorgan una guía al operario para la instalación de todas las Ribs del estabilizador. Estas son de acero y tienen un peso aproximado de 10 kilos cada una, por lo que son bastante pesadas para el transporte del trabajador, quien debe subirlas a la grada cada vez que sea necesario su utilización o desinstalación. Los apoyos de los Spars son placas de acero que se colocan en la grada con pernos. En esta etapa participan 4 operarios en la grada.
- Luego de instalar las cuadernas y apoyos para los Spars se instalan las Ribs Internas, se fijan en primera instancia con Clecos en lugares específicos y luego se perfora para establecer la posición correcta de cada una de ellas con los Spars para terminar siendo remachadas. Participan 3 operarios en este proceso de la grada.
- Se taladra el 5º Spar o "Pata de pato", para esta pieza de titanio se utiliza un útil de taladrado el cual se coloca en la grada con pernos. Este útil posee 3 tipos de perforaciones y ayuda al operario a realizarlas sin errores. Este proceso de montaje está a cargo de un operario y es de gran exigencia física ya que el que perforar el titanio es muy costoso por su nivel de dureza.
- Dentro del proceso de postura de las Ribs internas existen veces que el operario puede remachar y sostener la barra contra remachadora el mismo, en cambio en algunas partes como por ejemplo las esquinas es necesario por la complejidad del remachado y la posición del operario y la herramienta que se necesita de otro operario para realizar la operación.
- Existen costillas internas que a veces no quedan en posición (0,0), cuando esto ocurre es necesario colocar la costilla en una prensa con una placa de acero y golpearla con un mazo con punta de teflón para evitar el rayado de la pieza y dejarla en correcta postura. En este proceso participa un operario y queda al criterio y experiencia del el estado de la pieza.

ESTRUCTURA

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones



TME Asociados:

- Lumbago
- Tendinitis
- Epicondinitis

Acción: Perforado de Pata de Pato o Costilla final

- Usuario en posición semi-erguida
- Inclinación de zona cervical, lumbar y dorsal en 60°
- Flexión de la extremidades inferiores
- Flexión zona cervical en 30° para orientarse a su campo visual
- Levantamiento de hombros para acercar cabeza a la zona de trabajo
- Flexión y Abducción de los codos
- Trabajo de fuerza (perforado titanio), mala disposición de los codos, ya que para este tipo de trabajo debiesen estar en 10 a 15 cm bajo el nivel de los codos sin abducción del hombro.

Movimiento repetitivo de perforado, con algunas variaciones en los ángulos de flexión.

Duración total: 3 horas y media

Sesiones: 40 seg a 3 min

Descanso: 20 seg a 1 min

ESTRUCTURA

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones



TME Asociados:

- Lumbago
- Tendinitis
- Epicondinitis

Acción: Perforado de Pata de Pato o Costilla final

- Posición de sedestación con apoyo de en la grada
- Inclinación Lateral y rotación zona cervical, lumbar dorsal en 30°
- Inclinación lateral del cuello con apoyo en el hombro
- Flexión extremidades inferiores
- Puntos de apoyo codo y glúteos
- La dirección de las fuerzas son 30° inclinadas con respecto al eje corporal

Movimiento repetitivo de perforado, con algunas variaciones en los ángulos de flexión de las extremidades superiores.

Duración total: 1 horas y media

Sesiones: 40 seg a 3 min

Descanso: 20 seg a 1 min

ESTRUCTURA

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones



TME Asociados:

- Lumbago
- Tendinitis
- Fenómenos Vasomotores
- Síndromes de Atrapamiento

Acción: Contra Remachado Spars / Ribs

- Posición de sedestación con apoyo de en la grada y plataforma
- Rotación del tren inferior en 80°
- Puntos de apoyo en glúteo y cadera derecha.
- Flexión y rotación de extremidades inferiores
- Elevación y Flexión de extremidades superiores.
- Inclinación y rotación cuello
- Trabajo de fuerza (perforado titanio), mala disposición de los codos, ya que para este tipo de trabajo debiesen estar en 10 a 15 cm bajo el nivel de los codos sin abducción del hombro.

Movimiento repetitivo de sujeción de barra contraremachadora, con algunas variaciones en los ángulos de flexión de extremidades superiores e inferiores.

Duración total: 20 min

Sesiones: 3 min

Descanso: 20 seg a 1 min

PIEL

- Descripción de Etapas

- Análisis fotográfico de posturas

- Conclusiones



- El proceso de colocación de la piel del estabilizador consta de ciertas etapas como el proceso de ajustado de la piel de un lado (derecho) donde se le realizan ciertas perforaciones desde el lado contrario de donde se pone la piel.
Luego se perfora la piel nuevamente, pero esta vez por el lado de la piel donde se utiliza un cabezal en el taladro para que el perforado sea perpendicular a la superficie.
- Se realizan nuevas perforaciones sobre la piel y la estructura de la parte del 5º Spar o "pata de pato" con el mismo utillaje utilizado anteriormente
- Se remacha la piel derecha con distintos tipos de remaches según sea la zona de resistencias del estabilizador. Aproximadamente en la etapa de remachado de la piel se colocan por lado unos 1600 remaches en aproximadamente 3 días, además de las 1600 perforaciones que se deben realizar para colocar los remaches
- Se coloca la piel izquierda, esta etapa es similar a la anterior, sólo que esta vez ya no existen las mismas áreas de acceso, por lo que se identifica como la etapa más dura de todo el proceso de montaje de la piel, ya que el operario debe realizar verdaderas maniobras para recibir el contra remachado de 800 remaches. Las áreas de acceso sólo son a través de las ventanas de inspección, las cuales varían su tamaño siendo algunas casi imposible introducir la mano.
- Finalmente se baja el estabilizador entre 4 operarios (aproximadamente 200 kilos) con su dos pieles ya puestas hacia una mesa de trabajo donde se le realizan los procesos que la grada no les permite, como el remachado y perforado de piezas de ensamble. También se le coloca desmoldante en las tapillas y bordes de las ventanas de inspección.
En esta etapa se identifica una deficiencia en la plataforma donde colocan el estabilizador, ya que posee ruedas las cuales no se fijan entonces para cada acción a realizarse es necesario que un operario sostenga el mesón. Así finaliza el montaje del estabilizador vertical del Brasil EMB-145.

PIEL

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones



TME Asociados:

- Lumbago
- Tendinitis
- Epicondinitis

Acción: Perforado de Spar 1

- Usuario en posición erguida
- Rotación zona cervical, lumbar y dorsal e inclinación de éstos segmentos 15° hacia la derecha
- Inclinación y rotación del cuello en 40° para orientarse a su campo visual
- El operario carga todo el peso de su cuerpo en el su segmento corporal derecho.
- Elevación y Flexión de extremidades superiores.
- Trabajo de fuerza (perforado titanio), mala disposición de los codos, ya que para este tipo de trabajo debiesen estar en 10 a 15 cm bajo el nivel de los codos sin abducción del hombro

Movimiento repetitivo de perforado, con algunas variaciones en los ángulos de flexión.

Duración total: 40 min

Sesiones: 3 min

Descanso: 20 seg a 1 min

PIEL

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones



TME Asociados:

- Lumbago
- Tendinitis

Acción: Perforado de Spar 1

- Usuario en posición agachada.
- Presión en su empeine, toda la carga corporal reside en esa zona.
- Inclinación de columna en 30° para orientar su cabeza al campo visual.
- Inclinación cuello
- Tarea de precisión, mala disposición de codos, debiese ser 15 a 10 cm sobre los codos.
- Flexión extremidades inferiores y superiores

Movimiento repetitivo de perforado, con algunas variaciones en los ángulos de flexión.

Duración total: 3 horas y media

Sesiones: 1 seg a 3 min

Descanso: 20 seg a 1 min

PIEL

- Descripción de Etapas
- Análisis fotográfico de posturas
- Conclusiones



TME Asociados:

- Lumbago
- Tendinitis
- Fenómenos Vasomotores
- Síndromes de Atrapamiento

Acción: Contra Remachado piel izquierda

Usuario 1

- Usuario en posición agachada.
- Presión en su empeine, toda la carga corporal reside en esa zona.
- Debe mantener el equilibrio para la postura
- Tarea de fuerza, mala disposición de codos, debiese ser 15 a 10 cm bajo el nivel de los codos.
- Inclínación y Flexión de columna en 15° para orientar su cabeza al campo visual y equilibrarse.
- Flexión de extremidades superiores e inferiores
- Expresiones faciales de incomodidad con la postura

Movimiento repetitivo de sujeción de barra contrarremachadora con algunas variaciones en los ángulos de flexión de extremidades superiores e inferiores.

Duración total: 7 horas

Sesiones: 2 min a 5 min

Descanso: 20 seg a 1 min

ANALISIS ERGONOMICO POSTURAS // AREA MONTAJE // ENAER



ESTRUCTURA

Conclusiones

- 1.-Se realizan mayores movimientos que implican fuerza, que de precisión.
- 2.-Se ven involucrados los segmentos corporales del tren superior, como brazos y la zona cervical, dorsal y lumbar de la columna vertebral; y segmentos del tren inferior, como tobillos y rodillas.
- 3.-La mayoría de las posturas son originadas por las alturas de las plataformas, por lo que el operario debe adaptarse corporalmente para trabajar en la pieza aeronáutica.
- 4.- Los TME pueden generarse en actividades donde se requiere mayor fuerza, como son la tendinitis y el lumbago en actividades como: perforado Spar 5, remachado y contrarremachado estructura, postura de utillaje.



PIEL

Conclusiones

- 1.-En las operaciones se realizan movimientos que implican fuerza y precisión.
- 2.-Se ven involucrados segmentos corporales del tren superior, como brazos y la zonas cervical, dorsal y lumbar de la columna vertebral; y segmentos del tren inferior, como tobillos y rodillas.
- 3.-La mayoría de las posturas son originadas por las alturas de las plataformas, por lo que el operario debe adaptarse corporalmente para trabajar en la grada y la pieza aeronáutica.
Otras posturas, como la generada en el contrarremachado de la piel izquierda, están determinadas por la pieza aeronáutica, ya ésta no le otorga una correcta área de acceso al operario.
- 4.- Los TME que pueden generarse en actividades donde se requiere mayor fuerza son la tendinitis y el lumbago en operaciones como el perforado Spar 5 y remachado piel.
Para movimientos que requieren de fuerza y precisión, como el perforado y contrarremachado de la piel, los TME más recurrentes serían T - L - S.A - F.V.

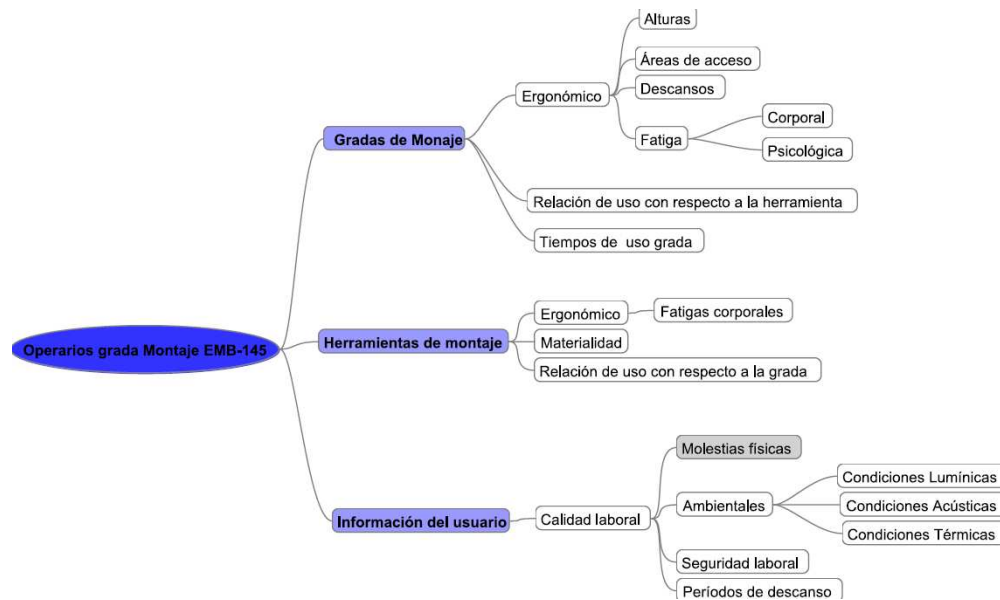
3.1.3 Encuesta Operario Montaje

OBJETIVO

Conocer la percepción de los operarios de las gradas de montaje del Estabilizador Vertical del avión EMB-145 montado en la Empresa Nacional de Aeronáutica (ENAER).
Universo Encuestados: 6 personas

DATOS ENCUESTADO

Operarios de las gradas de montaje.
Rango etario promedio 28 años,
Mecánicos Estructuristas de colegios Industriales
Nivel socio económico D.



Conclusiones Generales encuesta

A partir del estudio realizado se pudo dar cuenta de la percepción del operario acerca de su puesto de trabajo.

Se identificaron los factores a mejorar dentro del puesto de trabajo siendo el más importante la grada de montaje debido a las limitadas áreas de acceso que brinda ésta al operario, además de los bordes con filo que posee en ciertas partes. El factor secundario a intervenir, según el operario, son las alturas que ofrece las plataformas para el desempeño del trabajador.

Se concluye también que gran parte de los operarios sienten cierto nivel de disconformidad con las condiciones laborales que le brinda su puesto de trabajo. Las principales razones aluden a los procesos claves de sobre carga física que ocurren con ciertas acciones, los cuales son el proceso de remachado y contra remachado.

A su vez éstos identifican los segmentos del cuerpo que se ven más afectados con estos movimientos los cuales

son las extremidades superiores y la zona lumbar de la columna vertebral.

La sobre carga en su puesto de trabajo también se hace manifiesto en los operarios de manera psicológica generándoles trastornos de sobre carga mental, siendo el síntoma principal el estrés y síntomas secundarios el dolor de cabeza, alteraciones en el sueño y cambios en el humor después del término de su jornada laboral.

Dentro de las propuestas que realizarían los operarios para mejorar las condiciones de su puesto de trabajo están: el aumento de sus períodos descanso y a la mejora de la calidad y/o creación de instalaciones tanto en la grada de montaje como la empresa para contrarrestar el esfuerzo físico realizado en su trabajo.

Dentro de las condiciones ambientales del puesto de trabajo, el operario demuestra cierto grado de disconformidad en ciertos aspectos ya que evalúan como regulares los factores lumínicos, acústicos y térmicos que éste le brinda.

Recomendaciones

El factor ergonómico del puesto de trabajo del área de montaje ha sido descuidado, ya que la mayoría de los componentes de su sistema de trabajo, ya sea gradas, plataformas y superficies de trabajo se diseñan a partir de datos antropométricos de poblaciones extranjeras, como es la población brasileña, los cuales escapan totalmente a nuestras medidas corporales, alcances y condiciones físicas.

Se debe capacitar al personal encargado del diseño para que realicen un buen uso de estas tablas, ya que el espacio de trabajo y específicamente las plataformas y las gradas de montaje, deben contribuir tanto a la productividad como a la salud física de los trabajadores, de manera de evitar lesiones en ellos.

El puesto de trabajo del área de montaje debe estar acorde con el tipo de trabajo que se desempeñe en ella. Es por dicha razón que se recomienda revisar y plantear un cambio estructural y funcional en las plataformas de

manera que facilite al trabajador el tema de los movimientos y posturas críticas, generando un puesto de trabajo que se adapte al operario según sea la acción que deba desempeñar.

3.2 Etapas de Diseño

A partir de la metodología propuesta anteriormente se comienza el diseño de la plataforma de montaje para la grada de integración del ala del avión T-35 en Enaer.

3.2.1 Diseño Conceptual Plataforma

La etapa de diseño conceptual, de acuerdo a la metodología propuesta se desarrollo a partir de las siguientes etapas:

DEFINIR Estructura del producto (EDP) del conjunto aeronáutico que se montaría en la grada de integración.

DEFINIR Secuencia de armado del conjunto aeronáutico.

APLICAR análisis ergonómico para determinar alturas de trabajo de la plataforma.

ESTABLECER las medidas de las plataformas según sean la postura que realizará el operario y resultados de análisis ergonómico.

ESTIMAR dimensiones generales de la plataforma de trabajo.

ESBOZAR conceptualmente la plataforma de trabajo del subconjunto y/o conjunto a montar.

La **validación** de esta etapa fue a partir de los expertos ya establecidos en la metodología, quienes corrigieron en reuniones personalizadas, cada una de las fases de la etapa de diseño conceptual, con el fin de que se generase una base sólida en el proceso de diseño de la plataforma de montaje para la grada de integración del ala del avión T-35 Pillán.

Los expertos que validaron esta fase de diseño fueron:

Ingeniero Aeronáutico: Giovanni Labrín

Ingeniero en Proyectos Industriales: Gabriel Peña

Ergónomo: Enrique Montero Kaiser

Diseñador Industrial: Marcelo Quezada G.

3.2.1.1 Definición Estructura del producto (EDP)

A partir de los planos otorgados por la empresa aeronáutica *Piper* a Enaer se comenzó a elaborar la EDP del ala del avión T-35 Pillán. Se realizó una selección de los componentes formales más importantes que formaban el ala y se les clasificó por niveles dependiendo de la jerarquía de los subconjuntos y partes. Además se le otorgó un número de parte a cada pieza, subconjunto y conjunto aeronáutico, la cual es una numeración específica propia del lenguaje de las empresas con grandes cadenas productivas, y en este caso específico según el lenguaje de producción de Enaer.

El objetivo de definir la EDP del ala fue para determinar los componentes y subconjuntos que se montarían en la grada de integración y poder así determinar el orden con el que el operario montaría cada subconjunto en la grada de integración.

A continuación se presenta la EDP del ala izquierda, ya que la del lado derecho es igual variando solo el número de terminación (Ala derecha completa 002)

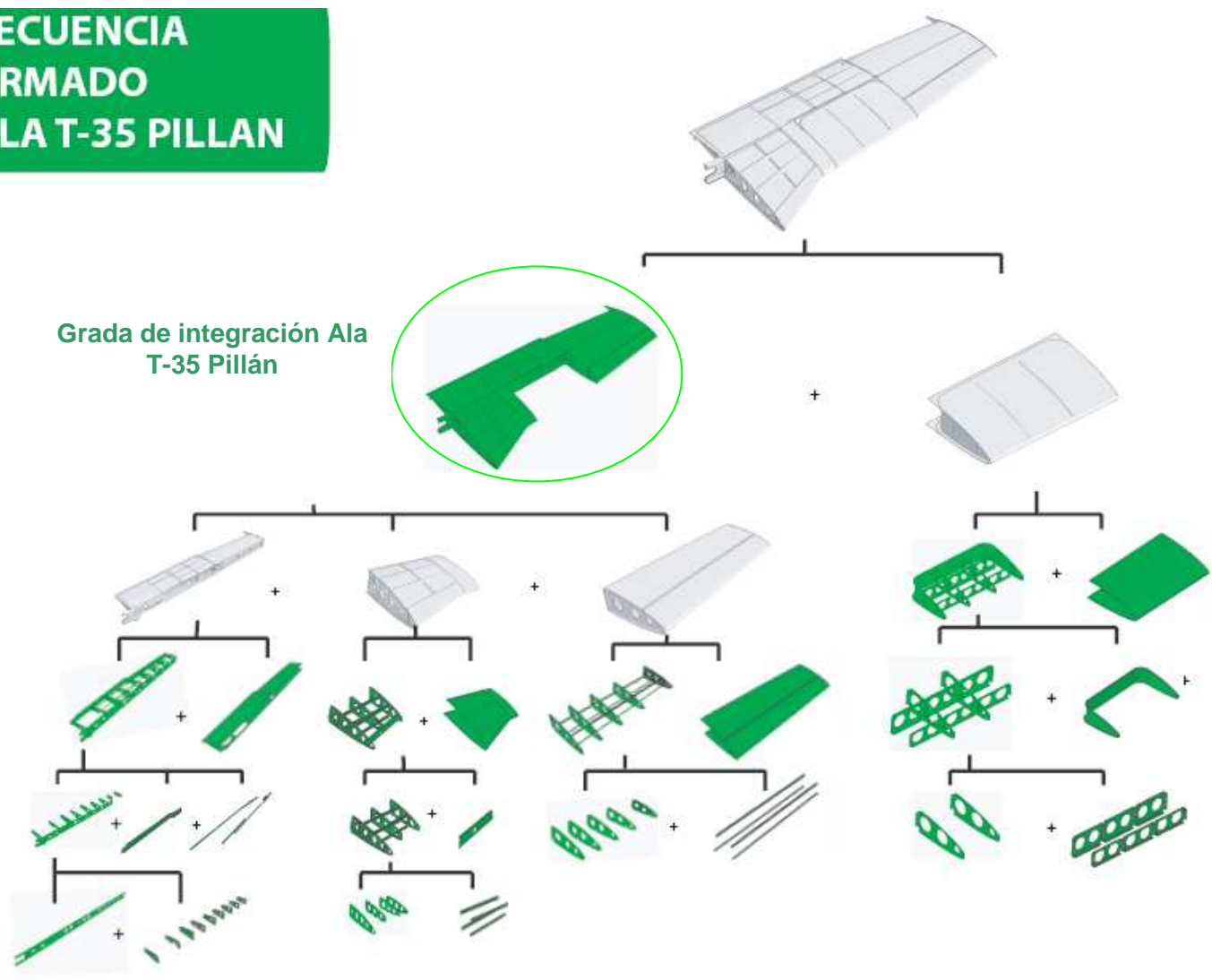
ALA IZQUIERDA COMPLETA 001									
1	2	3	4	5	6	7	8	P/N	DESCRIPCION
X								P-51000-001	wing assembly left
	X							P-51200-001	tip assy left
	X							P-51300-001	tank fuel assy left
	X							P-51500-001	wing trailing edge assembly
		x						P-51501-001	stiffener
		x						P-51502-001	stiffener
		x						P-51503-001	cuff aft out spar
		x						P-51504-001	spar assembly main
			x					P-51511-001	stiffener
			x					P-51512-001	stiffener
			x					P-51513-001	stiffener
			x					P-51114-001	outb spar
				x				P-51111-001	spar
		x						P-51505-001	rib aft ws 24,24
		x						P-51506-001	rib assy aft ws 49,25
			x					P-51561-001	stiffener ws 49,25
			x					P-51562-001	rib ws 49,25
			x					P-51563-001	stiffener ws 49,25
			x					P-51564-001	rib ws 49,25
		x						P-51507-001	rib assy aft ws 69,24
			x					P-51571-001	stiffener ws 69,24
		x						P-51508-001	rib aft ws 86,03
		x						P-51509-001	spar assembly aft wing inbd
			x					P-51591-001	spar assembly aft wing inbd

			x				P-51592-001	plate aft spar
							P-51510-001	rib assy aft ws 106,19
			x				P-51522-001	rib ws 106,19
							P-51530-001	rib aft ws 123,15
			x				P-51531-001	rib aft ws 140,09
							P-51532-001	rib assy aft ws 157,00
							P-51544-001	rib ws 157,00
			x				P-51533-001	rib aft ws 174,00
							P-51534-001	rib ws 106,19
			x				P-51535-001	skin assy wing aft outbd top
							P-51555-001	stringer
			x				P-51536-001	skin assy aft wing bot inbd
							P-51537-001	skin ASSY AFT WING BOTTOM
							P-51566-001	skin
			x				P-51538-001	closeout spar assy aft
							P-51577-001	spar
			x				P-51539-001	rib aft 101,39
							P-51540-001	skin
			X				P-51541-001	skin wing outbd
							P-51542-001	false spar web
			x				P-51543-001	hinge assy flap
							P-51545-001	rib
		X					P-51950-001	wing leading edge inboard
			x				P-51951-001	rib-root
							P-51952-001	rib assy
							P-51966-001	rib

								P-51953-001	skin assy
								P-51977-001	skin
								P-51954-001	skin assy
								P-51988-001	stiffener
								P-51989-001	stiffener
								P-51990-001	skin
								P-51955-001	nose rib ws 57,00
								P-51956-001	skin le root
								P-51957-001	spar le inbd
								P-51958-001	skin bottom inbd
								P-51990-001	skin
								P-51991-001	stiffener
								P-51992-001	stiffener
								P-51993-001	stiffener
								P-51959-001	rib wing nose
						X		P-51630-001	outboard leading edge
								P-51631-001	rib assy wing nose ws 106,19
								P-51655-001	rib ws 106,19
								P-51632-001	rib ws 117,50
								P-51633-001	rib ws 132,77
								P-51634-001	rib ws 148,60
								P-51635-001	rib fwd ws 174,00
								P-51636-001	skin
								P-51637-001	stringer
								P-51638-001	stringer
								P-51666-001	sction stringer
								P-51639-001	skin
								P-51640-001	skin

3.2.1.2

SECUENCIA ARMADO ALA T-35 PILLAN



3.2.1.3 Análisis Posturas Operario para el montaje del Ala

Tomando en cuenta el principio de Diseño para los extremos descrito anteriormente en los antecedentes, se realizó un análisis para determinar que percentil extremo (considerando el 5% y 95% como extremos), es quien tendría más problemas al desempeñar movimientos de remachado y perforado en la grada de integración del ala del T-35 Pillán.

Se propuso la altura Codo- Suelo del 5 % percentil masculino como la adecuada para desempeñar las acciones, ya que sería éste el percentil de la población chilena es quien tendría más problemas en generar una postura para adaptarse a una determinada altura Codo-suelo.

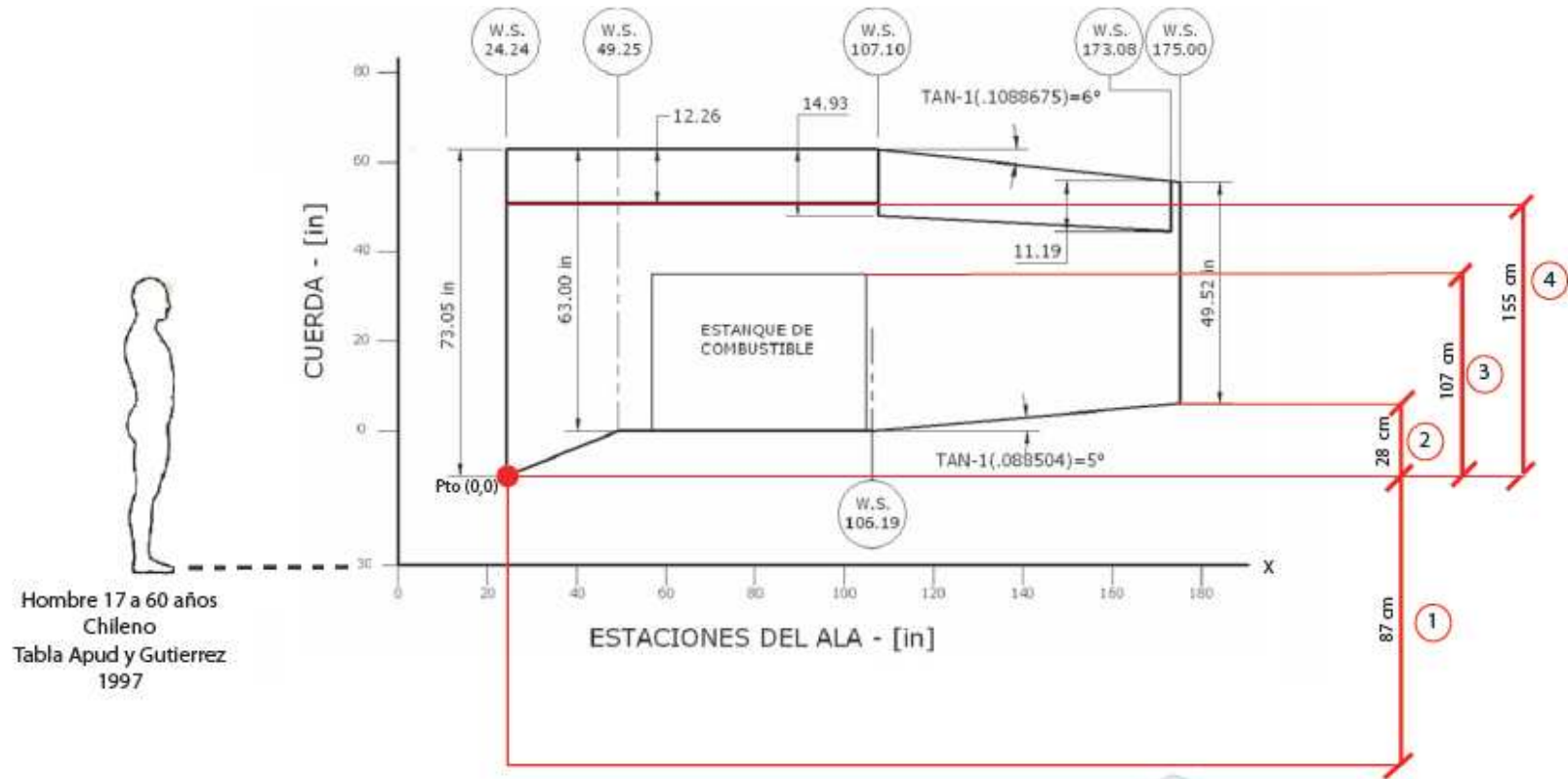
Como el movimiento de perforado y remachado implican fuerza ejercida con el codo y el hombro, el movimiento natural hace que el usuario se cargue levemente hacia adelante produciendo que esta altura Codo suelo baje de 10 a 15 cm aproximadamente.

Tomando en cuenta estos datos se propone utilizar la Altura Codo-Suelo del 5% P.H²⁰ que es 97 cm menos 10 cm por tratarse de una postura que genera fuerza.

Este análisis fue validado por el Dr. Miguel E. Acevedo Álvarez, Médico del Trabajo y Ergónomo, quien desempeña sus actividades en la Unidad de Ergonomía del Instituto de Seguridad del Trabajo (IST).



²⁰ APUD, GUTIERREZ. Tabla Antropométrica población Chilena. Laboratorio Ergonomía. Universidad de Concepción. 1997



- ① Altura Codo suelo 5 % Percentil Hombre es 96.5, aprox. 97 cm. Movimientos de fuerza como remachado 10 a 15 cm bajo el nivel de los codos (altura Codo-Suelo). ALTURA ESTRATEGICA 1= 87 cm
- ② Para el trabajo del borde de ataque outboard e inboard, tanto en su zona inferior como zona media, 28 cm sobre el inicio del ala. Se realizan movimientos de fuerza, por lo tanto la segunda ALTURA ESTRATEGICA 2= 59 cm bajo el eje X del ala.
- ③ La tercera altura marcada , es para el trabajo superior de el borde de ataque inboard e outboard, del estanque y todo el extremo inferior del borde de fuga. Se realizarán movimientos de fuerzacommo remachado y perforado, por lo que la ALTURA ESTRATEGICA 3= 20 cm sobre el eje X del ala.
- ④ La cuarta altura marca, es para el trabajo superior y medio del borde de fuga. Se realizan movimientos de fuerza como el remachado y perforado, por lo que la ALTURA ESTRATEGICA 4 = 68 cm sobre el eje X del ala.



Dimensiones generales de la plataforma

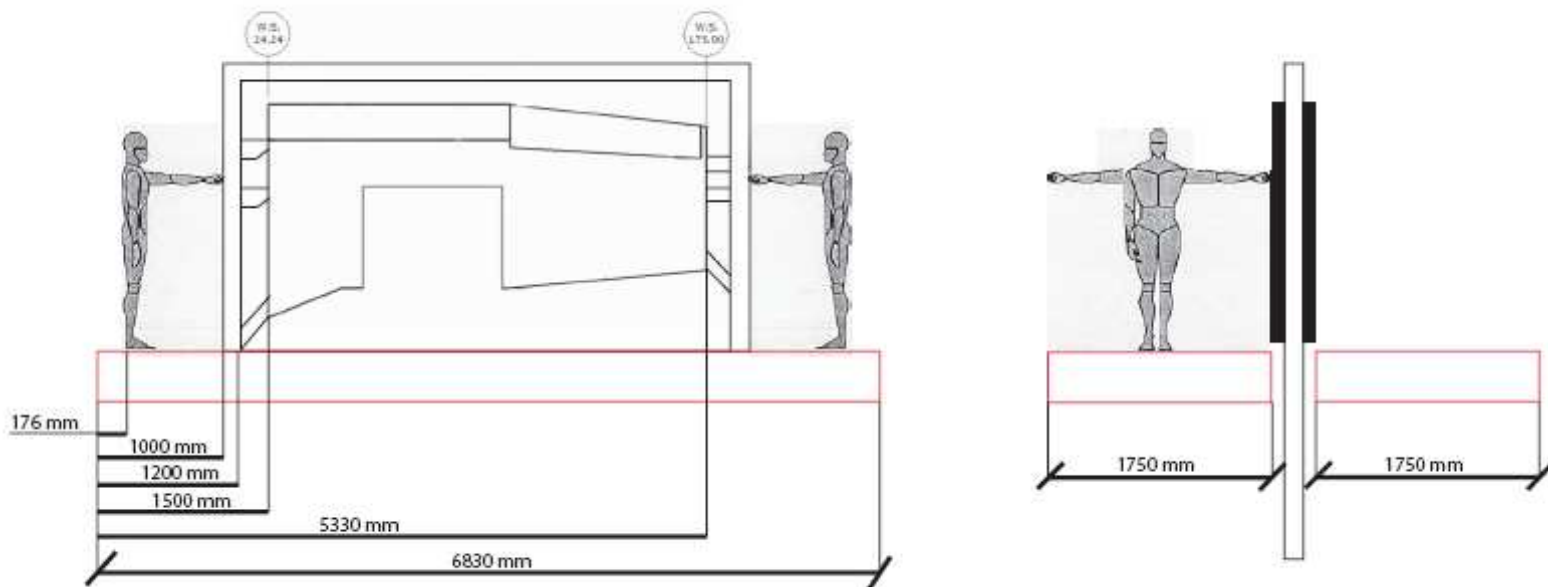
DIMENSIONES PLATAFORMA

Largo Ala = 175 in - 24.24 in = 150.76 in = 3830 mm.

Largo Grada = 4830 mm. = largo ala + estructuras laterales (1000 mm.)

Largo Plataforma = 6830 mm = largo grada + Alcance Frontal 95% P.H. (82.4 x 2 = 1648 mm) + 176 mm x 2 = 352 mm rango de movilidad

Ancho Plataforma = 1725 mm / aprox. 1750 mm = Alcance Vertical 95% P.H.



3.2.2 Diseño Preliminar Plataforma

La etapa de diseño preliminar, de acuerdo a la metodología propuesta se desarrollo a partir de las siguientes fases:

ESTABLECER el tipo de montaje para el conjunto aeronáutico

ANALIZAR el estado del arte de plataformas de trabajo para el montaje

DEFINIR los sistemas de la plataforma: tecnología aplicada, áreas de acceso, etc.,

ESTABLECER referentes formales y conceptuales para el diseño de las plataformas

DEFINIR la configuración general de la grada y plataformas (de manera global ya que no se esperan cambios importantes).

La **validación** de esta etapa fue a partir de los expertos ya establecidos en la metodología, quienes corrigieron en reuniones personalizadas, cada una de las fases de la

etapa de diseño preliminar, con el fin de que se generase un sólido proceso de diseño de la plataforma de montaje para la grada de integración del ala del avión T-35 Pillán.

Los expertos que validaron esta fase de diseño fueron:

Ingeniero Aeronáutico: Giovanni Labrín

Ingeniero en Proyectos Industriales: Gabriel Peña

Ergónomo: Enrique Montero Kaiser

Diseñador Industrial: Marcelo Quezada G.

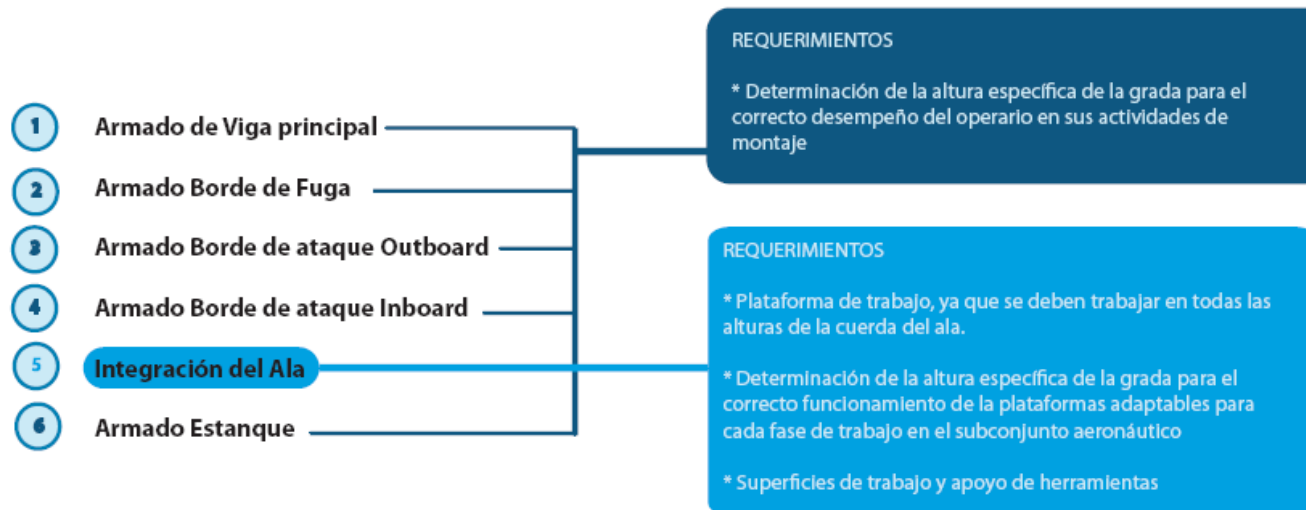
3.2.2.1 Establecer tipo de montaje

TIPO DE MONTAJE ALA T-35 PILLAN

El montaje total del ala se realizará en 6 gradas.
En cada grada de Armado se montarán las estructuras a nivel completo, las pieles a nivel incompleto, es decir, sólo en lugares estratégicos para su postura.
En la grada de Integración del Ala se realizarán la unión de los subconjuntos además del término de la etapa de remachado de las pieles para cada subconjunto.

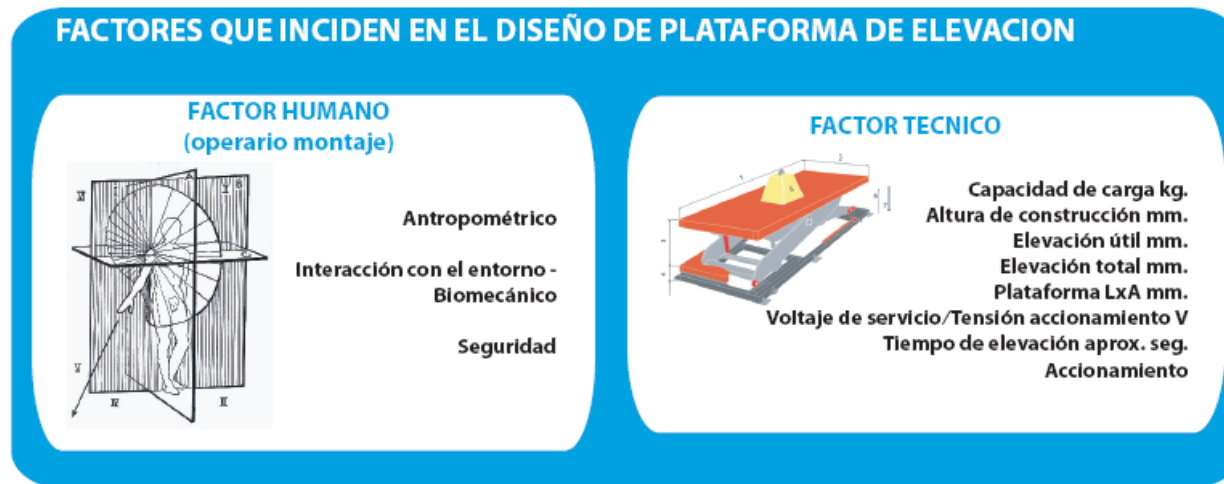
BENEFICIOS

- * El tener varias gradas de armado aumenta el nivel de productividad y disminuye el tiempo de montaje de un conjunto aeronáutico.
- * Mejora la calidad del montaje de los subconjuntos.
- * Garantiza de igual manera la intercambiabilidad de las piezas y repetitividad del proceso.



3.2.2.2 Análisis Estado del Arte

Para el análisis del estado del arte de las plataformas de trabajo neumáticas utilizadas con distintas aplicaciones, ya sea para el montaje o como elevadores de carga, se estableció un patrón de comparación el que consistía en dos factores, estableciendo el factor humano como el principal para el diseño de plataformas.



ESTADO DEL ARTE - Elevadores neumáticos

FACTOR HUMANO															
Antropométrico		Interacción con el entorno				Seguridad				Accionamiento					
Lineales rectas (alturas - Distancias)	Arcos de Movimientos del cuerpo	Superficies		Acceso a Plataformas	Adaptación Plataformas a los objetos	Bajada de emergencia	Barandillas		Dispositivo de parada de emergencia	Revestimientos antideslizantes	Ubicación		Tipo de accionamiento		
		De trabajo	Sujeción de Herramientas de trabajo				Fijas	Ajustables al objeto			En plataforma	Fuera de plataforma	Pedálera	Botonera	Cable

MESA TIJERA HIDRAULICA



FACTOR HUMANO

Antropométrico

Se considera la antropometría en el proceso de diseño de la plataforma, ya que esta es adaptable a la posición que el operario la requiera según sea su actividad

Seguridad

Bajada de emergencia mediante grifo esférico.

Dispositivo de parada de seguridad directamente en la plataforma (listón de contacto) antiatrapamiento de los pies.

Accionamiento

Control con cable de 3 metros

FACTOR TECNICO

Capacidad de carga kg.	4000
Altura de construcción mm.	700
Elevación útil mm.	3200
Elevación total mm.	3900
Plataforma LxA mm.	2700 x 1600
Voltaje de servicio/Tensión accionamiento V	400 / 230
Tiempo de elevación aprox. seg.	95
	12 elevaciones por hora

EMPRESA

BLITZ

Mesas elevadoras, construcción mediante CAD, según las normas europeas NE DIN 1570.

Fuente: <http://www.blitz.es/product/f1/f1s17x44.html>

ESTADO DEL ARTE - Elevadores neumáticos

FACTOR HUMANO														
Antropométrico		Interacción con el entorno				Seguridad				Accionamiento				
Lineales rectas (alturas - Distancias)	Arcos de Movimientos del cuerpo	Superficies		Acceso a Plataformas	Adaptación Plataformas a los objetos	Baja de emergencia	Barandillas		Dispositivo de parada de emergencia	Revestimientos antideslizantes	Ubicación		Tipo de accionamiento	
		De trabajo	Sujeción de Herramientas de trabajo				Fijas	Ajustables al objeto			En plataforma	Fuera de plataforma	Pedlera	Botonera

MONTACARGAS HIDRAULICO



FACTOR HUMANO

Antropométrico

Se considera la antropometría en el proceso de diseño de la plataforma, ya que esta es adaptable a la posición que el operario la requiera según sea su actividad

Seguridad

Cierres perimetrales : Malla Acma - Plancha de Acero - Policarbonato - Vidrio.

Accionamiento

Tablero de control y fuerza, botonera en los Niveles
Canalización por conduit PVC o tuberías galvanizadas,
limitadores de llegada (Microswitch) y sensores en las puertas (Microwith).

FACTOR TECNICO

Capacidad de carga kg.	hasta 7000
Altura de construcción mm.	0
Elevación útil mm.	3200
Elevación total mm.	1200
Plataforma LxA mm.	según requerimientos
Motor de 5.5 hp, Bomba de 23 Lts/Min.	
Tiempo de elevación aprox. seg.	según requerimientos

EMPRESA

SERVYMAQ

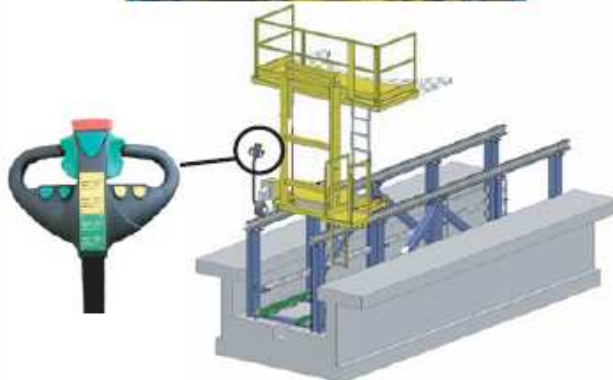
Empresa chilena que ofrece venta y arriendo de maquinarias extranjeras

Fuente: http://www.servymaq.cl/prod_montacargas.html

ESTADO DEL ARTE - Elevadores neumáticos

FACTOR HUMANO														
Antropométrico		Interacción con el entorno				Seguridad				Accionamiento				
Lineales rectas (alturas - Distancias)	Arcos de Movimientos del cuerpo	Superficies		Acceso a Plataformas	Adaptación Plataformas a los objetos	Bajada de emergencia	Barandillas		Dispositivo de parada de emergencia	Revestimientos antideslizantes	Ubicación		Tipo de accionamiento	
		De trabajo	Sujeción de Herramientas de trabajo				Fijas	Ajustables al objeto			En plataforma	Fuera de plataforma	Pedálera	Botonera

Plataformas de Elevación para talleres ferroviarios



FACTOR HUMANO

Antropométrico

Se considera la antropometría en el proceso de diseño de la plataforma, ya que esta es adaptable a la posición que el operario la requiera según sea su actividad

Interacción con el entorno - Biomecánico

Acoplamiento ajustable de la plataforma que permite adaptación de ésta a forma del ferrocarril.

Escalera de acceso telescópicas, que se despliegan con el movimiento de elevación

Seguridad

Bajada de emergencia mediante escalera abatible que permiten salvar la altura del bastidor hasta el suelo

Barandillas de seguridad extensibles en la plataforma de ajuste al vehículo

Accionamiento

Timón con botonera en la parte inferior de la plataforma

FACTOR TECNICO

No se especifican

EMPRESA

BLITZ

Plataformas de trabajo móviles motorizadas sobre vía, para tareas de mantenimiento y reparación de frontales de vehículos ferroviarios en ambiente de taller

Fuente: <http://www.blitz.es/product/f1/f1s17x44.html>

3.2.2.3

CONTINUIDAD

FLUJO

Lenguaje formal contemporáneo
Se entiende como contemporáneo aquello que es actual y desde la mirada del lenguaje formal en el diseño, se habla de aquellas líneas, conceptos, tamaños, composición, colores etc., que configuran la forma y le entregan identidad.
Actualmente se apela a lo orgánico como generador de forma.

- Movimiento natural de la materia
- Flujo del agua y del viento
- Términos de formas sinuosas, curvas

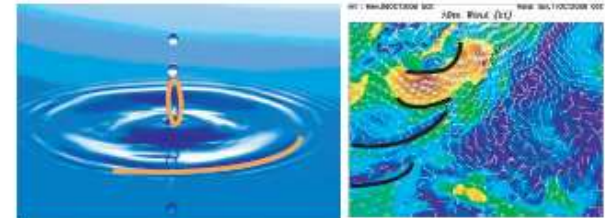
ENMASCARAR MECANISMOS ESCONDER

PROTECCION

Muchos animales en la naturaleza poseen ciertas estructuras que le otorgan protección a partes más vulnerables de su cuerpo, como es el caso del armadillo, quien se caracteriza por poseer un caparazón dorsal formado por placas yuxtapuestas, ordenadas por lo general en filas transversales. Esta característica morfológica lo hace protegerse de sus posibles depredadores y esconder o enmascarar sus partes más débiles.

Se tomará como referente formal en el diseño de las plataformas, considerando líneas, conceptos, mecanismos y proporciones, que configurarán la forma y le entregan identidad.

REFERENTES FORMALES PROPUESTA CONCEPTUAL



Continuidad formal en los movimientos del agua y del viento generan formas y curvas sinuosas

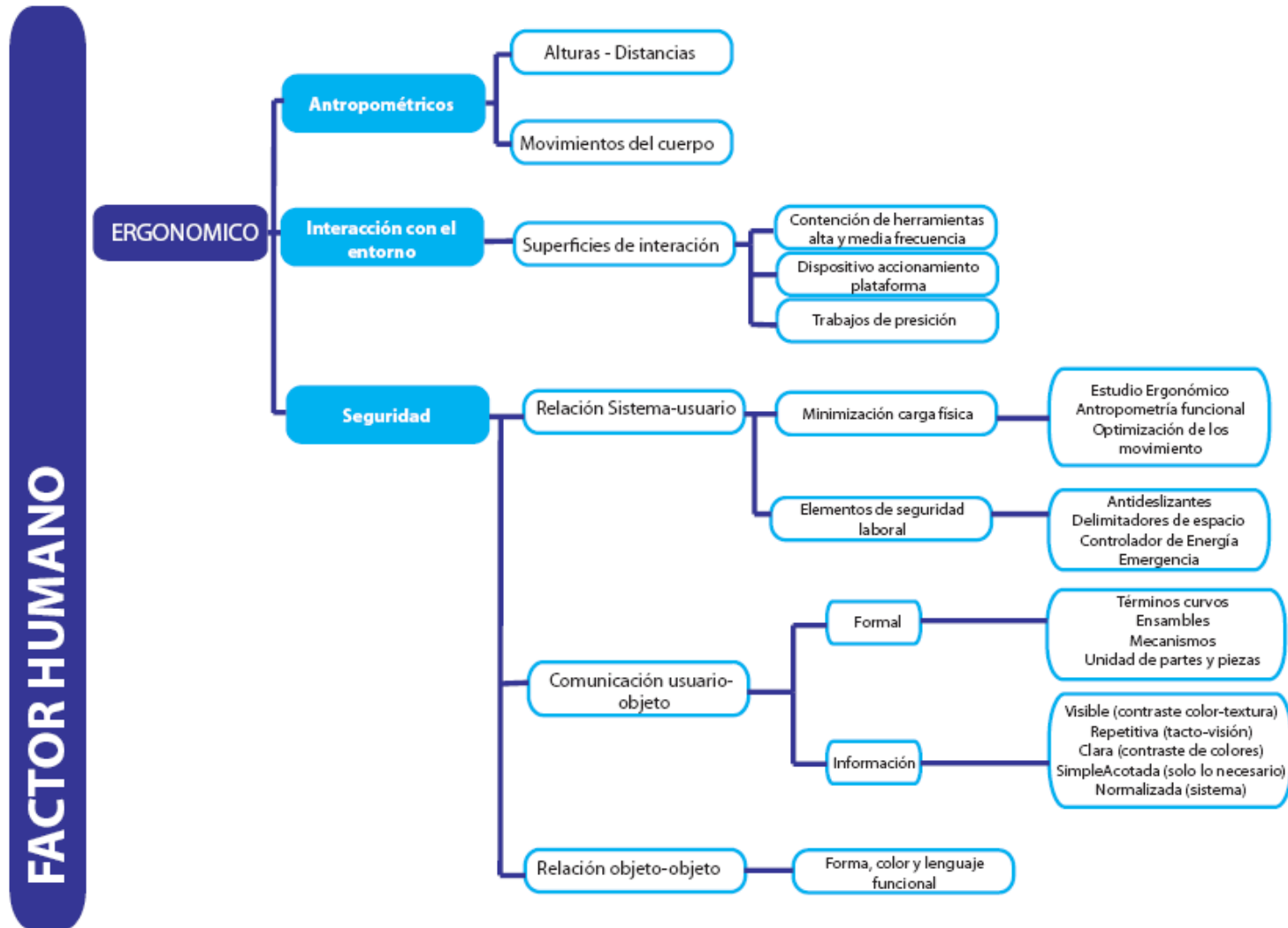


El armadillo posee una caparazón como elemento de protección, la cual posee una forma proporcional y yuxtapuesta

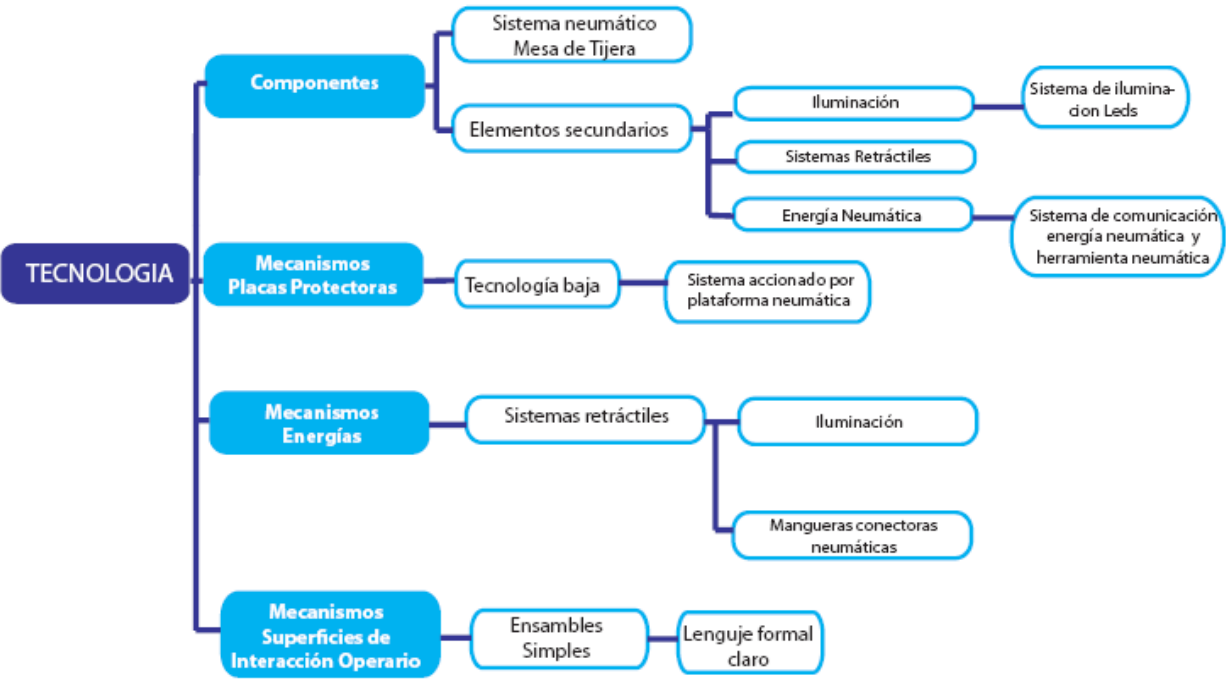


El cienpiés y el isopod o "chanchito de tierra" también poseen esta forma de protección que a su vez también está segmentada lo que les permite mayor movilidad

3.2.2.4 Variables de Diseño



FACTOR TECNICO



3.2.2.4 Establecer variables de diseño de los productos secundarios

Se entienden como los productos secundarios a los elementos dentro de la plataforma que requieren de un estudio mas profundo para su diseño.

Estos elementos secundarios son tres superficies con distintos fines las cuales aportan al sistema plataforma mejorando la calidad del trabajo del operario de montaje.

A continuación se describirán cada una de ellas, las analogías principales y los referentes y conceptos de donde se comenzaron a proyectar

Superficies de contención de herramientas

Esta superficie se comienza a proyectar con el fin de crear dentro de la plataforma un lugar que contuviese las herramientas principales de trabajo para el montaje, de manera de facilitar al trabajador, recurrir a partes externas a su puesto de trabajo principal y generando un esfuerzo físico mayor.

Para determinar la que herramientas serían necesarias contener se realizó un análisis el cual se ve reflejado en la siguiente tabla, donde se definen las actividades, las acciones que se hacen en ellas, las herramientas para cada acción y el nivel (alto-medio-bajo) de frecuencia de uso de cada una.

GRADA DE INTEGRACION	ACTIVIDADES	ACCIONES	HERRAMIENTAS	FRECUENCIA
	Llegada Viga Central			
	Colocación y fijación de V.C en grada	Fijación	Elementos de la Grada de Integración (cuadernas, apoyo Spars, etc.)	Baja
			Clecros / Clequera	Baja
	Llegada Borde de Ataque Interno			
	Colocación y fijación de B.A.I en grada	Fijación	Elementos de la Grada de Integración	Baja
			Clecros / Clequera	Baja
	Integración V.C + B.A.I	Perforado Remachado	Taladro / Brocas Remachadora / Remaches / Barras Contrarremachadoras	Alta Alta
	Ajuste piel B.A.I	Perforado Remachado	Taladro / Brocas Remachadora / Remaches / Barras Contrarremachadoras	Media Alta
		Inspección	Espejo / láminas	Media
Llegada Borde de Ataque Externo				
Colocación y fijación de B.A.E en grada	Fijación	Elementos de la Grada de Integración	Baja	
		Clecros / Clequera	Baja	
Integración V.C + B.A.E	Perforado Remachado	Taladro / Brocas Remachadora / Remaches / Barras Contrarremachadoras	Alta Alta	
Ajuste piel B.A.E	Perforado Remachado	Taladro / Brocas Remachadora / Remaches / Barras Contrarremachadoras	Media Alta	
	Inspección	Espejo / láminas	Media	
Llegada Borde de Ataque Externo				
Colocación y fijación de B.A.E en grada	Fijación	Elementos de la Grada de Integración	Baja	
		Clecros / Clequera	Baja	
Integración V.C + B.A.E	Perforado Remachado	Taladro / Brocas Remachadora / Remaches / Barras Contrarremachadoras	Alta Alta	
Ajuste piel B.A.E	Perforado Remachado	Taladro / Brocas Remachadora / Remaches / Barras Contrarremachadoras	Media Alta	
	Inspección	Espejo / láminas	Media	

Tabla de clasificación de herramientas DATOS
* 10 Elementos

Tamaño			Peso		
Mayor	Medio	Menor	Mayor	Medio	Menor
Taladro	Clequera	Clecos	Taladro	Clequera	Clecos
Remachadora	Espejo Insp.	Remaches	Remachadora	Espejo Insp.	Remaches
	Láminas Insp.	Brocas	Barra Contrarrema- chadora	Láminas Insp.	Brocas
	-Barras Contrarrema- chadoras	Puntas Remachadora			Puntas Remachadora

Para la disposición de cada una de las herramientas según los factores expuestos anteriormente dentro de la superficie de contención se tomo en cuenta:

- **La altura del plano superior de la superficie trabajo:** Se realizan movimientos ligeros de precisión, por lo que el plano de esta superficie debiese estar ubicado a la altura de los codos con algunos centímetros elevada.

- **La anchura y profundidad del plano superior de la superficie de trabajo:** Se consideró el diagrama de espacios para controles manuales²¹, donde se considerando las medidas antropométricas de Alcance mínimo del brazo hacia adelante con agarre y alcance máximo del brazo con agarre.

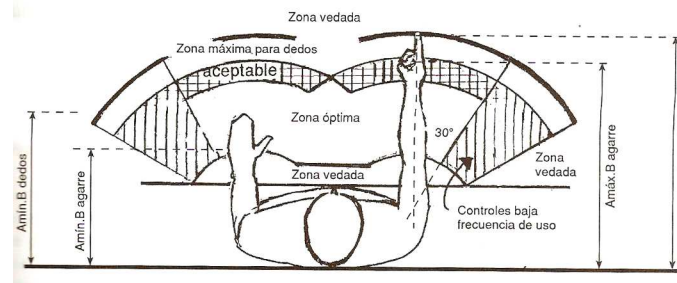


Figura: Vista Superior de un puesto de trabajo: espacios para controles manuales

²¹ MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique; BLASCO, Joan; BARRAU, Pedro. En su: Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª Edición. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. Alfaomega. 2001.

Superficie de Dispositivo de Accionamiento

Al ser una plataforma mecanizada a través de aire comprimido se consideró como aspecto esencial el que tuviese una zona donde se generara la interfaz de accionamiento de ésta por el operario.

Para determinar su aspecto formal, tipo de dispositivos y su ubicación según su función, colores se tomaron en cuenta los siguientes antecedentes.

- **Controles de esfuerzo muscular pequeño, accionados fácilmente con los dedos (botones, teclas, interruptores).**²²

Determinarán el mando a utilizar así como el tamaño y dimensiones del mismo, que evidentemente deberán corresponderse con los datos antropométricos de los miembros del cuerpo a utilizar.

- **Diferenciación**²³

Los controles deben ser identificados y diferenciados sin dificultad. Para ello existen distintos criterios:

- La estructura o el material
- La textura del material empleado, o del propio mando (liso, estriado, rugoso) puede ayudar a identificarlo, especialmente cuando una operación se realiza "a ciegas", sin fijar la vista en el mando.

- **Posición de los controles**²⁴

- El espacio mínimo depende del tipo de controles, y por tanto, de la parte del cuerpo utilizado; de cómo deber ser accionado (sucesivamente, simultáneamente, rara vez) y de si se utiliza o no protección personal.

²² NPT 226: Mandos Ergonomía de Diseño y Accesibilidad. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.1997. España.

²³ Idem

²⁴ Idem

-El control y el indicador correspondiente deben estar situados lo más cerca posible, estando el control encima o a la izquierda del indicador.






- Cuando una serie de controles corresponden a una secuencia de operaciones, su situación debe respetar el orden de la secuencia, de izquierda a derecha.

- **La altura del plano superior de la superficie trabajo:** Se realizan movimientos ligeros de precisión, por lo que el plano de esta superficie debiese estar ubicado a la altura de los codos con algunos centímetros elevada.
- **La anchura y profundidad del plano superior de la superficie de trabajo²⁵:** Se consideró el diagrama de espacios para controles manuales, donde se considerando las medidas antropométricas de Alcance mínimo del brazo hacia adelante con

²⁵ MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique; BLASCO, Joan; BARRAU, Pedro. En su: Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª Edición. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. Alfaomega. 2001.

agarre y alcance máximo del brazo con agarre (ver imagen “espacios de controles manuales” anterior).

- **Color²⁶**

COLOR	FUNCIÓN	SIGNIFICADO DEL BOTÓN ILUMINADO	EJEMPLOS DE UTILIZACIÓN
 ROJO	PARADA REARME	Alarma. Condición anormal que necesita de una acción inmediata del operador. Indicación funcionamiento.	Parada y rearme grupo hidráulico. Falta de engrase, rearme alimentación entrada.
 AMARILLO (ÁMBAR)	PUESTA EN MARCHA de una operación destinada a suprimir condiciones peligrosas.	Atención. Aviso. Indicación funcionamiento.	Una magnitud (corriente, temperatura) se acerca al límite permitido. Nota: El uso del botón amarillo puede anular otras funciones que hayan sido ordenadas anteriormente.
 VERDE	MARCHA ⁽¹⁾ Ejecución en marcha manual de: -una secuencia -un movimiento de retorno.	Confirmación de que la orden ha sido bien ejecutada. Confirmación de funcionamiento.	Desbridado, soltar, pieza, retorno de transfer, rotación de platos, retroceso de unidad, retroceso de rueda, retorno de eyector.
 AZUL	AUTORIZACIÓN ⁽²⁾ DE INICIO DE CICLO AUTOMÁTICO MARCHA ⁽³⁾ Ejecución en marcha manual de: -una secuencia -un movimiento de ida.	Indicación funcionamiento. Confirmación de que la orden ha sido bien ejecutada. Confirmación de funcionamiento.	Embridado, pieza colocada, avance de transfer, cierre de plato, avance de unidad, avance de rueda, avance eyector, engrase macafulido (deslizadera).
 BLANCO / INCOLORO	PUESTA EN TENSIÓN DE UN CIRCUITO PUESTA EN MARCHA DE UNA FUNCIÓN	Confirmación permanente de que la orden ha sido bien ejecutada. Confirmación de funcionamiento.	Puesta en tensión general, puesta en servicio, rotación de brochas, marcha de rodado, engrase permanente (cajas de engranajes).

(1) Función que puede igualmente ser asegurada por la asociación de un botón-pulsador no iluminado amarillo y un piloto verde.
(2) Función a asegurar preferentemente por la asociación de un botón-pulsador negro y un piloto verde.
(3) Función que puede igualmente ser asegurada por la asociación de un botón-pulsador negro y un piloto azul.

Figura: Cuadro de color de botones pulsadores luminosos

²⁶ Idem

Superficie de trabajo

Dentro de la actividad de integración de subconjuntos aeronáuticos se realizan actividades esporádicas fuera de la grada, donde el operario efectúa trabajos de precisión de corta duración como el pulido de algún borde de una pieza aeronáutica y arreglos o perforaciones específicas.

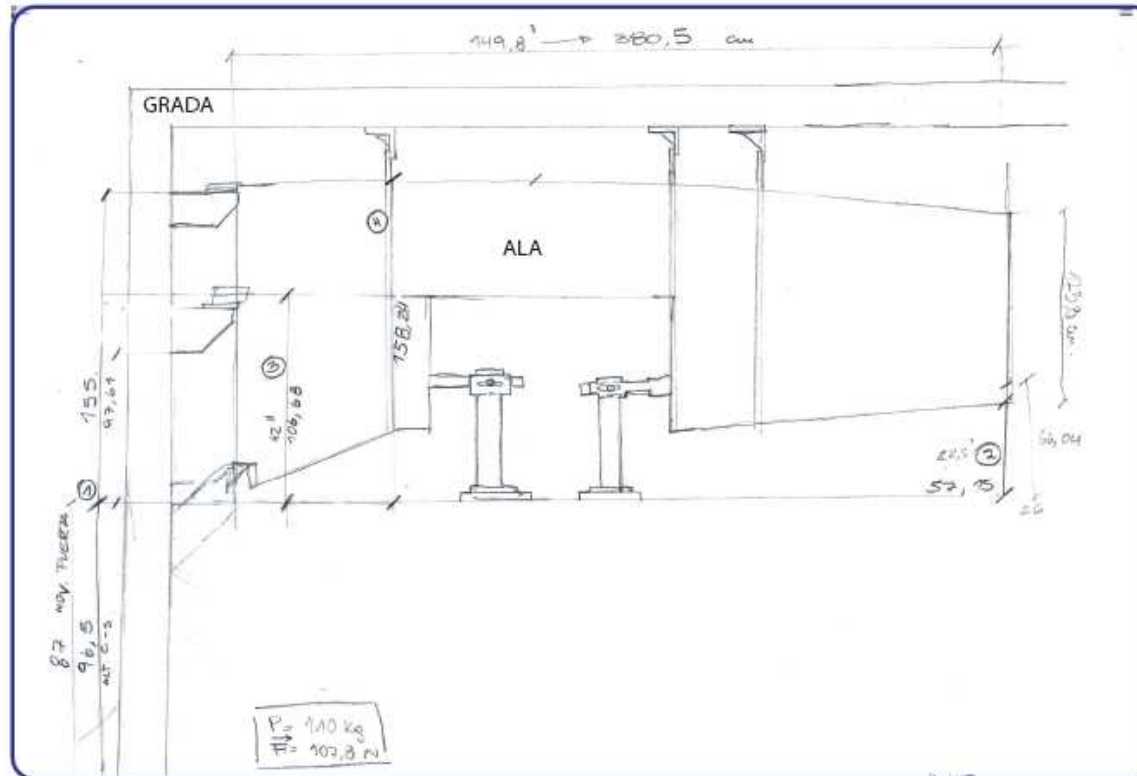
Es por dicha razón que se hace necesario proyectar dentro de la plataforma una superficie que le brinde al operario lo expuesto anteriormente. Para ello se consideraron los siguientes aspectos con el mismo nivel de desarrollo de las superficies anteriores:

- ***La altura del plano superior de la superficie trabajo***
- ***La anchura y profundidad del plano superior de la superficie de trabajo***²⁷

²⁷ Idem

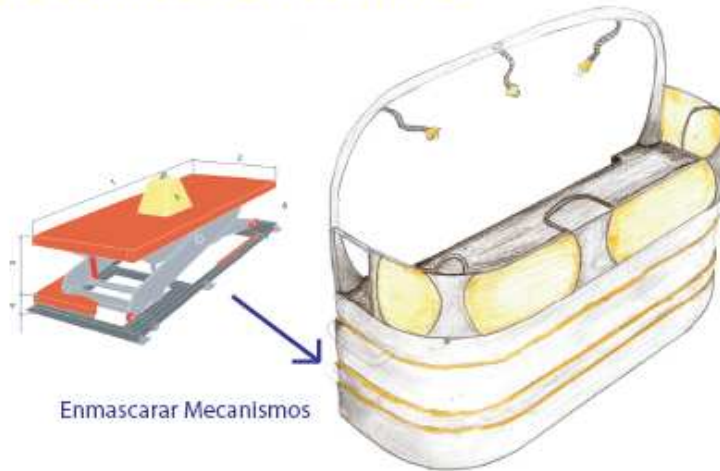
3.2.3 Diseño de Detalle Plataforma

3.2.3.1 DESARROLLO FORMAL



A partir de la proyección de la grada de integración que tendría el ala del avión T-35 Pillán si se montara en Enaer, surgió la necesidad, debido a la magnitud de la altura o cuerda del ala, de establecer alturas de trabajo específicas para el operario dependiendo de las zonas que se deban trabajar del subconjunto. Es aquí donde se proponen las 4 alturas de trabajo especificadas anteriormente, las cuales responden a las posturas correctas dependiendo la labor específica de cada una de las zonas de los subconjunto aeronáutico.

DESARROLLO FORMAL



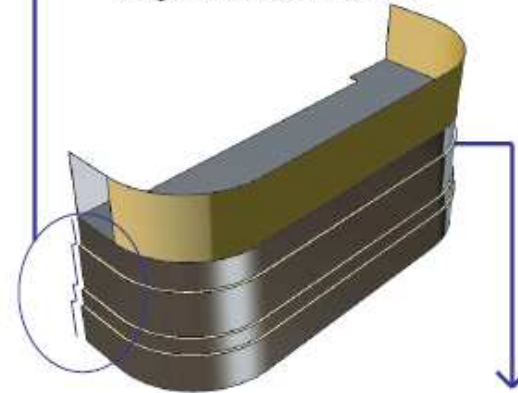
Enmascarar Mecanismos

Las primeras formas se orientaron principalmente a aplicar la propuesta conceptual de "enmascarar" los mecanismos, en este caso el sistema neumático, el cual le otorgaría la estructura y el mecanismo al diseño de la plataforma de trabajo propuesta.



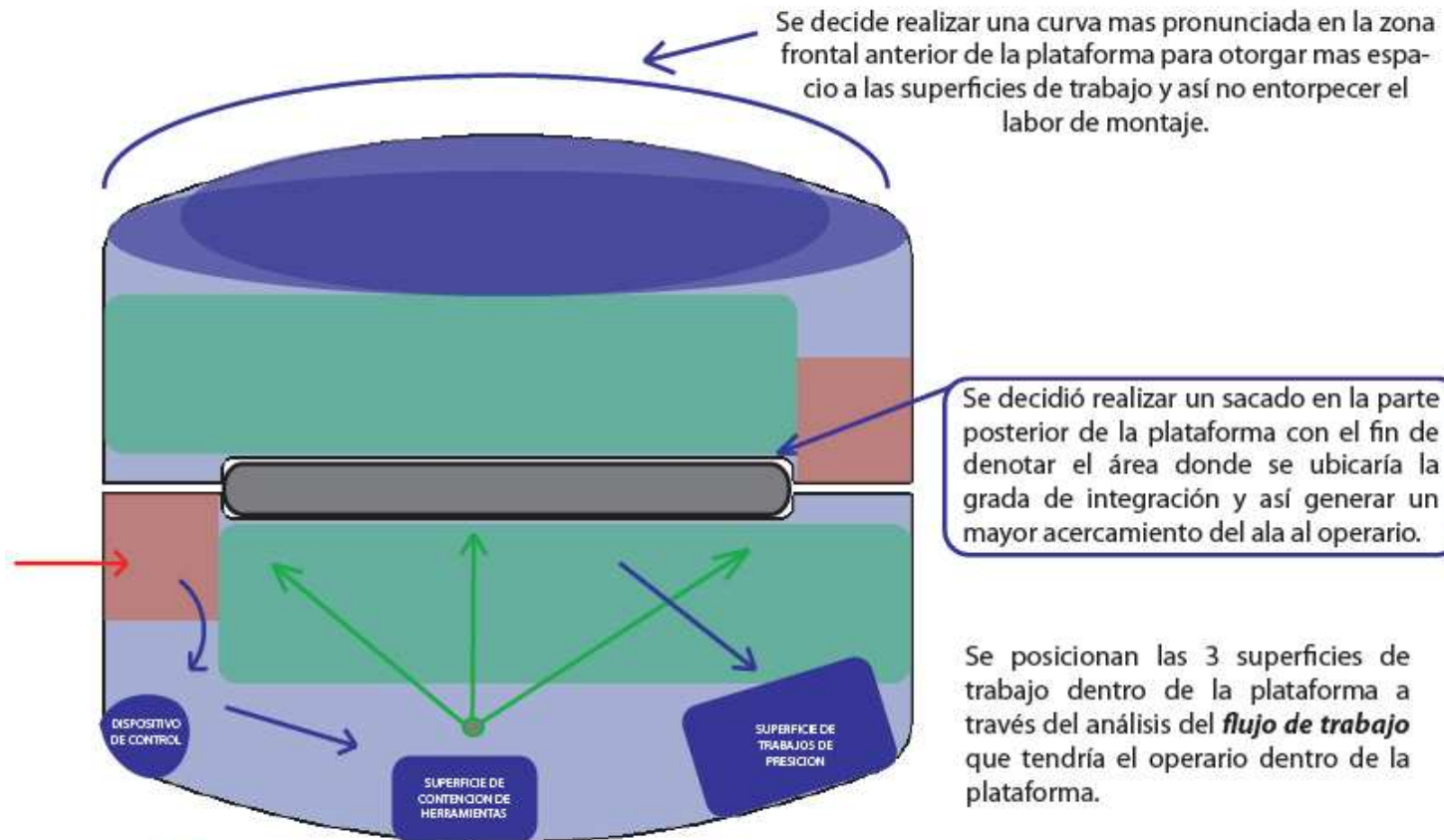
Se proyecta una plataforma para cada cara del ala, por lo tanto el proceso de integración de los subconjuntos tendría 2 plataformas, con el fin de sectorizar y optimizar el trabajo del operario en el montaje de los subconjuntos.

Las protecciones laterales se proyectan con un mecanismo simple que permita, al igual que los referentes formales, que tengan placas yuxtapuestas, las cuales puedan integrarse una dentro de otra.



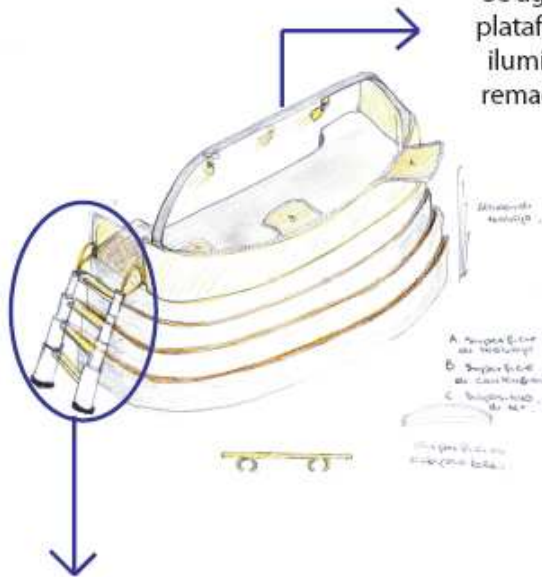
Se decide demarcar las 4 alturas de trabajo a través de una placa de color distinto al material principal, de manera que el supervisor, quien constantemente observa el montaje fuera de las plataformas de trabajo, se internalizarse aún mas con el proceso al poder apreciar el nivel de trabajo en el que se encuentran los operarios.

DESARROLLO FORMAL



- ZONA DE SALIDA Y ENTRADA A PLATAFORMA
- ZONA CONTENCIÓN HERRAMIENTAS Y TRABAJOS DE PRECISION
- ZONA DE TRABAJO EN LA GRADA DE MONTAJE
- GRADA DE INTEGRACION T-35 PILLAN

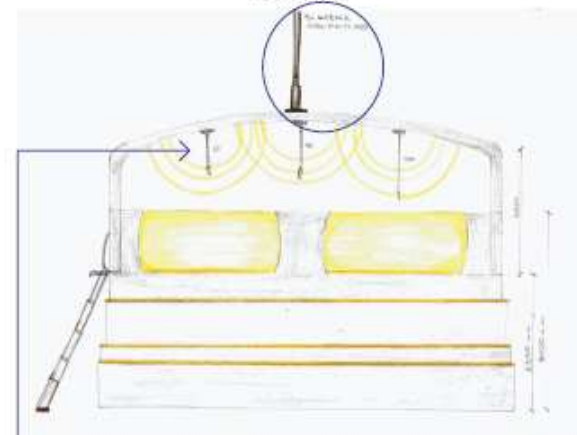
DESARROLLO FORMAL



Se agregó un arco que recorriera el largo de la plataforma con el fin de generar una fuente de iluminación más sectorizada para trabajos de remachado de la piel del ala donde la iluminación es escasa.

Para el área de acceso se propone la integración de una escalera telescópica, la cual sería un componente de la plataforma que seguiría el mismo concepto de las protecciones laterales. Se comienza a descartar este mecanismo debido a la poca seguridad y comodidad de acceso del operario al acceder a la plataforma con las piezas y/o conjuntos aeronáuticos.

Se le otorga más utilidad al arco proyectado integrando la energía neumática proveniente de la central de la empresa. De esta manera la energía llega a la plataforma y se conduce para ser accionada y utilizada dentro de ésta.

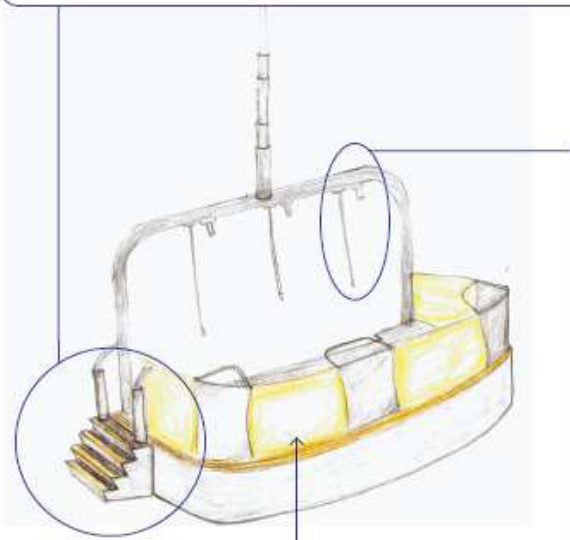


Se analiza la incorporación de iluminación con Leds contenida en flexibles para sectorizar y posicionar aún más la luz.

DESARROLLO FORMAL

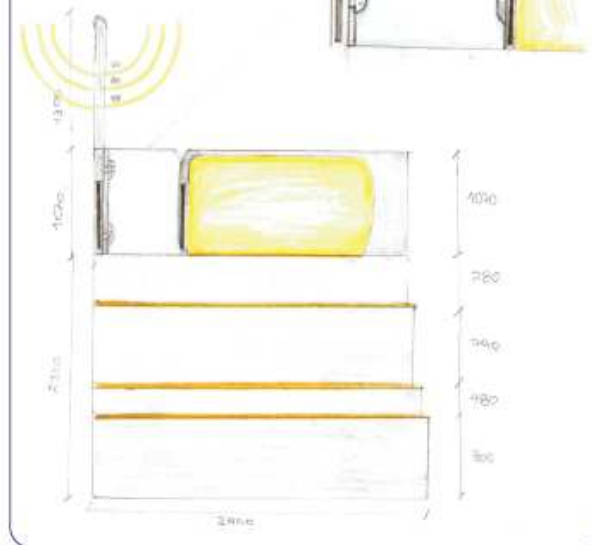
Se descarta la escalera telescópica para mejorar el área de acceso del operario a la plataforma, integrándole una escalera con medidas antropométricas correctas, sólo en la primera placa protectora, ya que es allí donde se ubicaría la plataforma en su estado inicial

Profundidad escalera: Largo pie 95% PH + holgura bototo
Altura escalón: 20 cm



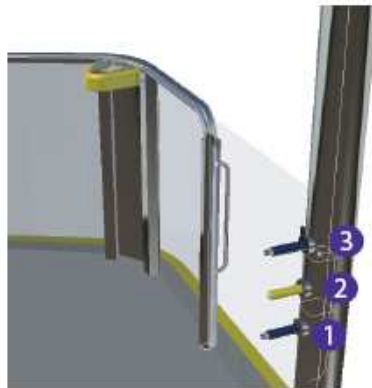
Se integran una barrera de protección dentro de la plataforma la cual tendrá las funciones de: delimitar la plataforma por temas de seguridad, contener las superficies de trabajo y mostrar al supervisor del montaje cómo se está trabajando en la grada, por lo que se proyectan sectores de las placas de materialidad plástico ABS traslúcido.

Se hace necesario distinguir la barrera de protección del área de acceso la plataforma, por lo que se desarrolla una puerta de acceso cuya materialidad será de distinto color, proyectándose como traslúcida incolora.



Se acerca el arco a la grada para focalizar más la iluminación y se añade un sistema retráctil de mangueras que conducen el aire comprimido, evitando que éstas estén en el suelo (seguridad) e impidiendo así movimientos que fatigan al operario (agacharse para recoger la manguera).

DESARROLLO FORMAL

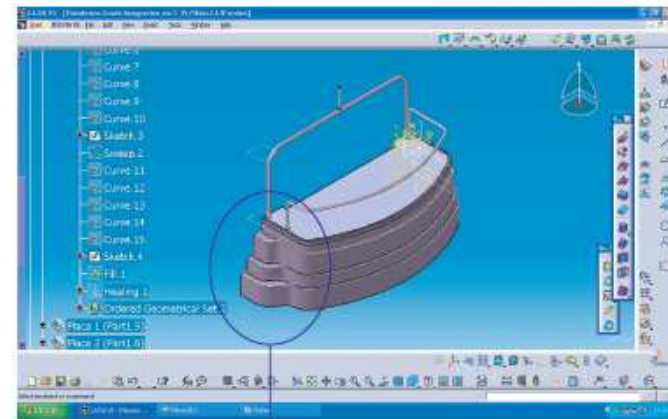


Al corregir las formas con el ergónomo Sr. Enrique Montero, éste sugirió que tanto los dispositivos de iluminación como salida de la energía neumática se ubicaran al costado por temas de seguridad, para que el operario no se golpee con el flexible en algún movimiento.

Es por esta razón que se cambiaron los dispositivos al costado del arco considerando las siguientes alturas:

- 1.-Nudillo-Suelo 5% PH: Aprox. 67 cm. E.Neumática
- 2.-Nudillo- Suelo 95% PH: 81.6 cm. iluminación
- 3.-Codo- Suelo 5% PH: 96 cm E.Neumática

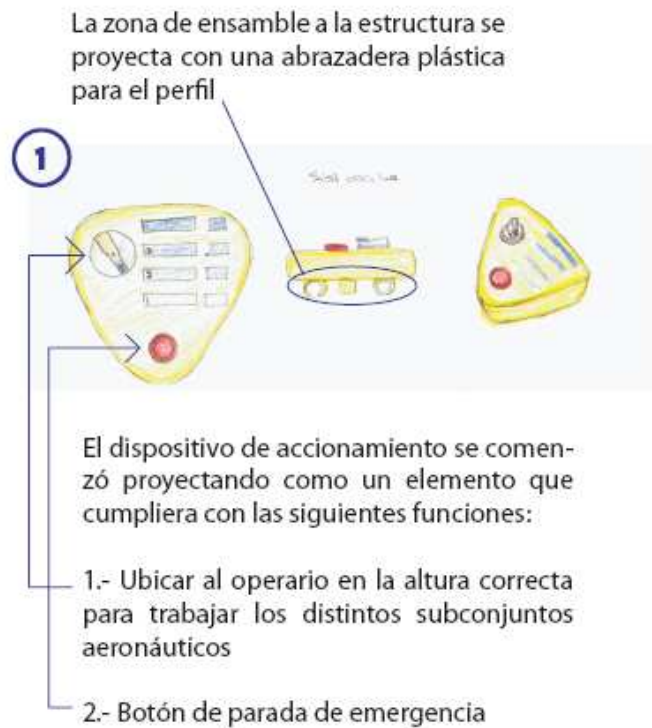
Los dos dispositivos de energía (Lumínica-Neumática) se les agregaron sistemas retráctiles, los cuales se ubicarían a ambos costados del arco (total 6), siendo distinguidos por su forma y color. Todo esto con el fin de generar un movimiento más natural en el operario al utilizar los distintos tipos de energía.



Se hace necesario integrar dentro de la forma principal superficies que sirvan como bajada o subida ante una posible emergencia, éstas se integrarán en las placas protectoras laterales de la plataforma con el fin de aprovechar las etapas o secciones que ésta genera. No se considerarán medidas antropométricas óptimas para el usuario debido a que se generarán a partir de la forma propuesta con el fin de optimizar la forma.

DESARROLLO FORMAL

Dispositivo de Accionamiento



DESARROLLO FORMAL

Dispositivo de Accionamiento



Se incorpora interruptores de palanca de dedos para el accionamiento de las Energías (Eléctrica y Neumática)



El parlante que emite sonidos de emergencia se ubica en el borde lateral anterior del dispositivo

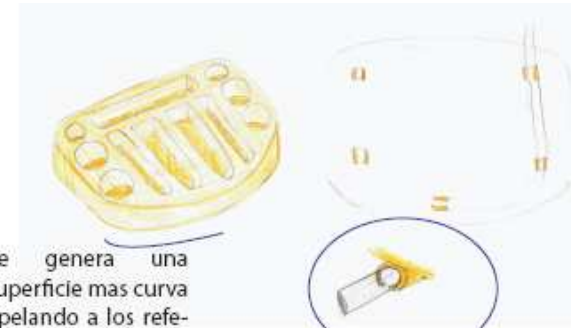
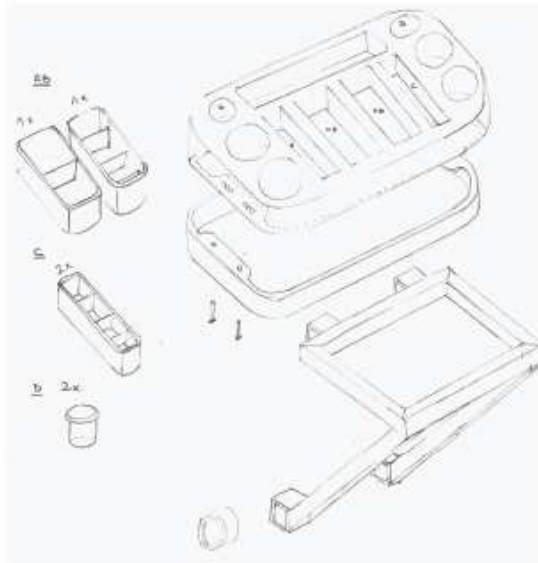
El lenguaje del control de bajada de emergencia cambia su lenguaje a una tecla basculante por motivos de no ser un control tan recurrente. La ubicación de éste también cambia por motivos de que no generar una confusión en el operario con el boton de parada de emergencia



DESARROLLO FORMAL

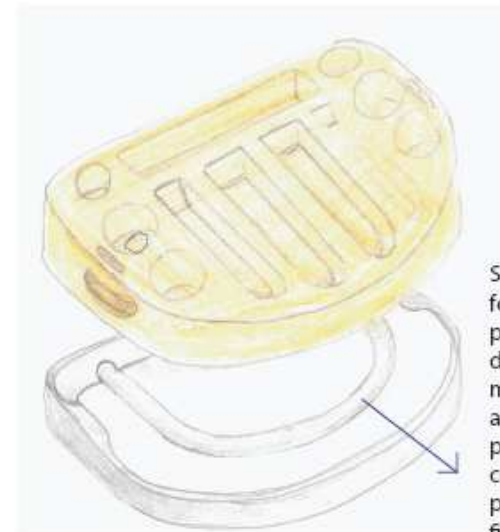
Superficie de Contención de Herramientas

Se comienza el desarrollo formal de esta superficie a partir del análisis y clasificación realizados anteriormente a las herramientas de alta y media frecuencia utilizadas en montaje, proyectando un objeto que ubicaba a éstas según su peso (mayor a los costados) y según su frecuencia (al centro).



Se genera una superficie más curva apelando a los referentes formales

Cambia el método de estructuración de la superficie, ya que se estructura con el perfil principal de la superficie de la plataforma



Se mantiene el aspecto formal de la superficie pero se siguen generando cambios en el método de ensamble al perfil estructurador, por lo que se proyecta como alternativa que la parte inferior de la superficie tenga un sacado que aloje al perfil

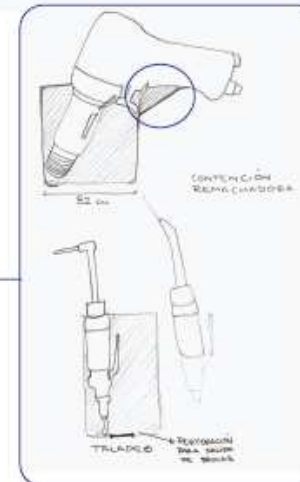
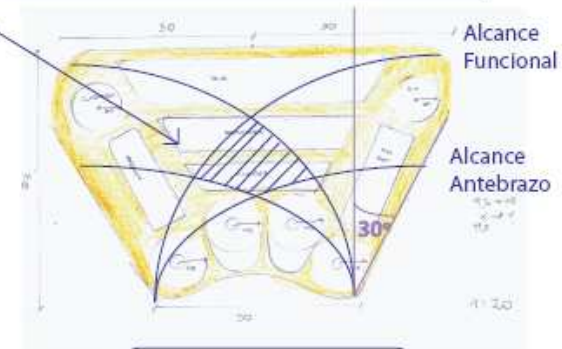
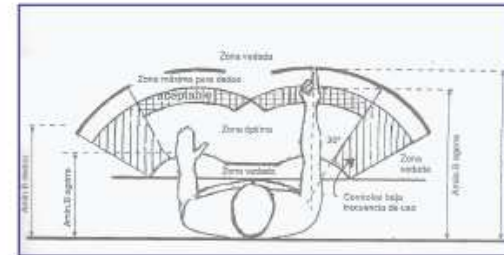
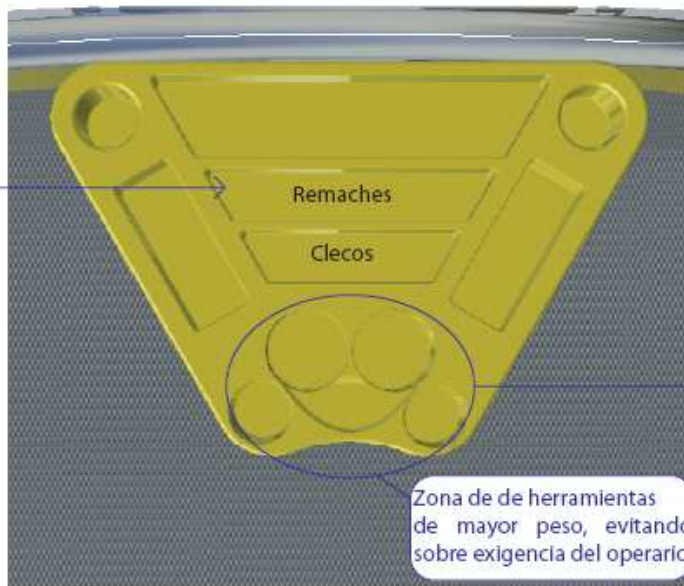
DESARROLLO FORMAL

Superficie de Contención de Herramientas

Zonas Funcionales del brazo y antebrazo.
La zona achurada corresponde al sector de mayor presión por lo que es recomendado por expertos ergónomos que allí se ubiquen los elementos de mayor uso como los remaches y clecos.

Como se necesitan Remaches y clecos de diversos diámetros y materialidades, se diseñará para estos sectores contenedores con compartimientos.

Debido a que el uso de éstos va cambiando dependiendo la parte a montar, este contenedor se podrá sacar para poder cambiarse por otro que contenga los remaches o clecos del diámetro o materialidad correcta.



Rebaje de zona plástica para permitir una mejor contención de la remachadora o martillo neumático

3.2.3.2 Validación

3.2.5.1 Estructural

La validación estructural se llevó a cabo en el módulo de Análisis y Simulación del Software Catia V5R17.

Este software es el que utiliza Enaer y muchas empresas aeronáuticas como herramienta de planificación, diseño y validación de conjuntos o piezas. Es por ello que mediante los conocimientos incorporados en la práctica profesional, que también se realizó en esta empresa, se decidió utilizar esta herramienta para el diseño y validación de la plataforma.

Los primeros pasos fueron a partir del modelo 3D al cual se le incorpora materialidad, lo que otorga propiedades de resistencia al modelo. Luego se realizaron mallas de elementos finitos a todos los elementos que iban ser sometidos a una simulación de carga para analizar su comportamiento.

Se le otorgaron propiedades a estos elementos de sólidos ya que poseían espesores mayores y se realizaron las conexiones necesarias entre los elementos para fijarlos.

A continuación se muestran algunas imágenes del proceso y los resultados del análisis estructural, los cuales al ser examinados y validados por el experto en Análisis de carga Estructural Giovanni Labrín, arrojaron un resultado bastante favorable para el mecanismo propuesto (*ver reporte Anexo*)

Todo el proceso fue aplicado sólo a la superficie de contención de herramientas debido a ser esta la superficie que debiese resistir más carga y sufrir algún tipo de deformación el perfil y el flange.

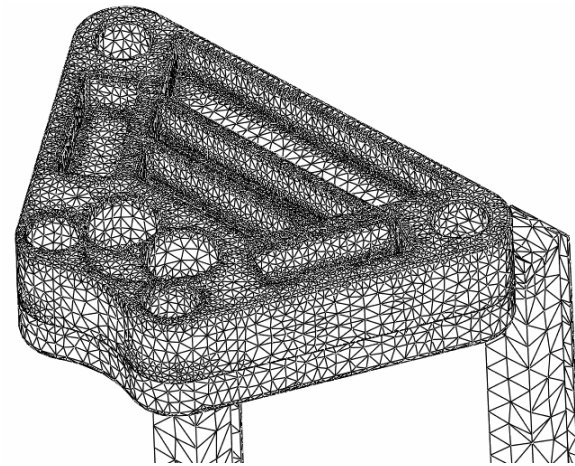


FIGURA 1: Malla de elementos finitos aplicada a la superficie de Contención de herramientas

FIGURA 2: Malla aplicada a conexiones realizadas entre elementos a validar

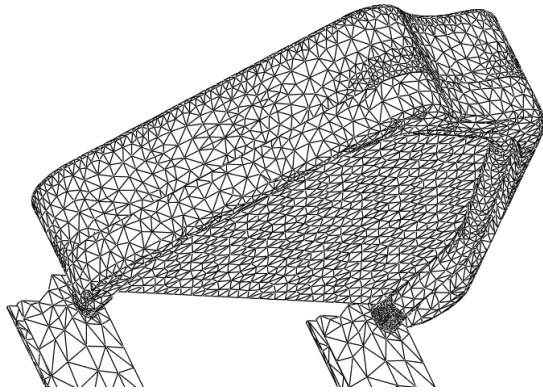


FIGURA 3: Aplicación de cargas en la superficie

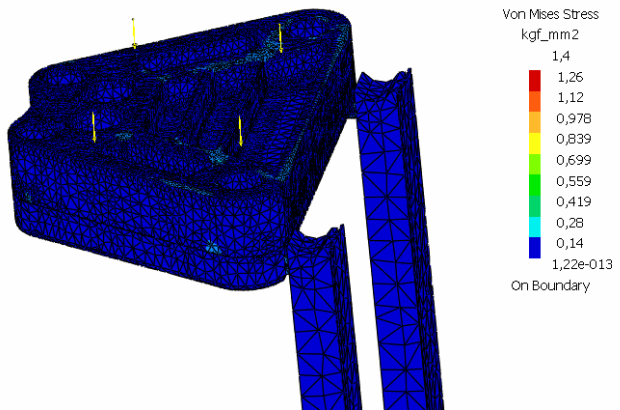
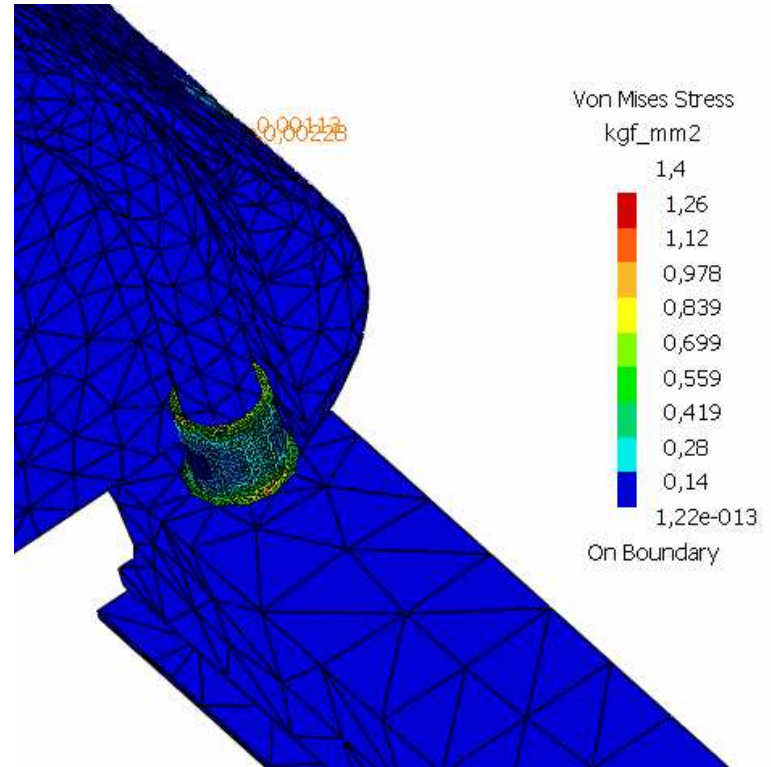


FIGURA 4: Resultado Resistencia pieza de unión



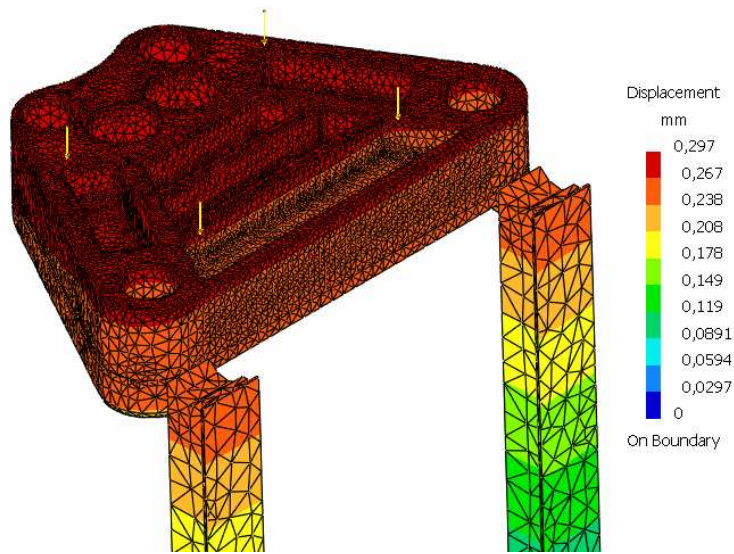
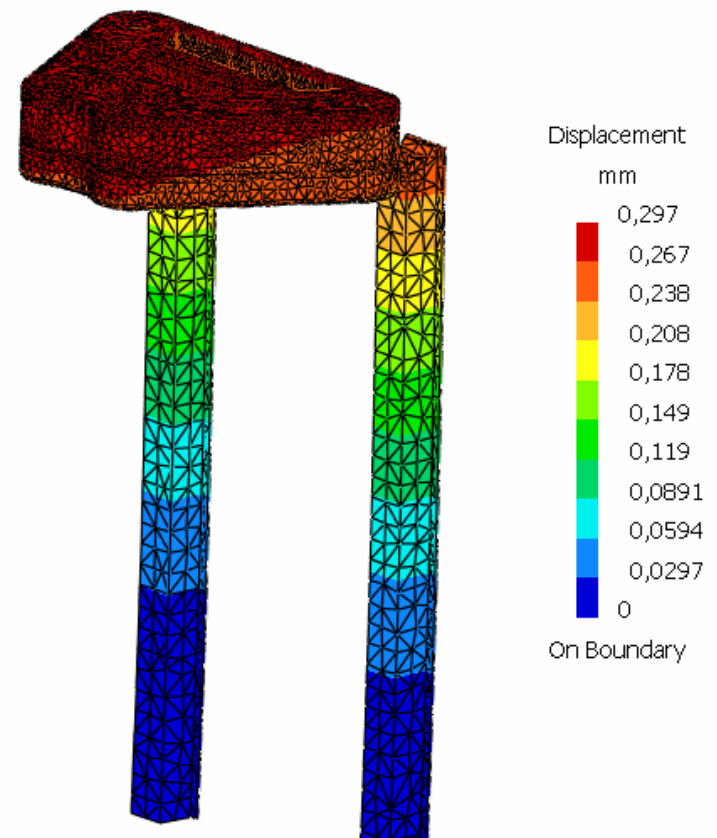


FIGURA 5: Resultado de Desplazamiento del sistema a partir de las cargas aplicadas

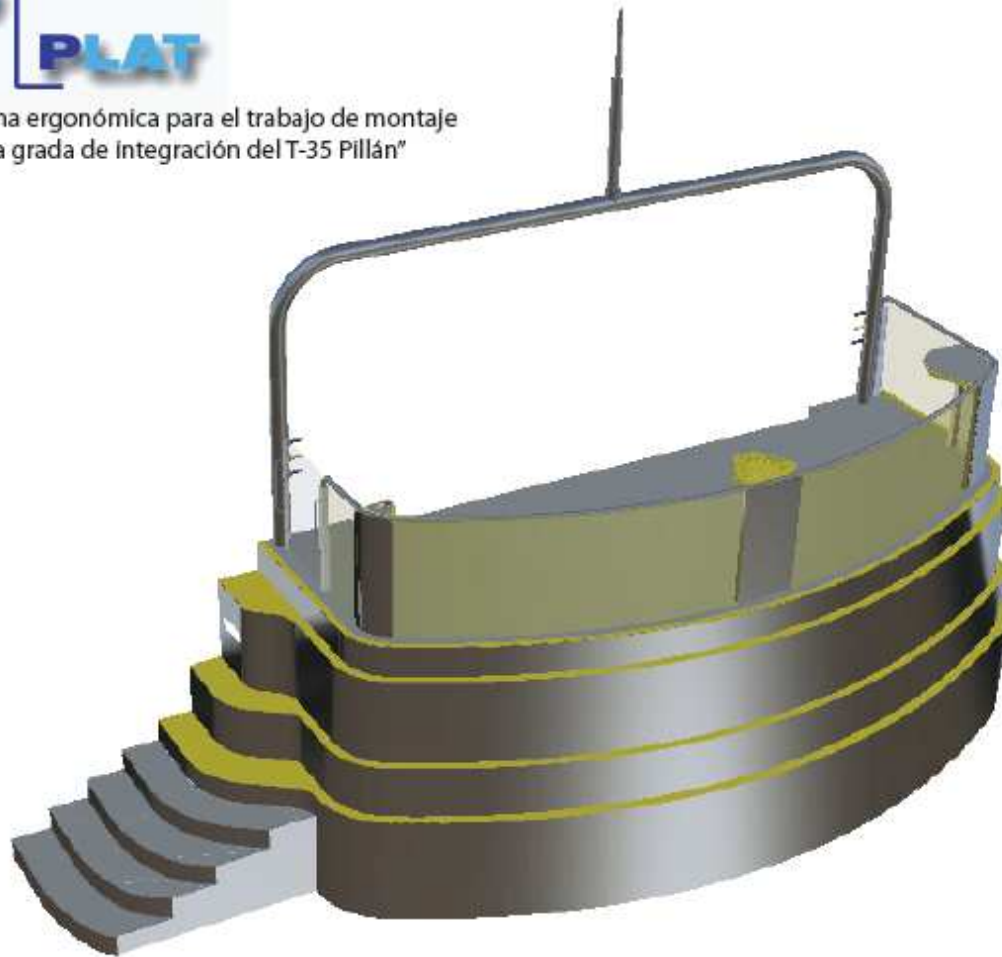
FIGURA 4: Resultado General de Desplazamiento del sistema a partir de las cargas aplicadas



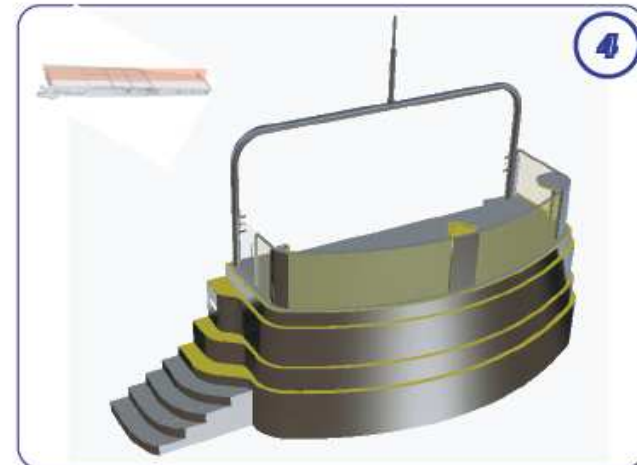
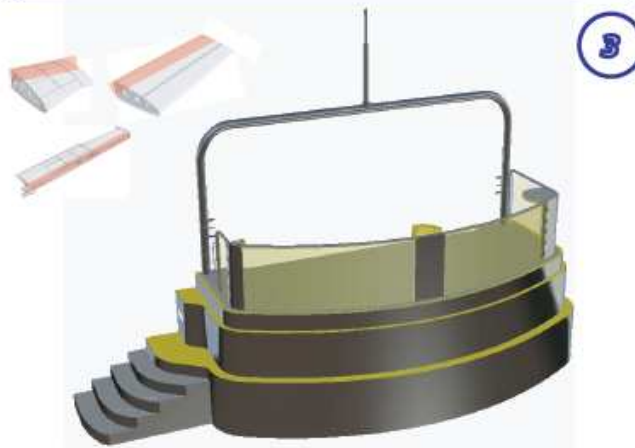
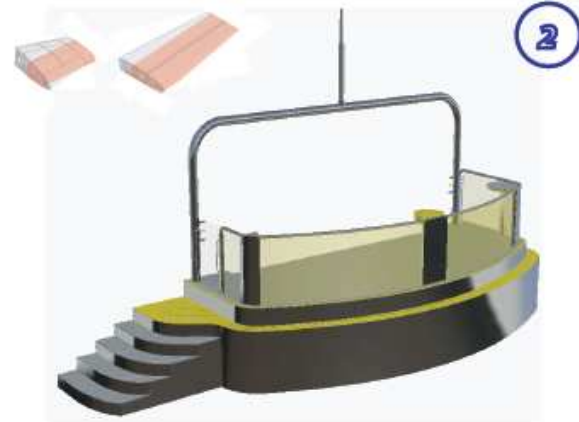
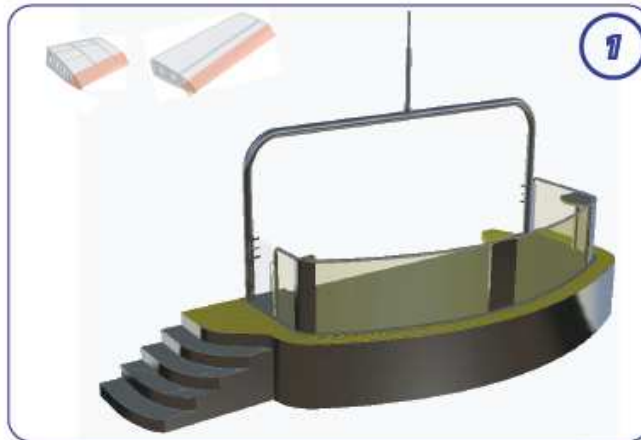
PRODUCTO

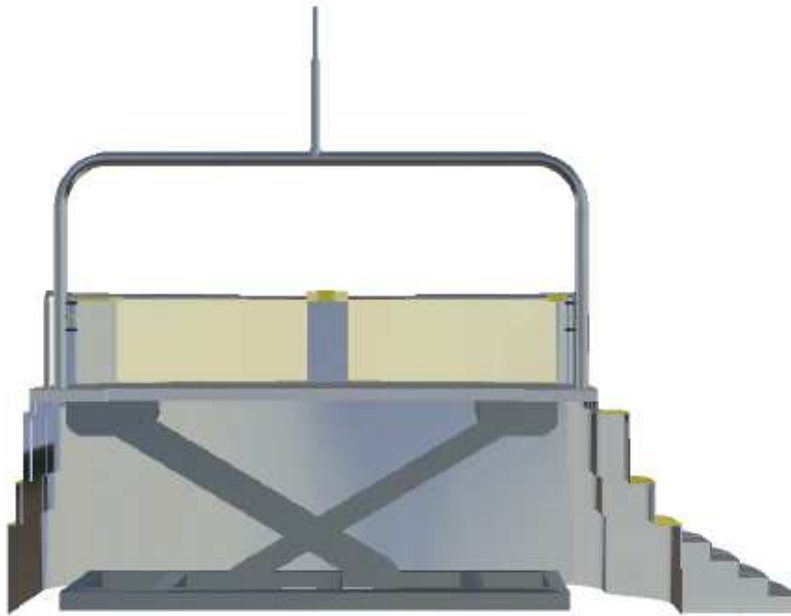
ERGO PLAT

"Sistema de Plataforma ergonómica para el trabajo de montaje
aeronáutico en la grada de Integración del T-35 Pillán"

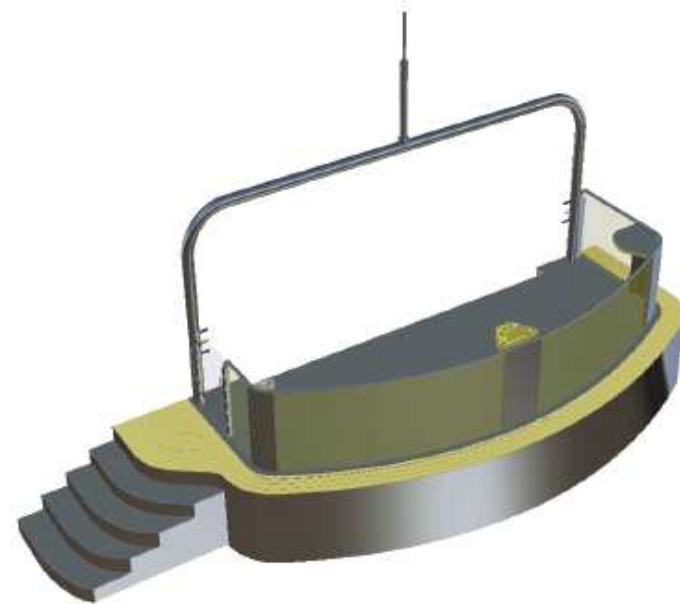


MODO DE USO
ALTURAS DE TRABAJO PARA GRADA DE
INTEGRACIÓN A LA PILLAN



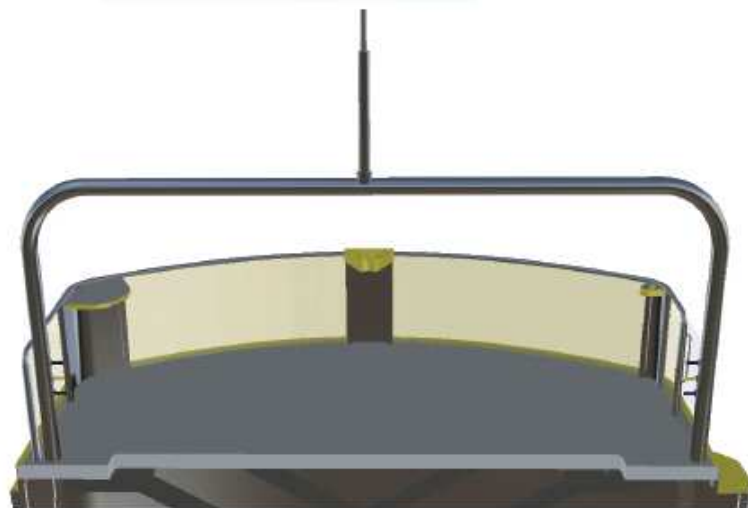


Vista de Posterior Plataforma
Método de enmascaramiento del sistema
neumático

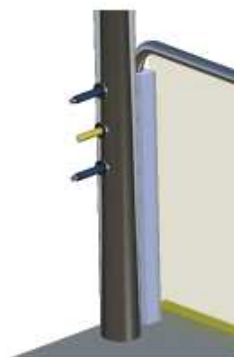


Vista general Plataforma de trabajo

ERGO PLAT



Vista en elevación de la parte posterior



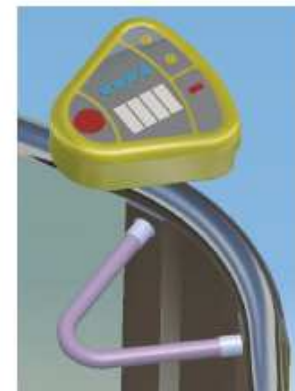
*Sistema retráctil de energías con asir de caucho
Azul: Neumática
Amarillo: Lumínica*

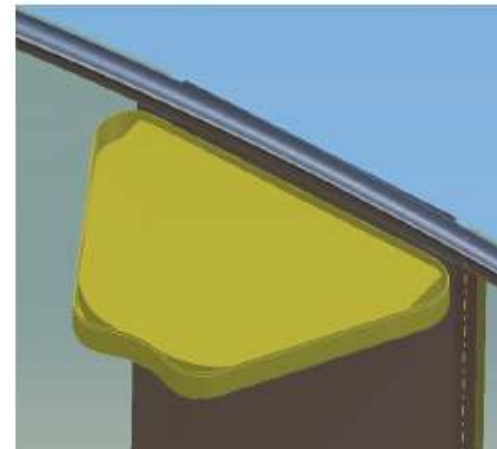
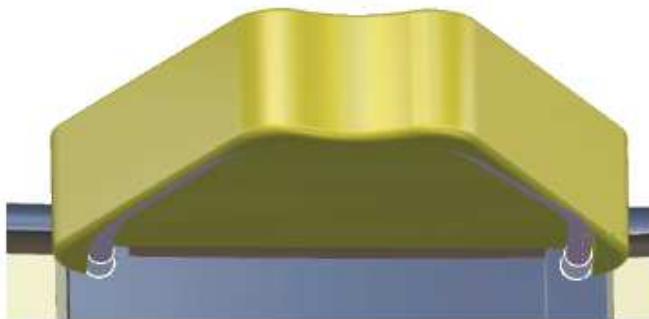
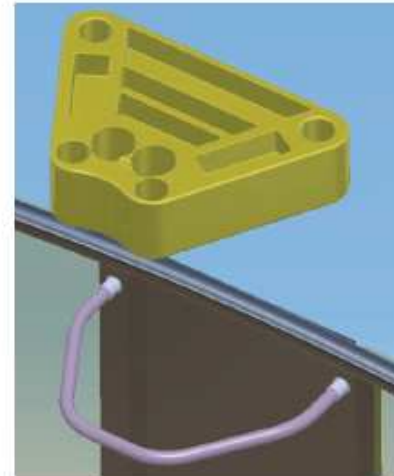
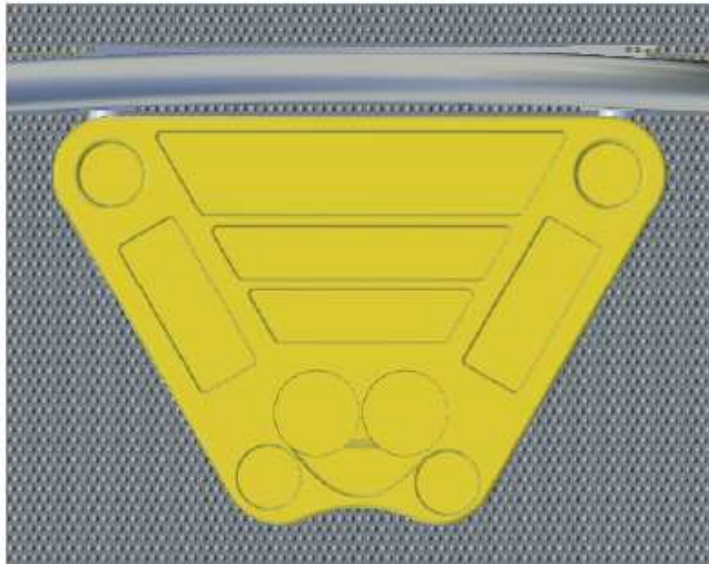
SISTEMA
DETALLES



Area de acceso a Plataforma

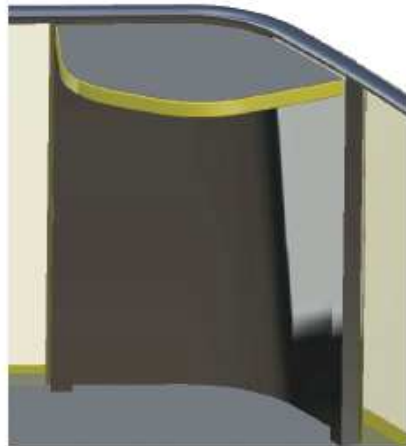
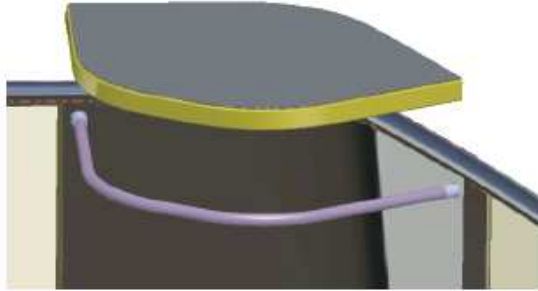
**SISTEMA
DETALLES
DISPOSITIVO DE ACCIONAMIENTO**





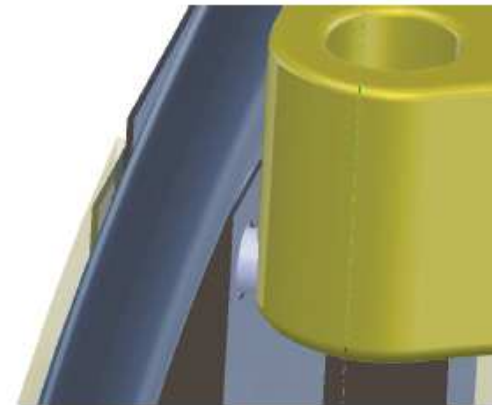
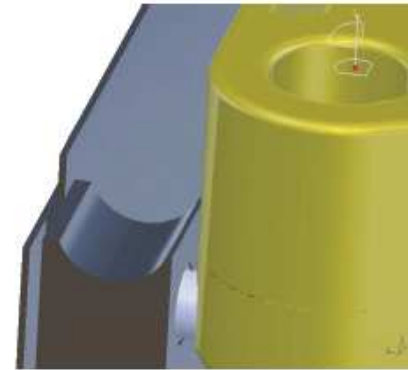


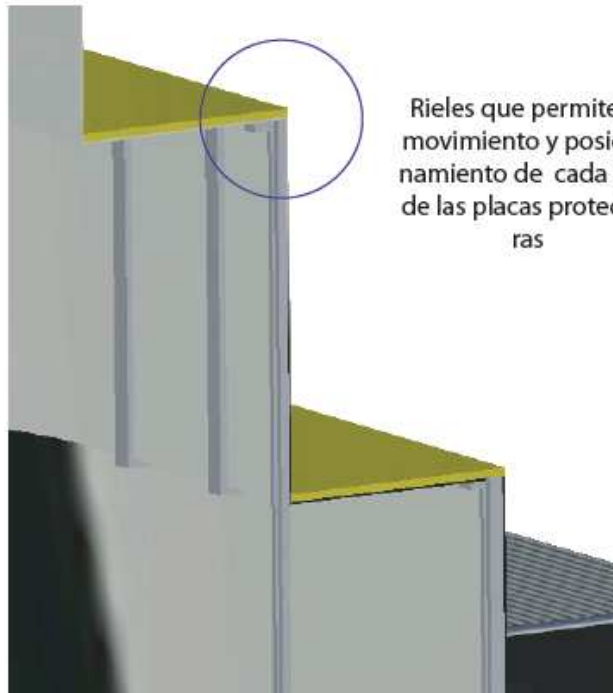
*Superficie de trabajo de precisión
Cubierta de Caucho Antideslizante*



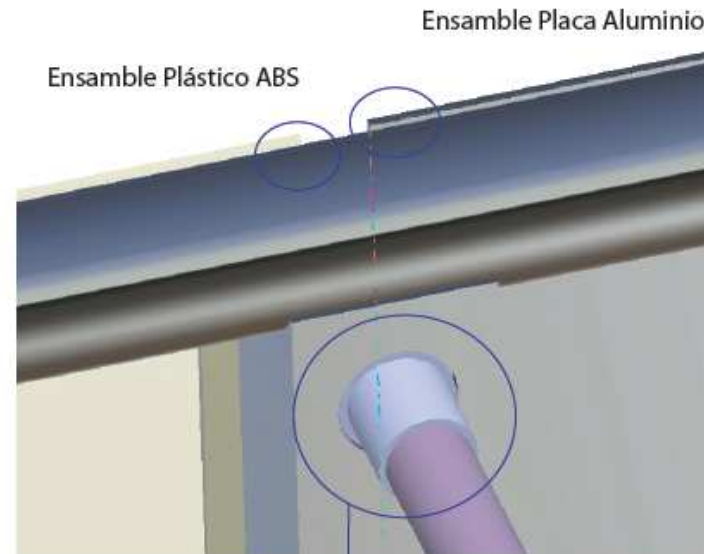
**SISTEMA
DETALLES
ENSAMBLES**

4 Ensamblajes en un perfil





Rieles que permite el movimiento y posicionamiento de cada una de las placas protectoras



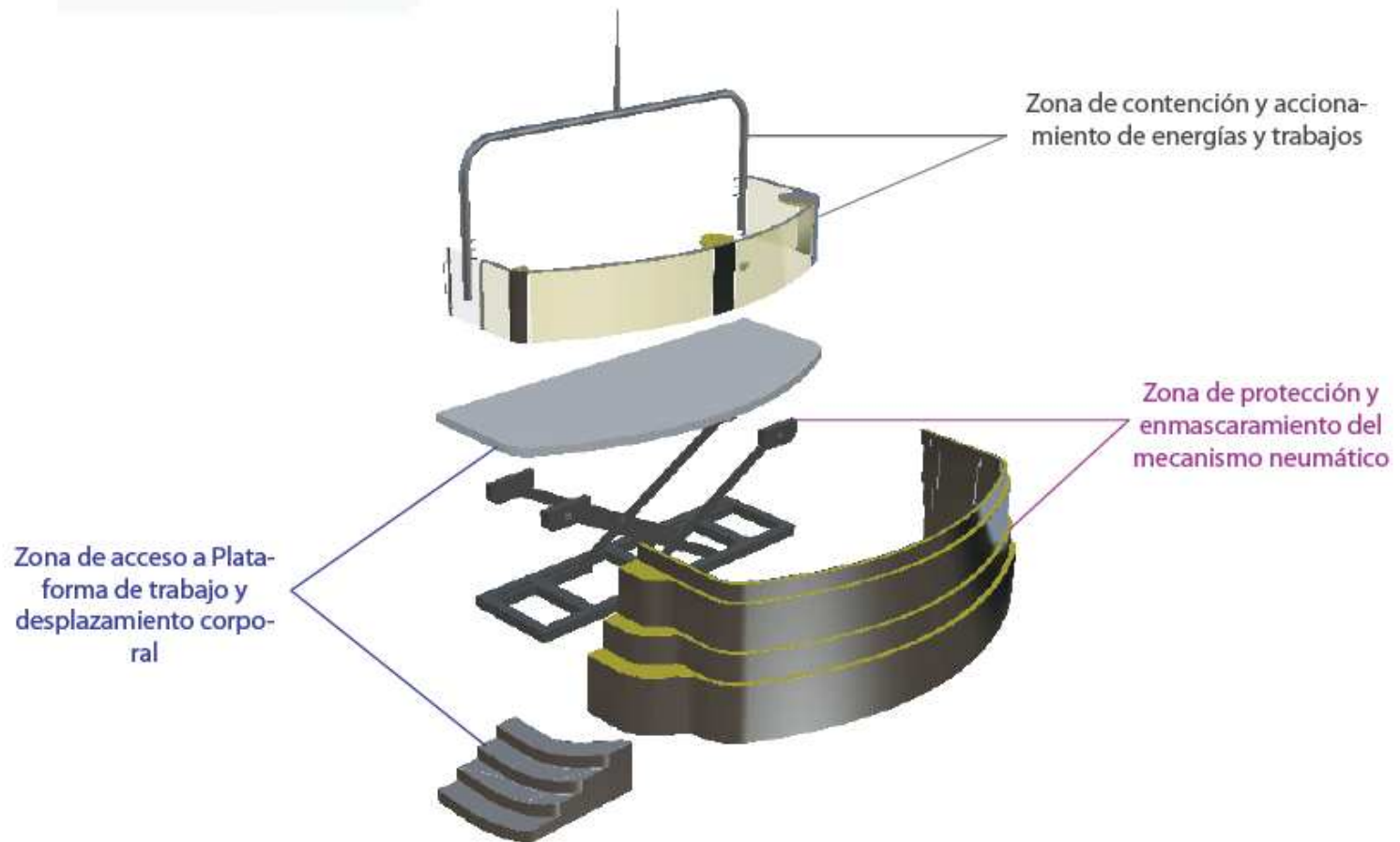
Ensamble Plástico ABS

Ensamble Placa Aluminio

Ensamble del perfil horizontal al perfil estructurador de la plataforma a través de un flange de acero que le brinda mas resistencia a la superficie

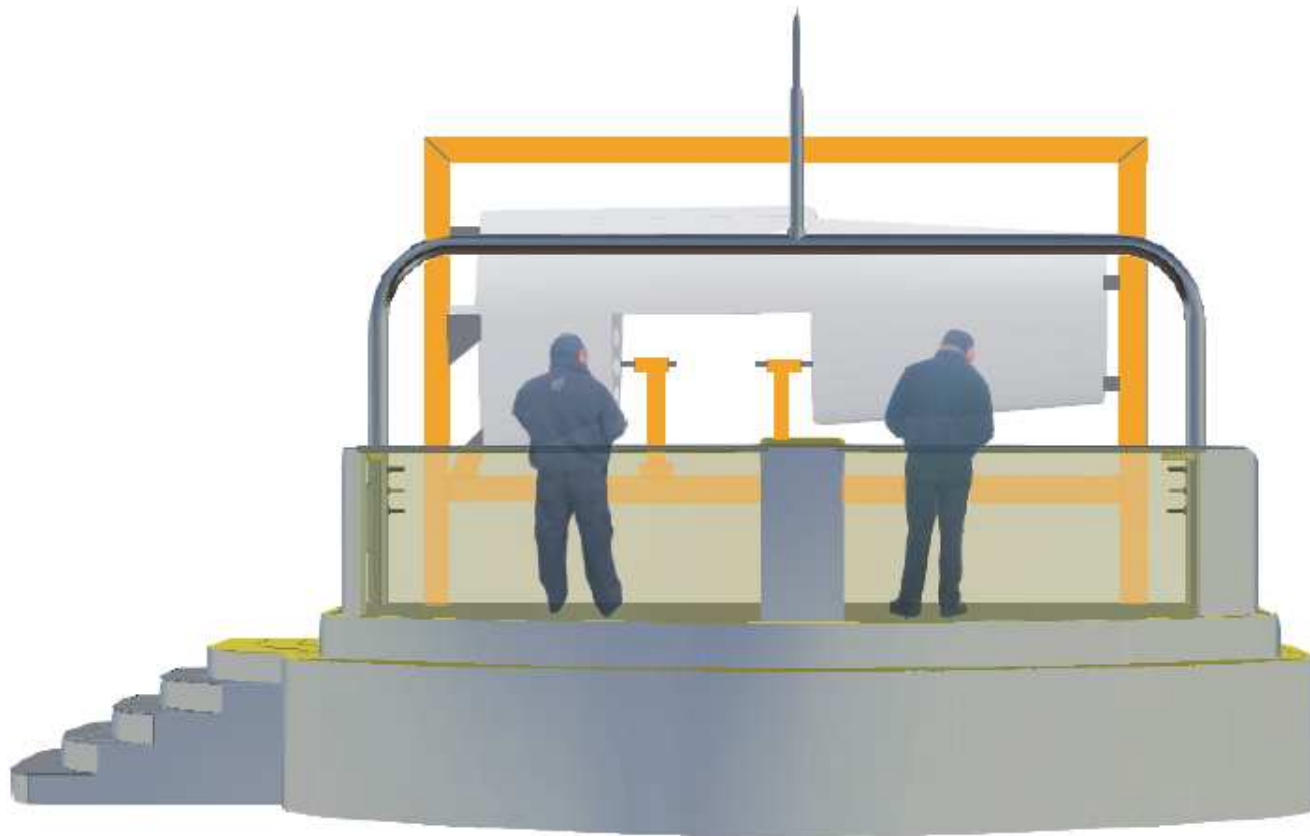


SISTEMA PARTES



ERGO PLAT

**SISTEMA
FOTOMONTAJE**



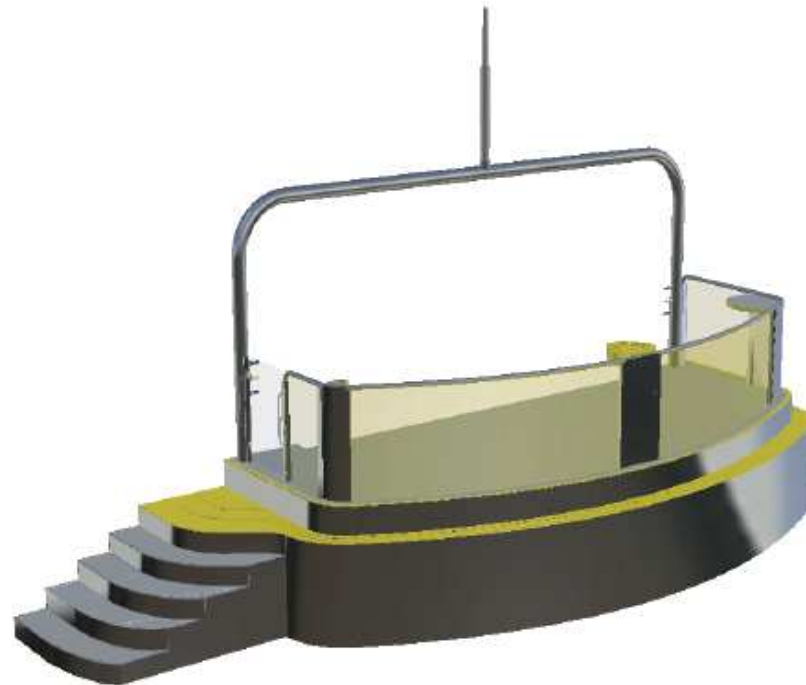


COLOR

Los colores que se utilizan en este proyecto son principalmente 3:

- 1.-El color propio del aluminio forjado para demarcar todas las zonas estructurales
- 2.-Amarillo para demarcar zonas de acción y límites de espacios dentro de la plataforma
- 3.-Negro el cual indica las áreas de acceso, desplazamientos del operario en la plataforma y zonas antideslizantes.

El aluminio es un material muy utilizado en la industria aeronáutica. Se genera un gran contraste al situarlo junto al amarillo, el cual indica la puesta en marcha del sistema, además de ser un color que dirige la atención (generar vitalidad y dinamismo) por lo cual demarca las zonas de trabajo dentro de la plataforma.





La mayoría de las piezas correspondientes a la tecnología de chapas utilizan accesorios o dispositivos auxiliares para el proceso de conformado por prensa de cojín de goma. Estos dispositivos auxiliares sirven para realizar reiteradamente y con igual resultado, cualquier trabajo de fabricación, armado, montaje, verificación de elementales, subconjuntos y/o conjuntos completos. En este proceso es casi imprescindible el uso de matrices de conformado que permiten obtener la geometría deseada. Al conjunto de accesorios o dispositivos auxiliares necesarios para realizar un trabajo o una actividad se les denomina útiles.

MATERIALES Y PROCESOS

PROTECCIONES LATERALES

MATERIAL: Aluminio

PROCESOS

DBPG : Doblar :Doblar en prensa cojín de goma

RCTL: Recantar: Plantilla para recantar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma

PERFILES ESTRUCTURADORES PLATAFORMA

MATERIAL: Aluminio

PROCESOS

FRNC: Fresar: Fresar en control Numérico

RCTL: Recantar: Plantilla para recantar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma

PERFILES ESTRUCTURADORES PLATAFORMA

MATERIAL: Aluminio

PROCESOS

FRNC: Fresar: Fresar en control Numérico

RCTL: Recantar: Plantilla para recantar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma

ARCO y PERFIL HORIZONTAL

MATERIAL: Perfil Aluminio

PROCESOS

DBPG : Doblar :Doblar en prensa cojín de goma

RCTL: Recantar: Plantilla para recantar y taladrar



SUPERFICIE DE ACCIONAMIENTO

MATERIAL: Plástico ABS amarillo

PROCESO

Rotomoldeo

MATERIAL: Aluminio 2 mm

PROCESO

RCTL: Recortar: Plantilla para recortar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma

SUPERFICIE DE CONTENCIÓN DE HERRAMIENTAS

MATERIAL: Plástico ABS amarillo

PROCESO

Rotomoldeo

MATERIAL: Aluminio 2 mm

PROCESO

RCTL: Recortar: Plantilla para recortar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma

SUPERFICIE DE TRABAJO

MATERIAL: Plástico ABS amarillo

PROCESO

Rotomoldeo

MATERIAL: Aluminio 2 mm

PROCESO

RCTL: Recortar: Plantilla para recortar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma

MATERIALES Y PROCESOS

PLACAS LATERALES

MATERIAL: Plancha Aluminio 3mm

PROCESOS

DBPG : Doblar: Doblar en prensa cojín de goma

PLDF: Trazar Plantilla de forma

PLACAS LATERALES SEMITRASLUCIDAS

MATERIAL: Plástico ABS semi-traslúcido

PROCESO

Rotomoldeo

PUERTA ACCESO

MATERIAL: Vidrio Laminado

PROCESOS

Corte

Perforado rectos y avellanados

Pulido y Biselado

ESCALERAS

MATERIAL: Aluminio

PROCESOS

DBPG : Doblar :Doblar en prensa cojín de goma

RCTL: Recortar: Plantilla para recortar y taladrar

PLDF: Trazar Plantilla de forma



SISTEMA NEUMÁTICO

ESPECIFICACIONES

Largo (1) 6500 mm

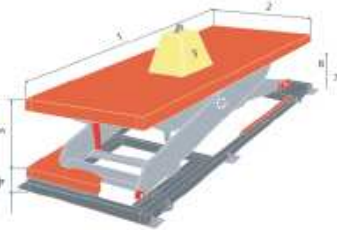
Ancho (2) 1900 mm

Elevación útil (3) 1550 mm

Altura construcción (4) 1000 mm

Capacidad de carga (5) 1000 kg

Frecuencia elevación: 15 elevaciones por hora



CAUCHO ANTIDESLIZANTE

MATERIAL: Caucho anti-deslizante del patrón de la pirámide (SD 65)



SISTEMA RETRACTIL PARA MANGUERA DE AIRE

MATERIAL: Material Buna-N (Nitrile)



SISTEMA RETRACTIL PARA CABLE ELECTRICO

MATERIAL: Aluminio

COMPONENTES

VISAGRAS VIDRIO

MATERIAL: Aluminio



FLANGES

MATERIAL: Acero Inoxidable

Pipe Size 1/2"

Flange OD (A) 3-1/2"

Bolt Circle Diameter (B) 2-3/8"

Number of Bolt Holes 4



SIST. ILUMINACIÓN

AMPOLLETAS LED

Volts 130

Amps 0.008

Bulb Diameter .57"

Base Diameter .36"

Overall Length 1.02"

Color Blanco

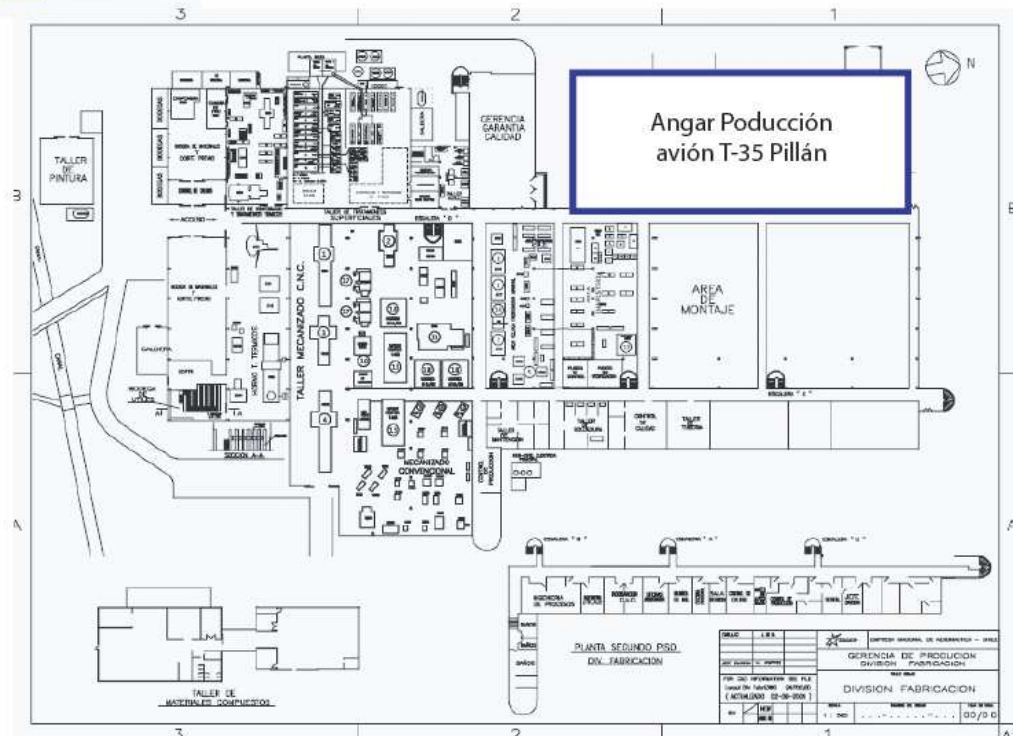


SOQUETE

SISTEMA NEUMÁTICO

MANGUERA 8x12 mm para aire comprimido con soquete Quick-Disconnect





La intervención de este proyecto es en el hangar “YUNKER” donde se encuentra toda la cadena de montaje de conjuntos y subconjuntos del avión T-35 Pillán. Este hangar es únicamente utilizado para el montaje de piezas para este avión. Como el ala del Pillán no se monta hasta el momento en este hangar, ya que se compra armada a la empresa Piper, se habilitaría un sector especializado para realizar toda la cadena de montaje del ala, en específico la grada de integración donde se ubicaría Ergo-Plat.

VIABILIDAD Y PROYECCION

La salud laboral es un tema de contingencia en estos tiempos. Es por esta razón que las empresas deben invertir tiempo y dinero en otorgarles a sus trabajadores un entorno laboral que se adapte a la actividad que desempeñan, generándole confort y seguridad.

Se hace necesario implementar un sistema de diseño que considere el factor humano como aquel más importante para proyectar un puesto de trabajo. Por dicha razón se deben contemplar a expertos en temas de ergonomía y diseño para proyectar sistemas de trabajo.

Es frente a este escenario que el desarrollo e implementación del presente proyecto se vuelve imprescindible y los costos de éste, pese a ser alto, en comparación con otras soluciones actuales se ve disminuido por las repercusiones en cuanto a la calidad de vida de los operarios y a la disminución de enfermedades laborales, teniendo consideraciones especiales de seguridad y dimensiones antropométricas

dependiendo del flujo del trabajo que se deba realizar en el conjunto aeronáutico a montar.

La inserción de este proyecto en la industria aeronáutica chilena otorga una nueva mirada al cómo se diseña allí, además de demostrarles que el enfoque para proyectar cualquier implemento, en este caso de montaje, no sólo debe basarse en la calidad e intercambiabilidad de la pieza, si no que debe considerar muchos más aspectos, ya que todo es un sistema interrelacionado H-M-E. Teniendo en cuenta esta forma de proyectar, más herramientas de innovación, la empresa aeronáutica chilena puede alcanzar grandes logros, aumentar su ritmo de producción y disminuir los costos de salida de un conjunto aeronáutico.

Al ser este un proyecto nuevo para la empresa, debido a que nada para la producción del ala del Pillán en Enaer está creado, apunta con una propuesta innovadora tanto para la empresa como para nuestra carrera profesional.

Como diseñadora industrial se abren nuevos campos de trabajo donde como expertos podemos aportar al

desarrollo de un proyecto de tales magnitudes y complejidad como lo es un conjunto aeronáutico, desde su proceso de diseño hasta su fabricación y montaje, como es el caso de este proyecto.

El Pillán, representa el “avión *made in Chile*” por lo que haber participado en alguna etapa de su generación me enorgullece como diseñadora industrial y como persona.

BIBLIOGRAFIA

Material Impreso

SARAVIA, Martha. "Ergonomía de concepción: Su aplicación al diseño y otros procesos proyectuales". Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Arquitectura y Diseño. Bogotá, Colombia. 2006

MONDELO, Pedro; GREGORI, Enrique; BLASCO, Joan; BARRAU, Pedro. En su: Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. 2ª Edición. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. Alfaomega. 2001.

BIALOSKORSKI, Georg. Introducción. En su: Ergonomía + Diseño. Primera Edición. Santiago, Chile. Ediciones UNAB. 2008. 15p.

"Ergonomía preventiva y correctiva", Publicación, La ergonomía en Chile. Tres décadas de desarrollo. Compilado por María Eugenia Figueroa V. 2002, Publicación, La ergonomía en Chile. Tres décadas de desarrollo. Compilado por María Eugenia Figueroa V. 2002

Documentos

“Estadística 2010”. Departamento de Seguridad Industrial. ENAER. Santiago, Chile.

NCh 2632 Of.2002: Ergonomía: Principio de Ergonomía en el diseño físico de los sistemas de trabajo. INN. Chile

LABRIN, Giovanni; SOTO, Héctor “Factibilidad técnica de la fase de producción de las alas del avión T-35 Pillán en ENAER”. Tesis grado Magíster Ingeniería en Aeronáutica. Santiago, Chile. ENAER, 2010

APUD, GUTIERREZ. Tabla Antropométrica población Chilena. Laboratorio Ergonomía. Universidad de Concepción. 1997

NPT 226: Mandos Ergonomía de Diseño y Accesibilidad. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. 1997. España.

Ergonomía y evaluación de productos, Apuntes de curso de ergonomía II, Dictado por Pablo Durán, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 2008

Reglamento Aeronáutico Latinoamericano, LAR 39, DIRECTRICES DE AERONAVEGABILIDAD, Primera Edición, Octubre 2007

Textos Electrónicos

“La salud y la seguridad en el trabajo.” Módulos Ergonomía. Organización Internacional del trabajo. http://actrav.itcilo.org/osh_es/m%3dulos/ergo/ergoa.htm
<Consultado 20 Septiembre 2010>

Páginas Web

MARTINEZ, Juan; MARTINEZ, María Eugenia; LÓPEZ, Ramón; DEL RIO, María Gloria. “Diseño automatizado, mediante técnicas de sistemas expertos en Catia V5, aplicado a componentes estructurales aeronáuticos”. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla, España [en línea]

<<http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17002.pdf>>

<Consultado 5 Agosto 2010>

Métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo [en línea]

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>

<Consultado 10 de Agosto 2010>

VILLARREAL, Carmen. “La ergonomía es parte del proceso de Diseño Industrial”. Universidad de Monterrey. México [en línea]

<<http://www.semec.org.mx/archivos/5-4.pdf>>

<Consultado 20 de Noviembre 2010>

“*European aeronautics: a vision for 2020*”, Informe VI Programa, 2001, Unión Europea. [en línea]

<http://ec.europa.eu/research/growth/aeronautics2020/pdf/aeronautics2020_en.pdf>

<Consultado 30 Mayo 2010>

JAMESON, Antony; “*Aerodynamic Design via Control Theory*”. *Journal of Scientific Computing*, Vol. 3, 1988, pp. 233–260. [en línea]

<<http://aerocomlab.stanford.edu/Papers/jameson.ScientificComputing.1988-3.pdf>>

<Consultado 21 Junio 2010>

JAMESON, Antony, “*Aerodynamic Shape Optimization Using the Adjoint Method*”, Lectures at the Von Karman Institute, Brussels, February 6, 2003. [en línea]

<<http://aerocomlab.stanford.edu/Papers/jameson.vki03.pdf>>

<Consultado 21 Junio 2010>

Quality Manual, QW Medical, SAE AS9100:2004, Revisión

D1. [en línea]

<<http://www.quality-works.com/download/as-9100-quality-manual-preview.pdf>>

<Consultado 5 de junio 2010>

FABRICACION DE PIEZAS PLÁSTICAS POR
ROTOMOLDEO [en línea]

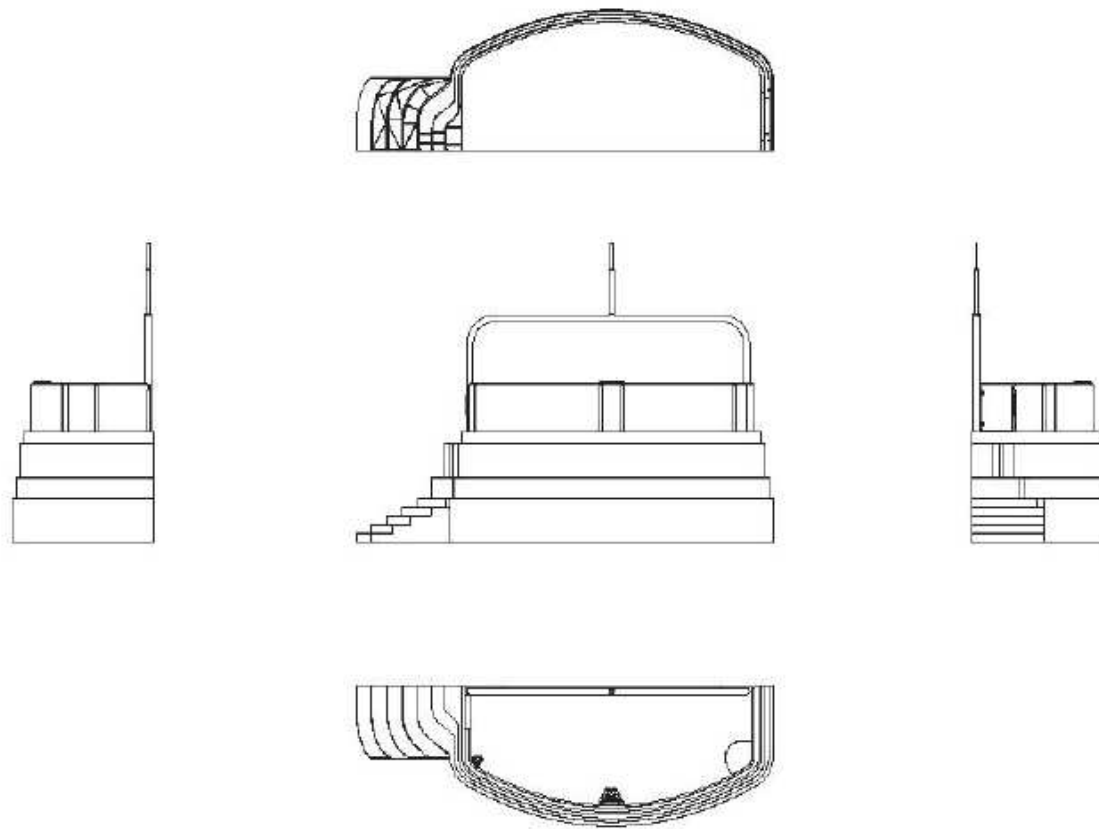
<<http://www.versaplas.com/es/rotomoldeo.html>>

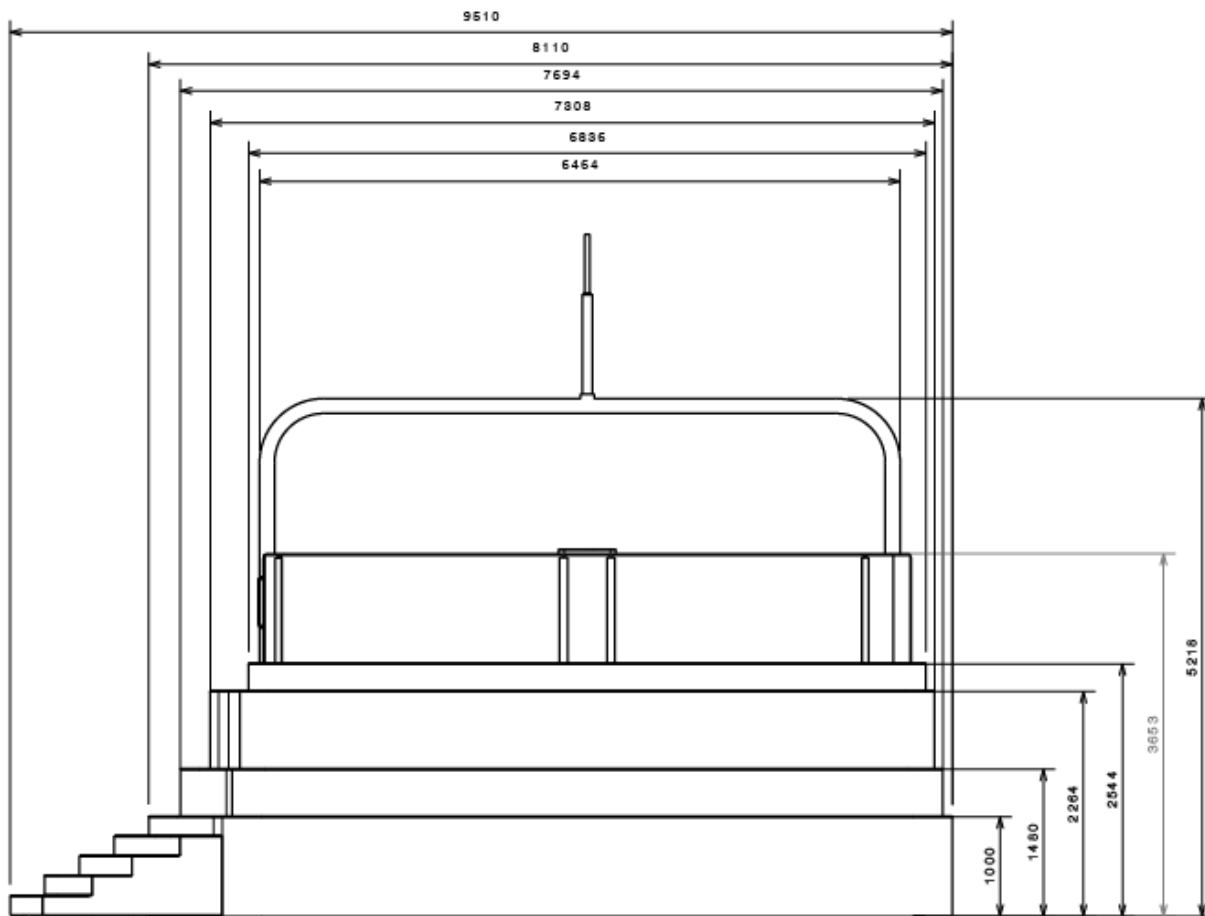
<Consultado 20 de Noviembre 2010>


ANEXOS

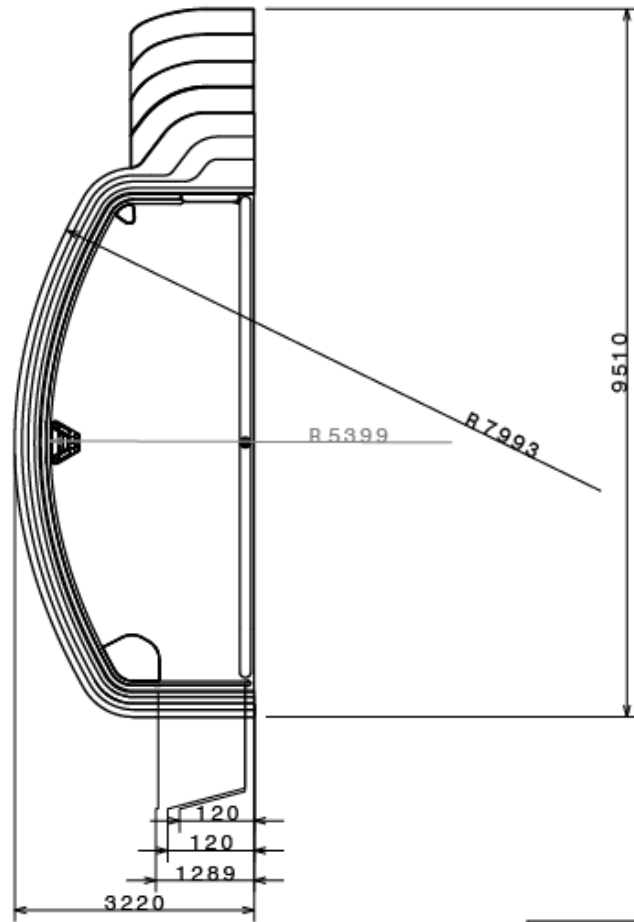
Planos	137
Carta Enaer	147
Encuesta operarios	148
Reporte Análisis Estructural Superficie de Contención	151


PLANIMETRIA



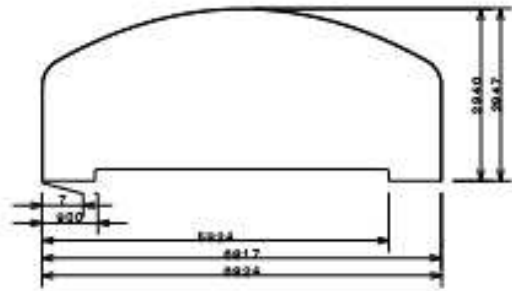


 Plataforma de trabajo adaptable Grada integración Ala T-35 Pillán	
Vista Frontal	Plano N°1
Flavia Maass Aguilera	

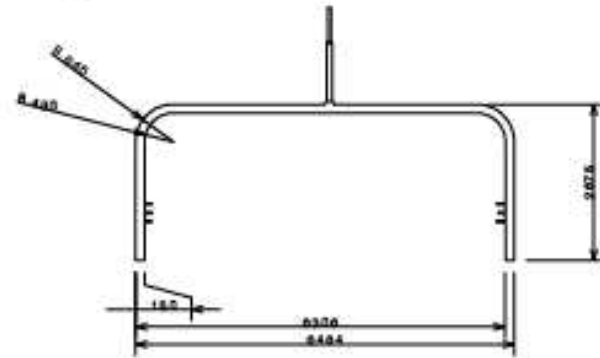


	Plataforma de trabajo adaptable Grada integración Ala T-35 Pillán	
	Vista Planta Plataforma	Plano N°1.1
Flavia Maass Aguilera		

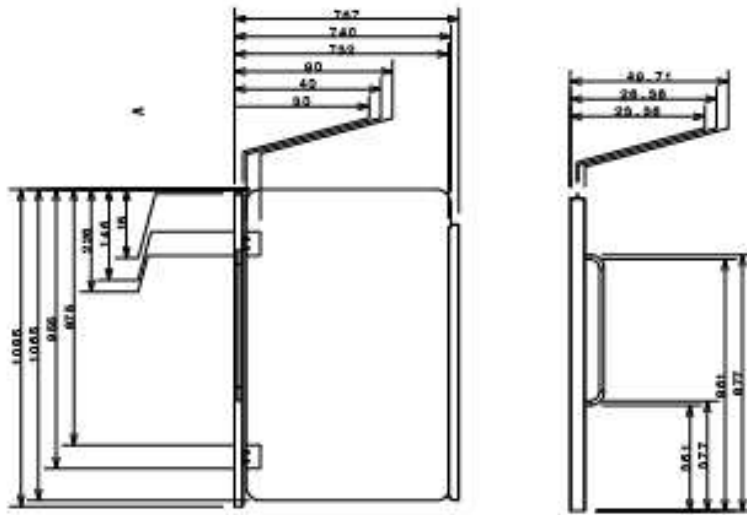
Piso



Arco



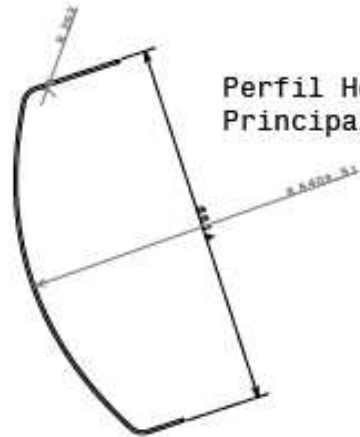
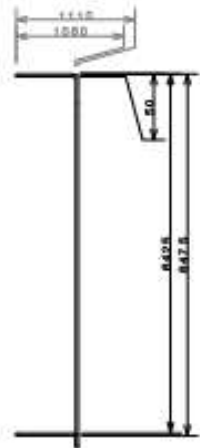
A



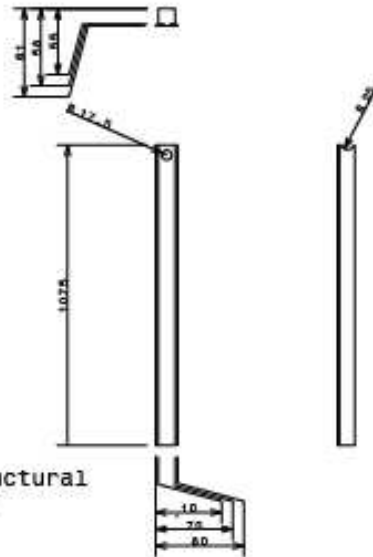
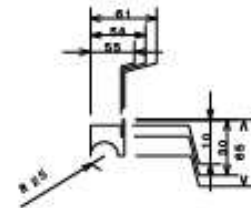
Conjunto Puerta

V

 Plataforma de tabajo adaptable Grada Integración Aja T-35 Pillán	
Piso-Arco- Conjunto Puerta	Plano N°2
Flavia Maass Aguilera	



Perfil Horizontal Principal

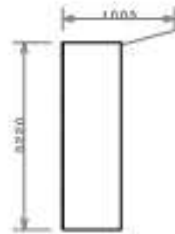


Perfil Estructural Superficies

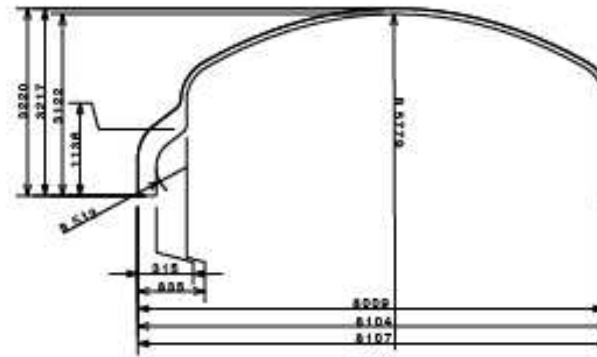
Perfil Estructural Costados



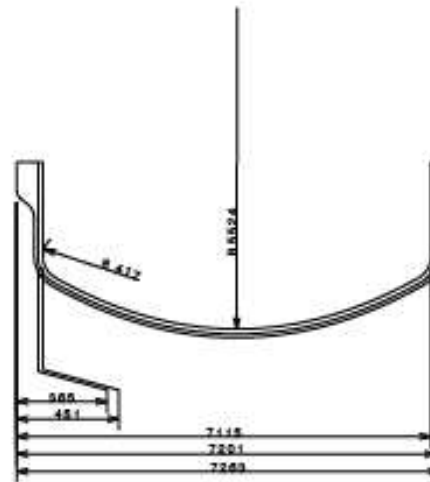
 Plataforma de trabajo adaptable Grada Integración Ala T-35 Pillán	
Perfiles: Estructural E.Costado Horizontal Principal	Plano N°3 Flavia Maass Aguilera



Placa 1

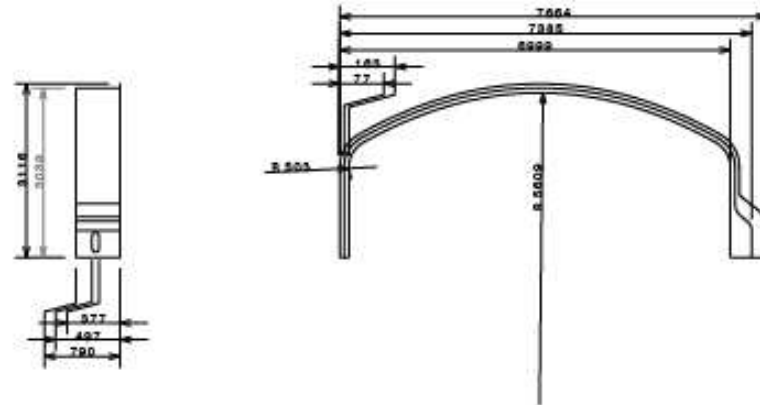


Placa 2

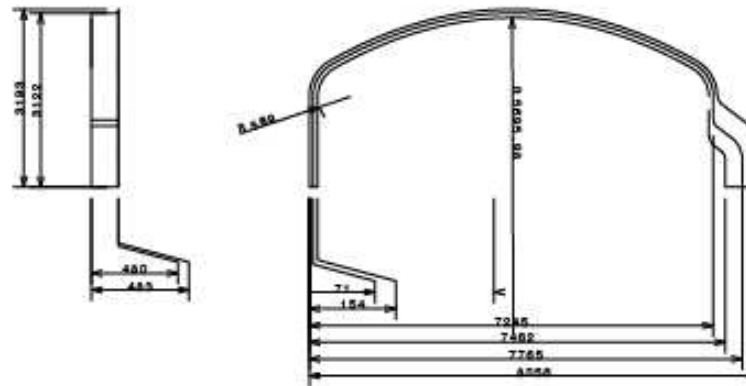


 Plataforma de trabajo adaptable Grada Integración Ala T-35 Pillán	
Placa 1	Plano N°4
Placa 2	
Flavia Maass Aguilera	

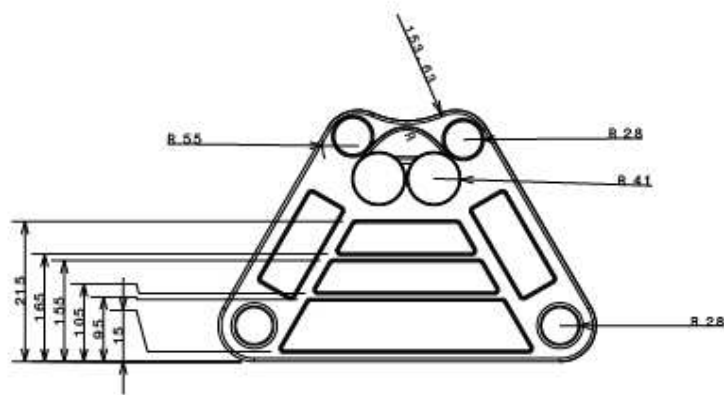
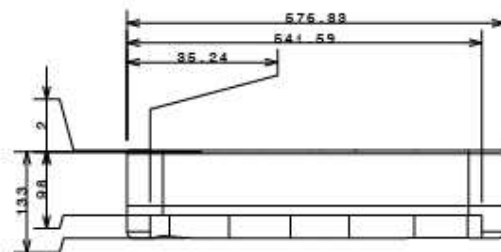
Placa 3




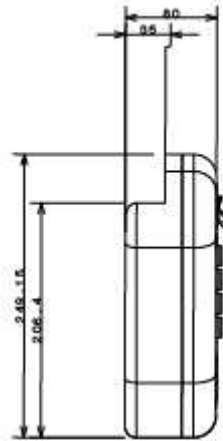
Placa 4



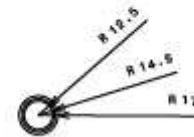
 Plataforma de trabajo adaptable Grada Integración Ala T-35 Pillán	
Placa 3 Placa 4	Plano Nº5 Flavia Maass Aguilera



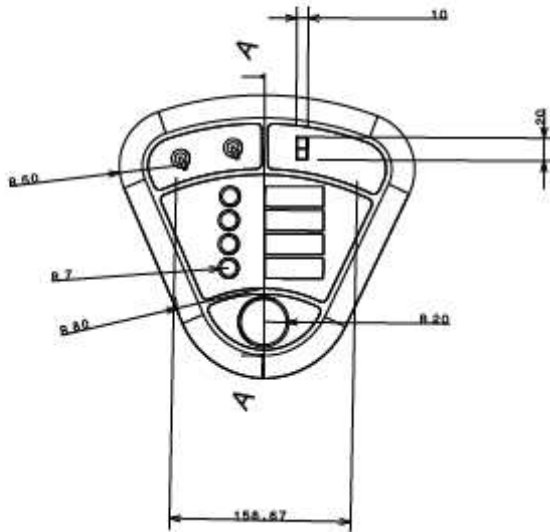
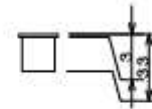
		Plataforma de trabajo adaptable Grada integración A1a T-35 Pillán
Superficie de Contención		Plano Nº6
	Flavia Maass Aguilera	




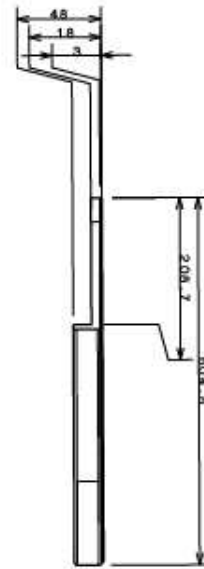
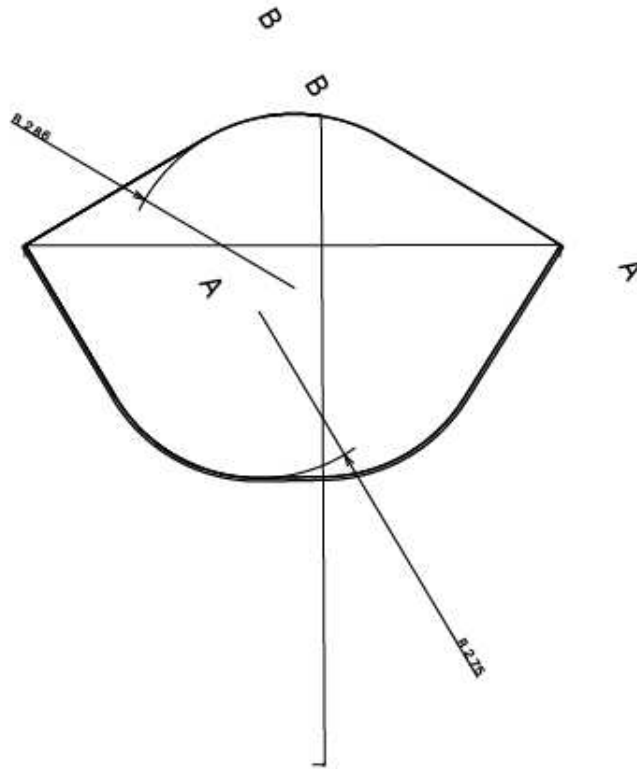
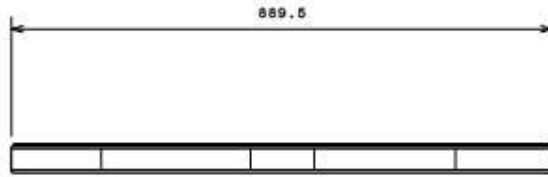
Superficie de Accionamiento



Flange



 Plataforma de trabajo adaptable Grada integración Ala T-35 Pillán	
Superficie de Accionamiento	Plano N°7
Flange	Flavia Maass Aguilera



 Plataforma de trabajo adaptable Grada integración Ala T-35 Pillán	
Superficie de Trabajo	Plano N°8
Flavia Maass Aguilera	

**EMPRESA NACIONAL DE AERONÁUTICA
GERENCIA DE PRODUCCIÓN**

M.I. "ORD." N° 113-2010

EL BOSQUE, 23 de Agosto de 2010

DE : GERENCIA DE PRODUCCIÓN
A : JEFE DIVISIÓN DE FABRICACIÓN
REF. : ASISTENCIA TÉCNICA DE SRTA. FLAVIA MAASS

- I.- Informo a Ud. que a partir de esta fecha, la alumna de la Universidad de Chile Srta. Flavia Maass A., comenzará a desarrollar su Proyecto de Título relacionado con la ergonometría requerida para trabajos en el Ala del avión Pillan.
- II.- Los horarios y apoyos requeridos, vienen establecidos en documento cuya copia se adjunta y cuya autorización fue dada por el Sr. Rodrigo Gros.
- III.- Por lo anterior, agradeceré controlar en lo pertinente; asistencias y apoyo a la Srta. Flavia Maass durante su trabajo.

Saluda a Ud.,



RICARDO LEIVA PÉREZ
GERENTE DE PRODUCCIÓN

DISTRIBUCIÓN:

- 1.- Jefe División de Fabricación
- 2.- Jefe División de Ingeniería
- 3.- Div. de Ing. - Sr. Giovanni Labrín
- 4.- Div. de Fabric. - Sr. Gabriel Peña
- 5.- Div. de Fabric. - Sr. Jaime Cid
- 4.- Gerencia de Producción (Arch.)

RLP/pmm

Encuesta Operario Gradas de montaje N°1

1. ¿Cómo calificaría la calidad de su trabajo?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala
- e) Muy mala

2.- ¿Cuántas horas al día debe utilizar la grada montaje en su puesto de trabajo?

- a) Menos de 5 horas
- b) Entre 5 y 7 horas
- c) Entre 7 y 9 horas
- d) Más de 9 horas al día
- e) Variable

3.- Durante el período laboral Ud. ¿Ha sufrido alguna molestia física en la utilización de la grada?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

4.- Si su respuesta es A o C ¿Qué tipo de molestia física es la que Ud. sufre regularmente en su puesto de trabajo?

- a) En todo en el brazo (Dedos, palma, muñeca, antebrazo, codo, anterior al antebrazo, hombro)
- b) En un segmento específico de brazo. Especifique cual _____
- c) Dolor lumbar
- d) Dolor cervical
- e) Todas las anteriores
- f) Ninguna molestia

5.- Si Ud. le pondría valor a las molestias físicas que sufre en su puesto de trabajo. Siendo 5 muchas molestias físicas y 1 que no tiene molestias. Con que valor evaluaría las molestias físicas que sufre al realizar su trabajo

1	2	3	4	5

6.- ¿Cómo evalúa Ud. las condiciones lumínicas que le otorga la empresa para desempeñar su trabajo?

- a) Muy buenas
- b) Buenas
- c) Regulares
- d) Malas
- e) Muy malas

7.- ¿Cómo evalúa Ud. las condiciones térmicas que le otorga la empresa para desempeñar su trabajo?

- a) Muy buenas
- b) Buenas
- c) Regulares
- d) Malas
- e) Muy malas

8.- ¿Cómo evalúa Ud. las condiciones acústicas que le otorga la empresa para desempeñar su trabajo?

- a) Muy buenas
- b) Buenas
- c) Regulares
- d) Malas
- e) Muy malas

9.- En aspectos generales Ud. ¿Siente que la empresa se preocupa por su seguridad laboral?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

10.- Si su respuesta es A o C. ¿Con qué frecuencia su empresa se preocupa por su seguridad laboral?

- a) Siempre
- b) Regularmente
- c) Casi Nunca
- d) Nunca

11.- Desde su punto de vista como operario de la grada Ud. ¿Cómo evaluaría el diseño de la grada de montaje en la que trabaja?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala
- e) Muy mala

12.- Si su respuesta es C, D o E. Explique ¿Qué le cambiaría?

13.- Desde el punto de vista ergonómico ¿Cómo evaluaría las áreas de acceso que le brinda la grada?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala
- e) Muy mala

14.- ¿Cómo evaluaría las alturas que le ofrece la grada para el mejor desempeño de su trabajo?

- a) Muy buena
- b) Buena
- c) Regular
- d) Mala
- e) Muy mala

15.- Con respecto a los tiempos de descanso entre su jornada laboral Ud. considera que

- a) Es perfecto
- b) Está bien para el tiempo de trabajo
- c) Debiese aumentar

16.- Si su respuesta es C. ¿Cuál es el factor que le afecta para que considere el aumento de su tiempo de descanso?

17.- ¿Siente que la empresa le ofrece instalaciones para su óptimo descanso?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

18.- ¿Siente que la grada le ofrece espacios de descanso esporádico?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

19.- Al término de su jornada laboral Ud. ¿Se siente cansado físicamente?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

20.- Al término de su jornada laboral Ud. ¿Se siente cansado psicológicamente?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

21.- Si su respuesta es A o C ¿Cuál es el problema más común? (Puede marcar más de una alternativa)

- a) Estrés
- b) Dolor de cabeza
- c) Trastornos en el sueño
- d) Cambios de humor
- e) Otro

22.- Con respecto a sus herramientas de trabajo Ud. ¿Cómo las evaluaría?

- a) Muy buenas
- b) Buenas
- c) Regulares
- d) Malas
- e) Muy malas

23.- Desde el punto de vista ergonómico ¿Cuál es la herramienta que se le es más cómoda? ¿Por qué?

24.- ¿Cuál es la herramienta más incómoda? ¿Por qué?

25.- En términos ergonómicos para mejorar la funcionalidad de la herramienta más incómoda ¿Qué aspectos le cambiaría o añadiría?

26.- ¿Siente que la materialidad de sus herramientas le aporta a su productividad en el trabajo?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

27.- ¿Considera Ud. que la T° de las superficies de sus herramientas es la adecuada para mejorar su rendimiento en el puesto de trabajo?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

27.- ¿Considera Ud. que sus herramientas de trabajo le entregan el mejor rendimiento con el mejor esfuerzo?

- a) Sí
- b) No
- c) No sé

29.- Dentro de los procesos a realizar en la grada ¿Cuál es la actividad con la que sufre más cansancio o fatiga corporal? ¿Cuál es la herramienta que utiliza en dicha actividad?

30.- ¿Ud. siente que la grada le permite el correcto uso de sus herramientas de trabajo?

- a) Si
- b) No
- c) No sé

31.- Si su respuesta es B o C ¿Cuál (cuales) de todos los factores es (son) los que más afectan al mal desempeño de la herramienta? (marque más de alguna alternativa si lo estima conveniente)

Áreas de acceso grada	Altura de la grada	Áreas acceso pieza	Falta de ayuda para utilizar la herramienta	Otras (especifique)

Analysis Plataforma

Nodes and Elements : Make description

MESH:

Entity	Size
Nodes	44172
Elements	143115

ELEMENT TYPE:

Connectivity	Statistics
NSBAR	6 (0,00%)
SPIDER	12 (0,01%)
TE4	143097 (99,99%)

ELEMENT QUALITY:

Criterion	Good	Poor	Bad	Worst	Average
Distortion	73860 (51,62%)	43188 (30,18%)	26049 (18,20%)	70,282	34,847
Stretch	135887 (94,96%)	6700 (4,68%)	510 (0,36%)	0,007	0,549
Length Ratio	138834 (97,02%)	4082 (2,85%)	181 (0,13%)	162,643	2,394

Nodes and Elements - Nodes text