



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE LA GESTIÓN PREVENTIVA PARA LA REALIZACIÓN
DE TRABAJOS EN ALTURAS EN EL HANGAR DE LA DIRECCIÓN DE
LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA
ECUATORIANA-SEDE LATACUNGA”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial bajo la Modalidad de Propuesta Metodológica.

Autor:

Chanatásig Loma Segundo Ramiro

Tutora:

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TÍTULACIÓN**

Yo, Chanatásig Loma Segundo Ramiro, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “DISEÑO DE LA GESTION PREVENTIVA PARA LA REALIZACION DE TRABAJOS EN ALTURAS EN EL HANGAR DE LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-SEDE LATACUNGA ”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial” y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 27 días del mes de junio de 2019, firmo conforme:

Autor: Chanatásig Loma Segundo Ramiro

Firma:

Número de Cédula: 0501728646

Dirección: Cotopaxi, Latacunga, San Buenaventura, Colaisa

Correo Electrónico: ramireis_chanatasig@hotmail.com. Teléfono: 0999849894

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE LA GESTION PREVENTIVA PARA LA REALIZACION DE TRABAJOS EN ALTURAS EN EL HANGAR DE LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-SEDE LATACUNGA” presentado por Chanasig Loma Segundo Ramiro, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 07 de junio de 2019

Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Ambato, 07 de junio de 2019

.....
Chanatásig Loma Segundo Ramiro

CC: 0501728646

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE LA GESTION PREVENTIVA PARA LA REALIZACION DE TRABAJOS EN ALTURAS EN EL HANGAR DE LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-SEDE LATACUNGA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato, 08 de agosto de 2019

Ing. Moreno Medina Víctor Hugo Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Fuentes Pérez Esteban Mauricio PhD
VOCAL

Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth Mg.
VOCAL

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación, en primera instancia la dedico a DIOS todo poderoso.

A mis padres por su paciencia y palabras de ánimo constantes.

A mi familia, por comprender y soportar la ausencia de casa por el estudio y el trabajo.

Segundo Ramiro

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a mi familia y compañeros de aula por compartir momentos y vivencias inolvidables.

A la carrera de Ingeniería Industrial de la UTI por abrirnos las puertas y formarnos como seres humanos y buenos profesionales.

A los docentes de Industrial por compartir su experiencia y conocimientos con nosotros y que se convirtieron en nuestros amigos.

Gracias

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL; Error! Marcador no definido.	
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	3
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	4
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE TABLAS	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE IMÁGENES	13
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	15
RESUMEN EJECUTIVO	17
ABSTRACT.....	Error! Marcador no definido.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

Tema.....	19
Introducción	19
Antecedentes	2
Justificación.....	5
Objetivo General	6
Objetivos Específicos.....	6

CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	8
MODELO OPERATIVO	14
DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO.....	15

1. Diagnóstico del tipo de trabajo en altura.....	15
2. Identificación de peligros	18
3. Análisis de consecuencias	18
4. Implementación de las normas de seguridad	19
5. Implementar la gestión preventiva	19
6. Desarrollo del manual	20

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta	22
Costo y Administración	83

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones	85
Recomendaciones.....	86
Bibliografía	87
Anexos.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Horas de trabajos en alturas, según los procesos periodo de enero a agosto de año 2018.....	9
Tabla 2:	Área de estudio.....	13
Tabla 3:	Lista de chequeo.....	17
Tabla 4:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de estructuras	26
Tabla 5:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de pinturas....	30
Tabla 6:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de NDT	34
Tabla 7:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de Aviónica..	38
Tabla 8:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de Equipos de Apoyo.....	42
Tabla 9:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de Soldadura	46
Tabla 10:	Nivel de cumplimiento de la lista de chequeo para trabajos en altura	50
Tabla 11:	Lista de chequeo para trabajos en altura en el HANGAR de la DIAF-Latacunga	52
Tabla 12:	Parámetros de interpretación de la lista de chequeo para trabajos en altura en HANGAR de la DIAF-Latacunga.....	53
Tabla 13:	Coefficiente de roce estático y dinámico entre materiales	63
Tabla 14:	Datos de simulación	73
Tabla 15:	Cronograma de actividades enero a junio 2019	82
Tabla 16:	Costo de la propuesta	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Organigrama estructural	13
Gráfico 2:	Modelo operativo	14
Gráfico 3:	Planeación de la labor	27
Gráfico 4:	Área de trabajo	27
Gráfico 5:	EPP y verificación de sistema de protección contra caídas	28
Gráfico 6:	Verificación de punto se anclaje y conectores	28
Gráfico 7:	Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de estructuras	29
Gráfico 8:	Planeación de la labor	31
Gráfico 9:	Área de trabajo	31
Gráfico 10:	EPP y verificación de sistema de protección contra caídas	32
Gráfico 11:	Verificación de punto se anclaje y conectores	32
Gráfico 12:	Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de pintura	33
Gráfico 13:	Planeación de la labor	35
Gráfico 14:	Área de trabajo	35
Gráfico 15:	EPP y verificación de sistema de protección contra caídas	36
Gráfico 16:	Verificación de punto se anclaje y conectores	36
Gráfico 17:	Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de END	37
Gráfico 18:	Planeación de la labor	39
Gráfico 19:	Área de trabajo	39
Gráfico 20:	EPP y verificación de sistema de protección contra caídas	40
Gráfico 21:	Verificación de punto se anclaje y conectores	40
Gráfico 22:	Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de Aviónica	41
Gráfico 23:	Planeación de la labor	43
Gráfico 24:	Área de trabajo	43
Gráfico 25:	EPP y verificación de sistema de protección contra caídas	44
Gráfico 26:	Verificación de punto se anclaje y conectores	44
Gráfico 27:	Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de equipos de apoyo	45
Gráfico 28:	Planeación de la labor	47
Gráfico 29:	Área de trabajo	47

Gráfico 30: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas	48
Gráfico 31: Verificación de punto de anclaje y conectores	48
Gráfico 32: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de soldadura	49
Gráfico 33: Nivel de cumplimiento de la lista de chequeo para trabajos en altura	50

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1:	Línea de vida amarrada a la estructura del hangar.....	3
Imagen 2:	Técnico de pinturas.....	4
Imagen 3:	Técnicos de estructuras y pinturas trabajando sobre el fuselaje	4
Imagen 4:	Técnicos de pinturas trabajando sobre el fuselaje del avión.....	5
Imagen 5:	Tareas de pintura.....	10
Imagen 6:	Mantenimiento de estructuras	10
Imagen 7:	Trabajo de mantenimiento en alas	11
Imagen 8:	Ensayo no destructivos en alavés de motor.	11
Imagen 9:	Tareas de Aviónica	12
Imagen 10:	Estructuras principales del hangar.	55
Imagen 11:	Pared del hangar, punto de anclaje fijo.....	56
Imagen 12:	Soporte principal de anclaje fijo	56
Imagen 13:	Soporte secundario de anclaje fijo	57
Imagen 14:	Perno de anclaje	57
Imagen 15:	Modelado del anclaje.	60
Imagen 16:	Zona de máxima concentración de tensiones en el anclaje.	61
Imagen 17:	Sujeción del perno del anclaje móvil al riel.....	62
Imagen 18:	Coefficiente de roce	62
Imagen 19:	Anclaje estabilizador vertical.....	66
Imagen 20:	Resistencia máxima del anclaje, estabilizador vertical.....	66
Imagen 21:	Vista isométrica línea de vida fija.....	67
Imagen 22:	Vista lateral de la línea de vida fija.....	68
Imagen 23:	Vista superior de la línea de vida fija	68
Imagen 24:	Perspectiva posterior panorámica de la línea de vida fija.....	69
Imagen 25:	Perspectiva frontal de la línea de vida fija	69
Imagen 26:	Vista frontal de la línea de vida móvil.....	70
Imagen 27:	Vista lateral de la línea de vida móvil.....	71
Imagen 28:	Vista isométrica de la línea de vida móvil	71
Imagen 29:	Análisis de vigas	74
Imagen 30:	Vista frontal de vigas	75

Imagen 31: Análisis de la viga doble T	78
Imagen 32: Resultados del reticulado	79
Imagen 33: Resultados del reticulado vista lateral	79
Imagen 34: Vista frontal del avión con la estructura móvil.....	80
Imagen 35: Aproximación de la vista del avión con la estructura móvil.....	80

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 - Tensión de Corte	58
Ecuación 2 - Calculo de Fuerza Admisible.....	59
Ecuación 3 - Fuerza de Rozamiento	63
Ecuación 4 – Calculo del Angulo de Entrada	63
Ecuación 5 - Fuerza de Rozamiento	64
Ecuación 6 - Ecuación de Huber-Mises-Henky	65
Ecuación 7 - Suma de Momentos.....	72
Ecuación 8 - Criterio de Rotura de Huber-Mises-Hencky.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA).....	90
Anexo 2: Informe de carga para soporte Fijo	92
Anexo 3: Evidencia fotográfica	95
Anexo 4: Planos de los anclajes	97

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “DISEÑO DE LA GESTIÓN PREVENTIVA PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS EN ALTURAS EN EL HANGAR DE LA DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-SEDE LATACUNGA”

AUTOR: Chanatásig Loma Segundo Ramiro.

TUTOR: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación bajo la modalidad de propuesta metodológica está enfocado en el diseño de un sistema de la gestión preventiva para la realización de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana-sede Latacunga. Para la elaboración del trabajo investigativo se utilizaron técnicas e instrumentos, tales como la observación directa, con ello se verifico el desconocimiento de los normativos de Seguridad y Salud Ocupacional, con la aplicación de Notas Técnicas de Prevención (NTP), matriz de evaluación de riesgos por puesto de trabajo del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo (INSHT), se obtuvo un panorama claro de la situación actual de la empresa y del desarrollo de sus actividades. Finalmente se desarrollaron un manual de trabajo para tareas en alturas en la que se destacan los anclajes fijos y móviles, y por supuesto los equipos de protección personal; además se proponen actividades de control con la finalidad de minimizar los riesgos existentes, lo cual permitirá resguardar la integridad y salud de sus trabajadores dentro de un ambiente laboral seguro.

Descriptor: Accidente, anclaje, hangar, incidente, peligro, riesgo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: “PREVENTIVE MANAGEMENT DESIGN TO CARRY OUT WORK ON HEIGHT AREAS AT THE MANAGEMENT HANGAR BUILDING IN THE ECUADORIAN AERONAUTIC INDUSTRY LOCATED IN THE BRANCH OF LATACUNGA CITY.”

AUTHOR: Chanasig Loma Segundo Ramiro.

TUTOR: Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

ABSTRACT

This research work is validated under the modality of titulation work and its methodological proposal focused on the design of a preventive management system to carry out work at height areas in the management hangar building industry at the Ecuadorian aeronautic industry, located in the branch of Latacunga city. It is worth noting that techniques and instruments such as observation checklists were used to carry out the performance of this research. Consequently, this process allowed addressing the lack of knowledge staff members had about norms from Occupational Safety and Health policies. Therefore, by the application of Technical Prevention Notes (TPN) and the risk assessment matrix which were intended for each member at workplaces at the National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), it was possible to get a clear overview of the current situation of the mentioned company and it was also possible to promote development of its activities. Finally, a working manual to work at height areas was developed in order to deploy permanent and movable hooks, in this way staff members would be well protected with the appropriate equipment. In Addition, control activities were proposed to minimize the risks at labor places and it will allow keeping workers' safety and integrity into a safe work environment.

KEYWORDS: accidents, danger, hangar, hooks, incident, risks.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Tema

Diseño de la gestión preventiva para la realización de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana-sede Latacunga.

Introducción

La economía del Ecuador se ha desarrollado por diversos sectores, uno de ellos es el mantenimiento aeronáutico, el cual ha generado fuente de empleos directos e indirectos, así como inversión nacional y extranjera.

La presente investigación surge de la necesidad de prevenir accidentes en los diferentes trabajos que se realizan en alturas, condiciones inseguras que estos ocasionan como pueden ser: los actos inseguros, el no utilizar el equipo de protección personal, la falta de entrenamiento, etc., por parte de todos los miembros que trabajan en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana- sede Latacunga, de igual manera identificar, evaluar y medidas preventivas para realizar dichas tareas.

La Dirección de la Industria Aeronáutica DIAF representa el organismo de más alto nivel en el Ecuador en lo referente a mantenimiento aéreo por tal motivo cumple un papel fundamental dentro del país al brindar soporte técnico a la

Aviación Militar y ser el mayor representante en la industria de mantenimiento aeronáutico comercial de la nación.

Su amplia trayectoria data de finales de la década de los 80 cuando nace la idea de que Ecuador dispone de las capacidades para hacer trabajos en la línea aeronáutica por tal motivo la Fuerza Aérea Ecuatoriana decide hacer el primer mantenimiento, específicamente en el avión ARAVA.

Este hito histórico constituyó un antecedente fundamental para la creación de la institución, así posteriormente buscando un ente que pueda adquirir la personería jurídica, autonomía operativa y financiera, patrimonio y fondos propios, en marzo de 1989, la Dirección de la Industria Aeronáutica de la FAE, DIAF, es activada como una empresa para comercializar los servicios especializados en mantenimiento de aviones, tanto civiles como militares, obtuvo permiso de Operación de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC) mediante resolución No. 163, el 27 de octubre de 1992, como Estación Reparadora de aviones, motores, hélices y equipos de aviónica, actualmente se da servicios de mantenimiento a aeronaves de matrícula nacional y extranjera.

En la Dirección de la Industria Aeronáutica DIAF existen alrededor de 150 personas como técnicos de mantenimiento.

La salud y seguridad laboral es de interés general, ya que, en la Dirección de la Industria Aeronáutica, existen riesgos en la seguridad y la salud de los trabajadores, especialmente los trabajos en alturas ya que más del 50% de los trabajos de mantenimiento se lo realiza a diferentes niveles.

Antecedentes

En la actualidad, las caídas de altura constituyen la principal causa de muerte y una de las principales causas de lesiones graves en el lugar de trabajo. Para las empresas cuya actividad exige una actuación rápida y eficaz de los trabajadores en altura, la protección anti caídas ya es una cuestión importante, y lo será cada vez

más, dado que la norma de la Administración de seguridad y salud ocupacional OSHA, la Directiva sobre Trabajo Temporal en Altura, junto con otras normativas nacionales ecuatorianas, establecen criterios cada vez más rigurosos y por otra parte, debido a la falta de planificación, no utilización de sistemas de seguridad de acuerdo a las características de los trabajos.

Teniendo una buena gestión de seguridad lo que permitirá minimizar, proteger y contribuir a mejorar la salud. Al revisar los documentos y sistema de seguridad del Centro de Mantenimiento Aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, no consta con un sistema de Gestión para trabajos en alturas, no consta con los equipos y procesos actualizados y adecuados necesarios para mantener un control los riesgos generados por el trabajo en alturas, el sentirse en riesgo es un problema que disminuye la capacidad de desempeño, más aun cuando se trabaja sin los elementos de protección personal adecuados para trabajos en alturas y sistemas de protección contra caídas, ya que puede producir peligros para su salud y seguridad, esto se puede evitar con una buena gestión de seguridad para trabajos en altura.

Como se puede observar en la imagen (1), la cuerda que es la línea de vida, está atada a la estructura del hangar sin cumplir las normativas, como es el tipo de amarre adecuado y sin tensión de la cuerda.

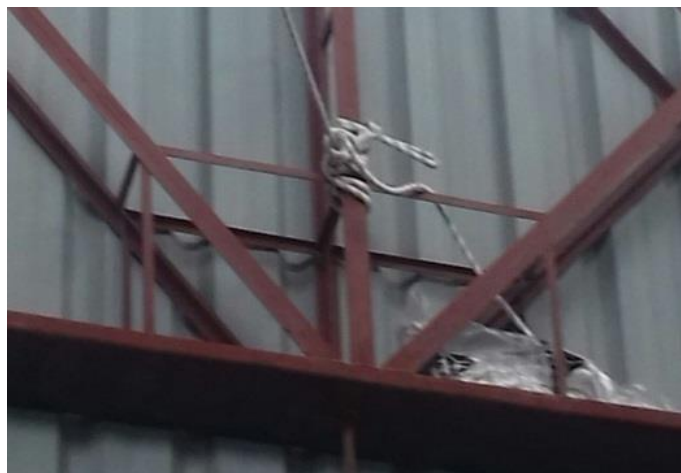


Imagen 1: Línea de vida amarrada a la estructura del hangar.
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Como se puede observar en la imagen (2) un técnico de especialidad pinturas se encuentra realizando su tarea, sobre el ala del avión, sin utilizar la línea de vida y su equipo de protección personal como es: arnés de seguridad, casco y guantes.



Imagen 2: Técnico de pinturas.
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Sobre el fuselaje del avión se encuentran trabajando dos técnicos de estructuras y un técnico de pinturas, sin los equipos de protección personal y en forma insegura, como se puede evidenciar en la imagen (3).



Imagen 3: Técnicos de estructuras y pinturas trabajando sobre el fuselaje del avión.
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

En la imagen (4) se puede observar técnicos de pinturas trabajando en forma insegura sobre el fuselaje del avión.



Imagen 4: Técnicos de pinturas trabajando sobre el fuselaje del avión.

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

La Industria Aeronáutica de la FAE del cantón Latacunga viene trabajando en el área de mantenimiento, en donde se desarrollan los siguientes procesos: estructura de aeronaves, aviónica, pinturas y NDI (ensayos no destructivos); los trabajos en alturas en su mayor parte lo realizan sin utilizar sistemas de anclajes no dando cumplimiento a las normativas establecidas en la Seguridad Industrial, generando riesgos de trabajo o accidentes que puede ser consecuencia de pérdidas de vidas humanas.

En tal virtud es necesario gestionar diversos sistemas de anclaje constituidos como protección anti caídas que permitirá conectar nuestro arnés a la espalda para que, en caso de caída, el mismo que impedirá la caída del trabajador.

Justificación

El **interés** de realizar gestión preventiva, para la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana- Sede Latacunga, con el fin de salvaguardar las vidas humanas debido a los accidentes en los diversos lugares de trabajo de manera especial en alturas.

La idea es diseñar y gestionar puntos de anclaje fijos para trabajar sobre el fuselaje de las aeronaves, anclajes móviles para trabajos sobre las alas del avión para la instalación de las líneas de vida en el hangar, por ello el trabajo a desarrollar tendrá un **impacto** significativo para la institución.

Es de gran **importancia** realizar la gestión de estos puntos de anclaje fijos y móviles que permitirá evitar pérdidas humanas y/o accidentes, por ende, problemas laborales y económicos.

Los **beneficiarios** con el desarrollo de la presente propuesta serán los trabajadores de las diferentes áreas para precautelar su seguridad y por ende la Fuerza Aérea al no incurrir en faltas y multas por no acatar la normativa pertinente.

Con el aporte de los conocimientos adquiridos y con las facilidades que da la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana- Sede Latacunga, si es **factible** implementar un Diseño de la Gestión Preventiva para la realización de trabajos en alturas en el hangar en la empresa donde se busca dar solución al problema existente.

Objetivo General

Diseñar la Gestión Preventiva para la realización de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana- Sede Latacunga.

Objetivos Específicos

- Determinar las tareas críticas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- Identificar los Riesgos de tareas críticas para trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- Proponer una solución con los anclajes fijos y móviles para los trabajos en el área de fuselaje y en el área de alas, la forma de utilizar y su respectivo

control, como Medidas Preventivas de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana es una empresa adscrita a la Fuerza Aérea Ecuatoriana, su función es dotar de servicios especializado en mantenimiento aeronáutico, electrónico, investigación y modernización de aeronaves civiles y militares para el Ecuador y América Latina, también cuenta con el Centro de Mantenimiento Aeronáutico (CEMA) la cual es una estación reparadora ubicada en la ciudad de Latacunga, Aeropuerto Internacional “Cotopaxi”; la misma que dispone de modernas instalaciones donde se realizan una amplia gama de trabajos en el área de mantenimiento de aeronaves. Tiene como Misión proveer servicios de mantenimiento aeronáutico de calidad con la finalidad de ser una empresa líder en la provisión de servicios aeronáuticos de calidad; en el mercado nacional y competitivo en el mercado internacional.

La Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana DIAF se caracteriza por cumplir las normas y leyes vigentes y su reglamento que permite generar una seguridad operacional en sus procesos de mantenimiento; También se caracteriza por valorar el cuidado del medio ambiente y la excelencia de la calidad de los servicios generando una cultura de comunicación evitando aplicar medidas punitivas en contra del empleado que provea información mediante los sistemas de notificación de errores, peligros, eventos de mantenimiento y cualquier otro suceso que comprometa la seguridad o la calidad para implementar, desarrollar, mantener y mejorar constantemente las estrategias,

los procesos y los procedimientos de presentación de informes; garantizando así la asignación de recursos tecnológicos, financieros y de talento humano competente que permitan un óptimo desarrollo de las actividades de mantenimiento y una orientación para alcanzar el más alto nivel de rendimiento en materia de seguridad operacional, salud ocupacional y ambiente.

En la tabla (1) se puede observar el historial de trabajos en alturas en horas hombre trabajados en este año, en diferentes aviones a partir del mes de enero 2018 al mes de agosto del 2018, en los diferentes procesos, como es en el proceso de pinturas 16.100 horas hombre.

Tabla 1: Horas de trabajos en alturas, según los procesos periodo de enero a agosto de año 2018

COMPAÑÍA: SWIFT AIR N509S			
PINTURAS	ESTRUCTURAS	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)	AVIÓNICA
4600 horas	250 horas	600 horas	200 horas
COMPAÑÍA: PACIFIC N712S			
PINTURAS	ESTRUCTURAS	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)	AVIÓNICA
4600 horas	200 horas	800 horas	250 horas
COMPAÑÍA: GRAN COLOMBIA N529S			
PINTURAS	ESTRUCTURAS	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)	AVIÓNICA
4500 horas	120 horas	600 horas	200 horas
COMPAÑÍA: AVIOR YV3012			
PINTURAS	ESTRUCTURAS	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)	AVIÓNICA
2400 horas	100 horas	500 horas	200 horas

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

PINTURAS

En la imagen 5 se puede observar el área de pintura, esta área está conformada por 8 técnicos y un supervisor que realizan la pintada de las aeronaves, cumpliendo aproximadamente el 80% los trabajos en altura utilizando equipos de protección personal y líneas de vidas de manera empírica, únicamente en función de su experiencia es decir sin dar cumplimiento a las normas establecidas originado por falta de un manual de seguridad; aquí se realiza lijado, decapado y tratamiento anticorrosivo, siendo el área con mayor índice de riesgo de accidentabilidad.



Imagen 5: Tareas de pintura

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

ESTRUCTURAS

Sus actividades lo realizan un total de siete personas incluido el Supervisor; esta sección está encargada de realizar las reparaciones estructurales del avión como son: cambio de remaches, parches, sellamientos y tratamientos anticorrosivos. Según se puede ver en la imagen 6 y 7



Imagen 6: Mantenimiento de estructuras

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.



Imagen 7: Trabajo de mantenimiento en alas
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)



Imagen 8: Ensayo no destructivos en alavés de motor.
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

En la imagen 8 se puede observar las actividades del área de ensayos no destructivos, donde realizan los trabajos cuatro técnicos y un inspector los cuales son encargados de realizar ensayos no destructivos como radiografías, corrientes inducidas, inspección visual, tintes penetrantes, etc.

AVIÓNICA

En la imagen 9 se puede observar el área de aviónica en donde se dedican al chequeo de las antenas, pitot y corrientes estáticas y su equipo de trabajo está conformada por cinco personas incluido el supervisor

AVIÓNICA



Imagen 9: Tareas de Aviónica

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

De acuerdo al organigrama empresarial que se encuentra detallado a continuación, el departamento de seguridad operacional es el encargado de informar directamente al Gerente Responsable sobre el funcionamiento y las mejoras del SMS o Safety Management System por sus siglas en ingles además de sobre asuntos relativos al cumplimiento de normas y buenas prácticas de la industria en materia de SMS, por tal motivo este departamento será el encargado de revisar el manual para trabajos en alturas y luego para que sea aprobado por la Autoridad Aeronáutica del Ecuador (DGAC) Dirección General de la Aviación Civil luego de aprobado ingresar a la lista de manuales del Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

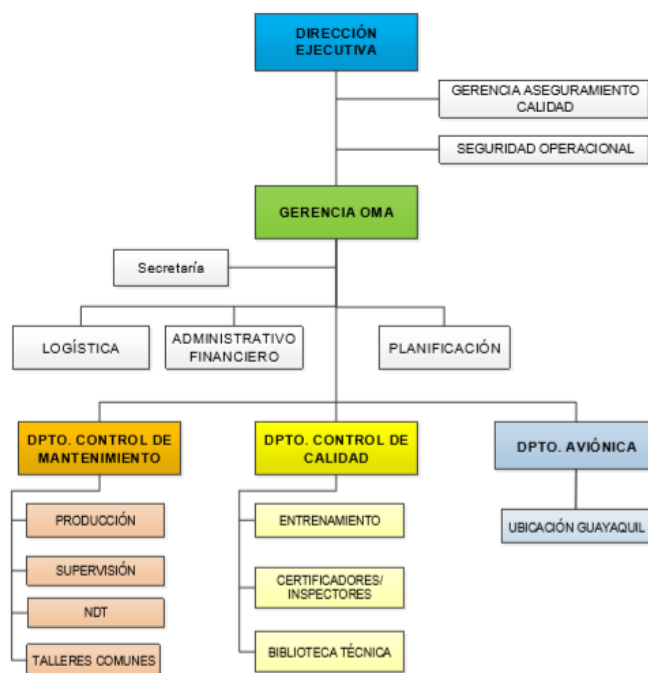


Gráfico 1: Organigrama estructural
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Área de estudio

A continuación, en la tabla 2 se delimita el área de estudio del presente trabajo investigativo:

Tabla 2: Área de estudio.

Área de estudio	Delimitación del objeto de estudio
Dominio:	Tecnología y Sociedad.
Línea de investigación:	Medio ambiente y Gestión de Riesgos.
Campo:	Ingeniería Industrial.
Área:	Gestión de mantenimiento preventivo.
Aspecto:	Trabajos en altura.
Objeto de estudio:	Gestión de mantenimiento y trabajos en altura.
Periodo de análisis:	Junio 2018 – febrero 2019

Elaborado por: Ramiro Chanatasig (2019).

En el gráfico 2, se establece mediante un flujograma la secuencia del modelo operativo, con el que se desarrollará el presente trabajo investigativo.

MODELO OPERATIVO

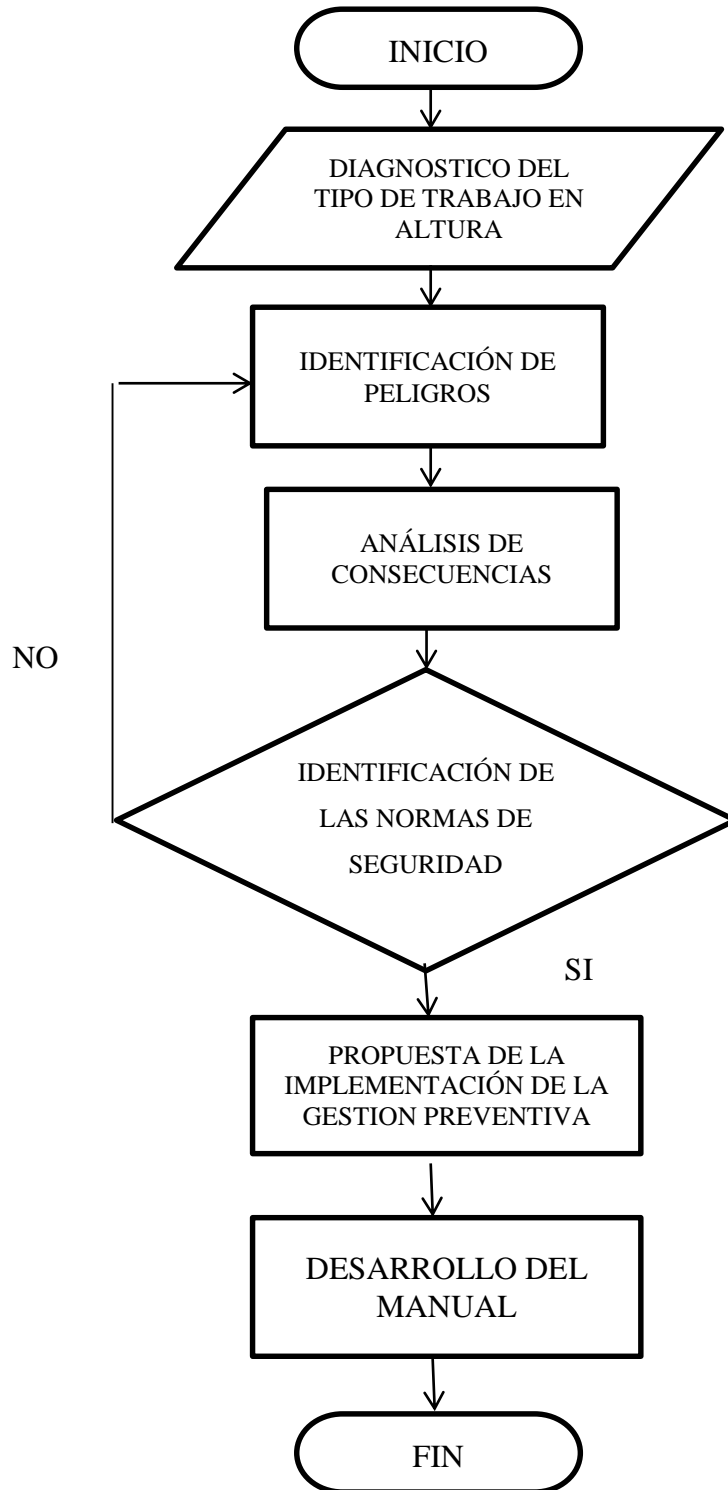


Gráfico 2: Modelo operativo
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

DESARROLLO DEL MODELO OPERATIVO

1. Diagnóstico del tipo de trabajo en altura

Para identificar el tipo de trabajo en altura, se realiza la observación para identificar las áreas de trabajo a partir de entrevistas personales e individuales a los técnicos de la organización. (tabla 3)

Instructivo para Diligenciar Lista de Chequeo para Trabajo en Alturas

Antes de diligenciar la lista de chequeo, lea las instrucciones para su correcto diligenciamiento, responda con letra legible y sin enmendaduras llenando la totalidad de las casillas. (López 2014)

- Empresa: Coloque el nombre de la empresa en la que se ejecutara el trabajo.
- Ciudad: Coloque la Ciudad o Municipio del lugar de trabajo donde se ejecutará el trabajo.
- Lugar de Trabajo: Cuando la empresa tenga diferentes lugares de trabajo, anote el nombre de la Dependencia de la empresa donde se realizará el trabajo.
- Área/Proceso: Anote el nombre del área o proceso de la empresa que solicitó el trabajo, ej.: Mantenimiento, Mercadeo, Riesgo, Producción, área Inmobiliaria, etc.
- Ubicación donde se realiza el trabajo: Anote claramente el área o sitio específico donde se realizará el trabajo, por ejemplo: Techo, fachada, poste de alumbrado público, pozo, subestación eléctrica, etc.
- Fecha de Realización del Trabajo (dd/mm/aaaa): Hace referencia a la fecha en que se desarrollará el trabajo en alturas, coloque en su orden día, mes y año.
- Hora de Inicio (a.m. /p.m.): Anote la hora en que se da inicio a la labor utilizando hora y minutos en am o pm, Por ejemplo: 08:45 am, 10:20 pm.
- Hora de Finalización (a.m. /p.m.): Anote la hora en que terminó el trabajo utilizando hora y minutos en am o pm, Por ejemplo: 10:45 am, 09:20 pm.

- Tipo de trabajos en alturas a realizar: Describa de manera clara el tipo de trabajo que realizará
- Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad (mts): Coloque la altura aproximada en que se desarrollara el trabajo.
- Análisis de la tarea: Evalúe si los ítems a evaluar cumplen o no con la descripción.
- Cálculo de la distancia libre: Para realizar este cálculo tenga en cuenta:

A= Distancia medida desde la argolla dorsal del usuario hasta la superficie n donde este se encuentre soportado. (Metros)

B= Longitud de la eslinga (entre 0,9mt y 1,7mt)

C=Longitud máxima del reductor de impacto después de la caída libre. (Según la norma ANSI Z 359.1 no debe exceder los 1,062mt)

E=Margen de seguridad, este se puede establecer como una longitud fija o como un porcentaje adicional al cálculo de mínimo un 30%.

D=Es la distancia a recorrer en caso de una caída libre en función de la ubicación del punto de anclaje, con respecto a la argolla dorsal del usuario.

F=Distancia total de caída libre

$F = (A+B+C+D) \times E$
- Nombre y Cedula: Coloque los nombres completos de los trabajadores que ejecutaran la tarea.
- Firma: En este espacio cada trabajador deberá firmar.
- Ejecutor: Es la persona que cumple con requisitos de capacitación, entrenamiento y aptitud según lo definido en el procedimiento de cada TAR
- Nombre y Cedula de la persona que autoriza: Coloque la cedula y el nombre completo del trabajador que emite el permiso de trabajo para alturas.
- Firma de la persona que autoriza: En este espacio el trabajador que autoriza el trabajo en alturas deberá firmar.
- Emisor: Es la Persona que ha sido entrenada, evaluada y por lo tanto es calificada para la observación del cumplimiento de los estándares de seguridad para trabajo en alturas, y que además posee la autoridad suficiente para autorizar o desautorizar la realización de un trabajo de estas características.

Tabla 3: Lista de chequeo

LISTA DE CHEQUEO	
Empresa:	Ciudad:
Área/Proceso:	Fecha de realización del Trabajo (dd/mm/aaaa):
Lugar de Trabajo:	Hora de Inicio (a.m. /p.m.):
Ubicación donde se realiza el trabajo:	Hora de finalización (a.m. /p.m.):
Tipos de trabajos en alturas a realizar:	

ANÁLISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCIÓN	Si	No	N/A
PLANEACIÓN DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento específico y claro para la labor a desarrollar.			
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.			
3	El personal está certificado para desarrollar trabajos en altura.			
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			
ÁREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es óptima para la ejecución de la tarea.			
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.			
EPP Y VERIFICACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS				
7	Casco con barboquejo de tres puntos de apoyo			
8	Guantes			
9	Botas de seguridad			
10	Gafas de seguridad			
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.			
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.			
VERIFICACIÓN DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.			
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).			
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificado y en buen estado.			
CALCULO DE DISTANCIA DE CAÍDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador				
B: Longitud de la Eslinga				
C: Absolvedor de choque	1,06			
E: Factor de seguridad	0,9			
D: Distancia de caída				
F=Distancia de Caída libre				
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?	Si (E)No (N)	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalúe el uso de un sistema de restricción.		
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.			
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.			
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)			Firma	
Nombre y Cedula de la persona que autoriza			Firma	

Fuente: ARL SURA

Se realiza una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad. Si los resultados de la evaluación prevista pusieran de manifiesto situaciones de riesgo, se realizará aquellas actividades preventivas necesarias para eliminar o reducir y controlar tales riesgos; dichas actividades será objeto de planificación, incluyendo para cada actividad preventiva el plazo para llevarla a cabo, la designación de responsables y los recursos humanos y materiales necesarios para su ejecución.

Se deberá asegurar de la efectiva ejecución de las actividades preventivas que se deberán incluir en la planificación, efectuando para ello un seguimiento con puntos de control, que se derivaran de las evaluaciones realizadas con anterioridad, dando especial énfasis al control de riesgos en las operaciones que tengan como peligro el trabajo en alturas, que en el presente caso son numerosas y podrían tener una gran repercusión en la salud de los trabajadores. (Ministerio del trabajo Ecuador 2016)

2. Identificación de peligros

Lo primero que se realizara, es identificar los peligros que puedan sufrir los integrantes de la organización, luego, se procederá a la evaluación de los mismos para comprobar las consecuencias de aquellos riesgos que no se han podido evitar y de este modo decidirse por las acciones más oportunas que permitan reducir los daños. (ISOTools, 2016)

Según OHSAS 18001 a la hora de realizar la identificación de peligros y evaluación de riesgos, para lo cual se considerará: Peligros, riesgos, controles, documentación, y revisión periódica.

3. Análisis de consecuencias

El análisis de accidentes de trabajo en alturas permitirá descubrir todos los factores que intervienen en la accidentes o incidentes buscando las causas y no culpables.

El objetivo de la investigación será minimizar el riesgo desde su fuente u origen, evitando asumir sus consecuencias como inevitables.

Para que la investigación se realice de forma operativa y eficaz, se pretende descomponer el proceso en etapas, estudiando cada una de ellas de forma independiente y analizando la metódica de su ejecución.

Se contemplan cinco etapas fundamentales: Toma de datos, Integración de datos, determinación de causas, selección de causas, ordenación de causa.

4. Implementación de las normas de seguridad

La implementación de las normas de seguridad constituye una orientación en relación con el camino que ha de seguirse en la empresa, en ese caso serán públicas por el departamento de seguridad.

Las políticas específicas deben estar bajo la responsabilidad de la autoridad y para lograr aquéllos debe incluir avisos y sanciones cuando tales obligaciones y responsabilidades no se cumplan.

Las políticas de seguridad será la piedra fundamental de la estructura orientada a crear un programa de seguridad.

5. Implementar la gestión preventiva

La evaluación inicial será el conocimiento real de la situación en la que se encuentra la empresa, averiguando de esta forma cómo se desarrolla la acción preventiva. La evaluación, busca un conocimiento de la empresa para tomar las decisiones de mejora más adecuadas en materia de seguridad y salud laboral, y es el paso fundamental antes del desarrollo e implantación de un sistema de gestión de acuerdo con una norma definida, en este caso la norma OHSAS. Dicha evaluación engloba a toda la empresa, a la totalidad de la acción preventiva y al servicio de prevención. Los elementos o áreas que serán observados y analizado

son los siguientes: Proceso para el establecimiento de objetivos, Evaluación de riesgos, Procesos preventivos, Controles activos y reactivos. (ISASTUR 2010)

6. Desarrollo del manual

El manual es específico, en el que se describe el diseño de la Gestión Preventiva para la realización de trabajos en alturas y a la vez se establece la política para su gestión. También se incluye un esquema básico de la planificación y las actividades preventivas, así como también se presentan las normas generales de prevención de riesgos para los trabajos en los diferentes procesos que se realizan, en el mantenimiento de las aeronaves que ingresan al Centro de mantenimiento Aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, este manual debe ser aprobado por el departamento de Seguridad y por la Autoridad Aeronáutica Ecuatoriana, para aplicarlo en la empresa.

La estructura del Manual de Trabajos en Alturas, es la siguiente:

1. OBJETO
2. ALCANCE
3. IMPLICACIONES Y RESPONSABILIDADES
4. GLOSARIO Y DEFINICIONES
5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO
6. FASE PREVIA DE TRABAJO
7. PUNTOS CLAVE DE SEGURIDAD
 - 7.1.MEDIDAS DE CONTROL
 - 7.1.1. Requisitos y exigencias
 - 7.1.2. Instrucciones sobre el uso correcto de los sistemas de protección contra caídas de altura
8. EQUIPOS DE TRABAJO NECESARIOS
 - 8.1.MANTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO/SISTEMA
 - 8.1.1. Arnéses de cuerpo completo (Tipo paracaídas)
 - 8.1.2. Aplicaciones
 - 8.1.3. Línea de Sujeción
 - 8.1.4. Línea de Vida Vertical

- 8.1.5. Anclaje o Punto de Anclaje
- 8.1.6. Estándares
- 8.1.7. Estándares en Líneas de Vida Horizontales
- 8.1.8. Instalación
- 8.1.9. Líneas de Vida Verticales
- 8.1.10. Condiciones generales de seguridad

8.2.EQUIPAMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ALTURAS

- 8.2.1. Brazo Telescópico
 - 8.2.1.1.Las características del brazo telescópico articulado
 - 8.2.1.2.Las ventajas y características del brazo telescópico articulado
 - 8.2.1.3.Seguridad en el área de trabajo
- 8.2.2. Anclajes Fijos
- 8.2.3. Anclaje móvil
 - 8.2.3.1.Instalación de la línea
 - 8.2.3.2.Seguridad de las personas que realizan la instalación
 - 8.2.3.3.Utilización de la línea de anclaje
 - 8.2.3.4.Mantenimiento y revisiones
 - 8.2.3.5.Elementos de protección personal para trabajos en altura

9. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Procesos del Centro de Mantenimiento Aeronáutico sede Latacunga

Se procede a realizar la descripción de los procesos que se realizan en el hangar de la DIAF-FAE sede Latacunga.

Para verificar el cumplimiento de las normas de seguridad y el equipo de protección personal para trabajar en alturas se utiliza el formato de Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA). (Ver Anexo 1)

Proceso de mantenimiento. - El proceso de mantenimiento, consta de 36 técnicos y dos supervisores, el personal de este proceso utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, líneas de vida, brazo telescópico, lavadora a presión, herramientas manuales, para realizar los diferentes trabajos en alturas de los cuales se citarán los más relevantes como son:

- Reparación e inspección del (APU), Unidad Auxiliar de Poder.

- Remoción e instalación de motores.
- Remoción e instalación de puertas principales, y puertas de carga
- Remoción e instalación de Flaps.
- Remoción e instalación de Flaps track.
- Remoción e instalación de Alerones.
- Remoción e instalación de Spoilers.
- Remoción e instalación de Estabilizadores.

Proceso de estructuras. - El proceso de estructuras consta de 14 técnicos y 1 supervisor, el personal de este proceso, utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, líneas de vida, brazo telescópico, herramientas neumáticas, como: taladros, martillos, pistola para sellar, herramientas manuales para realizar los diferentes trabajos en alturas, de los cuales es necesario mencionar los más relevantes como son:

- Reparaciones estructurales.
- Tratamientos anticorrosivos.
- Reparaciones de materiales compuestos.
- Sellamientos, en alas, fuselaje, estabilizadores.
- Reemplazo de remaches en varias partes del avión.
- Reparación estructural e instalación de antenas.

Proceso de pinturas. - El proceso de pinturas consta de 14 técnicos y un supervisor, el personal de este proceso, utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, lavadora a presión, líneas de vida, brazo telescópico, herramientas neumáticas, como: pulidoras, para realizar los diferentes trabajos en alturas, de los cuales los más relevantes son:

Decapado, atamamiento anticorrosivo, lijado, limpieza, enmascarado, y pintura de toda la aeronave.

Proceso de aviónica. - El proceso de aviónica (electricidad del avión) consta de siete técnicos y un supervisor, el personal de este proceso, utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, líneas de vida, brazo telescópico, como: multímetros, herramientas manuales, para realizar los diferentes trabajos en alturas, de los cuales se puede citar los más relevantes, por ejemplo:

- Reemplazo de estáticas en el ruder.
- Chequeo sistema pitot estático.
- Chequeo y corrección de discrepancias de antenas-
- Chequeo de luces exteriores como son, de navegación en las puntas de alas, luces de emergencia en las puertas.
- Remoción del radomo para el chequeo de las antenas del radar
- Chequeo del sistema eléctrico de los motores y el APU (Unidad auxiliar de poder)-

Proceso de ensayos no destructivos (NDT). - El proceso de NDT consta de siete técnicos y un supervisor, el personal de este proceso, utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, líneas de vida, brazo telescópico, herramientas manuales, para realizar los diferentes trabajos en alturas, de los cuales podemos citar los más relevantes:

Realizan las inspecciones de la parte estructural de las aeronaves con el fin de prevenir daños en las mismas, de esta forma mantener la aeronavegabilidad. Mediante la inspección por corrientes inducidas (EDDY CURRENT), inspección por ultrasonidos, inspección visual.

Proceso de equipos de apoyo. - El proceso de estructuras consta de dos técnicos, el personal de este proceso, utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, líneas de vida, brazo telescópico, herramientas, herramientas manuales, para realizar los diferentes trabajos en alturas, de los cuales se puede citar los más relevantes:

- Son los encargados de la instalación chequeo de las líneas de vida.
- Verifican el buen estado de las escaleras.
- Colaboran con los trabajos en alturas con el brazo telescópico, lavadora,
- Chequeo y cambio de lámparas del hangar.

Proceso de soldadura. - El proceso de soldadura consta de dos técnicos, el personal de este proceso, utiliza herramientas y equipos para realizar las diferentes tareas, como son: escaleras, líneas de vida, brazo telescópico, herramientas neumáticas, como: taladros, pulidora eléctrica, herramientas manuales, para realizar los diferentes trabajos en alturas, de los cuales se describirán los más relevantes como son:

- Construcción y mantenimiento de escaleras.
- Mantenimiento de la parte estructural del hangar.

Se procede aplicar la lista de chequeo de trabajo en alturas de los procesos que se llevan a cabo en el centro de mantenimiento aeronáutico de la Fuerza Aérea Ecuatoriana. (tabla 4)

Tabla 4: Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de estructuras

LISTA DE CHEQUEO				
Empresa: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DE LA FAE		Ciudad: LATA CUNGA		
Area/Proceso: MANTENIMIENTO ESTRUCTURAS		Fecha de realización del Trabajo (dd/mm/aaaa): 20 DE NOVIEMBRE DEL 2018		
Lugar de Trabajo: AERONAVE.		Hora de Inicio (a.m./p.m.): 00:8H		
Ubicación donde se realiza el trabajo: FUSELAJE , ALAS, ESTABILIZADORES DE LA AERONAVE.		Hora de finalización (a.m./p.m.): 16:00H		
Tipos de trabajos en alturas a realizar: PINTURAS EN LAS ALAS, REPARACION ESTRUCTURAL EN EL FUSELAJE, CHEQUEOS DE LAS ANTENAS, TRABAJOS DE EDICUREN (NDT), REMOCION DE TAPAS DE ACCESOS, SOLDADURA EN ESCALERAS				
Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: <u>1,80-12</u> mts.				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	Si	No	N/A
PLANEACION DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento específico y claro para la labor a desarrollar.		X	
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.		X	
3	El personal esta certificado para desarrollar trabajos en altura.		X	
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			X
AREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima para la ejecución de la tarea.	X		
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.		X	
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDAS				
7	Casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo	X		
8	Guantes	X		
9	Botas de seguridad	X		
10	Gafas de seguridad	X		
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.	X		
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.	X		
VERIFICACION DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.		X	
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).		X	
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificados y en buen estado.		X	
CLACULO DE DISTANCIA DE CAIDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador	1.60 mts.			
B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.			
C: Absorvedor de choque	1,06 mts.			
E: Factor de seguridad	0,9 mts.			
D: Distancia de caída	1.50 mts.			
F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.			
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?	Sí No	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalúe el uso de un sistema de restricción.		
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.	X		
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.	X		
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma		
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma		

Fuente: ARL SURA

Elaborado por: Ramiro Chantásig

Una vez aplicado la lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA) (tabla 4), se llegó a determinar que en la planeación de la labor existe un incumplimiento del 100%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 3 adjunto.



Gráfico 3: Planeación de la labor
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En lo que se refiere al área de trabajo se tiene un nivel de incumplimiento del 100% de la lista de chequeo; lo que se puede observar en el gráfico 4. El mismo permitirá tomar acciones correctivas en referencia a la señalización y delimitación del área de trabajo considerando la zona de caída.

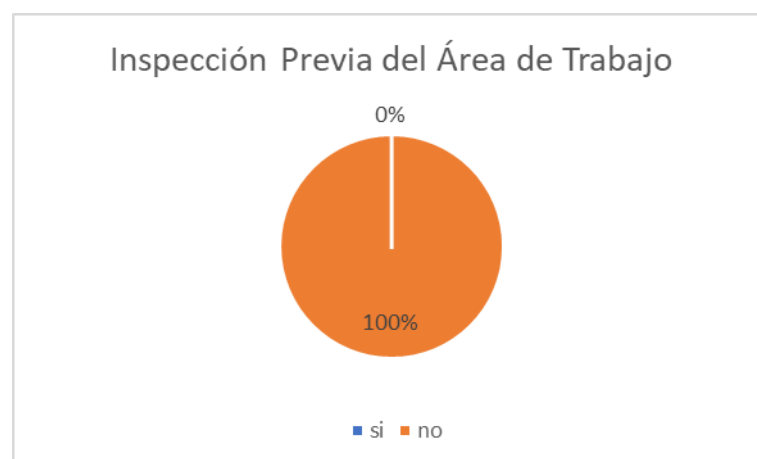


Gráfico 4: Área de trabajo
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En cuanto a los Equipos de Protección Personal y la verificación del sistema de protección contra caídas, se determinó un cumplimiento del 86%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 5. Esto quiere decir que si se está cumpliendo con la normativa en cuanto a equipar al personal con la protección debida y desde luego la verificación del estado de dichos equipos.

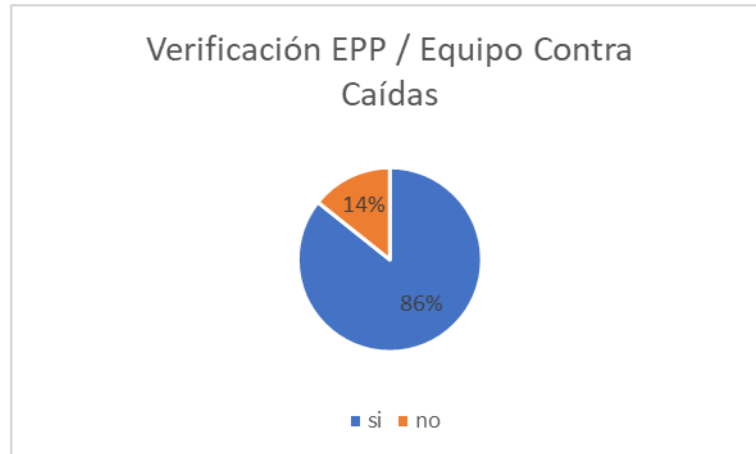


Gráfico 5: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Con respecto a la verificación de puntos de anclaje y conectores se pudo constatar un incumplimiento del 100%, lo que se observa en el gráfico 6 adjunto. Lo cual se debe tomar como un punto de referencia para los correctivos necesarios y de esta manera evitar accidentes y percances por no verificar los puntos de anclaje y los conectores.

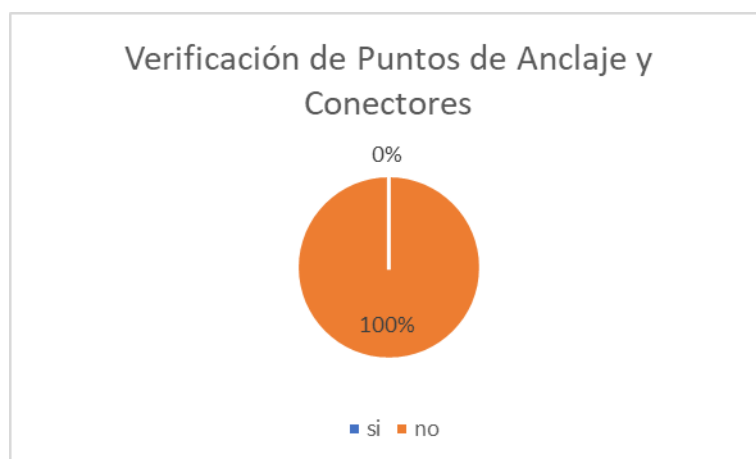


Gráfico 6: Verificación de punto se anclaje y conectores
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En resumen, se pudo determinar que existe un 40% de cumplimiento de la lista de chequeo de trabajos en altura en el proceso de estructuras en el hangar DIAF-FAE sede Latacunga y un incumplimiento del 53%, se lo puede observar en el gráfico 7. Estos resultados permitirán tomar acciones correctivas sobre la marcha para no solo cumplir con la normativa sino velar por el bienestar, salud y seguridad del personal de mantenimiento que labora en dicho hangar.



Gráfico 7: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de estructuras
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Tabla 5: Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de pinturas

LISTA DE CHEQUEO																		
Empresa: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DE LA FAE		Ciudad: LATA CUNGA																
Area/Proceso: MANTENIMIENTO, ESTRUCTURAS, ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT), PINTURAS, AVIONICA, SOLDADURA.		Fecha de realizacion del Trabajo (dd/mm/aaaa): 20 DE NOVIEMBRE DEL 2018																
Lugar de Trabajo: AERONAVE.		Hora de Inicio (a.m./p.m.): 00:8H																
Ubicación donde se realiza el trabajo: FUSELAJE, ALAS, ESTABILIZADORES DE LA AERONAVE.		Hora de finalización (a.m./p.m.): 16:00H																
Tipos de trabajos en alturas a realizar: PINTURAS EN LAS ALAS																		
Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: 1,80-12 mts.																		
ANALISIS DE LA TAREA																		
ITEMS	DESCRIPCION	SI	No	N/A														
PLANEACION DE LA LABOR																		
1	Se cuenta con procedimiento específico y claro para la labor a desarrollar.		X															
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.		X															
3	El personal esta certificado para desarrollar trabajos en altura.		X															
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			X														
AREA DE TRABAJO																		
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima para la ejecución de la tarea.	X																
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.		X															
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDAS																		
7	Casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo	X																
8	Guantes	X																
9	Botas de seguridad	X																
10	Gafas de seguridad	X																
11	Protección auditiva																	
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.	X																
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.	X																
VERIFICACION DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES																		
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.		X															
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).		X															
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificados y en buen estado.		X															
CLACULO DE DISTANCIA DE CAIDA LIBRE																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>VARIABLE</th> <th>Ingrese valores</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A: Altura del trabajador</td> <td>1.60 mts.</td> </tr> <tr> <td>B: Longitud de la Eslinga</td> <td>1.83 mts.</td> </tr> <tr> <td>C: Absorvedor de choque</td> <td>1,06 mts.</td> </tr> <tr> <td>E: Factor de seguridad</td> <td>0,9 mts.</td> </tr> <tr> <td>D: Distancia de caída</td> <td>1.50 mts.</td> </tr> <tr> <td>F=Distancia de Caída libre</td> <td>2-9 mts.</td> </tr> </tbody> </table>		VARIABLE	Ingrese valores	A: Altura del trabajador	1.60 mts.	B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.	C: Absorvedor de choque	1,06 mts.	E: Factor de seguridad	0,9 mts.	D: Distancia de caída	1.50 mts.	F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.			
VARIABLE	Ingrese valores																	
A: Altura del trabajador	1.60 mts.																	
B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.																	
C: Absorvedor de choque	1,06 mts.																	
E: Factor de seguridad	0,9 mts.																	
D: Distancia de caída	1.50 mts.																	
F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.																	
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?		Sí No	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalué el uso de un sistema de restricción.															
PLAN DE RESCATE																		
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.	X																
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.	X																
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma																
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma																

Fuente: ARL SURA
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Una vez aplicado la lista de chequeo para trabajos en altura (tabla 5), se llegó a determinar que en la planeación de la labor existe un cumplimiento del 75%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 8 adjunto.

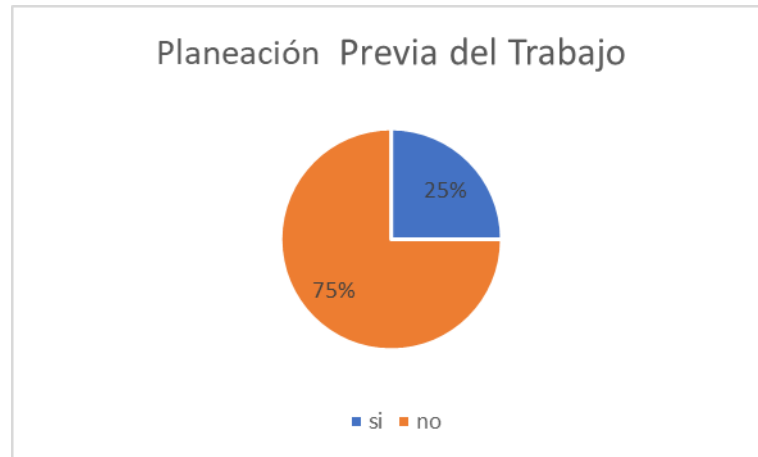


Gráfico 8: Planeación de la labor
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En lo que se refiere al área de trabajo se tiene un nivel de cumplimiento del 50% de la lista de chequeo; lo que se puede observar en el gráfico 9. El mismo permitirá tomar acciones correctivas en referencia a la señalización y delimitación del área de trabajo considerando la zona de caída.

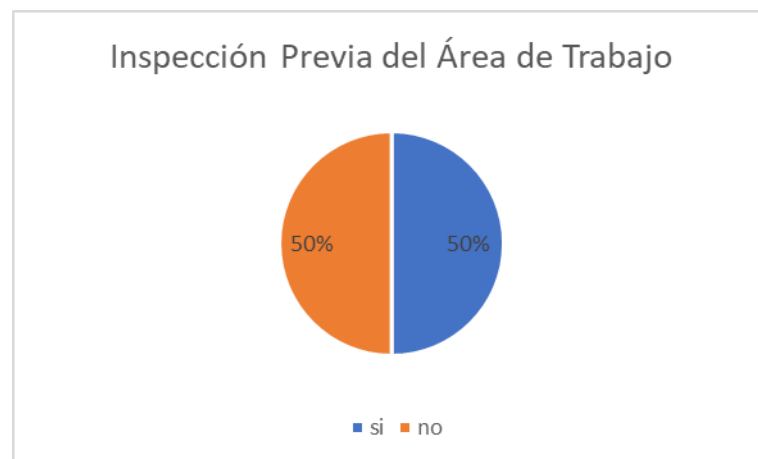


Gráfico 9: Área de trabajo
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En cuanto a los Equipos de Protección Personal y la verificación del sistema de protección contra caídas, se determinó un cumplimiento del 86%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 10. Esto quiere decir que si se está cumpliendo con la normativa en cuanto a equipar al personal con la protección debida y desde luego la verificación del estado de dichos equipos.

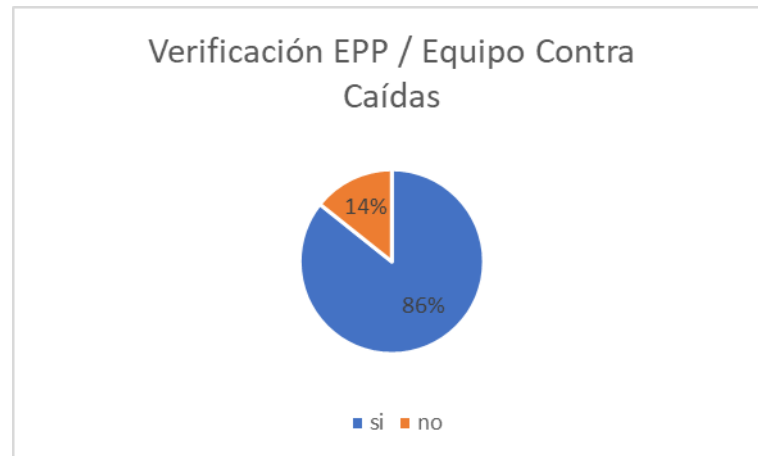


Gráfico 10: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas
Elaborado por: Ramiro Chanatásig.

Con respecto a la verificación de puntos de anclaje y conectores se pudo constatar un incumplimiento del 100%, lo que se observa en el gráfico 11 adjunto. Lo cual se debe tomar como un punto de referencia para los correctivos necesarios y de esta manera evitar accidentes y percances por no verificar los puntos de anclaje y los conectores.

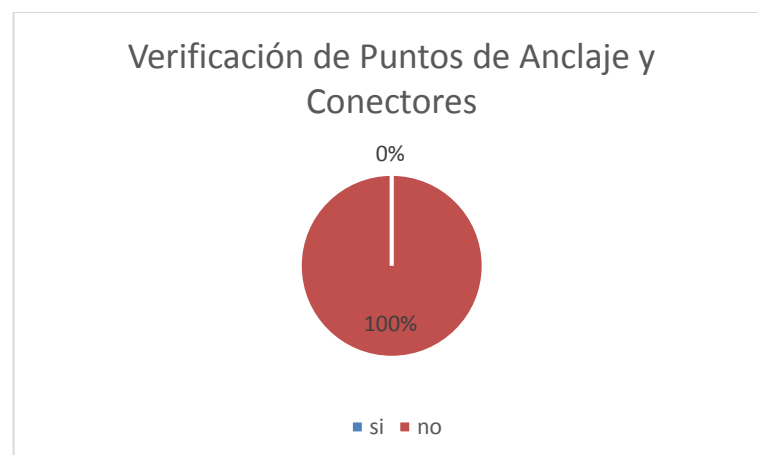


Gráfico 11: Verificación de punto se anclaje y conectores
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En resumen, se pudo determinar que existe un 46% de cumplimiento de la lista de chequeo de trabajos en altura en el proceso de pintura en el hangar DIAF-FAE sede Latacunga y un incumplimiento del 47%, se lo puede observar en el gráfico 12. Estos resultados permitirán tomar acciones correctivas sobre la marcha para no solo cumplir con la normativa sino velar por el bienestar, salud y seguridad del personal de mantenimiento que labora en dicho hangar.

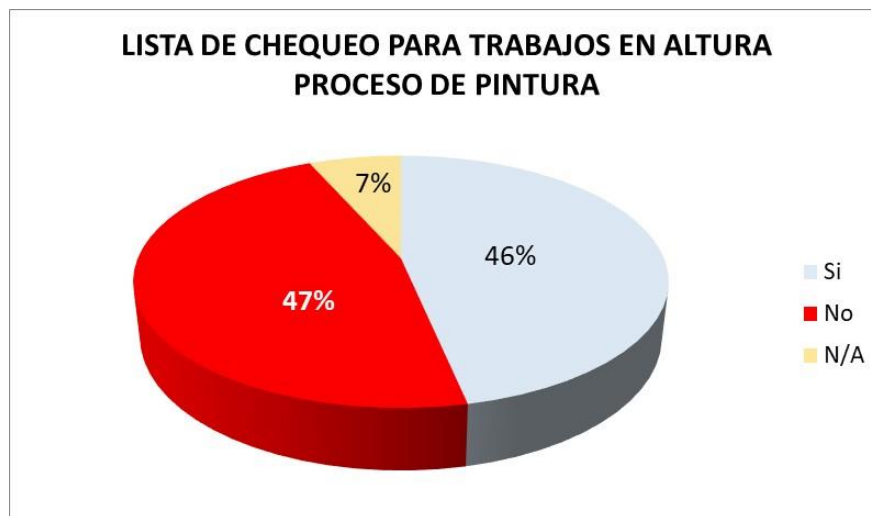


Gráfico 12: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de pintura
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Tabla 6: Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de NDT

LISTA DE CHEQUEO				
Empresa: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DE LA FAE		Ciudad: LATACUNGA		
Area/Proceso: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT)		Fecha de realizacion del Trabajo (dd/mm/aaaa): 20 DE NOVIEMBRE DEL 2018		
Lugar de Trabajo: AERONAVE.		Hora de Inicio (a.m./p.m.): 00:8H		
Ubicación donde se realiza el trabajo: FUSELAJE , ALAS, ESTABILIZADORES DE LA AERONAVE.		Hora de finalización (a.m./p.m.): 16:00H		
Tipos de trabajos en alturas a realizar: PINTURAS EN LAS ALAS, REPARACION ESTRUCTURAL EN EL FUSELAJE, CHEQUEOS DE LAS ANTENAS, TRABAJOS DE EDICUREN (NDT), REMOCION DE TAPAS DE ACCESOS, SOLDADURA EN ESCALERAS				
Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: <u>1,80-12</u> mts.				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	Si	No	N/A
PLANEACION DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento específico y claro para la labor a desarrollar.		X	
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.		X	
3	El personal esta certificado para desarrollar trabajos en altura.		X	
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			X
AREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima para la ejecución de la tarea.	X		
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.		X	
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDAS				
7	Casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo	X		
8	Guantes	X		
9	Botas de seguridad	X		
10	Gafas de seguridad	X		
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.	X		
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.	X		
VERIFICACION DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.		X	
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).		X	
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificados y en buen estado.		X	
CLACULO DE DISTANCIA DE CAIDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador	1.60 mts.			
B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.			
C: Absorber de choque	1,06 mts.			
E: Factor de seguridad	0,9 mts.			
D: Distancia de caída	1.50 mts.			
F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.			
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?		Sí No	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalúe el uso de un sistema de restricción.	
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.	X		
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.	X		
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma		
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma		

Fuente: ARL SURA

Elaborado por: Ramiro Chantásig

Una vez aplicado la lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA) (tabla 6), se llegó a determinar que en la planeación de la labor existe un cumplimiento del 86%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 13 adjunto.

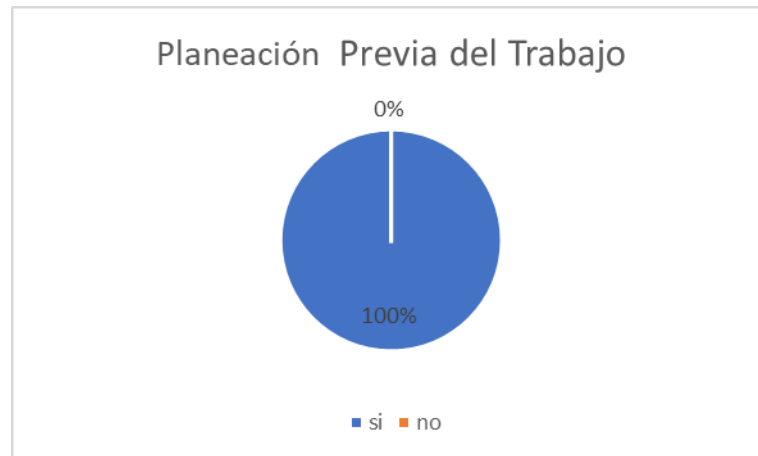


Gráfico 13: Planeación de la labor
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En lo que se refiere al área de trabajo se tiene un nivel de cumplimiento del 100% de la lista de chequeo; lo que se puede observar en el gráfico 14. El mismo permitirá tomar acciones correctivas en referencia a la señalización y delimitación del área de trabajo considerando la zona de caída.

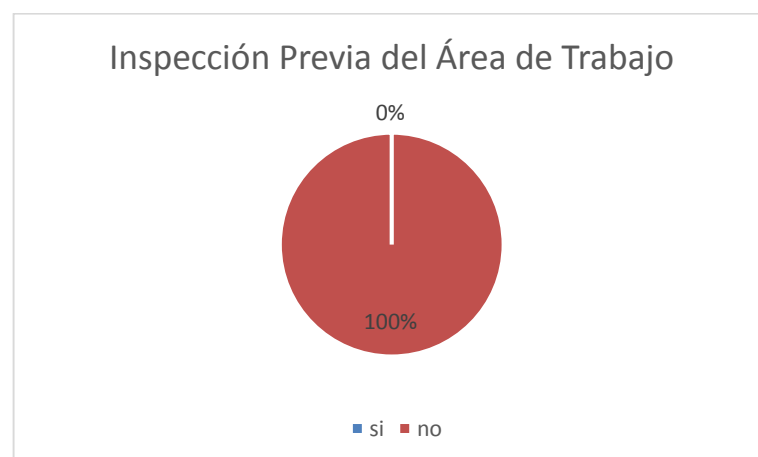


Gráfico 14: Área de trabajo
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En cuanto a los Equipos de Protección Personal y la verificación del sistema de protección contra caídas, se determinó un cumplimiento del 100%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 15. Esto quiere decir que si se está cumpliendo con la normativa en cuanto a equipar al personal con la protección debida y desde luego la verificación del estado de dichos equipos.

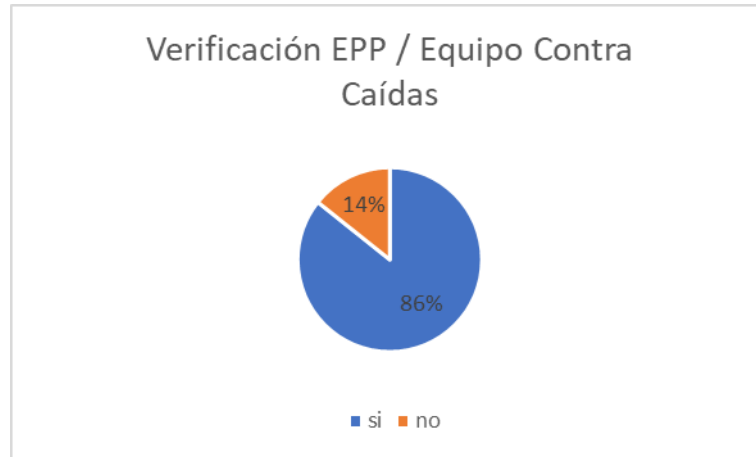


Gráfico 15: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Con respecto a la verificación de puntos de anclaje y conectores se pudo constatar un incumplimiento del 100%, lo que se observa en el gráfico 16 adjunto. Lo cual se debe tomar como un punto de referencia para los correctivos necesarios y de esta manera evitar accidentes y percances por no verificar los puntos de anclaje y los conectores.

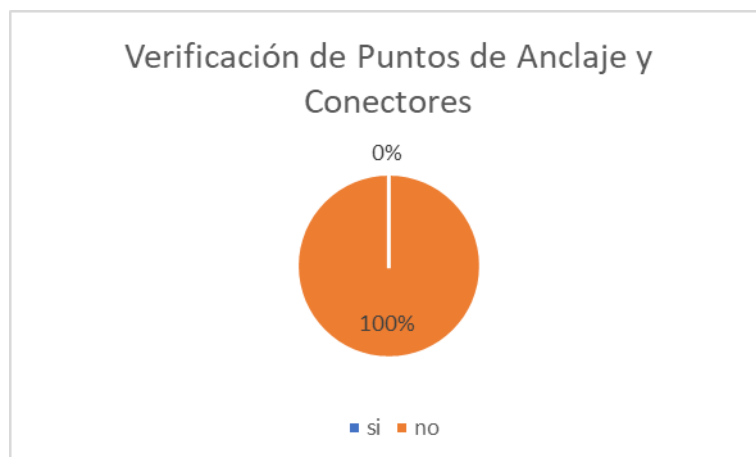


Gráfico 16: Verificación de punto se anclaje y conectores
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En resumen, se pudo determinar que existe un 80% de cumplimiento de la lista de chequeo de trabajos en altura en el proceso de Ensayos No Destructivos en el hangar DIAF-FAE sede Latacunga y un incumplimiento del 20%, se lo puede observar en el gráfico 17. Estos resultados permitirán tomar acciones correctivas sobre la marcha para no solo cumplir con la normativa sino velar por el bienestar, salud y seguridad del personal de mantenimiento que labora en dicho hangar.

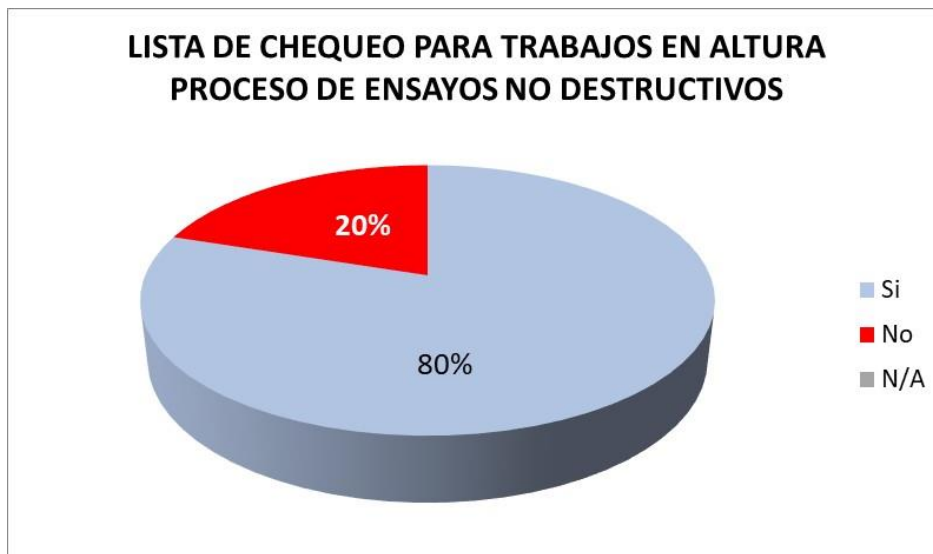


Gráfico 17: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de END
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Tabla 7: Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de Aviónica

LISTA DE CHEQUEO				
Empresa: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DE LA FAE		Ciudad: LATACUNGA		
Area/Proceso: AVIONICA		Fecha de realizacion del Trabajo (dd/mm/aaaa): 20 DE NOVIEMBRE DEL 2018		
Lugar de Trabajo: AERONAVE.		Hora de Inicio (a.m./p.m.): 00:8H		
Ubicación donde se realiza el trabajo: FUSELAJE , ALAS, ESTABILIZADORES DE LA AERONAVE.		Hora de finalización (a.m./p.m.): 16:00H		
Tipos de trabajos en alturas a realizar: PINTURAS EN LAS ALAS, REPARACION ESTRUCTURAL EN EL FUSELAJE, CHEQUEOS DE LAS ANTENAS, TRABAJOS DE EDICUREN (NDT), REMOCION DE TAPAS DE ACCESOS, SOLDADURA EN ESCALERAS				
Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: 1,80-12 mts.				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	Si	No	N/A
PLANEACION DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento especifico y claro para la labor a desarrollar.		X	
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.		X	
3	El personal esta certificado para desarrollar trabajos en altura.		X	
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			X
AREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima para la ejecución de la tarea.	X		
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.		X	
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDAS				
7	Casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo	X		
8	Guantes	X		
9	Botas de seguridad	X		
10	Gafas de seguridad	X		
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.	X		
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.	X		
VERIFICACION DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.		X	
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).		X	
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificados y en buen estado.		X	
CLACULO DE DISTANCIA DE CAIDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador	1.60 mts.			
B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.			
C: Absorvedor de choque	1,06 mts.			
E: Factor de seguridad	0,9 mts.			
D: Distancia de caída	1.50 mts.			
F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.	Distancia anclaje-obstáculo _____ Distancia más segura _____ Solo _____		
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?	Si No	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalúe el uso de un sistema de restricción.		
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.	X		
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.	X		
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma		
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma		

Fuente: ARL SURA

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Una vez aplicado la lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA) (tabla 7), se llegó a determinar que en la planeación de la labor existe un cumplimiento del 25%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 18 adjunto.

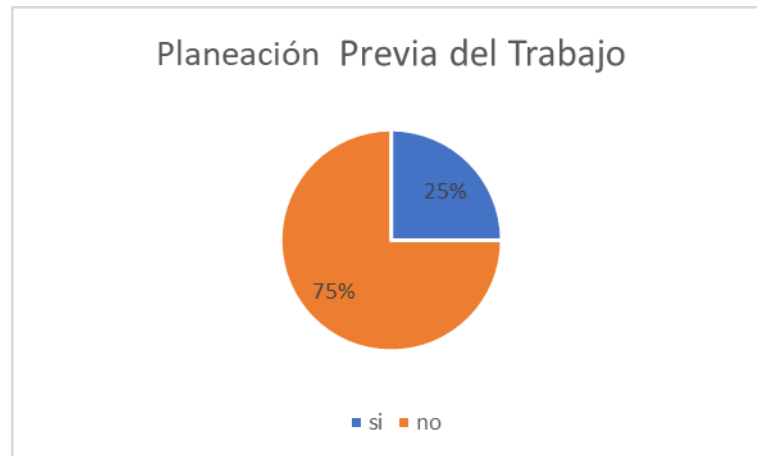


Gráfico 18: Planeación de la labor
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En lo que se refiere al área de trabajo se tiene un nivel de incumplimiento del 100% de la lista de chequeo; lo que se puede observar en el gráfico 19. El mismo permitirá tomar acciones correctivas inmediatas en la señalización y delimitación del área de trabajo considerando la zona de caída.

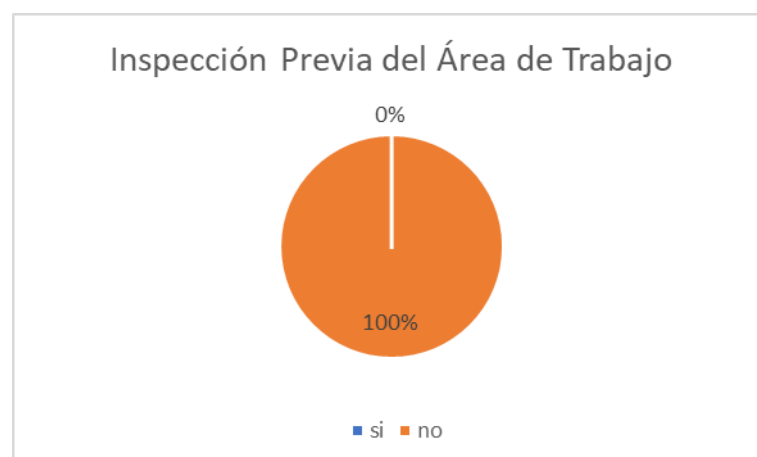


Gráfico 19: Área de trabajo
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En cuanto a los Equipos de Protección Personal y la verificación del sistema de protección contra caídas, se determinó un cumplimiento del 100%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 20. Esto quiere decir que si se está cumpliendo con la normativa en cuanto a equipar al personal con la protección debida y desde luego la verificación del estado de dichos equipos.

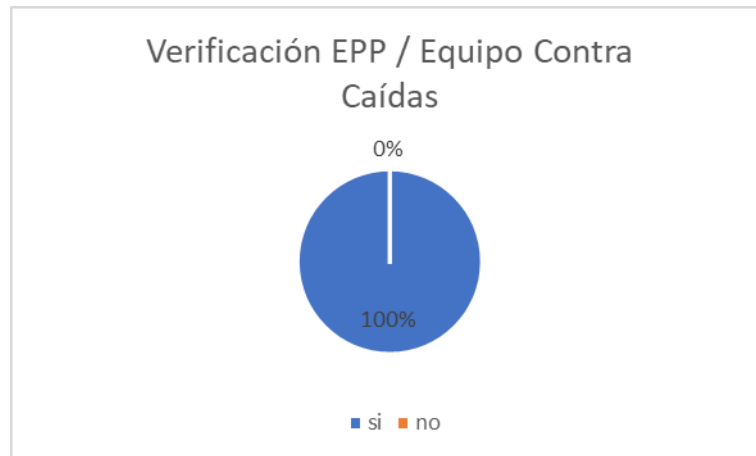


Gráfico 20: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Con respecto a la verificación de puntos de anclaje y conectores se pudo constatar un incumplimiento del 100%, lo que se observa en el gráfico 21 adjunto. Lo cual se debe tomar como un punto de referencia para los correctivos necesarios y de esta manera evitar accidentes y percances por no verificar los puntos de anclaje y los conectores.

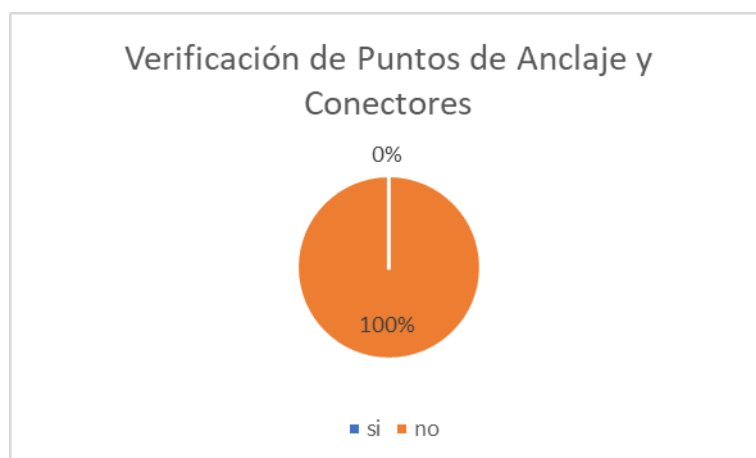


Gráfico 21: Verificación de punto se anclaje y conectores
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En resumen, se pudo determinar que existe un 47% de cumplimiento de la lista de chequeo de trabajos en altura en el proceso de aviónica en el hangar DIAF-FAE sede Latacunga y un incumplimiento del 53%, se lo puede observar en el gráfico 22. Estos resultados permitirán tomar acciones correctivas sobre la marcha para no solo cumplir con la normativa sino velar por el bienestar, salud y seguridad del personal de mantenimiento que labora en dicho hangar.



Gráfico 22: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de Aviónica
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Tabla 8: Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de Equipos de Apoyo

LISTA DE CHEQUEO				
Empresa: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DE LA FAE		Ciudad: LATACUNGA		
Area/Proceso: EQUIPOS DE APOYO		Fecha de realizacion del Trabajo (dd/mm/aaaa): 20 DE NOVIEMBRE DEL 2018		
Lugar de Trabajo: AERONAVE.		Hora de Inicio (a.m./p.m.): 00:8H		
Ubicación donde se realiza el trabajo: FUSELAJE , ALAS, ESTABILIZADORES DE LA AERONAVE.		Hora de finalización (a.m./p.m.): 16:00H		
Tipos de trabajos en alturas a realizar: PINTURAS EN LAS ALAS, REPARACION ESTRUCTURAL EN EL FUSELAJE, CHEQUEOS DE LAS ANTENAS, TRABAJOS DE EDICUREN (NDT), REMOCION DE TAPAS DE ACCESOS, SOLDADURA EN ESCALERAS				
Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: <u>1,80-12</u> mts.				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	Si	No	N/A
PLANEACION DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento especifico y claro para la labor a desarrollar.		X	
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.		X	
3	El personal esta certificado para desarrollar trabajos en altura.		X	
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			X
AREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima para la ejecución de la tarea.	X		
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.		X	
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDAS				
7	Casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo	X		
8	Guantes	X		
9	Botas de seguridad	X		
10	Gafas de seguridad	X		
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.	X		
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.		X	
VERIFICACION DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.		X	
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).		X	
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificados y en buen estado.		X	
CLACULO DE DISTANCIA DE CAIDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador	1.60 mts.			
B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.			
C: Absorbedor de choque	1,06 mts.			
E: Factor de seguridad	0,9 mts.			
D: Distancia de caída	1.50 mts.			
F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.	¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída? <input type="checkbox"/> Sí <input checked="" type="checkbox"/> No Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalúe el uso de un sistema de restricción.		
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.	X		
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.	X		
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma		
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma		

Fuente: ARL SURA

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Una vez aplicado la lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA) (tabla 8), se llegó a determinar que en la planeación de la labor existe un cumplimiento del 0%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 23 adjunto.



Gráfico 23: Planeación de la labor
Elaborado por: Ramiro Chantásig

En lo que se refiere al área de trabajo se tiene un nivel de cumplimiento del 50% de la lista de chequeo; lo que se puede observar en el gráfico 24. El mismo permitirá tomar acciones correctivas inmediatas en la señalización y delimitación del área de trabajo considerando la zona de caída.

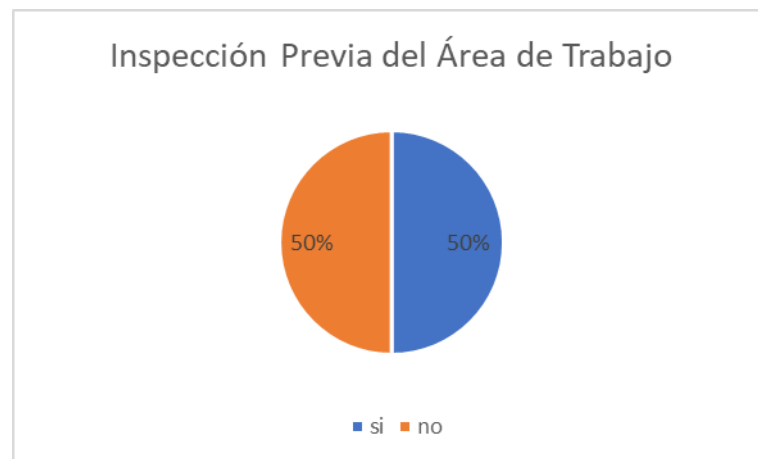


Gráfico 24: Área de trabajo
Elaborado por: Ramiro Chantásig

En cuanto a los Equipos de Protección Personal y la verificación del sistema de protección contra caídas, se determinó un cumplimiento del 86%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 25. Esto quiere decir que si se está cumpliendo con la normativa en cuanto a equipar al personal con la protección debida y desde luego la verificación del estado de dichos equipos.

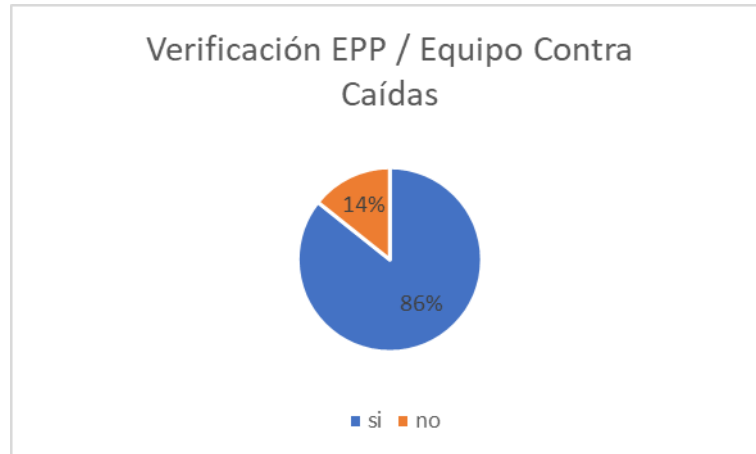


Gráfico 25: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Con respecto a la verificación de puntos de anclaje y conectores se pudo constatar un incumplimiento del 100%, lo que se observa en el gráfico 26 adjunto. Lo cual se debe tomar como un punto de referencia para los correctivos necesarios y de esta manera evitar accidentes y percances por no verificar los puntos de anclaje y los conectores.

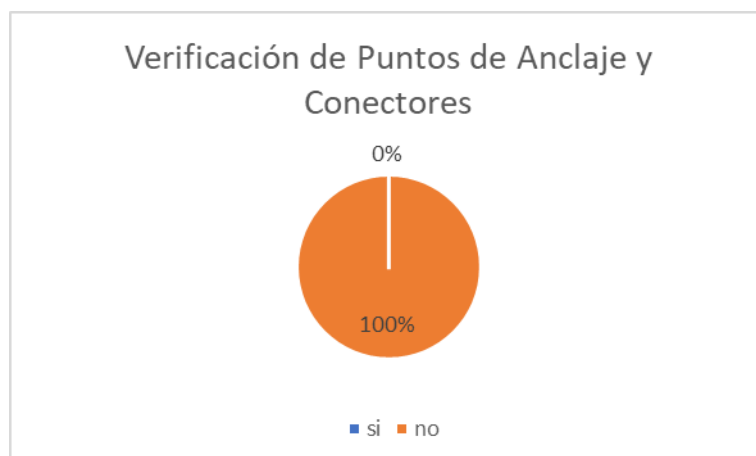


Gráfico 26: Verificación de punto se anclaje y conectores
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En resumen, se pudo determinar que existe un 44% de cumplimiento de la lista de chequeo de trabajos en altura en el proceso de equipos de apoyo en el hangar DIAF-FAE sede Latacunga y un incumplimiento del 50%, se lo puede observar en el gráfico 27. Estos resultados permitirán tomar acciones correctivas sobre la marcha para no solo cumplir con la normativa sino velar por el bienestar, salud y seguridad del personal de mantenimiento que labora en dicho hangar.

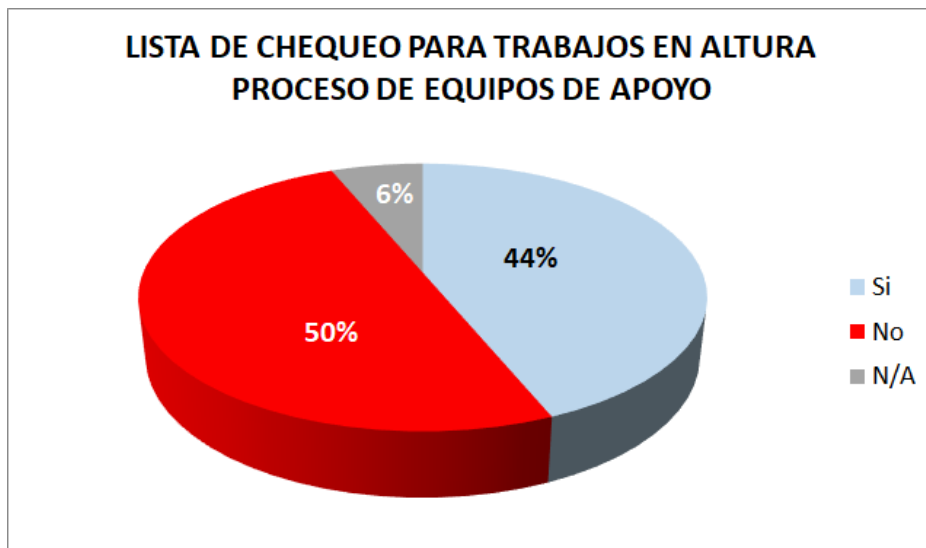


Gráfico 27: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de equipos de apoyo
Elaborado por: Ramiro Chantásig

Tabla 9: Lista de chequeo para trabajos en altura en el proceso de Soldadura

LISTA DE CHEQUEO				
Empresa: CENTRO DE MANTENIMIENTO AERONAUTICO DE LA FAE		Ciudad: LATACUNGA		
Area/Proceso: SOLDADURA		Fecha de realizacion del Trabajo (dd/mm/aaaa): 20 DE NOVIEMBRE DEL 2018		
Lugar de Trabajo: AERONAVE.		Hora de Inicio (a.m./p.m.): 00:8H		
Ubicación donde se realiza el trabajo: FUSELAJE , ALAS, ESTABILIZADORES DE LA AERONAVE.		Hora de finalización (a.m./p.m.): 16:00H		
Tipos de trabajos en alturas a realizar: PINTURAS EN LAS ALAS, REPARACION ESTRUCTURAL EN EL FUSELAJE, CHEQUEOS DE LAS ANTENAS, TRABAJOS DE EDICUREN (NDT), REMOCION DE TAPAS DE ACCESOS, SOLDADURA EN ESCALERAS				
Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: <u>1,80-12</u> mts.				
ANALISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCION	SI	No	N/A
PLANEACION DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento específico y claro para la labor a desarrollar.		X	
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.		X	
3	El personal esta certificado para desarrollar trabajos en altura.		X	
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.		X	
AREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es optima para la ejecución de la tarea.		X	
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.		X	
EPP Y VERIFICACION DE SISTEMA DE PROTECCION CONTRA CAIDAS				
7	Casco con barbuquejo de tres puntos de apoyo	X		
8	Guantes	X		
9	Botas de seguridad	X		
10	Gafas de seguridad	X		
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.	X		
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.	X		
VERIFICACION DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.		X	
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).		X	
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificados y en buen estado.		X	
CLACULO DE DISTANCIA DE CAIDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador	1.60 mts.			
B: Longitud de la Eslinga	1.83 mts.			
C: Absorvedor de choque	1,06 mts.			
E: Factor de seguridad	0,9 mts.			
D: Distancia de caída	1.50 mts.			
F=Distancia de Caída libre	2-9 mts.			
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?		Sí No	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalúe el uso de un sistema de restricción.	
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.	X		
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.	X		
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)		Firma		
Nombre y Cedula de la persona que autoriza		Firma		

Fuente: ARL SURA

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Una vez aplicado la lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA) (tabla 9), se llegó a determinar que en la planeación de la labor existe un incumplimiento del 100%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 28 adjunto.

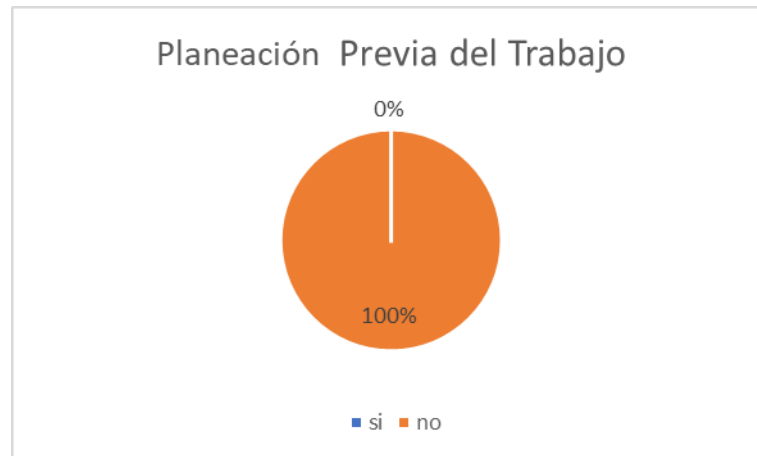


Gráfico 28: Planeación de la labor
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En lo que se refiere al área de trabajo se tiene un nivel de incumplimiento del 100% de la lista de chequeo; lo que se puede observar en el gráfico 29. El mismo permitirá tomar acciones correctivas inmediatas en la señalización y delimitación del área de trabajo considerando la zona de caída.

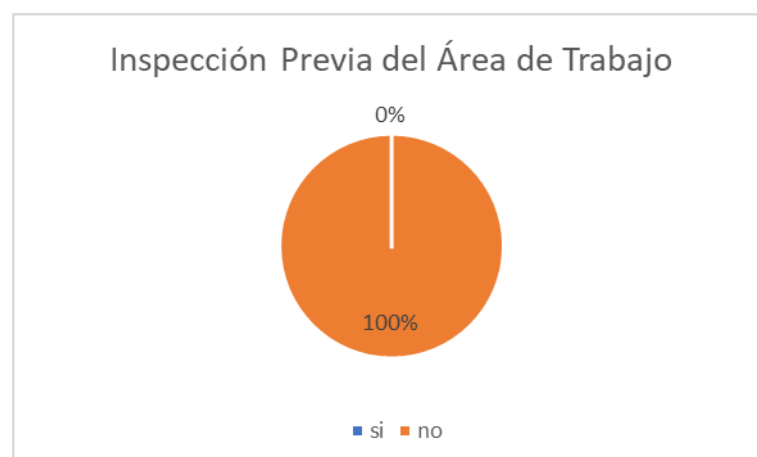


Gráfico 29: Área de trabajo
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En cuanto a los Equipos de Protección Personal y la verificación del sistema de protección contra caídas, se determinó un cumplimiento del 100%, lo que se puede evidenciar en el gráfico 30. Esto quiere decir que si se está cumpliendo con la normativa en cuanto a equipar al personal con la protección debida y desde luego la verificación del estado de dichos equipos.

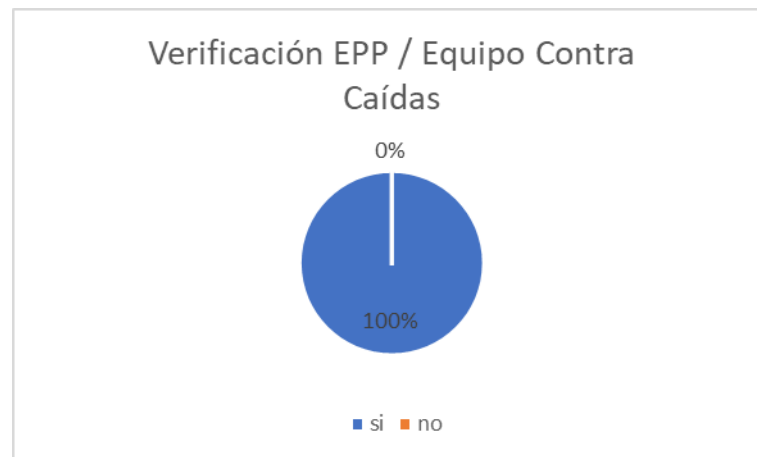


Gráfico 30: EPP y verificación de sistema de protección contra caídas
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Con respecto a la verificación de puntos de anclaje y conectores se pudo constatar un incumplimiento del 100%, lo que se observa en el gráfico 31 adjunto. Lo cual se debe tomar como un punto de referencia para los correctivos necesarios y de esta manera evitar accidentes y percances por no verificar los puntos de anclaje y los conectores.

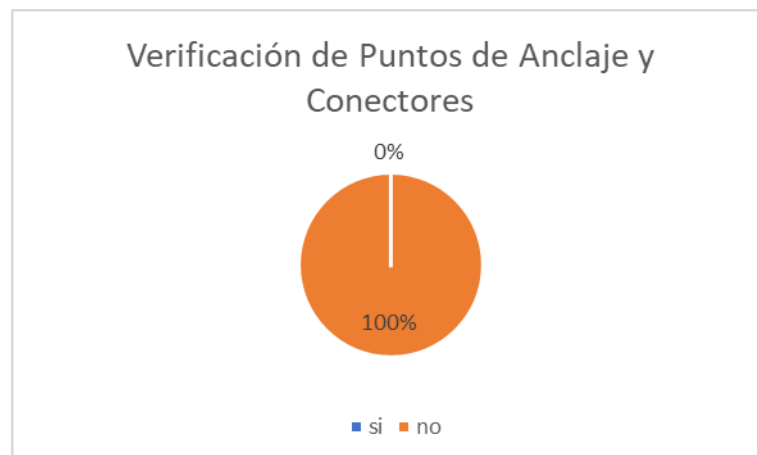


Gráfico 31: Verificación de punto se anclaje y conectores
Elaborado por: Ramiro Chanatásig

En resumen, se pudo determinar que existe un 44% de cumplimiento de la lista de chequeo de trabajos en altura en el proceso de soldadura en el hangar DIAF-FAE sede Latacunga y un incumplimiento del 56%, se lo puede observar en el gráfico 32. Estos resultados permitirán tomar acciones correctivas sobre la marcha para no solo cumplir con la normativa sino velar por el bienestar, salud y seguridad del personal de mantenimiento que labora en dicho hangar.

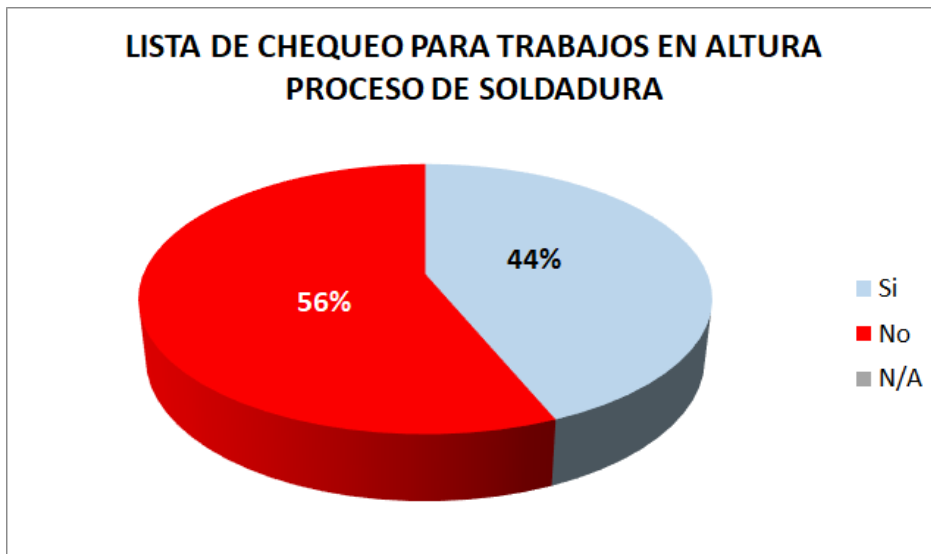


Gráfico 32: Lista de chequeo para trabajos en altura proceso de soldadura
Elaborado por: Ramiro Chantásig

Nivel de cumplimiento de los procesos en correspondencia con la Lista de Chequeo para trabajos en altura

Tabla 10: Nivel de cumplimiento de la lista de chequeo para trabajos en altura

PROCESO	Si	No	N/A
ESTRUCTURAS	6	8	1
PINTURA	7	7	1
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	12	3	
AVIÓNICA	7	8	
EQUIPOS DE APOYO	7	8	1
SOLDADURA	7	9	

Elaborado por: Ramiro Chantásig

Como se puede observar en la Tabla 10 y Gráfico 33 en los procesos de soldadura, equipos de apoyo, pintura, estructuras y aviónica hay mayor exposición al riesgo de trabajo en altura y requieren de anclajes fijos y móviles es justamente en donde se tiene el mayor porcentaje de incumplimiento con los requisitos que se identifica en dicha lista.

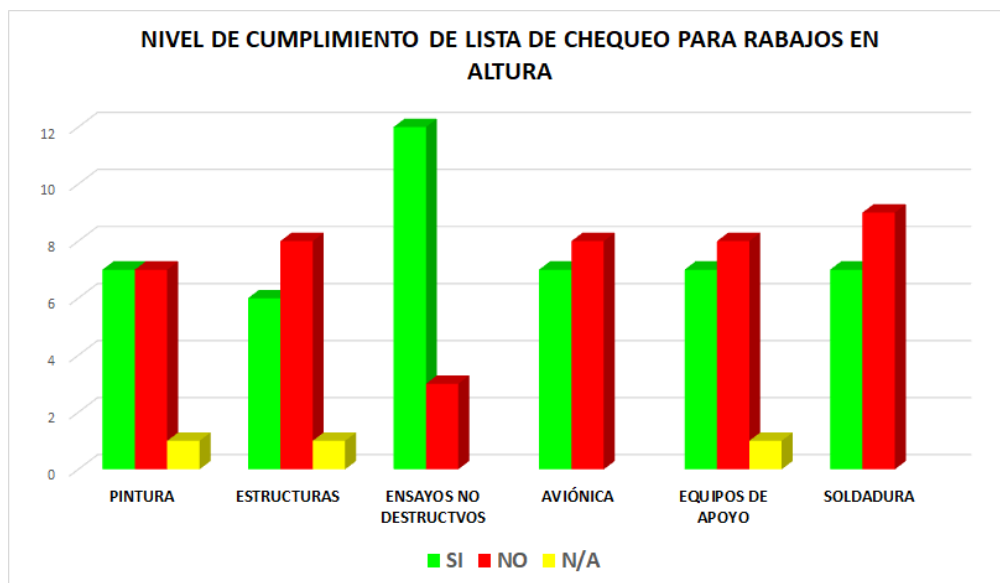


Gráfico 33: Nivel de cumplimiento de la lista de chequeo para trabajos en altura

Elaborado por: Ramiro Chantásig

Identificación de peligros, evaluación y valoración de riesgos

Se aplica la matriz de riesgos de la NTC OHSAS 18001. Se llega a determinar un nivel de riesgo alto y una intervención inmediata en los trabajos en altura que se realizan en el hangar de la DIAF-FAE sede Latacunga; lo que se puede evidenciar en las tablas 11 y 12, adjuntas a continuación:

Tabla 11: Lista de chequeo para trabajos en altura en el HANGAR de la DIAF-Latacunga

PROCESO	ZONA /LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	ROUTINARIA: SI O NO	PELIGRO		EFECTOS POSIBLES EN LA SALUD	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACION DEL RIESGO					VALORACION DE RIESGO	MEDIDAS DE INTERVENCION						
					DESCRIPCION	CLASIFICACION		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA	NIVEL DE EXPOSICION	NIVEL DE PROBABILIDAD	INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	NIVEL DE RIESGO (NR)/ INTERPRETACION	INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	ELIMINACION	SUSTITUCION	CONTROLES DE INGENIERIA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS SENALIZACION, ADVERTENCIA	EQUIPOS/ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL	
MANTENIMIENTO	Hangar: Director de mantenimiento Todas Ingeniero aeronáutico, control de calidad.	Director de mantenimiento	Asegurar el cumplimiento de todo el mantenimiento aplicable de acuerdo a los programas de la empresa, recomendaciones de los fabricantes y todas las regulaciones aplicables y datos técnicos aprobados	SI	Trabajo en alturas	Riesgo locativo	Caidas, golpes, esguinces, traumas osteomusculares, muerte	NINGUNO	NINGUNO	Uso de EPP, Línea de vida, arnés, certificado de trabajo en alturas, curso de trabajo en alturas	6	2	10	ALTO	100	1200	(situación crítica, suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control, intervención urgente	NO ACEPTABLE	NA	NA	Líneas de vida, puntos de anclaje	Capacitación y certificación al personal	Sistema de contra caídas, elementos de protección personal adecuadas, alta tarea como respirador, careta, guantes, overol

Fuente: NTC OHSAS 18001

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Tabla 12: Parámetros de interpretación de la lista de chequeo para trabajos en altura en HANGAR de la DIAF-Latacunga

Nivel de Deficiencia	ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se han detectado peligros que determinan como muy posible la generación de incidentes, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe o ambos.
Alto (A)	6	Se han detectado algunos peligros que pueden dar lugar a consecuencias significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambos.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambos.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado anomalía destacable alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambos. El riesgo está controlado.

Nivel de Exposición (NE)	NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral.
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un periodo de tiempo corto.
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual.

Nivel de Probabilidad (NP)	NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alto (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 10	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Nivel de Consecuencias (NC)	NC	Significado Daños Personales
Mortal o catastrófico (M)	100	Muerte (s).
Muy Grave	60	Lesiones graves irreparables (incapacidad permanente parcial o invalidez).
Grave	25	Lesiones con incapacidad laboral temporal.
Leve	10	Lesiones que no requieren hospitalización.

Nivel de Riesgo y de intervención NR = NP X NC		Nivel de Probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de Consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II - III
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II - III	III 80-60	III - IV

Nivel de Riesgo y de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de consecuencia está por encima de 60.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es tolerable.

ACEPTABILIDAD DEL RIESGO:

Nivel de Riesgo (NR)	Significado
I	No Aceptable
II	No Aceptable
III	Aceptable
IV	Aceptable

MEDIDAS DE INTERVENCIÓN: Describa si se necesitan controles nuevos o mejorados según la jerarquía descrita considerando los costos relativos, los beneficios de la reducción de riesgos y la confiabilidad de las opciones disponibles. Algunos ejemplos de estos son:

ELIMINACIÓN: Modificar un diseño para eliminar el peligro, por ejemplo, introducir dispositivos mecánicos de alzamiento para eliminar el peligro de manipulación manual.

SUSTITUCIÓN: Sustituir por un material menos peligroso o reducir la energía del sistema (por ejemplo, reducir la fuerza, el amperaje, la presión, la temperatura, etc.).

CONTROLES DE INGENIERÍA: Instalar sistemas de ventilación, protección para las máquinas, enclavamiento, cerramientos acústicos, etc.

SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIAS, Y/O CONTROLES ADMINISTRATIVOS: Instalación de alarmas, procedimientos de seguridad, inspecciones de los equipos, controles de acceso, capacitación del personal.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL: Gafas de seguridad, protección auditiva, máscaras faciales, sistemas de detención de caídas, respiradores y guantes.

Fuente: NTC OHSAS 18001

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Manual de trabajo para tareas en alturas

A continuación, se presenta el manual de trabajo para tareas en altura en el cual consta brazo telescópico, el diseño de anclajes fijos y móviles, para los trabajos en el área de fuselaje y en el área de alas, como Medidas Preventivas de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.

Resultados esperados

Mediante los resultados de la identificación de los peligros en los diferentes procesos de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana-sede Latacunga.

Se realizará las gestiones para implementar el manual que se basara todo el personal de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana-sede Latacunga para realizar los trabajos en alturas y mediante el diseño de anclaje fijo y móvil realizar la construcción de líneas de vida horizontales las cuales nos permitirán trabajar con 95 % de seguridad. La ventaja que ofrecen es que son dispositivos que se montan en un día y quedan fijadas a la estructura sin más coste que el mantenimiento. Estos cables de anclaje son un modo seguro de transitar sobre el Fuselaje o las Alas de la Aeronave

Modificación de anclaje fijo del hangar para la línea de vida

Para comenzar con el análisis del anclaje fijo se posee un informe de análisis de línea de vida provisto por el Departamento de Ingeniería de la Empresa DIAF de fecha 03 de octubre de 2013. El motivo es modificar la sujeción fija de un extremo sujeto al hangar para mejorar la ubicación de la línea de vida; Hasta la fecha el hangar posee solo un punto de anclaje, el cual dificulta la correcta ubicación de la línea de vida respecto al avión en el cual se va a trabajar.

Debido a la deficiencia de este anclaje fijo que existe se pretende hacer una modificación a la estructura del hangar, para lo cual primero se debe cambiar los refuerzos que existen por unos refuerzos que nos permitirá colocar el anclaje móvil a diseñar.

Según se puede observar en la imagen 10, la estructura del hangar existente se puede apreciar, en la imagen lo cual consta de columnas verticales como base principal siendo unas estructuras reticuladas, sobre los cuales existen vigas de tipo G (255 X 35 X 15 X 3) mm., de manera transversal, estas vigas G van a ser el soporte principal para la modificación, la rigidez de los mismos, es suficiente para soportar la masificación para el anclaje fijo.



Imagen 10: Estructuras principales del hangar.

El material con el cual se encuentra sujeto las vigas longitudinales (Perfil G) del hangar son: Ángulos rectos de L 32x32x3. Estos ángulos deben ser sustituidos por un material más resistente, el cual se eligió un doble T de características: HE100A (Ver Anexo PERFIL HE100A). En la zona marcada en el grafico siguiente.

Sobre el soporte principal se coloca un soporte secundario en donde se ubicará el nuevo anclaje para la línea de vida. El diseño del anclaje permitirá recorrer por toda la longitud del soporte secundario que es una viga doble T (Ver Anexo

PERFIL HE100M), esta modificación permite ubicar de una manera adecuada la línea de vida durante todo el trayecto del fuselaje del avión, lo cual permite una mejor seguridad a los operarios, para una mejor comprensión ver la Imagen 11:

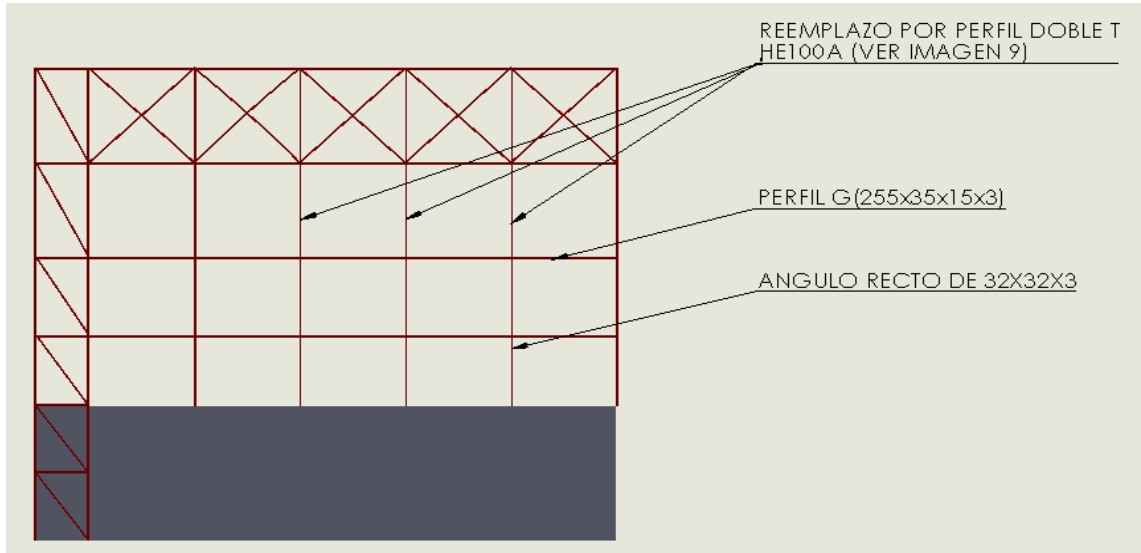


Imagen 11: Pared del hangar, punto de anclaje fijo
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Una vez sustituido en las tres secciones de la estructura del hangar se tiene modificado donde ira el soporte principal. (ver imagen 12 y 13)

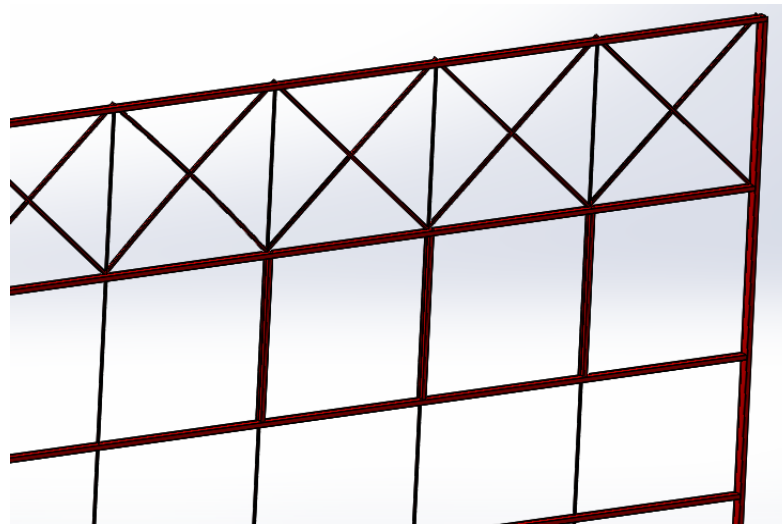


Imagen 12: Soporte principal de anclaje fijo
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

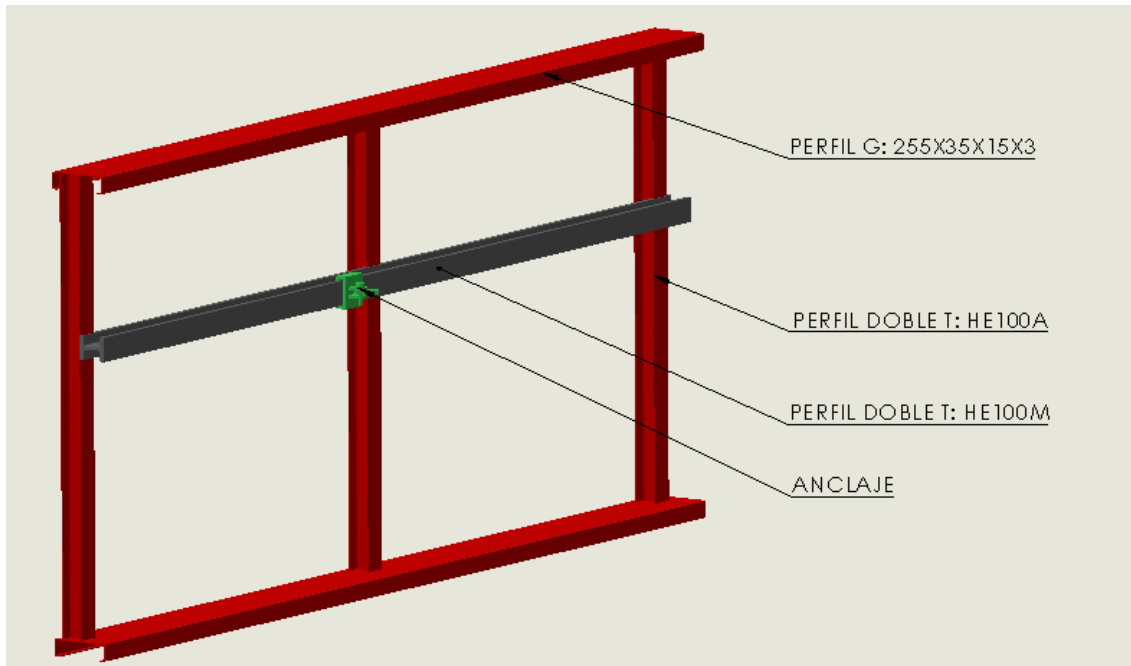


Imagen 13: Soporte secundario de anclaje fijo
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

A continuación, se detalla el diseño del anclaje. El diseño es básicamente una estructura mecanizada con unas partes soldadas para cubrir un ala de la viga doble T (Ver Anexo PERFIL HE100M), el cual será analizado si resiste con un programa de elementos finitos (Solid Works) y un análisis simple de estructuras al perno del anclaje. El análisis de este anclaje se sitúa en el punto más crítico que es el perno que estará uniendo el anclaje con la línea de vida. Ver imagen 14

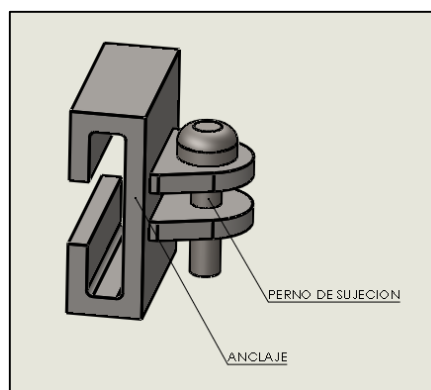


Imagen 14: Perno de anclaje
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

El anclaje consta de dos partes la sujeción al ala de la viga y el perno se sujeción a la línea de vida.

Análisis simple estructural del perno del anclaje

El Análisis estructural se simplifica, para lo cual se tienen en cuenta las siguientes Hipótesis:

- Se considera como únicos esfuerzos que existe en el perno, los esfuerzos de corte.
- El acero a utilizar es un acero 705, considerado como un material dúctil.
- Se aplica un criterio de rotura de Huber-Mises-Henky.
- La tensión admisible del perno es de $686 \frac{N}{mm^2}$
- El área de corte del perno es 285.02 mm^2

Cálculos:

$$\sigma_{adm} = \sqrt{3} \tau_{xy}$$

Donde:

$$\sigma_{adm} = \text{Tension admisible}$$

$$\tau_{xy} = \text{Tension de corte}$$

$$\tau_{xy} = \frac{F}{2A}$$

Ecuación 1 - Tensión de Corte
Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

Donde:

$$\tau_{xy} = \text{Tension de corte}$$

$$F = \text{Fuerza}$$

$$A = \text{Area}$$

$$F_{adm} = \text{Fuerza admisible}$$

$$F_{ch} = \text{Fuerza de choque}$$

Entonces → Calculamos la fuerza admisible que resiste el perno.

$$\tau_{xy \text{ adm}} = \frac{\sigma_{adm}}{\sqrt{3}} = \frac{F_{adm}}{2 * 285.02 \text{ mm}^2}$$

$$F_{adm} = \frac{686}{\sqrt{3}} \frac{N}{mm^2} * 2 * 285.02mm^2$$

$$F_{adm} = 225771.3 N$$

$$F_{adm} = 225.78 kN$$

$$F_{ch} = 10.64 kN^*$$

$$Numeros\ de\ Técnicos = \frac{F_{adm}}{F_{ch}}$$

Ecuación 2 - Calculo de Fuerza Admisible

Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

*Ver anexo 2 INFORME DE CARGA PARA SOPORTE (ESTABILIZADOR VERTICAL) E.V. (Línea de Vida)

Se tiene la fuerza de choque que recibe el técnico al momento de la caída (dato obtenido del anexo 2 INFORME DE CARGA PARA SOPORTE E.V.), lo cual nos muestra que el tornillo es capaz de resistir el número de técnicos suficiente para los trabajos que se realizan sobre el avión.

Para verificar que el diseño resiste utilizamos Solidworks para realizar la modelización y el análisis estático con la Fuerza de choque ya conocida.

Si se divide la Fuerza admisible que se obtuvo para la fuerza de choque, lo que da como resultado un aproximado de 21 técnicos, datos que servirán para el modelado en Solidworks.

A continuación, se muestran datos del análisis en el programa de elementos finitos.

Datos:

Material del Anclaje: Acero Estructural (Tensión Admisible 450 N/mm², Tensión de Fluencia 270 Mpa)

Material del Perno: Acero 7051 (Tensión Admisible 686 N/mm², Tensión de Fluencia 470 Mpa)

Área de corte: 285.02 mm²

Capacidad Máxima: 6 Personas (63840 N)

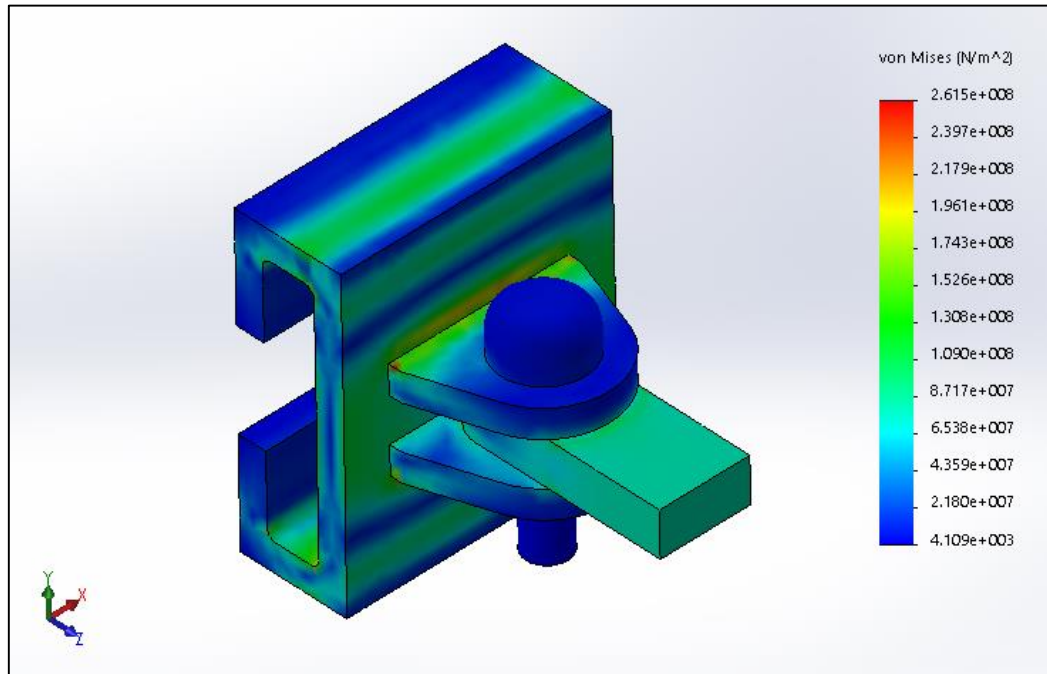


Imagen 15: Modelado del anclaje.

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

En la Imagen 15, se puede observar los resultados del análisis; lo cual muestra el que el perno construido es capaz de soportar los esfuerzos producidos al momento que se caigan los 6 técnicos trabajando al mismo tiempo.

Además, se observa que el valor máximo registrado en este análisis es de 262 MPa, el cual se genera en zonas de máxima concentración de tensiones. Como se esperaba en este modelo son en las esquinas del anclaje como en los puntos de suelda de las orejas del anclaje.

La tensión máxima en el momento de caída da un resultado inferior a la tensión de fluencia por lo que no se evidencia plastificación y por ende el modelo está seguro.

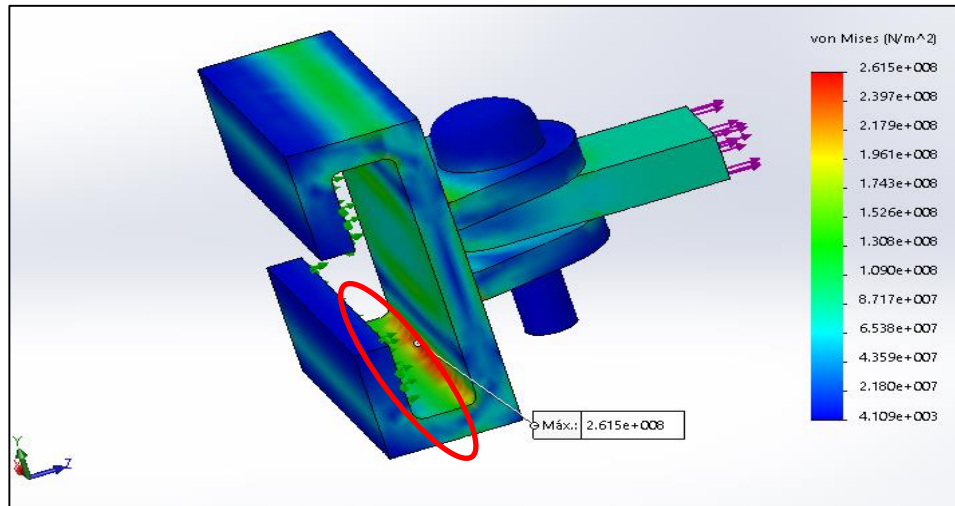


Imagen 16: Zona de máxima concentración de tensiones en el anclaje.

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

En la imagen 16 se puede observar la tensión máxima en el anclaje es 261 MPa, y la tensión máxima admisible del material menor resistente es 450 MPa. Concluyendo que se tiene un F.S.: 1.72 para el caso más extremo, lo cual sería que los seis técnicos caigan de la aeronave al mismo tiempo y se empiece a romper el anclaje.

Las condiciones en las cuales los seis técnicos que se encuentren trabajando en la aeronave y que los mismos se caigan al mismo tiempo son muy escasas, si se realiza un análisis en el cual un solo técnico caiga se obtiene el siguiente resultado.

El estudio señala que si un solo técnico se cae de la aeronave el anclaje tiene un factor de seguridad superior a 5.

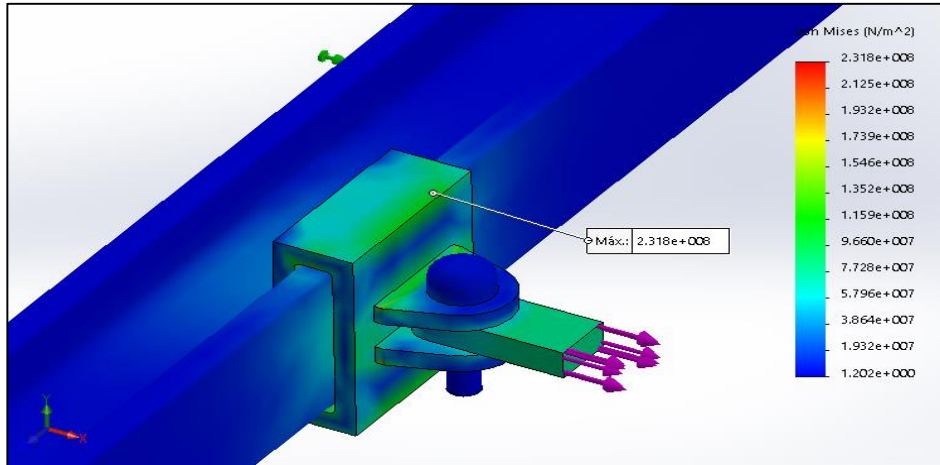


Imagen 17: Sujeción del perno del anclaje móvil al riel
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

De igual manera se puede apreciar que el anclaje ubicado sobre el riel doble T, el punto que sufre mayor esfuerzo es el mismo, siendo de 231 MPa. Se puede apreciar un decrecimiento de la tensión máxima debido a que las condiciones de contorno cambian siendo estas favorables para el anclaje así disminuyendo la tensión máxima.

El anclaje con el perfil doble T, presentan un coeficiente de roce el cual permite que se asegure por fricción sin necesidad de tener un seguro extra para el anclaje. Ver imagen 18.

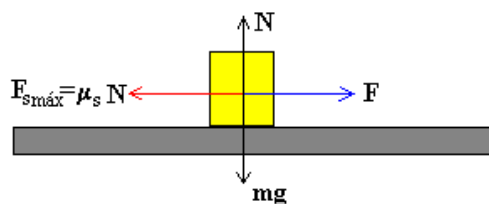


Imagen 18: Coeficiente de roce
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

A continuación, en la tabla 13 se muestra los valores de coeficiente de roce estático y dinámico entre materiales, la fuerza de roce máxima se obtiene un instante antes del movimiento de la pieza por lo cual es la fuerza de roce que se quiere encontrar.

Tabla 13: Coeficiente de roce estático y dinámico entre materiales

Superficies en contacto	μ_s	μ_k
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Fuente: Serway R. A.. *Física*. Editorial McGraw-Hill. (1992)

Un análisis sencillo de la fuerza de roce se puede deducir de la siguiente manera:

$$F_r = \mu \times N = \mu \times F \times \cos \theta$$

Ecuación 3 - Fuerza de Rozamiento
Fuente:(Imaz Gutiérrez 2015)

Donde:

F_r = Fuerza de roce

μ = coeficiente de roce

N = Fuerza Normal

θ = Angulo de entrada de la aeronave

Análisis simple de la fuerza de roce

Para encontrar el ángulo máximo de desvío que puede resistir la cuerda se hace una igualdad entre la fuerza de roce y la fuerza transversal que ejerce la cuerda.

$$0.74 \times \cos \theta = \sin \theta$$

Ecuación 4 – Calculo del Angulo de Entrada
Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

$$\theta = \arctan 0.74$$

$$\theta = 36.5^\circ$$

Con el ángulo máximo de desvío podemos conocer cuál es la fuerza de roce máxima que sufre la estructura

$$F_r = 0.74 \times 73840 \text{ N} \times \cos 36^\circ$$

Ecuación 5 - Fuerza de Rozamiento
Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

$$F_r = 44206 \text{ N}$$

Estos cálculos permiten verificar que la fuerza de roce para un ángulo de desvío de la cuerda con respecto a la perpendicular del riel es de 36° y una pretensión del cable de 1000N la fuerza de roce es suficiente para evitar que se deslice el anclaje sobre el perfil doble T.

Con este pequeño análisis se obtiene el ángulo máximo, al cual puede ser colocada la aeronave, si el ángulo es superado puede que el anclaje resbale a través del riel.

Un análisis de la resistencia al anclaje, con la fuerza desviada 36° permite obtener los siguientes resultados:

- La tensión máxima puntual es de 468 MPa, el cual es superior a la tensión admisible. Lo que nos indica que en el peor de los casos el cual se caigan los 6 técnicos el anclaje y este con el avión con 36° se empieza a plastificar y empezar la rotura. Por lo cual se debe prestar atención al acabado de la pieza y dejar sin puntos de concentración posibles.
- Entonces se recomienda un chequeo del anclaje después de este incidente que caigan los seis técnicos al mismo tiempo.

Para continuar con el diseño del anclaje fijo, procedemos al otro extremo de la línea de vida que está sujeto a la estructura del avión, específicamente al estabilizador vertical (E.V.). En el Anexo INFORME SOPORT E.V., podemos apreciar que el diseño esta para un máximo de 5-6 personas sin un factor de seguridad considerado, o aplicando un criterio de rotura del material, por lo cual se pretende modificar y recalcular los materiales a utilizar en el anclaje sujeto a la aeronave.

Para esto se tiene las siguientes consideraciones:

- Se considera como únicos esfuerzos que existe en el perno, esfuerzos de corte.
- El material a utilizar son tornillos de acero, sustituyendo a los tonillos de aluminio
- Se aplica un criterio de rotura de Huber-Mises-Henky.

$$\bullet \quad \sigma_{adm} = \sqrt{3} \tau_{xy}$$

Ecuación 6 - Ecuación de Huber-Mises-Henky

Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

- La tensión admisible del perno es de $450 \frac{N}{mm^2}$
- El área total de tornillos es de 278 mm^2 (16 tornillos)

Cálculos:

$$\tau_{xy adm} = \frac{\sigma_{adm}}{\sqrt{3}} = \frac{F_{adm}}{243 \text{ mm}^2}$$

$$F_{adm} = \frac{450 \text{ N}}{\sqrt{3} \text{ mm}^2} * 243 \text{ mm}^2$$

$$F_{adm} = 72227 \text{ N}$$

$$F_{adm} = 72.2 \text{ kN}$$

Con los cálculos simplificados en el diseño se observa que, con un criterio de rotura conservativo, los 16 pernos de anclaje al estabilizador vertical pueden soportar la carga de los seis técnicos para cual está diseñado la línea de vida.

El diseño básico del Anclaje al estabilizador vertical consta en seguir la geometría del perfil del estabilizador vertical con 8 agujeros a cada lado para la sujeción. El anclaje tendrá una oreja en la cual se sujetará el cable de la línea de vida.

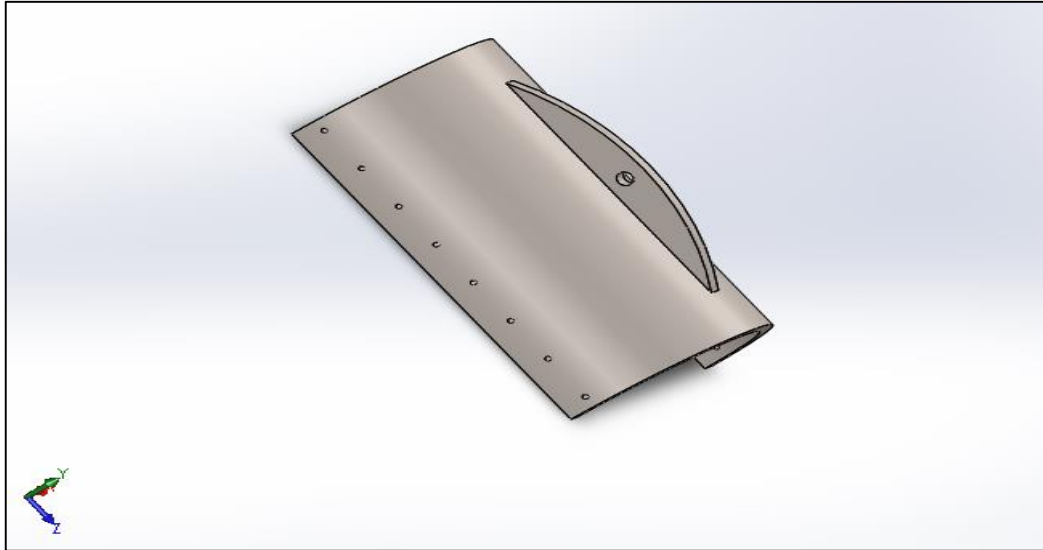


Imagen 19: Anclaje estabilizador vertical.
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Este anclaje de igual manera es sometido a un proceso de análisis de elementos finitos, el cual permite verificar la resistencia del mismo. Ver imagen 20

Datos:

Material del Anclaje: Acero Estructural (Tensión Admisible 450 N/mm^2 , Tensión de Fluencia 270 Mpa)

Área de corte: 278 mm^2

Capacidad Máxima: 6 Personas (63840 N)

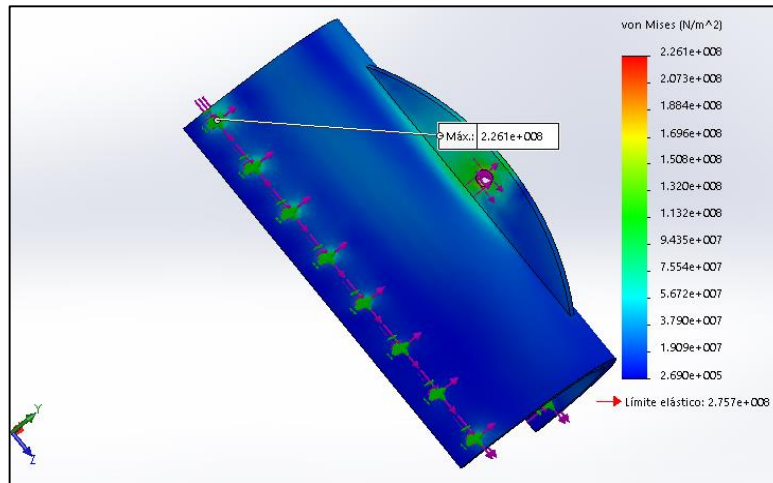


Imagen 20: Resistencia máxima del anclaje, estabilizador vertical.
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Se puede observar que el anclaje toma el contorno del borde de ataque del estabilizador vertical, y la sujeción de los 8 pernos a cada lado es capaz de soportar la tensión máxima que se plantea en el diseño.

La tensión máxima presente en el anclaje es de 226 MPa, el cual es inferior a la tensión de Fluencia. El Diseño del anclaje brinda la seguridad de que no sufrirá ningún daño en caso de caída de seis técnicos al mismo tiempo.

Visualización de los Anclajes en el Hangar y el avión.

A continuación, en la figura 21, 22 23 24 y 25, se presenta la idea general de la ubicación de los anclajes, tanto en el soporte contra la pared del hangar y el estabilizador vertical de la aeronave

Vista Isométrica de la línea de vida fija

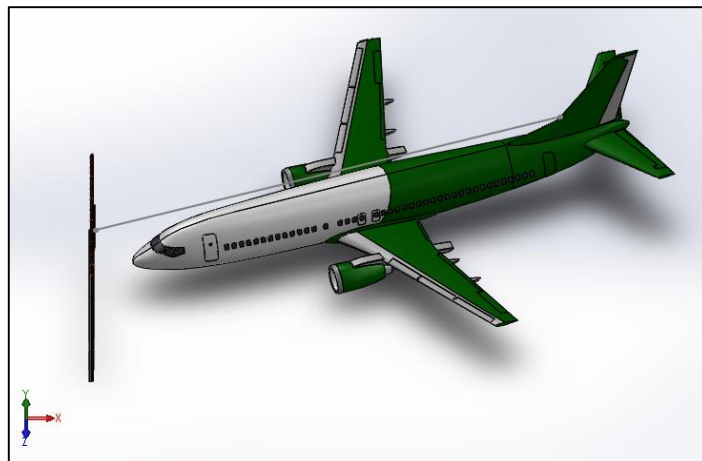


Imagen 21: Vista isométrica línea de vida fija
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Vista lateral de la línea de vida fija

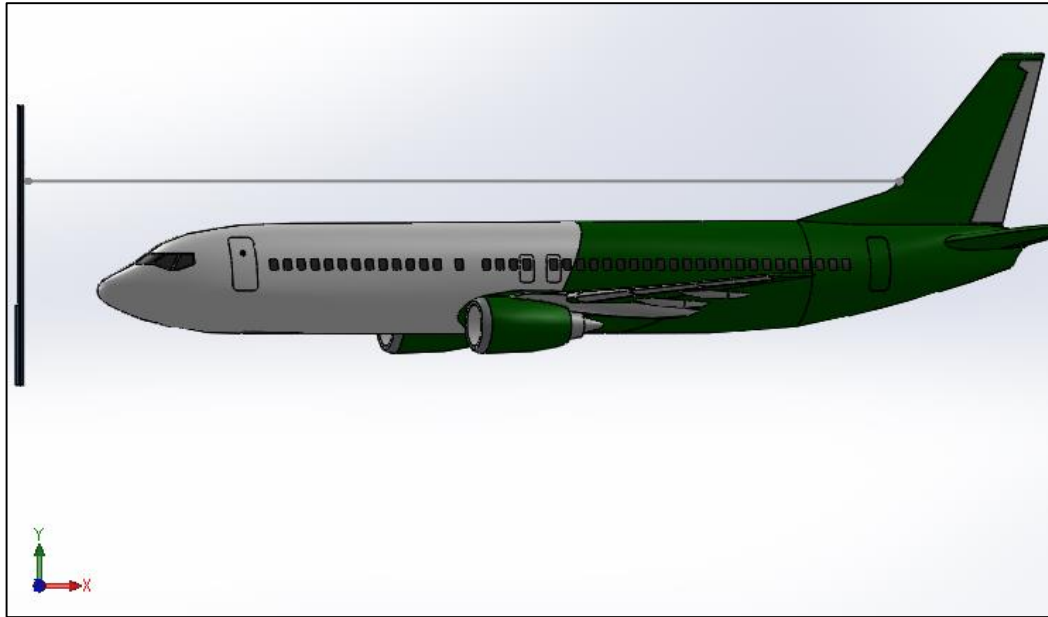


Imagen 22: Vista lateral de la línea de vida fija
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Vista superior de la línea de vida fija

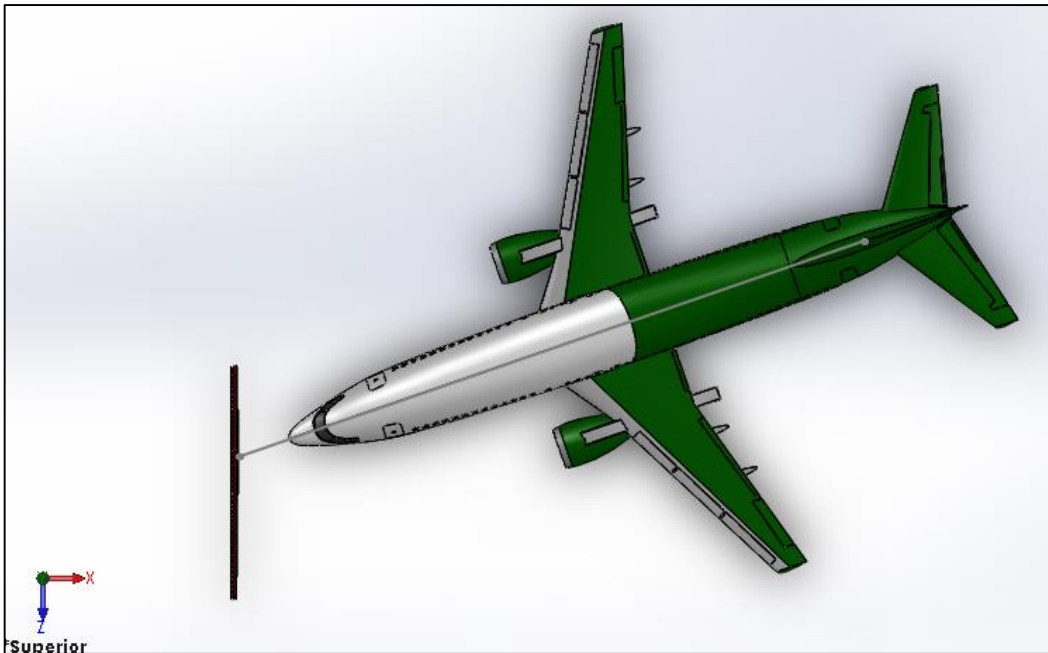


Imagen 23: Vista superior de la línea de vida fija
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Perspectiva posterior de la línea de vida fija

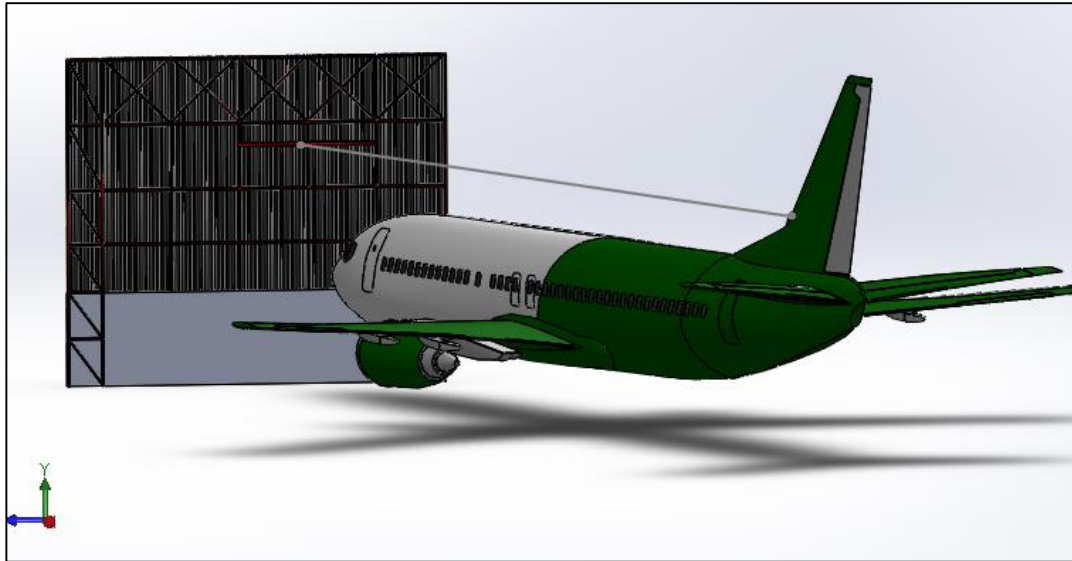


Imagen 24: Perspectiva posterior panorámica de la línea de vida fija

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Perspectiva frontal de la línea de vida fija

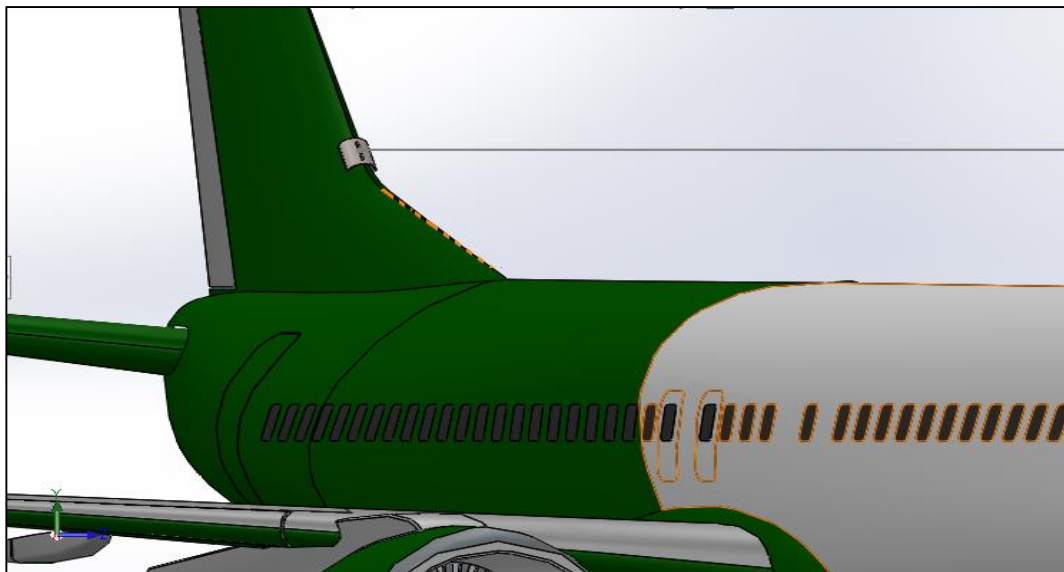


Imagen 25: Perspectiva frontal de la línea de vida fija

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Ver anexo 2 INFORME DE CARGA PARA SOPORTE (ESTABILIZADOR VERTICAL) E.V. (Línea de Vida)

Se tiene la fuerza de choque que recibe el técnico al momento de la caída (dato obtenido del anexo), lo cual nos muestra que el tornillo es capaz de resistir un máximo de 10 técnicos.

Anclaje móvil

El diseño del anclaje móvil parte de la necesidad de una línea de vida sobre las alas de las aeronaves, este diseño está basado para la aeronave Boeing 737. La idea principal es fabricar una estructura reticulada la cual sea capaz de soportar la caída del personal técnico.

La estructura principalmente está diseñada para la caída de hasta 3 técnicos que se encuentran trabajando sobre el ala de la aeronave.

La estructura principal está conformada por partes de un tubo estructural de perfil cuadrado de dimensiones 80x80x3. Las distintas piezas tienen en los extremos chapas soldadas de espesor $\frac{1}{2}$ y dimensiones de 150 mm x 150 mm con sus respectivos agujeros con el fin de ser unidas las distintas partes mediante tornillos. A fin que se pueda armar y desarmar dependiendo del requerimiento de uso de la línea de vida con los trabajos programados.

A continuación, en la imagen 26, 27 y 28, se puede apreciar las diferentes vistas del esquema general de la línea de vida móvil en diferentes vistas

Vista frontal

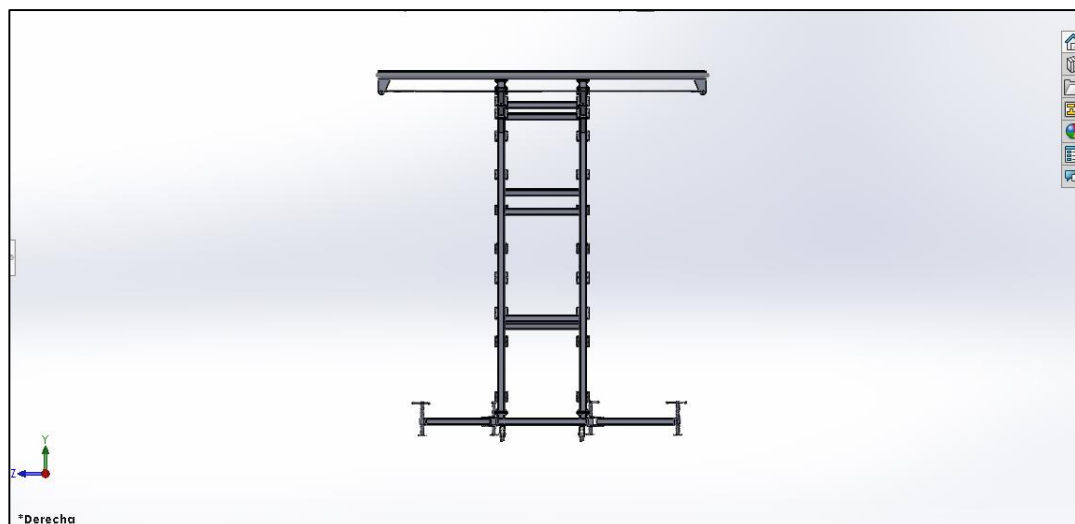


Imagen 26: Vista frontal de la línea de vida móvil

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Vista lateral

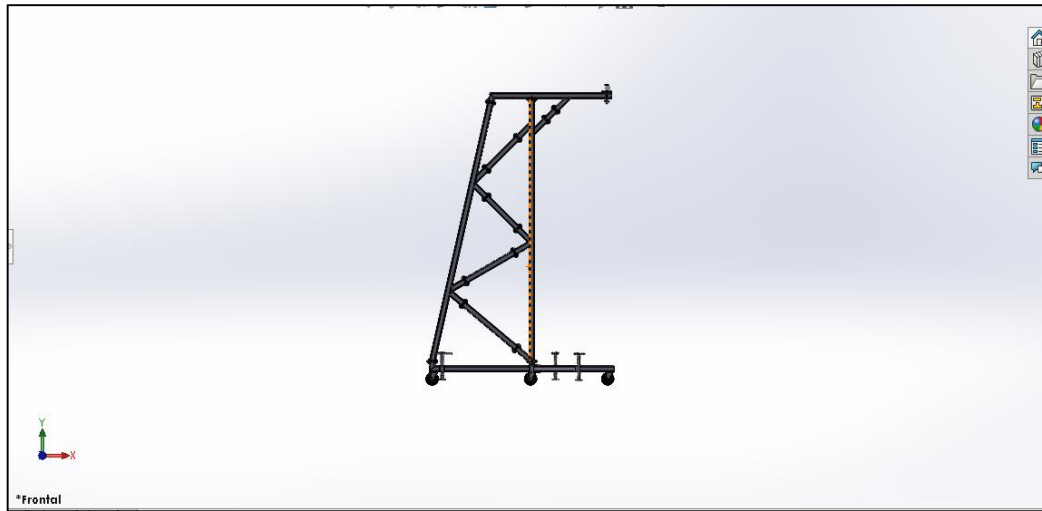


Imagen 27: Vista lateral de la línea de vida móvil

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Vista isométrica

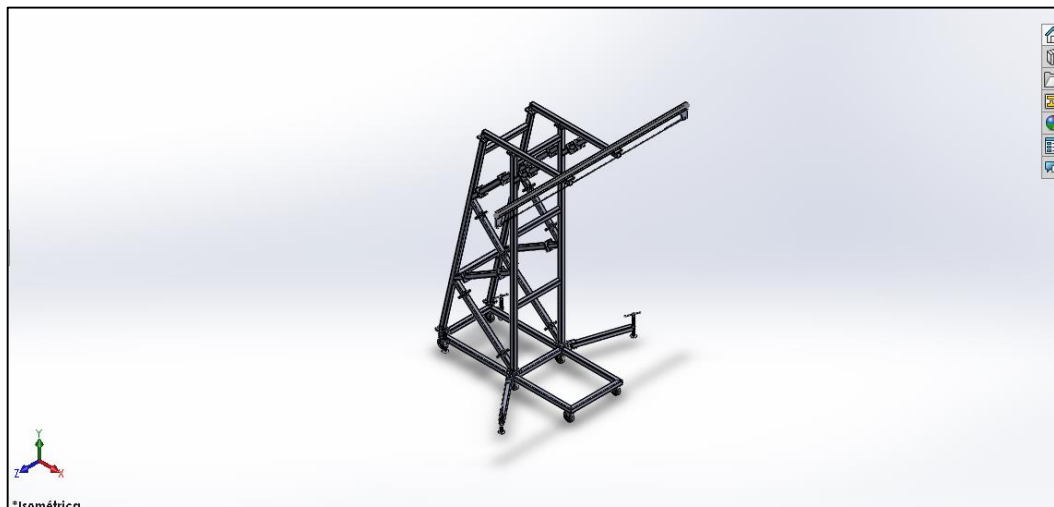


Imagen 28: Vista isométrica de la línea de vida móvil

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Como se puede ver en las imágenes anteriores el diseño consta de partes de tubo estructural, las cuales las dimensiones están especificadas en los planos. Además, posee una barra especial en la cual es la unión de la estructura principal con el cable de la línea de vida.

Para evitar que la estructura se mueva, se ha implementado cuatro puntos de apoyo los cuales dos están sujetos a la estructura y dos están sujetos a dos brazos

de apoyo, los cuales nos brindan mejor estabilidad lateral a la estructura en caso de caída del personal técnico.

Para verificar que la estructura resista las cargas del personal técnico al momento de una caída se tiene en consideración los siguientes datos:

Datos:

Personal técnico de diseño: 3 técnicos

Fuerza de resistencia máxima: 31920 N

Tensión admisible del material: 450 MPa

Tensión de fluencia del material: 270 Mpa

El análisis sencillo de la estructura se empieza realizando una sumatoria de momentos, los momentos que provocan que la estructura se vuelque y los momentos que contrarrestan el primer momento.

Si el peso de la estructura no es suficiente para contrarrestar los momentos generados por el personal técnico al caer, se deberá agregar una masa que ayude a contrarrestar esos momentos.

Para obtener los datos de la fuerza de choche se toma del Anexo INFORME SOPORTE VE, el cual nos permite verificar la fuerza de choque que recibe cada técnico.

Sumatoria de momentos vista lateral

$$\sum Me \geq \sum Mt$$

Ecuación 7 - Suma de Momentos
Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

Donde

Me: Momentos favorables

Mt: Momentos desfavorables

Fuerzas que actúan en la sumatoria de momentos

W =Peso de la Estructura

M =Masa externa

T: Fuerza de choque de tres técnicos

Para obtener los datos se procede a conseguir los datos mediante el programa de SolidWorks. Los cuales se muestran en la tabla 14:

Tabla 14: Datos de simulación

Propiedades de masa de Ensamblaje1	
Configuración: Predeterminado	
Sistema de coordenadas: -- predeterminado --	
Masa = 723.50 kilogramos	
Volumen = 103967251.95 milímetros cúbicos	
Área de superficie = 36089666.18 milímetros cuadrados	
Centro de masa: (milímetros)	
X = -1486.36	
Y = 1966.39	
Z = -543.38	
Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (kilogramos * Medido desde el centro de masa.	
lx = (0.16, 0.99, 0.00)	Px = 618155558.25
ly = (-0.99, 0.16, -0.05)	Py = 2103809056.40
lz = (-0.05, 0.00, 1.00)	Pz = 2176575003.47

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Este análisis permitirá verificar si es necesario un peso adicional, ver imagen 29.

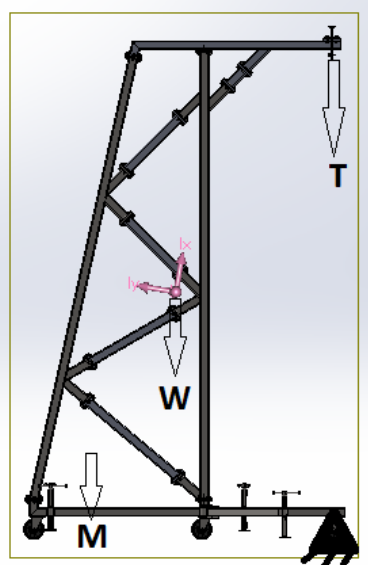


Imagen 29: Análisis de vigas
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

$$W * X_C + M * X_M \geq T * X_T$$

Fuente: (Imaz Gutiérrez 2015)

$$7090.3 \text{ N} * 1.486 + M * 2.32 \geq 31920 \text{ N} * 0.1 \text{ m}$$

$$M * 2.32 + 10536.2 \text{ Nm} \geq 3192 \text{ N}$$

En el primer caso se puede observar que no es necesaria una masa extra de peso debido a que el punto de apoyo en el diseño nos evita que el momento generado por la caída de los técnicos sea grande. Ya que la línea de vida está sobre el punto de apoyo de la estructura.

Ahora es necesario verificar que la caída en uno de los costados de la línea de vida no se afecte. Es por ello que de igual manera que los cálculos anteriores se proceden a realizar las sumatorias de momentos.

Datos

$$\sum M_e \geq \sum M_t$$

Dónde:

Me: Momentos favorables

Mt: Momentos desfavorables

Fuerzas que actúan en la sumatoria de momentos

W = Peso de la Estructura

M = Masa externa

T: Fuerza de choque de tres técnicos

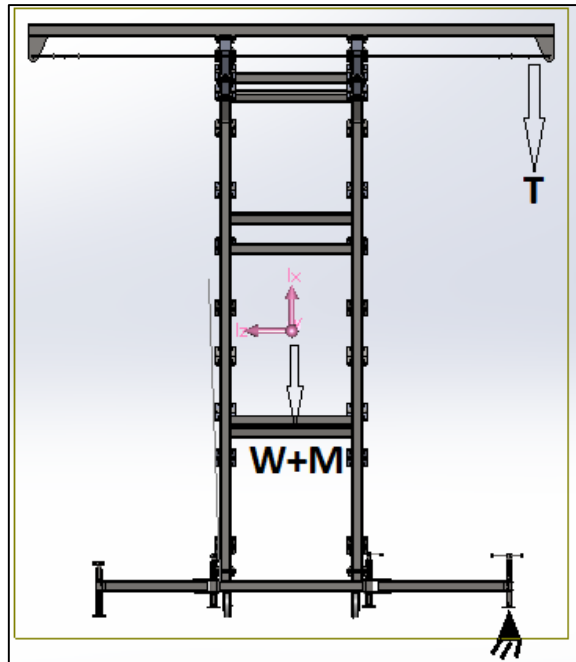


Imagen 30: Vista frontal de vigas

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

$$W * X_C + M * XM \geq T * X_T$$

$$7090.3 N * 1.68 + M * 1.68 \geq 31920N * 0.3m$$

$$M * 2.32 + 11912 Nm \geq 9576 Nm$$

Como se puede apreciar en los cálculos según el diagrama de la imagen 30, el peso extra no es necesario debido a que el punto de apoyo en el diseño nos evita que el momento generado por la caída de los técnicos sea grande. Es por ello que no se necesita una carga extra de peso para el diseño de la estructura.

Ahora procedemos a un análisis básico de los esfuerzos que reciben los pernos que sujetan las estructuras, para este análisis se procede a plantear las siguientes hipótesis:

- El esfuerzo sometido de los pernos se toma como esfuerzos de tracción.
- Cuando las partes están sometidas a compresión los pernos no sufren esfuerzos estructurales.
- El acero a utilizar es un acero, considerado como un material dúctil.
- Se aplica un criterio de rotura de Huber-Mises-Hencky.

$$\sigma_{adm} = \sigma_{traccion}$$

Ecuación 8 - Criterio de Rotura de Huber-Mises-Hencky.
Fuente: (Bottani y Durruty 2013)

- La tensión admisible del perno es de $450 \frac{N}{mm^2}$
- El área de corte de los pernos es $760 mm^2$ para seis pernos
- El área de corte de los pernos es $507 mm^2$ para cuatro pernos

Cálculos:

$$\sigma_{adm} = \sigma_{traccion}$$

Donde:

$\sigma_{adm} = \text{Tensión admisible}$

$\sigma_{traccion} = \text{Tensión de tracción}$

$$\sigma_{traccion} = \frac{F}{A}$$

Donde:

$\sigma_{traccion} = \text{Tensión de tracción}$

$F = \text{Fuerza}$

$A = \text{Area}$

Entonces →

$$\sigma_{traccion} = \sigma_{adm} = \frac{F_{adm}}{A}$$

$$F_{adm\ 1} = 450 \frac{N}{mm^2} * 760 mm^2$$

$$F_{adm\ 1} = 342000N$$

$$F_{adm\ 1} = 342\ kN\ (6\ personas)$$

$$F_{adm\ 2} = 450 \frac{N}{mm^2} * 507mm^2$$

$$F_{adm\ 2} = 228150N$$

$$F_{adm\ 2} = 228.2\ kN\ (4\ personas)$$

Como es de esperarse la fuerza admisible con cuatro tornillos es inferior al de seis tornillos debido al área que resiste.

Ahora es necesario comprobar que la estructura resista las cargas al momento que sufran un incidente los técnicos. Es por eso que se toma el peor de los casos en el cual los tres técnicos caigan en el mismo lado y al mismo tiempo.

Datos:

Personal técnico de diseño: 3 técnicos

Fuerza de resistencia máxima: 31920 N

Tensión admisible del material: 450 MPa

Tensión de fluencia del material: 270 Mpa

Utilizando un programa de elementos finitos se procede a realizar los análisis y obtener conclusiones.

Primero se comienza por analizar la viga doble T, según se muestra en la figura 31, esta viga tendrá su mayor sollicitud cuando el peso de los técnicos este en cualquier de los extremos. Para ello se prosiguió a hacer un análisis simple en el cual se obtuvo el siguiente resultado.

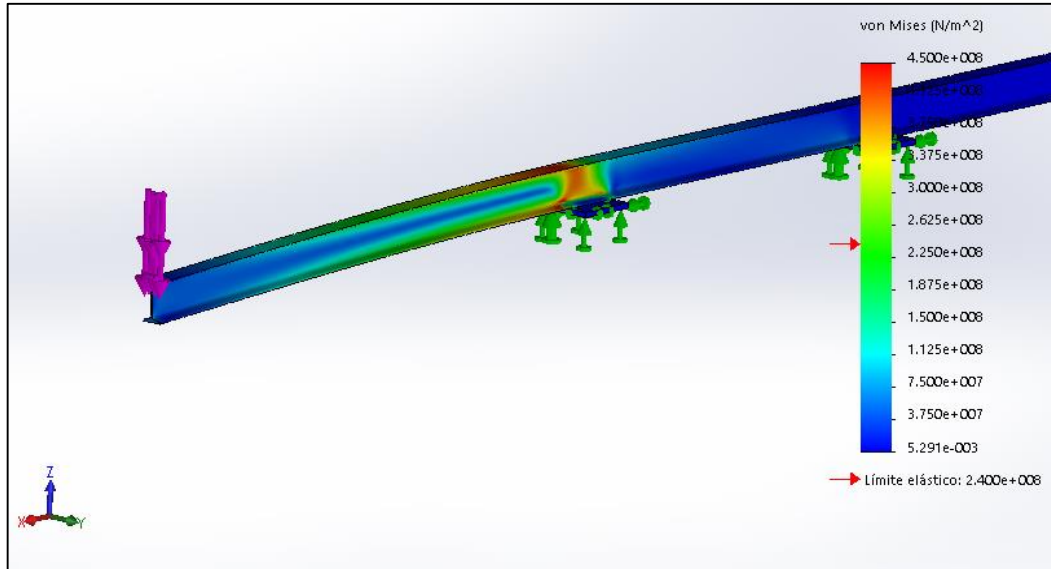


Imagen 31: Análisis de la viga doble T
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Se puede observar que una parte puntual alcanza 450 Mpa los cuales en el caso más crítico podría empezar una ruptura. Las probabilidades en la cual los tres técnicos caigan del mismo lado son escasas. De igual forma la ruptura sería puntual en el caso que llegara a ocurrir así siendo que se debería reemplazar la pieza si esto llegara a suceder.

A continuación, en las imágenes 32 y 33, se presenta los resultados obtenidos del reticulado, los mismos deben resistir en su mayoría cargas de compresión y cargas de tracción.

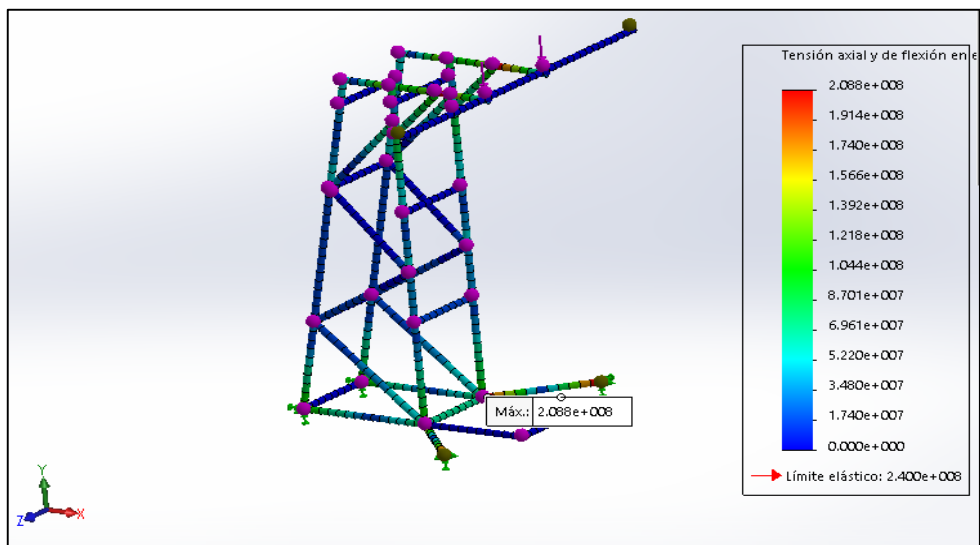


Imagen 32: Resultados del reticulado

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

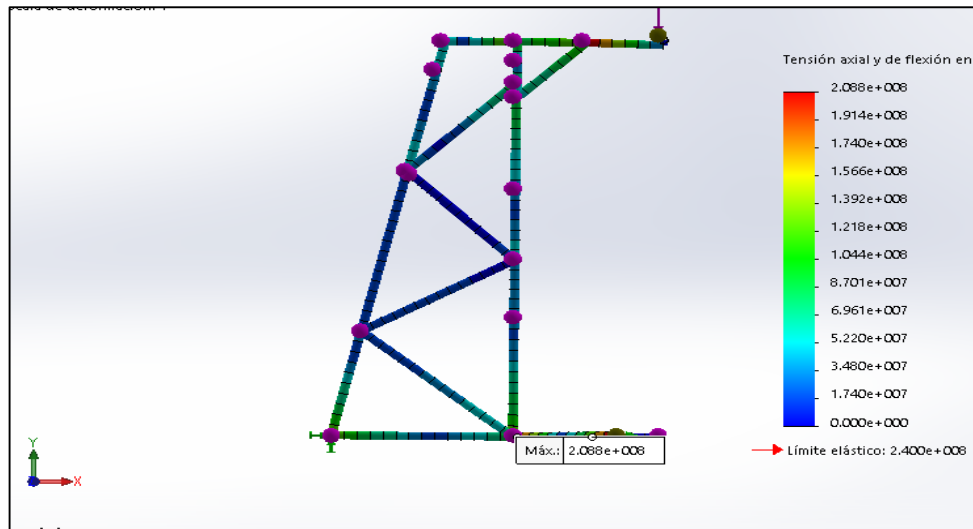


Imagen 33: Resultados de la reticulada vista lateral

Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Como se puede observar las imágenes 32 y 33, la fuerza es aplicada a la mitad de la viga doble T. En este caso el mayor esfuerzo que registra en la estructura es de 208 Mpa. Lo cual no afecta en nada ni se corre ningún riesgo es por ello que la estructura está trabajando a tracción y compresión sus elementos. Siendo esto en las imágenes expresadas en el código de colores como tonalidad azul a compresión y con tonalidad verde-rojo a tracción.

En las imágenes 32 y 33 se puede apreciar que el desplazamiento en relación al tamaño de la estructura es despreciable ya que el máximo desplazamiento ocurre en la viga doble T y es de 6.52 mm lo cual en una estructura de 4 metros de alto es imperceptible.

Imágenes del anclaje móvil con el Avión

A continuación, en las imágenes siguientes, se podrá evidenciar la vista frontal (imagen 34) y la vista lateral (imagen 35), de las estructuras que servirán para como anclajes móviles para la realización de los trabajos en alturas en la sección de mantenimiento aeronáutico en las dependencias de la DIAF.

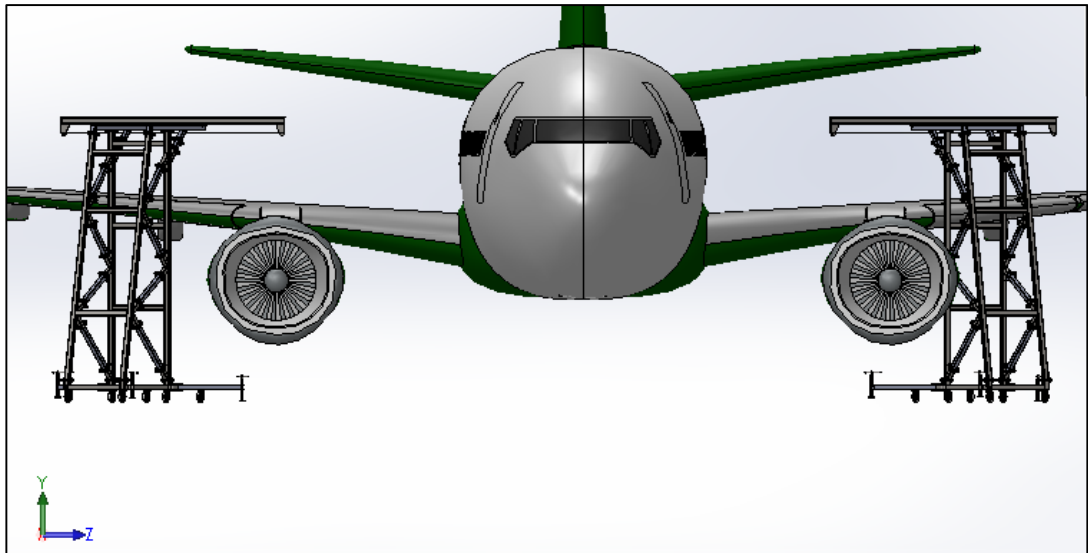


Imagen 34: Vista frontal del avión con la estructura móvil
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

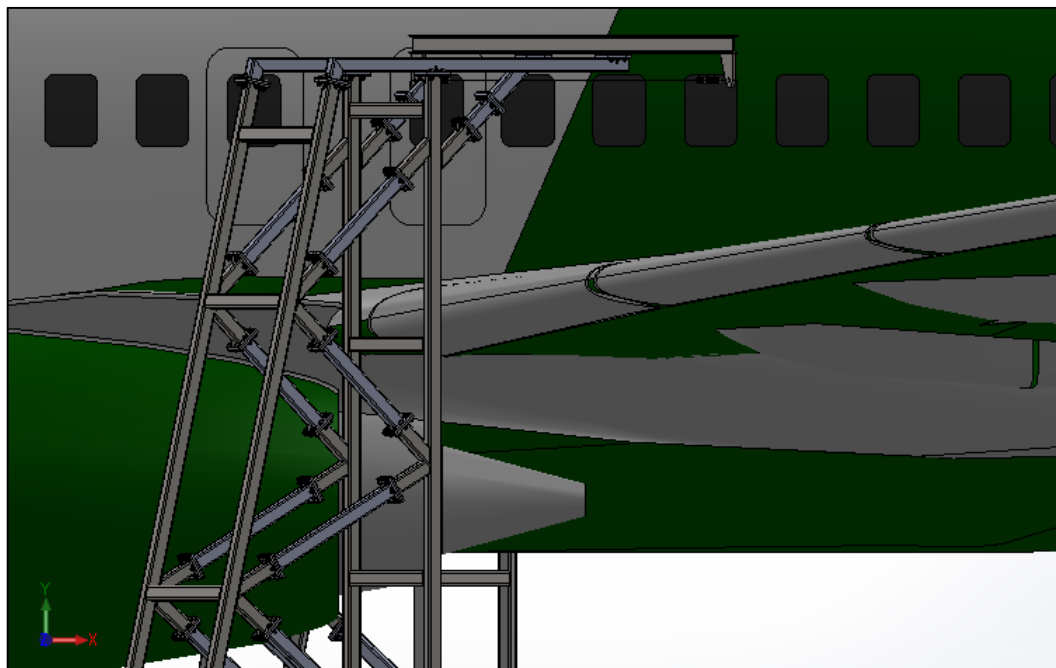


Imagen 35: Aproximación de la vista del avión con la estructura móvil
Fuente: Centro de Mantenimiento Aeronáutico.

Según la tabla 15, se puede evidenciar el cronograma de actividades que se realizarán para implantación de la presente propuesta.

Tabla 15: Cronograma de actividades enero a junio 2019

TIEMPO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Presentación de la propuesta a Gerencia	X	X	X																					
Entrega de documentación de la propuesta				X	X	X																		
Socialización de la propuesta al personal operativo del HANGAR							X	X	X	X	X													
Entrega de formatos de registros y control de los procesos												X	X	X	X	X								
Capacitación al personal en la estandarización del manual.																X	X							
Retroalimentación																		X	X					
Ejecución de la propuesta																				X	X			

Elaborado por: Ramiro Chanatásig
Fuente: DIAF-FAE-Latacunga

Costo y Administración

En la Tabla 16 se presenta el costo de la propuesta **Tabla 16:** Costo de la propuesta

COSTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN			
Descripción	Precio Unitario (\$)	Cantidad	Precio Total (\$)
Propuesta Manual de trabajo para tareas en altura con el diseño de anclajes fijos y móviles para los trabajos en el área de fuselaje y en el área de alas, como Medidas Preventivas de trabajos en alturas en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.	2.800,00	1	2.800,00
Capacitación (Logística) • Socialización de la propuesta	400,00	2	800,00
Manuales (Material físico) • Diseño • Transcripción • Impresión • Encuadernación	45,00	10	450,00
Construcción (Anclajes) • Anclaje móvil • Anclaje fijo	4.500,00 1.500,00	1 2	4.500,00 3.000,00
SUBTOTAL			11.550,00
Imprevistos 10%			1.155,00
COSTO TOTAL			12.705,00

Elaborado por: Ramiro Chanatásig

Fuente: Investigación Directa

La administración de la presente propuesta estará a cargo del Jefe de Seguridad de la DIAF-FAE sede Latacunga y del personal que interviene en el proceso de mantenimiento de aviones. Siendo necesario el compromiso de cumplimiento de cada una de las disposiciones y sugerencias emitidos en la propuesta.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Una vez que se aplicó la lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA) en cada uno de los procesos de la DIAF-FAE sede Latacunga, se pudo evidenciar que existe un incumplimiento de 43 de las 93 tareas totales, es decir de un 49% de incumplimiento, siendo las áreas de estructuras, aviónica y pintura las más críticas y donde es necesaria la implantación en lo que se refiere a anclajes fijos y móviles.
- El nivel de riesgo identificado en el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana-sede Latacunga, mediante la aplicación de la matriz de riesgos tiene un valor de 1200 lo que corresponde a un nivel crítico lo que hace que se requiera una intervención inmediata por parte de los organismos de control y encargados de la Seguridad y Salud Ocupacional.
- Se pudo realizar y recomendar un manual de tareas para trabajo en altura para el hangar de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana-sede Latacunga, considerando los procesos existentes en el mantenimiento de aeronaves y resaltando los anclajes fijos y móviles que contribuirán a minimizar los riesgos existentes actualmente.

Recomendaciones

- Realizar la medición, evaluación y control de los factores de riesgo utilizando todas las herramientas y métodos necesarios, con el fin de tomar las mejores medidas correctivas para la disminución de enfermedades y accidentes laborales en la DIAF-FAE sede Latacunga y así precautelar la salud y seguridad de los trabajadores.
- Se recomienda dentro del control de los factores de riesgo para trabajo en altura realizar charlas con los trabajadores con la finalidad de instruir sobre las medidas y procedimientos que se deben tener en cuenta en caso de emergencia causada por algún suceso imprevisto o repentino, para precautelar su salud y la de los demás.
- Ejecutar el manual de trabajo para tareas en altura para minimizar los factores riesgos de este tipo de tareas e implementar el diseño de medidas preventivas y correctivas por puesto de trabajo para mejorar las condiciones laborales con el propósito de controlar los factores de riesgos existentes y brindar a los trabajadores áreas seguras para que realicen sus actividades de mejor manera.

Bibliografía

Álvarez, G. (2013). Análisis de riesgos. Zaragoza.

Asfahl, R. (2008). Seguridad industrial y salud. México D.C: Pearson.

Azcuéñaga Linaza, I. (2008). Manual práctico para el auditor de prevención de riesgos laborales. Madrid: FC editorial.

Díaz Zazo, P. (2009). Prevención de riesgos laborales: seguridad y salud laboral.

González, B. (2011). Factores de riesgo de accidente de trabajo en empresas industriales. Madrid: eae.

Henao Robledo, F. (2009). Condiciones de trabajo y salud: diagnóstico integral. Bogotá: ECOE ediciones.

Hernández, F. Y. (2010). Metodología de la investigación. México DF: Mcgraw Hill.

Ibarra Velázquez, L. A. (2007). Tipos de investigación. Lima: Pearson.

BOTTANI, A. y DURRUTY, J.P., 2013. CRITERIOS DE ROTURA DE MATERIALES. *La Colmena: Revista de la Universidad Autónoma del Estado de México*, no. 80, pp. 40-42. ISSN 1405-6313.

IMAZ GUTIÉRREZ, R., 2015. Resistencia de Materiales. . S.l.: s.n., pp. 1-24.

ISASTUR, 2010. Manual Seguridad Isastur.

ISOTOOLS, ¿En qué consiste Sistema Gestión Seguridad Salud Trabajo(SG-SST)? 2016

LÓPEZ, A., 2014. La importancia de la prevención de riesgos en los trabajos en altura y suspensión.

MINISTERIO DEL TRABAJO ECUADOR, 2016. Seguridad y Salud en el Trabajo | Ministerio del Trabajo. [en línea]. [Consulta: 8 julio 2019]. Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>.

ANEXOS



DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA



Certificados: DGAC: No. N-01-DIAF, FAA: QQ6Y444Y, INAC: OMAC-E No. 512

CERTIFICADO

Latacunga ,02 de julio del 2019

Ing. María Belén Rúales
**DECANA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA (UTI).**
Presente. -

De mi consideración

Por medio del presente certifico que el Señor Srvp. **CHANATASIG LOMA SEGUNDO RAMIRO**, portador de la cédula de ciudadanía No. **0501728646**, llevó acabo en ésta Organización de Mantenimiento Aeronáutico (OMA-DIAF) de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea, el trabajo de titulación en la modalidad de Propuesta Metodológica con el tema: **“DISEÑO DE LA GESTIÓN PREVENTIVA PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS EN ALTURAS EN EL HANGAR DE LA OMA-DIAF SEDE LATACUNGA”**, por lo que dicho trabajo es avalado y aprobado, el mismo que servirá, para realizar las tareas de mantenimiento aeronáutico a distinto nivel con seguridad (Trabajos en alturas), cabe mencionar que se ha dado el respectivo seguimiento y recepción de acuerdo a las indicaciones tutoriales de la Ing. Naranjo Mantilla Olga Marisol, Mg.

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad, facultado al interesado hacer uso de este documento como estime necesario.

Atentamente,

Sgop. Téc. Avc.
Ing. Terán Estrella Danny
TÉCNICO DE SEGURIDAD Y SALUD OCCUPACIONAL OMA-DIAF



Sgos. Téc. Avc.
Ing. Guisado Narea Cesar
JEFE DE TALENTO HUMANO



Matriz: Voz Andes N41-63 y Mariano Echeverría | Quito – Ecuador | Telf: PBX (593-2) 246 5809 / 810 / 811 / 812 - 243 5950 / 244 59 04 Fax: (593-2) 246 5813
CEMA: Aeropuerto Internacional Cotopaxí | Tel: (593-3) 2385035 / 2385007 | Fax: (593-3) 2385071 (Latacunga)

www.diaf-ecu.gob.ec

Anexo 1: Lista de chequeo para trabajos en altura de la Administradora de Riesgos Laborales SURA- Colombia (ARL-SURA)

LISTA DE CHEQUEO	
Empresa:	Ciudad:
Área/Proceso:	Fecha de realización del Trabajo (dd/mm/aaaa):
Lugar de Trabajo:	Hora de Inicio (a.m. /p.m.):
Ubicación donde se realiza el trabajo:	Hora de finalización (a.m. /p.m.):
Tipos de trabajos en alturas a realizar:	

Altura aproximada a la cual se va a desarrollar la actividad: _____ mts.				
ANÁLISIS DE LA TAREA				
ITEMS	DESCRIPCIÓN	Si	No	N/A
PLANEACIÓN DE LA LABOR				
1	Se cuenta con procedimiento específico y claro para la labor a desarrollar.			
2	Se dispone de los elementos necesarios para trabajar en alturas.			
3	El personal está certificado para desarrollar trabajos en altura.			
4	Se verifico que los sistemas de acceso cumplan con la distancia mínima de separación de 1.2 metros de circuitos eléctricos energizados.			
ÁREA DE TRABAJO				
5	El área de ejecución de la labor se encuentra limpia, ordenada y es óptima para la ejecución de la tarea.			
6	Se señalizó y delimito el área de trabajo, teniendo en cuenta la zona de caída.			
EPP Y VERIFICACIÓN DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CAÍDAS				
7	Casco con barboquejo de tres puntos de apoyo			
8	Guantes			
9	Botas de seguridad			
10	Gafas de seguridad			
11	Protección auditiva			
12	Están los trabajadores autorizados entrenados en el uso de los EPP y el sistema de protección contra caídas.			
13	Están todos los elementos de protección contra caídas en buen estado.			
VERIFICACIÓN DE PUNTOS DE ANCLAJE Y CONECTORES				
14	Si el trabajo requiere el uso de una línea de vida o dispositivo fijo, está debidamente certificada.			
15	Existen puntos de anclajes seguros (Certificados, estructurales, autorizados).			
16	Se tienen adaptadores de anclaje certificado y en buen estado.			
CALCULO DE DISTANCIA DE CAÍDA LIBRE				
VARIABLE	Ingrese valores			
A: Altura del trabajador				
B: Longitud de la Eslinga				
C: Absolvedor de choque	1,06			
E: Factor de seguridad	0,9			
D: Distancia de caída				
F=Distancia de Caída libre				
¿La distancia anclaje-obstáculo es mayor o igual a la distancia libre de caída?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Si la respuesta es NO, la configuración del sistema utilizado no es segura. Evalué el uso de un sistema de restricción.		
PLAN DE RESCATE				
17	Se conoce el plan de respuesta a emergencia del área.			
18	En el desarrollo de su tarea es observado de forma continua.			
Cedula, Nombres y Apellidos (Ejecutor)			Firma	
Nombre y Cedula de la persona que autoriza			Firma	

Fuente: ARL SURA

Anexo 2: Informe de carga para soporte Fijo

INFORME DE CARGA PARA SOPORT (ESTABILIZADOR VERTICAL) E.V. (Línea de Vida)

ANTECEDENTES:

La necesidad de realizar trabajos ya sean de pintura, estructuras o mantenimiento en la parte superior del fuselaje de las aeronaves se colocó una cuerda de seguridad la cual va desde el borde de ataque del estabilizador vertical mediante un soporte diseñado para anclarse en el soporte móvil. A la estructura del hangar del CEMA y los cuales no tienen un sustento técnico documentado de sus capacidades para soportar ciertos pesos de los técnicos que realizan trabajos en dicha zona.

DESARROLLO:

Al caer desde una cierta altura estando amarrados con una cuerda se producen varios sucesos simultáneos. Toda la energía potencial que habíamos ganado con la altura se convierte en cinética que se transforma en una fuerza de choque contra el cuerpo, cuerda y punto de anclaje.

Desde un enfoque físico tenemos los siguientes puntos:

1. Altura de la caída - factor de caída
2. Elongación de la cuerda - módulo de Young
3. Peso - energía potencial - fuerza de choque

De estos factores los que nos interesa conocer son la elongación de la cuerda y la fuerza de choque producida al momento de la caída con un peso determinado.

- **Elongación de la cuerda**

Módulo de elasticidad longitudinal o de Young

El módulo de Young para materiales lineales como estas cuerdas sería:

Ecuación 1 Módulo de Young

$$E = \frac{FL}{SX}$$

Dónde:

E: es el módulo de elasticidad longitudinal.

σ: es la presión ejercida sobre el área de sección transversal del objeto.

ε: es la deformación unitaria en cualquier punto de la barra.

X: es lo que ha estirado o alargado la cuerda

F: es la fuerza de choque

S: es la sección de la cuerda.

L: longitud de la cuerda EN donde esta sujetado el técnico.

- **Fuerza de choque**

El límite que puede soportar un cuerpo humano es 12kN de fuerza de choque en condiciones normales.

Según la información consultada la fórmula de la fuerza de choque se puede definir:

Ecuación 2 Fuerza de choque

$$F = mg + mg \sqrt{1 + \frac{2ESf}{mg}}$$

Dónde:

f: es el factor de caída

h: altura de caída

l : longitud de cuerda (cola de mono)

$$f = 1 - \frac{h}{l}$$

Trabajador con cuerda de seguridad de 2m amarrado 2m por encima tiene un factor de caída de 0
 Trabajador con cuerda de seguridad de 2m amarrado 1m por encima tiene un factor de caída de 0,5

Antes de efectuar la prueba de elongación de la cuerda procedemos a calcularla con datos que conocemos.

Se procedió a realizar una estimación de los pesos ordinarios que normalmente soportarían las mismas.

De éstos, los pesos más comunes son los técnicos con su respectiva caja de herramientas; tomando en cuenta estos pesos predefinidos, se ha elaborado una tabla de pesos promedios los cuales serán utilizados como referencia para establecer un límite de carga permisible para la cuerda perteneciente al CEMA.

ITEM	PESO PROMEDIO (Kg)
Técnico	85
Caja de herramientas	15
TOTAL	100

Tomado como referencia los pesos de la tabla, las características físicas de la cuerda y alturas a la que trabajan los técnicos, se procede a realizar los cálculos para obtener la **elongación de la cuerda "X"**:

$L = 22,5m$.

$S = \pi$ por el radio de la cuerda al cuadrado $(0,01m)^2 = 3,1415 \times 10e-4 m^2$

$E = 3 \times 10e8$

$h = 1m$.

$l = 2m$.

Factor de caída

$$f = 1 - \frac{1}{2} = 0,5$$

Fuerza de choque

$$F = 100(9,8) + 100(9,8) \sqrt{1 + \frac{2(3 * 10e8)(3,1415 * 10e-4)(0,5)}{100(9,8)}}$$

$$F = 10,640 \text{ KN}$$

Elongación de la cuerda

$$X = \frac{FL}{SE} = X = \frac{(10640N)(22,5m)}{(3,1415 * 10e-4 m^2)(3 * 10e8 \frac{N}{m^2})}$$

$$X = 2,5m.$$

Con la fuerza de choque verificamos si el soporte q va anclado en el **E.V.** Está diseñado para soportar el peso estimado.

Procedemos a calcular la fuerza de corte que soporta dicho soporte el cual esta soldado a dos placas y estas a su vez están sujetas con 12 tornillos de diámetro de 3/16 (0.0047m) Iluminan Abloy al **E.V.**

Fuerza al corte en los tornillos.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ : tensión de corte del aluminio = 276 x 10e6 Par.

A: Área de corte

$$A = 12 \times \pi \times r^2$$
$$A = 12 \times \pi \times 0.00235^2$$
$$A = 2.08 \times 10e-4$$

$$F = (276 \times 10e6) \times (2.08 \times 10e-4)$$
$$F = 57,40 \text{KN.}$$

Fuerza al corte de la soldadura.

$$0.4 \sigma \times A = F$$

$$F = 0.4\sigma(\text{fluencia}) \times A$$

Donde:

σ : tensión de Fluencia del aluminio

0.4 σ : tensión de corte de la soldadura = 0.4(310 x 10e6 Par.)

A: Área de corte

$$A = 2(0.050 \times 0.010) \text{ m}^2$$
$$A = 0.0005$$

$$F = 62,00 \text{KN.}$$

Una vez con estos datos se procede a efectuar la prueba, se comprueba que la cuerda y el soporte diseñado para colocar en el estabilizador vertical soportan el peso del técnico y su elongación este está dentro de lo permitido para que no sufra ninguna lesión.

CONCLUSIONES:

Todas las cuerdas pertenecientes al CEMA soportan las cargas y pesos de trabajo que normalmente se generan en caso de una caída de un técnico del CEMA.

RECOMENDACIONES:

Se mantenga el programa de mantenimiento preventivo por parte del personal de Equipos de Apoyo del CEMA

Nunca exceder en el peso de carga máxima recomendado por este estudio de Ingeniería en las cuerdas pertenecientes al CEMA.

Ing. Milton Grandes

AUXILIAR DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA.

Anexo 3: Evidencia fotográfica



Descripción: Trabajos sobre fuselaje en aviones comerciales.



Descripción: Trabajos sobre fuselaje en aviones comerciales.



Descripción: Charla sobre trabajos en alturas, en el
Mantenimiento de aeronaves comerciales.



Descripción: Trabajo de campo para el diseño de los anclajes.



Descripción: Trabajo de campo para el diseño de los anclajes.



Descripción: Trabajo de campo para el diseño de los anclajes.

Anexo 4: Planos de los anclajes

PLANOS: ANCLAJES FIJOS

PLANOS DEL ANCLAJE MOVIL

Anexo 5:Manual para trabajos en alturas

DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA

UBICACIÓN LATACUNGA



UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD
OCUPACIONAL

MANUAL DE TRABAJO PARA TAREAS EN ALTURA

CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019


Versión: 01

ÍNDICE

ÍNDICE	2
TRABAJO EN ALTURAS	5
1. OBJETO	5
2. ALCANCE	5
3. IMPLICACIONES Y RESPONSABILIDADES	5
4. GLOSARIO Y DEFINICIONES	6
5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO	7
6. FASE PREVIA DE TRABAJO	7
7. PUNTOS CLAVE DE SEGURIDAD	8
7.1. MEDIDAS DE CONTROL	8
7.1.1. Requisitos y exigencias	9
7.1.2. Instrucciones sobre el uso correcto de los sistemas de protección contra caídas de altura	10
8. EQUIPOS DE TRABAJO NECESARIOS	10
8.1. MANTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO/SISTEMA	
11	
8.1.1. Arnés de cuerpo completo (Tipo paracaídas)	13
8.1.2. Aplicaciones	14
8.1.3. Línea de Sujeción	15
8.1.4. Línea de Vida Vertical	16
8.1.5. Anclaje o Punto de Anclaje	17
8.1.6. Estándares	18
8.1.7. Estándares en Líneas de Vida Horizontales	19
8.1.8. Instalación	20
8.1.9. Líneas de Vida Verticales	21
8.1.10. Condiciones generales de seguridad	22
8.2. EQUIPAMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ALTURAS	24
8.2.1. Brazo Telescópico	24
8.2.1.1. Las características del brazo telescópico articulado	25
8.2.1.2. Las ventajas y características del brazo telescópico articulado	
25	
8.2.1.3. Seguridad en el área de trabajo	26
8.2.2. Anclajes Fijos	27
8.2.3. Anclaje móvil	28

8.2.3.1.	Instalación de la línea	29
8.2.3.2.	Seguridad de las personas que realizan la instalación.....	29
8.2.3.3.	Utilización de la línea de anclaje.....	29
8.2.3.4.	Mantenimiento y revisiones	30
8.2.3.5.	Elementos de protección personal para trabajos en altura	31
9.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	35

FECHA (AA/MM/DD)	MODIFICACIONES	RESPONSABLE MODIFICACIÓN

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 5 de 35
Trabajo en Alturas		

TRABAJO EN ALTURAS

1. OBJETO

El objeto de este instructivo es establecer las fases de trabajo y los puntos clave de seguridad que deberán seguirse durante la realización de trabajos en altura de la Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana Ubicación Latacunga.

2. ALCANCE

Este manual se aplicará para todos los trabajos en altura que se realizará en el Dirección de la Industria Aeronáutica de la Fuerza Aérea Ecuatoriana Ubicación Latacunga.

3. IMPLICACIONES Y RESPONSABILIDADES

Los encargados de las diversas unidades funcionales velarán por el cumplimiento de la presente instrucción de trabajo, asegurándose de que todo el personal afectado la conoce perfectamente y está debidamente instruido para realizar las tareas encomendadas, contando con la autorización pertinente.

Los técnicos en seguridad instruirán a los trabajadores a su cargo que deban realizar trabajos en altura y comunicarán al jefe de la unidad funcional correspondiente cuando éstos hayan completado su formación.

El encargado de mantenimiento deberá cerciorarse de que ninguno de sus operarios inicie el trabajo sin disponer de su correspondiente autorización. También será el responsable de los dispositivos de seguridad establecidos.

El técnico designado con funciones preventivas efectuará las mediciones ambientales necesarias.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 6 de 35
Trabajo en Alturas		

Los trabajadores sólo podrán realizar tareas en alturas cuando dispongan de la autorización pertinente, extendida por el jefe del área, con el visto bueno del encargado del área funcional y a su vez dispongan del permiso de trabajo correspondiente, en los casos que amerite.

4. GLOSARIO Y DEFINICIONES

Trabajos en altura: Se entiende por “trabajo en altura” es todo trabajo que se realiza a más de 1.8 m del nivel del piso donde se encuentra el trabajador y que presenta riesgo de caída libre desde esa altura.

Amortiguador de Impactos: Es un dispositivo diseñado para disipar la energía del impacto en caso de caídas reduciendo la fuerza máxima de suspensión y ampliando la distancia de desaceleración.

Anclaje o punto de anclaje: Es la parte estructural, fuerte o punto seguro el cual se emplea para fijar o conectar cualquier sistema/equipo de protección contra riesgos de caída accidental, tales como: líneas de vida y líneas de sujeción con dispositivo amortiguador de impacto.

Arnés de cuerpo completo: Es un arnés industrial de cuerpo completo o arnés de sujeción para detener la caída libre o severa de una persona, siendo obligación para todo el personal que trabaja en altura a 1.80 metros o más.

Caída a distinto nivel: Palabra con la cual se identifican las personas que trabajan en altura, sobre el nivel del piso y que tienen riesgo de caída.

Colas de Seguridad: Es un accesorio parte del arnés, que utiliza el trabajador en los trabajos de altura, para cambio de posición y de seguridad ante caídas.

Estrobo: Elemento de Conexión de material flexible, el que, en conjunto con un amortiguador de impacto, se utiliza como un sistema de conexión en (SPDC)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 7 de 35
Trabajo en Alturas		

Línea de Vida: Son componentes de un sistema/equipo y protección de caídas, consistentes en una cuerda de nylon o cable de acero galvanizado instalada en forma horizontal o vertical, estirada y sujeta en tres o dos puntos de anclaje para otorgar movilidad al personal que trabaja en áreas elevadas.

Sistema para detención de caídas (SPDC): Conjunto de componentes y subsistemas interconectados.

5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO

Los sistemas o equipos de protección contra riesgos de caídas en altura, como arneses, líneas de sujeción, líneas de vida u otros dispositivos de seguridad, son elementos y componentes esenciales para proteger la integridad de cada trabajador que deba realizar trabajos en altura, por lo tanto, cuando se realicen trabajos en altura física es obligación que el trabajador utilice un sistema de protección contra caída de acuerdo al trabajo a realizar.

Riesgos

Lesiones por caídas de distinto nivel debidas a:

- Desplome de andamios.
- Caídas al vacío por plataformas de trabajo inadecuadas.
- Caídas al vacío por no usar arnés de seguridad.
- Riesgo al subir, al trabajar y al bajar.
- Riesgo ante eventual rescate.
- Caída desde distinto nivel al realizar trabajos sobre andamios, escalas, plataformas, etc.
- Caída de materiales, herramientas, despuntes, escorias, cascos, etc., sobre personas que transitan bajo el área de trabajo.

6. FASE PREVIA DE TRABAJO

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 8 de 35
Trabajo en Alturas		

Antes de la ejecución de los trabajos en altura, realizar el siguiente análisis:

1. Verificar que se dispone de Autorización de Trabajo cumplimentada por el responsable del departamento y del área funcional, en casos que amerite.
2. Verificar que se dispone de los equipos de trabajo necesarios.
3. Asegurarse de que los **equipos de protección individual** disponibles (cinturón de seguridad con arnés, arnés, conectores, cuerda de seguridad, sistemas anticaídas retráctil...) son los adecuados.
4. Asegurarse de que los equipos reúnan los **requisitos y estándares de seguridad establecidos**.
5. Antes de encontrar una solución - debe evaluarse el peligro y superficie de trabajo.
 - a. ¿Cuáles son las condiciones y conductas que deben considerarse?
 - b. ¿Cómo se llega al área de trabajo?
 - c. ¿Cuáles son los peligros debajo del área de trabajo?
 - d. ¿Cuán alta se encuentra el área de trabajo?
 - e. ¿Existen hoyos o grietas debajo o alrededor del área de trabajo?
 - f. ¿Hay peligro de resbalar o tropezar alrededor del área de trabajo?
 - g. ¿Cuán difícil es rescatar a alguien si cae? ¿Existe líneas eléctricas en el área de trabajo?

7. PUNTOS CLAVE DE SEGURIDAD

7.1. MEDIDAS DE CONTROL

- Las plataformas de trabajo deben estar protegidas del vacío en todo su perímetro libre, por una barandilla que impida la caída de personas y materiales.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 9 de 35
Trabajo en Alturas		

- En todos los trabajos en altura se aislarán y señalizarán las zonas de paso de los niveles inferiores para evitar daños por posibles caídas de objetos, materiales o herramientas.
- Los medios de protección de caídas tienen que ser colocados correctamente y mantener en buen estado, y no deben ser manipulados, modificados, ni mucho menos eliminados.
- Todos los componentes del sistema de protección contra caídas en altura (arnés, Colas de seguridad, amortiguadores de impacto etc.), deberán ser sometidos a inspecciones visuales antes de cada uso, para detectar signos de daño deterioro o defectos.
- Las líneas de sujeción o estrobos, línea de vida, sujetadores de caída o dispositivos de agarre de seguridad, deslizadores o carretillas de cable de acero, línea de vida retractiles y las piezas metálicas o accesorios de conexión que están expuesto a ambientes de atmósferas adversas, las inspecciones y revisión estos se deberá efectuar trimestralmente o una frecuencia mayor dependiendo de las condiciones a que están sometidos, inspección que deberá quedar en el formulario de inspecciones del DIAF.
- La inspección completa de los sistemas o equipos de protección personal contra riesgos de caídas de trabajos en altura, deberá ser realizada por personas responsables y competentes, con conocimientos y experiencia necesarias para revisar correctamente el equipo/sistema.
- Deberá evaluar superficie de trabajo en altura, para una buena selección del arnés, con anillos D en el espaldar, la cadera y doble línea de vida.

7.1.1.Requisitos y exigencias

Todos los equipos y sistemas de protección personal contra riesgos de caídas en trabajos en alturas deberán estar aprobados y contar con la certificación, de acuerdo a las normas oficiales vigentes.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 10 de 35
Trabajo en Alturas		



7.1.2. Instrucciones sobre el uso correcto de los sistemas de protección contra caídas de altura

Al trabajador se le deberá proporcionar toda la información necesaria contenida en este instructivo y aquella específica que se requiera sobre los riesgos de caída en altura, que estén asociados a las operaciones a distinto nivel.

La capacitación deberá contemplar la siguiente información:

- Riesgos de trabajo en altura.
- Uso correcto de los sistemas / equipos de protección personal (instrucciones de uso).
- Componentes del sistema de protección contra caídas de altura.
- Limitaciones de uso del equipo.
- Instalaciones requeridas.



Sistemas de anclajes correctos

- Técnicas de correctas de conexión de los distintos componentes de los sistemas/equipos.
- Inspección periódica del sistema/equipo que debe efectuar el usuario.

8. EQUIPOS DE TRABAJO NECESARIOS

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 11 de 35
Trabajo en Alturas		

El mando responsable velará por la dotación de equipos de protección individual (arnés, conectores, cuerda de seguridad, sistemas anticaídas retráctil...) y por la de los equipos de trabajo a utilizar (escaleras, plataformas, materiales, sistema de iluminación adecuado...) antes de autorizar la realización del trabajo (ver procedimiento de permisos de trabajo...).

8.1. MANTENCIÓN Y ALMACENAMIENTO DEL EQUIPO/SISTEMA

El resultado de la inspección y/o cualquier deficiencia que no cumpla con las especificaciones y requisitos definidos y establecidos en este reglamento, deberá quedar debidamente anotado dejando constancia escrita de la fecha de cada inspección de los equipos y las observaciones que se efectúen, con la firma y nombre de la persona que efectuó la inspección en el registro de la inspección de equipos y sistemas de protección personal contra riesgos de caídas en altura.

- Los sistemas o equipos que presenten cualquier alteración, anomalía o condición subestándar, deberán ser retirados y eliminados del servicio de inmediato.
- Todos aquellos sistemas o equipos de protección personal contra riesgos de caídas en trabajos en altura que hayan sido sometidos a impactos accidentales, debido a una caída libre o a una prueba de ensayo deberán ser retirados (cinturones, arneses, amortiguador de impacto) y eliminados del servicio, ya que los accesorios pueden haber quedado afectados por un exceso de tensión y debilitados.
- Cada componente del sistema o equipo de protección deberá ser inspeccionado por el usuario antes de cada uso para detectar componentes dañados, averiados, daños en las conexiones o acoples, desgaste, roturas, señales de deterioro y las condiciones subestándares que involucren riesgo para el usuario al usar el sistema o equipo.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 12 de 35
Trabajo en Alturas		

- En caso de evidencia de cualquier deterioro, defecto o condición subestándar, deberá ser reportada e informada debidamente por el usuario a su jefatura directa o al Departamento de Prevención de Riesgos.
- Durante la inspección, se deberá efectuar una revisión completa del equipo/sistema y se deberá colocar especial atención a detectar la presencia de las siguientes señales de daño o deterioro:
 - Corte o rotura del tejido o correa como fibras externas cortadas o desgastadas.
 - Grietas.
 - Quemaduras.
 - Desgastes o desgarros.
 - Estiramiento o elongación excesivos. Deterioro general.
 - Defectos de funcionamiento.
 - Corrosión por exposición a ácidos o productos químicos.
- Ganchos o mosquetones defectuosos o deformados, o resortes con fallas, ajuste inadecuado o incorrecto de los cierres de resorte.
- Accesorios metálicos como hebillas, argollas en “D”, remaches, etc. con grietas.
- Trizaduras, deformaciones o piezas con desgaste excesivo.
- Los sistemas o equipos de protección personal, contra riesgos en trabajos de altura deberán tener una etiqueta autoadhesiva que identifique al dueño del equipo y codificación con el número del equipo.
- Almacenaje de los Sistemas o Equipos de Protección Personal para Trabajos en Altura con Riesgos de Caídas.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 13 de 35
Trabajo en Alturas		

- Los sistemas o equipos deben ser almacenados en un lugar seco y fresco, donde no reciban luz solar directamente.
- Sistemas, Equipos y sus Componentes de Protección para Trabajos en Altura

8.1.1. Arnés de cuerpo completo (Tipo paracaídas)



El arnés industrial de cuerpo completo o arnés de sujeción completa del cuerpo, es parte de un sistema o equipo de protección para detener la caída libre de una persona, siendo su uso obligatorio para todo el personal que trabaje en altura a 1,80 metros o más.

- Se utiliza especialmente en aquellos casos en que la persona deba trasladarse o moverse de un lado a otro en alturas superiores o iguales a 1,80 metros.
- El arnés de cuerpo completo está compuesto de correas, cintas tejidas de nylon, poliéster o de otro tipo que se aseguran alrededor de cuerpo de una persona, de tal manera que, en caso de sufrir una caída libre, las fuerzas de la carga de impacto que se generan al frenar una caída, se distribuyan a través de las piernas, caderas, el pecho y los hombros dirigiendo las presiones hacia arriba y hacia afuera. Esta condición contribuye a reducir la posibilidad de que el usuario sufra lesiones al ser detenida su caída.
- El arnés contiene, además, los elementos de acople necesarios para permitir la conexión con el sistema de detención de caídas (argollas tipo "D") a una línea de sujeción o estrobo, a una línea de vida o a un dispositivo amortiguador de impactos, o dispositivo de desaceleración o absorción de impacto.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 14 de 35
Trabajo en Alturas		

- El arnés para el cuerpo, a diferencia del cinturón en caso de una caída, distribuye las fuerzas del impacto sobre una superficie mayor del cuerpo que el cinturón de seguridad (tipo cintura), y tiene la ventaja de mantener en posición vertical a una persona en caso de caída.

8.1.2. Aplicaciones

El arnés industrial de cuerpo completo debe ser utilizado por personas que deban efectuar trabajos en altura o transitar sobre estructuras permanentes incompletas, por los bordes de un envigado de acero a 1.80 metros o altura desde el piso, o cercano a una superficie incompleta, cuando haya aberturas en el piso o espacios abiertos en el suelo, en andamios suspendidos, en andamios con superficies o barandas incompletas.

El arnés de cuerpo completo debe ser utilizado para aplicaciones industriales en donde la caída libre excede de 1,80 metros.

- Estructuras permanentes incompletas.
- En techos inclinados cualquiera sea el ángulo de inclinación.
- A 3 metros de la orilla de un techo desde un piso provisorio elevado.
- Al remover tablonos de un techo desde un piso provisorio elevado.
- Mientras se efectúan trabajos en una plataforma de elevación con accionamiento eléctrico o mecánico.
- En bordes de un envigado de acero a más de 1.80 metros el piso o nivel de trabajo. Cercano a una superficie de trabajo incompleta.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 15 de 35
Trabajo en Alturas		



- Al efectuar tareas sobre un andamio. Durante todo el tiempo que la persona permanezca en el andamio deberá estar amarrado a la estructura resistente más cercana.
- Al efectuar trabajos suspendidos en canastillos colgantes aprobados, deberá engancharse al gancho de la grúa.

8.1.3.Línea de Sujeción

También denominada como, tirante y cuerda o cola de seguridad, la línea de sujeción es un componente de un sistema o equipo de protección para limitar y/o detener una caída, restringiendo el movimiento del trabajador o limitando la caída del usuario.

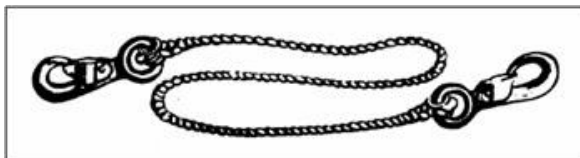
Está constituida por una cuerda de perlón o por una línea o estrobo de cable de acero galvanizado revestido en goma (para trabajos con temperatura). Tiene como función unir el cuerpo de una persona conectando su arnés de seguridad a un sujetador de caída o línea de vida, a un amortiguador de impactos (opcional), o a un conector de anclaje.

- Las líneas de sujeción o estrobos son de longitud corta, entre 1,2 y 1,80 metros.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 16 de 35
Trabajo en Alturas		

- En ambos extremos las líneas de sujeción están unidas, generalmente a uno o más ganchos mosquetones que se utilizan para conectar el arnés y la línea de vida.



Equipos Sugeridos:

1. Línea de vida horizontal Sure-Line MSA
2. Sistema de línea de vida horizontal con torniquete
3. Cable de acero inoxidable 6x36 de 3/8" (9,5 mm)
4. Amortiguador Integral
5. Cada línea puede ser usada por un máximo de 2 personas a la vez.

8.1.4.Línea de Vida Vertical

Está compuesta de una cuerda de perlón de 5/8" de diámetro, dispuesta verticalmente para detener la caída de una persona al subir torres de acero para líneas de transmisión, postes, plantas térmicas de energía, antenas transmisoras, escalas de gato, lugares de construcción de edificios, minas y otras estructuras de altura.

- La línea vertical puede estar sujeta sólo en el extremo superior al acople de anclaje y caer libremente en sentido vertical hasta el piso, permitiendo el deslizamiento del conector del sistema de protección de caída, en este caso un dispositivo de agarre de seguridad o sujetador de caídas que se desliza sobre la línea de vida.
- La línea vertical también puede estar sujeta y tensada en el extremo superior e inferior en caso que la línea vertical sea de cable de acero.
- Las líneas de vida verticales se usan por una sola persona.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 17 de 35
Trabajo en Alturas		

- Las líneas de vida verticales se mantendrán aplomadas mediante un pequeño peso en su extremo inferior o una fijación apropiada.

8.1.5. Anclaje o Punto de Anclaje

- Es la parte estructural, fuente o punto seguro el cual se emplea para fijar o conectar cualquier sistema/equipo de protección contra riesgos de caída accidental tales como líneas de vida y líneas de sujeción con dispositivo amortiguador de impactos.
- El anclaje deberá resistir a lo menos 5.000 libras por cada persona o sistema/ equipo de protección personal que se conecte.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 18 de 35
Trabajo en Alturas		

CORREA DE CONEXION DE ANCLAJE



- Extensión estándar de 5 pies
- Anillo en "D" sobre un extremo y lazo cosido sobre el extremo opuesto

CONECTOR DE ANCLAJE EN PLACA EN "D"



- Ofrece un punto de anclaje
- Se emperna a vigas o columnas
- También es disponible en contrachapa de de 8X8 pulgadas, fabricada de Aluminio anodizado negro para conexión a muros de hormigón

BROCHE DE ALAMBRE



- Disponibles en tres tamaños, para acomodar un amplia gama de estructuras
- Instalación fácil y sencilla

8.1.6.Estándares

Arneses de Cuerpo Completo (tipo paracaídas)

- Los arneses deberán ser fabricados en un material (nylon, poliéster o de otro tipo) que permita que el producto terminado soporte sin sufrir daños, el ensayo de impacto descrito, para cada tipo en NCh 1258/2.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 19 de 35
Trabajo en Alturas		

- El arnés deber contener, además, los elementos de acople necesarios para permitir la conexión con el sistema de detención de caídas (argollas tipo “D”) a una línea de sujeción o estrobos.
- Todo arnés de seguridad para el cuerpo completo, destinado a trabajos de altura, deberá contar con dos líneas de sujeción o estrobos para desplazamiento y garantizar la protección contra caídas.
- El trabajador usuario de un arnés deberá mantener a lo menos, una línea de sujeción asegurada en todo momento, ya sea en sentido vertical, horizontal o combinado, cuando trabaje a más de 1,50 metros sobre el piso o nivel de trabajo.

8.1.7.Estándares en Líneas de Vida Horizontales

En todo trabajo que se efectúe en altura, sea estructural, sobre techo, obras civiles y otras labores, se deberá instalar líneas de vida o cables de acero horizontales de 1/2” de diámetro (13 mm.) con sus extremos fijos a la instalación existente, con el propósito de permitir que el personal pueda enganchar o fijar en las líneas de vida, la línea de sujeción o estrobo de su arnés de seguridad y facilitar su desplazamiento y movilidad bajo condiciones que garanticen seguridad en niveles elevados.

- La línea de vida estará sujeta de sus extremos a la instalación se deberá conectar entre dos puntos de anclaje mediante grapas tipo Crosby (tres en cada extremo), con la tensión suficiente para que en caso de ocurrir una caída el desplazamiento vertical sea mínimo.
- La línea de vida deberá ser tensada con un elemento tensador de línea a no menos de 200 Kg. de torque.
- Se prohíbe el uso de cordeles de fibras u otros elementos de sujeción en trabajos de altura para reemplazar cables de acero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 20 de 35
Trabajo en Alturas		

- Las líneas de vida no deberán ser utilizadas para ningún otro propósito sino el de otorgar un sistema de seguridad contra caídas, permitiendo el desplazamiento del trabajador.
- La distancia máxima de una línea de vida será de 15 metros entre extremos.
- Las líneas de vida deberán ser sólo de cable de acero.
- El extremo libre de las líneas de vida se deberá someter a una terminación que evite el deshilachado, estas no deben estar en contacto con aristas vivas.
- Las líneas de vida deberán tener una inspección previa cada vez que se utilice por personal competente y responsable. Las inspecciones deberán quedar registradas en hojas de registro o listas de chequeo.
- Cualquier sistema de línea de vida y/o dispositivos de protección que estén dañados o presenten señales de deterioro, deberán ser retirados inmediatamente del servicio y restituidos.
- Las líneas de vida deberán ser fijadas a anclajes que deberán resistir un mínimo de 2.268 kg. por cada persona asegurada o sistema de acoplado.
- Las líneas de vida horizontales deberán ser usadas como máximo por cuatro personas entre soportes, a la vez.

8.1.8. Instalación

- Todas las líneas de vida horizontales instaladas en anclajes como estructuras de acero tipo esqueleto (ejemplo rack de tuberías) deberán ser de cables de acero de 1/2" de diámetro como mínimo y deberán estar aseguradas a cada extremo por tres prensas tipo Crosby.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 21 de 35
Trabajo en Alturas		

- Cuando el cable o línea de vida esté en contacto directo con los ejes de las vigas, deberán instalarse elementos que eviten el daño o deterioro del cable con las partes angulosas o agudas de las vigas.
- Las líneas de vida horizontales deberán ser instaladas y mantenidas sólo por personal competente, que tenga conocimiento necesario de prácticas en movimientos de cargas para instalar y mantener la seguridad del sistema.
- Las líneas de vida deberán ser instaladas de tal manera que permitan un adecuado movimiento en todas las áreas de las estructuras, mientras se mantenga un sistema de protección contra caídas para las personas.
- El personal que deba instalar las líneas de vida, deberá protegerse de las caídas en todo momento usando líneas de sujeción retráctiles.

8.1.9.Líneas de Vida Verticales

Las líneas de vida verticales, como parte de un sistema o equipo completo de detención de caídas, se utilizarán como un sistema/equipo de protección contra caídas durante el desplazamiento vertical del personal que debe ascender o descender por escalas fijas verticales, postes, torres de acero para líneas de transmisión, antenas transmisoras, minas, trabajos de ingeniería civil y otras estructuras ubicadas en altura.

- Las líneas de vida verticales están construidas con cordel perlón de 5/8" de diámetro.
- Las líneas de vida verticales deberán ser usadas por una persona a la vez.
- Este tipo de protección contra caídas podrá ser usado también contra riesgo de caídas en operaciones como la construcción de andamios y montajes de

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 22 de 35
Trabajo en Alturas		

estructuras de acero donde los puntos de amarre o fijación están limitados y se requiera un movimiento vertical.

8.1.10. Condiciones generales de seguridad

1. Las herramientas, accesorios a utilizar deben permanecer amarradas, con una cuerda que facilite el uso y evite su caída libre.
2. Para subir o bajar herramientas, materiales o cualquier objeto debe hacerse en forma cuidadosa y segura, a través de un receptáculo y/o cordel.
3. En todo trabajo efectuado en altura, donde se use oxicorte y/o soldadura al arco, se deberá hacer uso de cinturón de seguridad con estobos metálicos, lo cual impedirá la caída por quemadura de la cuerda.
4. Los estobos deben revisarse por el supervisor y/o capataz, al momento de ser usados
5. Los estobos que presentan picaduras, cables cortados, cocas, bucles, etc., deberán ser retirados del área de trabajo y darlos de baja.
6. En el momento del montaje, a la pieza se le deberá colocar "vientos". Con el fin de ayudar al operador para guiar la pieza al punto del montaje.
7. En toda maniobra de izaje los estobos deben estar protegidos contra deslizamientos y en los puntos de contacto con la pieza, disminuyendo así el desgaste o destrucción de los estobos. Para proteger los estobos o eslingas deben usar medias cañas.
8. Los trabajadores que hagan maniobra "No deben mover la carga con las manos ni colocarse bajo de ella".

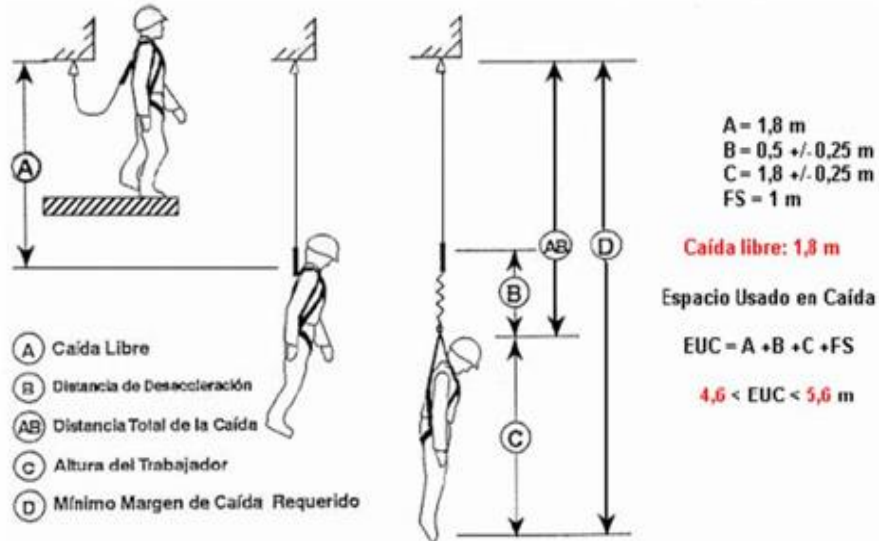
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 23 de 35
Trabajo en Alturas		

9. Bajo la zona de montaje, en la superficie se deberá aislar el área con cintas de seguridad y letreros que indiquen " Peligro Trabajos en Altura", " Peligro Caída de Materiales".
10. Al utilizar canastillo para transporte de personal, el trabajador deberá amarrar su cinturón de seguridad al soporte de sujeción del canastillo, por ningún motivo se podrá destrabar al estrobo auxiliar que ésta conectado directamente al gancho de la grúa. Debe respetarse el procedimiento "Uso de canastillo"
11. El canastillo debe ser dirigido con una cuerda direccional, a objeto de impedir su giro, no pudiendo permanecer personal alguno bajo el canastillo cuando este sea izado.
12. Siempre conectar el gancho libre de la cola de seguridad a una cuerda de vida u otra estructura resistente, que sea independiente de la plataforma de trabajo.
13. Siempre asegurar las escalas telescópicas amarrando, con una cuerda, el último peldaño de éstas a una estructura rígida o fija, impidiendo de esta manera que la escala se pueda deslizar o tener movimientos inesperados que provoquen la caída del trabajador.
14. Es obligatorio el uso del arnés para trabajos en escalera de mano sobre los 1.8 metros, y fijarse en la parte superior en un sistema de anclaje.
15. Para los trabajos en altura en que se utilicen escaleras de mano, deberá aplicarse la técnica de seguridad de los tres puntos de apoyo, con la debida asistencia de otra persona en la base de la escalera, nunca podrá exponerse una persona a trabajo en altura.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Distancia mínima caída



8.2. EQUIPAMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE TRABAJOS EN ALTURAS

8.2.1. Brazo Telescópico

La plataforma de brazo telescópico articulado es una grúa que se forma de un brazo capaz de desplegarse y aumentar su longitud. Su capacidad para articular la posición final de la plataforma hace que sean una de las herramientas de trabajo en altura más precisas.

Estas plataformas utilizan la tecnología telescópica para aumentar su alcance de una forma sencilla, además son móviles, por lo que no necesitan de un remolque para llegar a la posición de trabajo, además incluyen todo tipo de sistemas de seguridad para evitar movimientos de la base y otros riesgos.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:



8.2.1.1. Las características del brazo telescópico articulado

Un brazo telescópico articulado es una plataforma de trabajo muy cómoda y adaptable a todo tipo de alturas.

Existen muchos tipos de plataforma para trabajos verticales, el brazo telescópico ofrece varias ventajas respecto a otras soluciones, repasamos las más importantes en este post.

8.2.1.2. Las ventajas y características del brazo telescópico articulado

- Disponen de una base con dos funciones principales, por una parte, desplazan la maquinaria completa sin necesidad de vehículos auxiliares, por

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 26 de 35
Trabajo en Alturas		

otra, aseguran totalmente la posición en todo tipo de terrenos, garantizando su seguridad.

- El brazo se despliega hasta llegar a los 28 metros de altitud. Se trata de un modelo de plataforma que alcanza grandes altitudes gracias al sistema telescópico del brazo.
- La cesta es totalmente articulable. Una de las principales ventajas del brazo telescópico articulado es que su posición es muy precisa, haciendo mucho más cómodos los trabajos en altura.
- Las plataformas pueden soportar grandes cantidades de peso, resistiendo incluso grandes cargas de material de obra, que pueden rondar hasta los 230 kilos.
- Todos los modelos disponen de tracción 4x4 para facilitar su conducción por cualquier tipo de terreno.

8.2.1.3. Seguridad en el área de trabajo

Riesgo de caída

Los ocupantes deberán llevar un cinturón o arnés de seguridad que cumpla la normativa vigente. Enganche el cable de arrastre a la argolla provista en la plataforma.

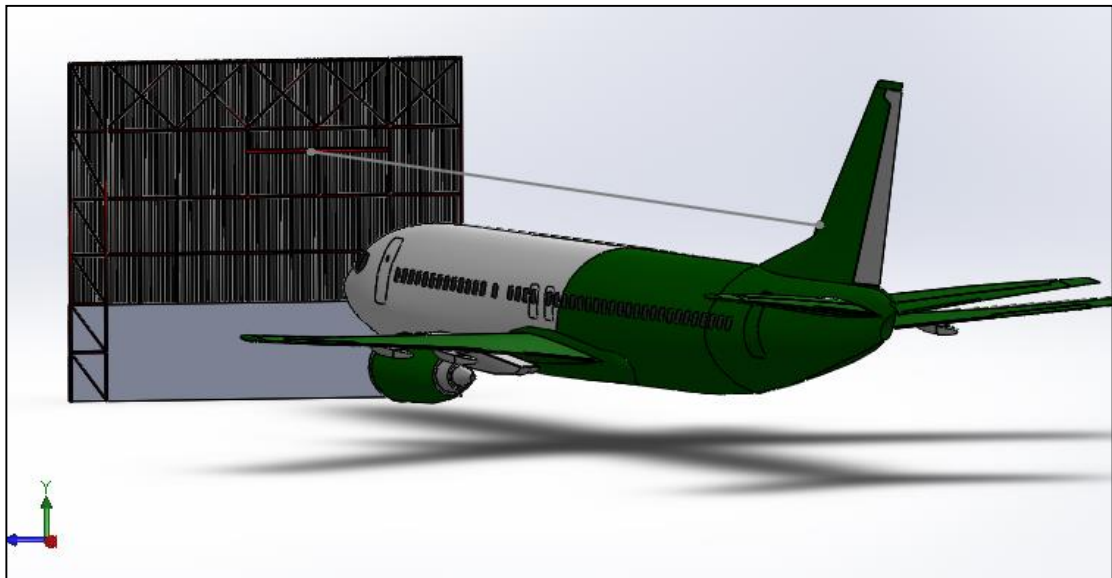
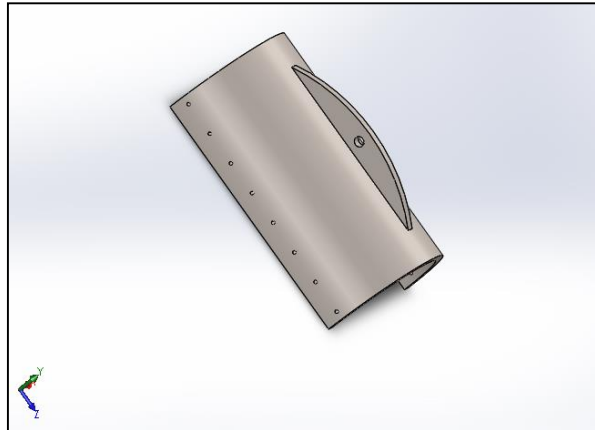
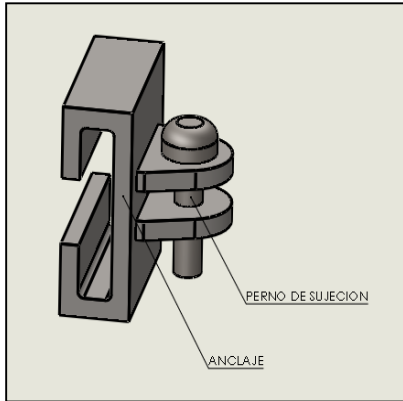
No se siente ni se suba a las barandillas de la plataforma. En todo momento deberá tener los pies bien apoyados en el suelo de la plataforma.

Antes de poner en funcionamiento la máquina, baje la barandilla central de entrada a la plataforma o cierre la puerta de entrada.

No entre ni salga de la plataforma si la maquina no está en posición replegada y la plataforma no se encuentre a nivel del suelo.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

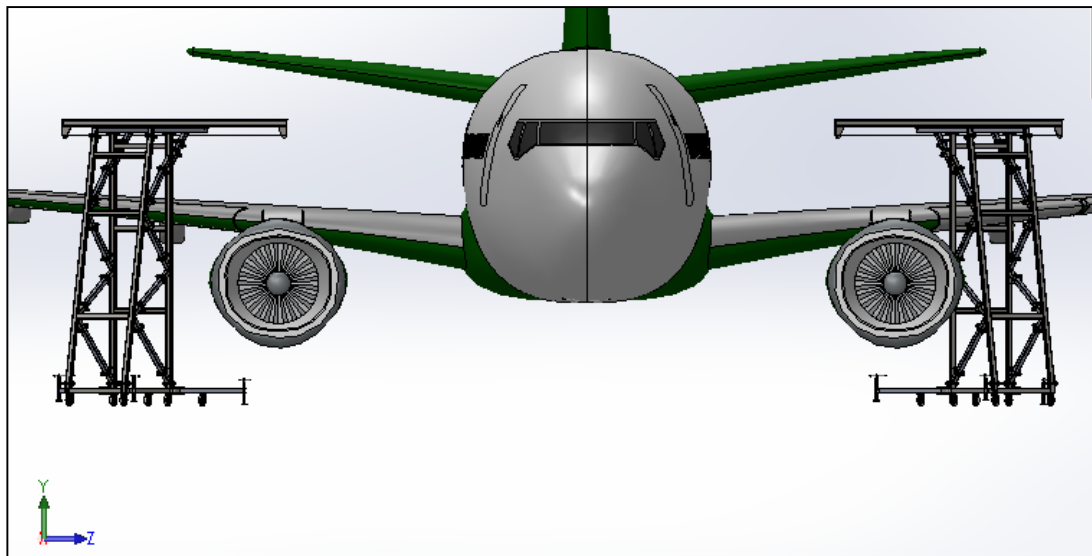
8.2.2. Anclajes Fijos



Estos anclajes fijos. Serán colocados en las esquinas internas del hangar y el estabilizador vertical de la aeronave, a seis metros de altura, con un cable de acero diámetro ½ pulgada, con absorbedor de tensión a los extremos para la línea de vida el cual soporta 800 KN. (Seis personas). Para realizar trabajos sobre el fuselaje de la aeronave.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

8.2.3. Anclaje móvil



Este anclaje móvil es utilizado para trabajos sobre las alas de la aeronave, el cual tiene una altura de cuatro metros(4m.), longitud de riel para la línea de vida, de cuatro metros de largo (4m.), capacidad 40 KN. (Tres personas) El cual tiene ruedas para moverse en el piso, también consta de cuatro frenos de tornillo, los

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 29 de 35
Trabajo en Alturas		

cuales deben estar bien asegurados al piso, los técnicos deben utilizar los equipos de protección para trabajos en alturas, antes de empezar los trabajos. Puede ser transportado mínimo con dos personas, luego de utilizar guardar en el sitio de los demás equipos de apoyo.

8.2.3.1. Instalación de la línea

Al instalar la línea se deben tener en cuenta entre otros factores, la seguridad de las personas que realizan la instalación, las instrucciones de instalación y el proyecto de instalación.

8.2.3.2. Seguridad de las personas que realizan la instalación

Se deberán prever los sistemas de seguridad que se van a emplear, comenzando por protecciones colectivas (por ejemplo, posibilidad de trabajar desde el brazo telescópico). Es necesaria una formación específica por parte del departamento de seguridad y una planificación de los sistemas de seguridad para cada instalación. Además del riesgo asociado a la altura, pueden aparecer otros riesgos que habrá que evaluar, como riesgos eléctricos, atmosféricos, etc. Se debe garantizar la coordinación de la actividad preventiva en todas aquellas situaciones en que sea legalmente exigible. Instrucciones de instalación. Cada línea tiene unas especificaciones de instalación, como por ejemplo la tensión que se debe dar, el par de apriete, la forma de colocar los distintos elementos, etc. Es recomendable que los instaladores tengan una formación específica sobre el montaje de cada tipo de línea de vida.

8.2.3.3. Utilización de la línea de anclaje

Los usuarios de la línea de anclaje deben conocer, entre otras cosas, el procedimiento de trabajo para cada situación concreta, la necesidad de utilización de un punto de anclaje móvil y fijo en su caso, los equipos de conexión compatibles con la línea para esa situación y deben estar formados

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 30 de 35
Trabajo en Alturas		

para saber utilizar el sistema anti caídas asociado. Así, los usuarios deben tener una formación suficiente y adecuada para el trabajo en altura utilizando sistemas anti caídas y líneas de anclaje, y deben saber cómo progresar en la situación con la que se enfrentan (ejemplo: dónde y cómo pisar sobre la aeronave). Además, necesitan una información específica del lugar concreto donde van a trabajar. Ley de prevención de riesgos laborales (L.P.R.L.) art 18 y 19). Sólo si el trabajador tiene una verdadera formación para el trabajo específico en altura con línea de anclaje podrá entender la información que se le facilite. Es imposible recibir esta formación exclusivamente a distancia o dedicándole una hora de tiempo. Es absolutamente imprescindible que los formadores sean especialistas en esta materia. El trabajador debe tener los equipos necesarios para el trabajo. Una cuerda y un arnés no es un equipo suficiente la mayoría de las veces. En cada línea se le debe proporcionar el punto de anclaje móvil si es necesario. Ley de prevención de riesgos laborales (L.P.R.L. art. 17).

Se debe tener planeado como evacuar a un trabajador que ha quedado suspendido desde la línea después de caer (una persona inconsciente colgada de un arnés puede fallecer en pocos minutos). En caso necesario los trabajadores deben tener formación suficiente para realizar esta evacuación. Para ello deben tener los equipos adecuados como dispositivos de descenso (UNE-EN 341), siempre de acuerdo con las necesidades concretas. Ley de prevención de riesgos laborales (L.P.R.L. art. 20).

8.2.3.4. Mantenimiento y revisiones

El mantenimiento se debe realizar, personal de seguridad en conjunto con técnicos de equipos de apoyo, pero en general el responsable de la instalación velará para que la línea de anclaje esté en perfectas condiciones. Nunca debe manipular la línea personal no autorizado para ello puesto que no conocen las especificaciones de la línea. Si alguien la ha manipulado sin ser personal autorizado, se pone en grave peligro a las personas que la utilicen. La línea se debe utilizar únicamente para lo que está diseñada. No se debe consentir su uso como punto de anclaje para subir cargas ni como punto de anclaje para la

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 31 de 35
Trabajo en Alturas		

cuerda de sujeción de un trabajo en suspensión. Después de una caída no se deberá utilizar una línea de anclaje hasta que haya sido controlada y puesta en conformidad por una persona competente. La línea debe mantenerse limpia (tener cuidado a las partículas agresivas con poder de corrosión como el polvo de hierro u otros productos químicos sólidos). Además de las revisiones que se deben hacer en caso de detectar alguna anomalía, es recomendable realizar revisiones periódicas al menos con la frecuencia (habitualmente una vez al año). Puede que la periodicidad haya que aumentarla en función de las condiciones de la línea (por ejemplo, si se encuentra en una atmósfera corrosiva). Las revisiones las debe hacer personal competente que conozca las líneas y esté capacitado para desarrollar esta tarea.

8.2.3.5. Elementos de protección personal para trabajos en altura

Elementos de protección personal Todo equipo de protección personal contra caídas debe resistir como mínimo 2.500 kg; o 5000 lb; o 2,2 Ton; o 22 kN, con base en la norma CE EN 361 del Comité Europeo de Normalización. Cuando han transcurrido 0,6 segundos de producirse la caída, el cuerpo del trabajador que cae, ha recorrido una distancia de 1,8 metros, se encuentra a una velocidad de 5,9 m/s (21,4 km/h) y ha generado una fuerza de 8000 Newton, que es la capacidad máxima del cuerpo humano.

Si en ese momento no se ha detenido la caída, la vida del trabajador está seriamente comprometida. Se hará mención de algunas normas internacionales, con la salvedad de que se citarán solo algunas especificaciones básicas y normas, a título ilustrativo, con la aclaración de que existen las equivalencias en diferentes organismos de normalización.

A la hora de realizar cualquier compra que comprometa la salud de los trabajadores, el responsable de la seguridad y salud en el trabajo en las empresas, debe ceñirse al cumplimiento de normas específicas, para garantizar que el elemento satisface las necesidades de protección en caso de accidente.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 32 de 35
Trabajo en Alturas		

1. Casco

Para el trabajo en alturas, el casco protector debe responder a las necesidades del riesgo, debe ser un casco ligero, bien aireado y confortable, tipo 2 (es decir, que protege de golpes laterales). Su diseño debe proteger de manera completa la cabeza en su parte frontal, temporal y occipital.

Debe tener barbuquejo con mínimo cuatro puntos de anclaje al casco, para asegurar la estabilidad del casco en la cabeza y fijarlo de modo que, en caso de una caída, éste permanezca sin moverse y así prestar su finalidad de proteger del impacto.

- PESO: No mayor a 295 g.
- De material dieléctrico tipo B.
- Barbuquejo de seguridad asegurado a 4 puntos del casco.
- Canales de ventilación, deseables.
- Sistema ajuste al diámetro de la cabeza tipo rache.
- NORMA: EN 12492 – EN 397, o ANSI Z88.1-1997, Tipo II, Clase E, OSHA 29 CFR 1910.135 y 29 CFR 1926.100(b) y CSA Z94.1-M1992 o equivalentes y complementarias.

Es recomendable que los cascos sean dieléctricos cuando exista la posibilidad de contacto con partes energizadas y en segunda medida que sean ventilados. Es deseable que las partes del caso (tafilete, rache, araña, barbuquejo) se puedan proporcionar como repuesto.



2. Arnés

Equipo para detención de caídas que distribuya la fuerza en un área corporal, que comprenda piernas, tórax y caderas y que posicione al trabajador para su labor, ergonómico y confortable.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 33 de 35
Trabajo en Alturas		

MATERIAL: Poliamida, poliéster o nylon.

PUNTOS DE ANCLAJE: Metálicos forjados y mínimo 4 distribuidos así: Uno (1) posterior uno (1) ventral (que no debe llegar a la cara del trabajador en caso de caída) y dos (2) laterales para posicionamiento.

HERRAJES: Hebillas para ajuste y sujeción al cuerpo, que impidan los deslizamientos de las correas.

COSTURAS: Hilos de poliamida, poliéster o nylon, de color diferente a las bandas para facilitar la inspección.



RESISTENCIA: 2,500 Kg.

NORMA: CE EN 361, o ANSI Z359-1992, ANSI A10.14-1991, o CSA Z259.10-M90 u otras normas equivalentes y complementarias.

3. Línea de posicionamiento

La línea de posicionamiento permite al trabajador ubicarse frente a la zona de trabajo y mantener las manos libres, porque este elemento rodea la estructura y se fija al arnés en las argollas laterales de posicionamiento, proporcionando estabilidad. Consiste en una cuerda de una longitud aproximada de 2 metros; en uno de sus extremos tiene un mosquetón de seguridad y en el otro un freno manual con un mosquetón de seguridad, el freno se desplaza por la cuerda libremente en una sola dirección reduciendo la longitud de agarre, para que el trabajador disponga de las manos libres para realizar la labor de manera cómoda y segura. El extremo de la cuerda debe impedir que el freno manual se salga de la línea de posicionamiento. No sirve está diseñada para detener caídas, es solo para el posicionamiento.

MATERIAL: Cuerdas de poliéster, nylon o poliamida con coraza protectora ante la abrasión, mosquetones y freno en acero o duraluminio.

RESISTENCIA: 2,500 Kg.

NORMA: EN 358 o equivalente

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 34 de 35
Trabajo en Alturas		



4. Salva caídas Troll o arrestador:

El troll es el elemento deslizante en un solo sentido, con doble traba de seguridad, que permite asegurarse a la línea de vida (guaya de acero de 3/8" o 9,5 mm) que recorre la ruta de ascenso y descenso y que se conecta al arnés del trabajador mediante mosquetón de seguridad para lo cual cuenta con un orificio para hacer el enlace mediante el mosquetón. Debe detener la caída del trabajador, mediante bloqueo automático sobre la línea de vida.

NORMA: ANSI Z359.1-1998 OSHA 1926 o equivalente

MATERIAL: Acero al carbono o acero inoxidable.

RESISTENCIA > a 5500 lbs.



5. Conector doble con absorbedor de choque:

La línea de conexión doble con desacelerador debe constar de dos cintas de poliamida, en los extremos de cada cinta debe llevar mosquetones de seguridad de aproximadamente 60 milímetros de apertura, para ser anclados a las estructuras o en las partes de donde se vaya a asegurar. El tercer mosquetón de seguridad, va a ser fijado en el punto de anclaje del Arnés.

Debe contar con un sistema de desaceleración, o absorbedor de energía, puede ser una cinta cosida envuelta en una funda, que se abra cuando la fuerza generada por el impacto de la caída libre es muy fuerte; la cinta debe empezar a abrir en periodos de tiempo pausados para que la caída se regule y la fuerza sea absorbida por el sistema y no por el cuerpo del trabajador.

MATERIAL DE LAS CINTAS: Poliéster, nylon o poliamida.

TIPO MOSQUETONES: Súper rapidez, de acero.

DESACELERADOR o ABSORBEDOR DE ENERGÍA: 1m de Cinta poliamida, poliéster, nylon o poliamida.

RESISTENCIA: 2,500 Kg.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 35 de 35
Trabajo en Alturas		

NORMA A CUMPLIR: EN 354 – EN 355, o ANSI A10.14-1991, ANSI Z359.1-1992, o CSA Z259.1- 1976, CSA Z259.11-M92, o equivalente. Los Mosquetones ANSI-Z359.1-1992 y ANSI-A10.14-1991.

Todos los elementos deben estar acompañados de un catálogo ilustrativo con las especificaciones técnicas y normativa que cumple, los elementos de protección personal se deben marcar con un código que identifique cada uno para que ingrese al sistema de control de inspecciones, dentro del programa de revisiones periódicas.

La totalidad de los elementos se deben inspeccionar antes y después de cada uso.



9. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Regulaciones OSHA para la industria en general (29 CFR PARTE 1910)

La sub parte D menciona algunos requisitos específicos asociados con la protección contra caídas en relación con las superficies de trabajo y para caminar.

Escaleras fijas – Dispositivos para escaleras	1910.27(d)(5)
Requisitos para andamios – sillas volantes	1910.28(j)(4)

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

	DIRECCIÓN DE LA INDUSTRIA AERONÁUTICA DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA-UBICACIÓN LATACUNGA	CÓDIGO: DIAF-ITTA-HA-019
	UNIDAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Versión: 01 Página 36 de 35
Trabajo en Alturas		

La sub parte F trata la protección contra caídas en relación con las plataformas motorizadas, canastillas elevadoras individuales y plataformas de trabajo montadas en vehículos.

Plataformas motorizadas para mantenimiento de edificios 1910.66

Sistemas personales de detención de caídas 1910.66

Apéndice C

La sub parte J trata los controles del ambiente en general, en donde se refiere a espacios confinados.

Espacios confinados para los que se requiere permiso 1910.146

La sub parte R trata cuestiones relacionadas con industrias especiales.

Telecomunicaciones 1910.268

Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica 1910.269

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por: