

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AERONÁUTICA



TESIS

**ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO
ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE
INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE A
AERONAVES DE CATEGORIA LIGERA NO
PRESURIZADA, PARA LA INSTALACION DE UNA
CAMARA FOTOGRAMETRICA AEREA. SEMAN
PERU - LIMA, 2016**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO**

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

LIMA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

Dedico esta suma de dedicación y esfuerzos acumulados durante 5 años, a mi hermosa y preciada familia, esta familia que siempre me acompaño en los momentos duros y siempre sin dudarlo me ofrecieron su apoyo incondicional, a esta familia que siempre me alienta y me impulsa salir adelante, esta familia que es un ejemplo de amor, dedicación, fuerza y disciplina, pues a ellos, mis hermanos, mis padres, mis hijos y mi hermosa mujer, que se merecen mucho más, empezare por dedicarles esta primera etapa de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

A mis maestros y amigos, Luis Arriola Guevara, José Avalos, Milder García, Guillermo Grados, Oscar Becerra, Máximo Ramírez, Carlos Lozada, Félix Mauricio, Sergio Martínez, Ciro Carranza, por su entrega y dedicación, por sus consejos y por sus innumerables enseñanzas.

INDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
INDICE DE GRÁFICOS	x
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FORMATOS	xv
INDICE DE PLANOS	xvi
INDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xx
INTRODUCCION	xxii
CAPÍTULO I. ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN	
1.1 DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN	1
1.1.1. NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN	1
1.1.2. RUBRO O GIRO DEL NEGOCIO	1
1.1.3. BREVE HISTORIA	1
1.1.4. ORGANIGRAMA ACTUAL	2
A. Órgano de Dirección	2
B. Órganos de Control	2
C. Órganos de Apoyo	3
1.1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS FUNCIONALES	3
A. Mantenimiento de Aeronaves	3
B. Trenes de Aterrizaje	3
C. Taller de medición de Instrumentos	3
D. Servicios Especializados	4
E. Aviónica	5
F. Mantenimiento de Motores	5
G. Inspección Boroscópica de los motores	6
1.2. FINES DE LA ORGANIZACIÓN	6
1.2.1 VISIÓN	6

1.2.2	MISIÓN	7
1.2.3	VALORES INSTITUCIONALES	7
	A. Integridad	7
	B. Calidad	7
	C. Puntualidad	7
	D. Trabajo en equipo	7
	E. Protección del Medioambiente	8
1.2.4	OBJETIVOS INSTITUCIONALES	8
1.2.5	UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO	8
	A. Mantenimiento	8
	B. Logística	8
	C. Venta	9
1.3.	ANÁLISIS EXTERNO	10
1.3.1.	ANÁLISIS DEL ENTORNO GENERAL	10
	A. Factores Políticos	10
	B. Factores Económicos	10
	C. Factores Sociales	10
	D. Factores Tecnológicos	12
	E. Análisis del Entorno Competitivo	12
1.4.	ANÁLISIS INTERNO	15
1.4.1.	Autonomía	15
1.4.2.	Recursos y Capacidades	15
	A. Recursos Tangibles	15
	B. Recursos Intangibles	16
	C. Capacidades Organizativas	17
1.4.3.	Análisis de recursos y capacidades	18
	A. Almacén	18
	B. Mantenimiento	19
	C. Control de Calidad	19
	D. Ventas	19
	E. Recursos Humanos	19
	F. Contabilidad	20
1.5.	ANÁLISIS ESTRATÉGICO	20
1.5.1.	Análisis FODA	20
	1.5.1.1 Fortalezas	20
	1.5.1.2 Oportunidades	21
	1.5.1.3 Debilidades	21
	1.5.1.4 Amenazas	21

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO DEL NEGOCIO Y DEL PROYECTO	
2.1. MARCO TEÓRICO DEL NEGOCIO	24
2.1.1 LA FOTOGRAMETRIA	25
A. Definición de la fotogrametría	25
B. Aplicaciones de la fotogrametría	25
C. Divisiones de la fotogrametría	27
D. Ventajas y limitaciones de la fotogrametría	28
E. Desventajas de la fotogrametría	30
2.1.2 FOTOGRAFIA AEREA	30
A. Usos	30
B. Ventaja de la fotografía aérea	31
C. Clasificación de las Fotografías Aéreas	32
D. Lectura de Fotogramas	34
2.1.3 CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA	35
A. Componentes de las cámaras fotogramétricas aéreas	36
B. Clasificación de las fotografías aéreas en función de la inclinación del eje óptico	37
2.1.4. ANÁLISIS DE VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CÁMARA DIGITAL FRENTE A LA ANALÓGICA	38
A. Ventajas de las cámaras digitales	38
B. Ventajas de las cámaras analógicas	40
2.1.5 TIPOS DE CÁMARAS AÉREAS DIGITALES	40
A. Principios de las cámaras digitales de línea	42
B. Sistema de almacenamiento de datos en vuelo	46
C. Sistema de tratamiento de datos en posproceso	47
D. Sistema de navegación, información en vuelo	48
2.1.6 APLICACIONES TEMÁTICAS DE LAS CÁMARAS DIGITALES	49
2.1.7 COMPONENTES DEL SISTEMA Y DISPOSICION EN EL AVION	51
2.1.8 Criterios para Determinar las Características Necesarias de las Fotografías Aéreas y la Planeación de los Vuelos	52
A. Tiempo (Meteorología)	56
2.1.09 PLANEACIÓN DE LOS VUELOS	57
2.1.10 Aeronaves a las que se les puede hacer las Modificaciones estructurales, aplicando esta Estructura Modelo	58
1. Cessna 172	58

2. Cessna 421c	59
3. Cessna 402C	60
2.2. MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO	62
2.2.1 GESTION DEL PROYECTO	65
A. LA AERONAVE.	65
B. LA CARGA	74
C. TIPOS DE CARGAS	75
D. VELOCIDADES DE INFLUENCIA ESTRUCTURAL, ESTRUCTURAS PRINCIPALES DEL AVIÓN	78
E. FATIGA	79
2.2.2. INTRODUCCION A LOS MATERIALES	79
A. Tratamientos Térmicos del Acero	87
B. Tipos de sollicitación de Carga	88
C. Resistencia de Materiales	90
2.2.3 Ingeniería del Proyecto	105
2.2.4 Soporte del Proyecto	106
CAPITULO III INICIO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	
3.1. GESTIÓN DEL INIICO DEL PROYECTO	107
3.1.1. Inicio	107
A. Nacimiento del Proyecto	107
B. Justificación	108
C. Importancia	108
D. Acta de Constitución del proyecto	109
E. Identificación de los Interesados	109
3.1.2 Planificación	110
A. Alcances	110
B. Tiempo	113
C. Costos	114
D. Recursos Humanos	116
E. Comunicaciones	117
F. Riesgos	117
G. Adquisiciones	117
3.2 INGENIERIA DEL PROYECTO	118
3.2.1 Preparación	118
A. Reconocer la Necesidad	118
B. Consenso con el Equipo de Trabajo	118
C. Planificación de los Cambios del Proceso	119

3.2.2	Planificación	119
	A. OBJETIVO	119
	B. FINALIDAD	119
	C. DESCRIPCION DE LA ADAPTACIÓN	120
3.2.3	Ejecución	122
	A. CONSIDERACIONES DE CARGA	122
	B. CONSIDERACIONES DE DISEÑO	124
	C. CALCULOS ESTRUCTURALES	129
3.2.4	Cierre	141
CAPITULO IV. EJECUCION, CONTROL Y SOPORTE DEL PROYECTO		
4.1.	GESTION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO	143
	4.1.1 Ejecución	143
	A. Procedimiento de trabajo	143
	B. Fabricación de Partes	145
	4.1.2 Control	147
4.2.	SOPORTE DEL PROYECTO	147
	4.2.1 Aseguramiento de la calidad	147
	A. Norma AS9100	147
	B. Ventajas del cumplimiento de la norma AS9100	148
	C. El Inspector de Control de Calidad	148
CAPITULO V. CIERRE DEL PROYECTO		
5.1.	GESTIÓN DEL CIERRE DEL PROYECTO	151
	5.1.1. Cierre	151
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6.1	CONCLUSIONES	154
6.2	RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		156
FORMATOS		
PLANOS		
ANEXOS		

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01	ORGANIGRAMA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO (SEMAN PERU) AÑO 2015.	17
GRÁFICO N° 02	ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE (SEMAN PERU) AÑO 2015	18
GRÁFICO N° 03	FOTOGRAFÍA TERRESTRE Y FOTOGRAFÍA AÉREA	32
GRÁFICO N° 04	TIPOS DE FOTOGRAFÍA AÉREA	33
GRÁFICO N° 05	MARCAS FIDUCIALES, PUNTO PRINCIPAL Y LÍNEA DE VUELO	34
GRÁFICO N° 06	INFORMACIÓN INCLUIDA EN LOS MÁRGENES DE LAS FOTOS	35
GRÁFICO N° 07	ESQUEMA DE CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA (ADAPTADO DE LILLESAND, 1987)	36
GRÁFICO N° 08	CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA ZEISS	36
GRÁFICO N° 09	FOTOGRAFÍA AÉREA CON INCLINACIÓN VERTICAL	37
GRÁFICO N° 10	FOTOGRAFÍA AÉREA CON INCLINACIÓN OBLICUA ALTA	37
GRÁFICO N° 11	FOTOGRAFÍA AÉREA CON INCLINACIÓN OBLICUA BAJA	38
GRÁFICO N° 12	CÁMARA LEICA ADS 40	42
GRÁFICO N° 13	CARACTERÍSTICAS DE LAS TOMAS I	43
GRÁFICO N° 14	CARACTERÍSTICAS DE LAS TOMAS II	43
GRÁFICO N° 15	EJEMPLO DE IMAGEN CAPTADA CON ADS40	44
GRÁFICO N° 16	ULTRACAM LP	45
GRÁFICO N° 17	TOMA AÉREA CON INTERGRAPH RMK-D	46
GRÁFICO N° 18	FDS (FLIGHT DATA STORAGE DEVICES)	47
GRÁFICO N° 19	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS DEL VUELO.	48
GRÁFICO N° 20	“FOTO-MOSAICO”	49
GRÁFICO N° 21	COMPONENTES DEL SISTEMA Y DISPOSICIÓN EN EL AVIÓN	51
GRÁFICO N° 22	WILD RC-10 PHOTOGRAMMETRIC CAMERA INSTALLED ON ROCKWELL TURBO COMMANDER	52
GRÁFICO N° 23	VISTA AÉREA CIUDAD SAN LUIS POTOSI ESCALA 1:4,500	55
GRÁFICO N° 24	VISTA AÉREA CIUDAD SAN LUIS POTOSI ESCALA 1:20,000	55
GRÁFICO N° 25	CESSNA 172 - CATALINA TAKE OFF	58
GRÁFICO N° 26	CESSNA 421B GOLDEN EAGLE	59
GRÁFICO N° 27	402C CESSNA REGISTRADO SE-GYP DE LA GUARDIA COSTERA SUECA EN TOUSSUS-LE-NOBLE AEROPUERTO, FRANCIA	60
GRÁFICO N° 28	“COMPONENTES DE LA AERONAVE”	66
GRÁFICO N° 29	“TRUSS STRUCTURE”	66
GRÁFICO N° 30	“MONOCOQUE FUSELAGE DESIGN”	67

GRÁFICO N° 31	“SEMI-MONOCOQUE CONSTRUCTION”	68
GRÁFICO N° 32	“THE MOST COMMON AIRFRAME CONSTRUCTION IS SEMIMONOCOQUE.”	69
GRÁFICO N° 33	ESTRUCTURA COMBINADA, PRIMARIA RETICULAR, SECUNDARIA DE FORMA SEMIMONOCASCO	74
GRÁFICO N° 34	CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES	80
GRÁFICO N° 35	DIAGRAMA HIERRO –CARBONO	82
GRÁFICO N° 36	BARRA SOMETIDA A CARGAS DE TRACCIÓN	88
GRÁFICO N° 37	CUERPO SOMETIDO A CARGAS TANGENCIALES O DE CORTE	89
GRÁFICO N° 38	BARRA SOMETIDA A CARGAS DE TORSIÓN	89
GRÁFICO N° 39	BARRA SOMETIDA A CARGAS DE FLEXIÓN	89
GRÁFICO N° 40	BARRA PRISMÁTICA SOMETIDA A TENSIÓN	90
GRÁFICO N° 41	DIAGRAMA ESFUERZO AXIAL - DEFORMACIÓN DE ACERO DE BAJO CONTENIDO EN CARBONO	94
GRÁFICO N° 42	DIAGRAMA TENSIÓN - DEFORMACIÓN DEL ALUMINIO	95
GRÁFICO N° 43	CALCULO DE FACTOR ELONGACIÓN	96
GRÁFICO N° 44	COMPORTAMIENTO ELÁSTICO (A). COMPORTAMIENTO PARCIALMENTE ELÁSTICO (B)	97
GRÁFICO N° 45	ELEMENTO SOMETIDO A ESFUERZO CORTANTE	98
GRÁFICO N° 46	ESFUERZO CORTANTE Y DEFORMACIÓN ANGULAR	99
GRÁFICO N° 47	GRUPOS DE PROCESOS DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS	105
GRÁFICO N° 48	ORGANIGRAMA DEL PROYECTO	116
GRÁFICO N° 49	CÁMARA WILD RC-10	120
GRÁFICO N° 50	CONSIDERACIONES DE CARGA EN EL LARGUERILLO ORIGINAL	122
GRÁFICO N° 51	CARGA EN LARGUERILLO ORIGINAL Y SUSTITUTO	124
GRÁFICO N° 52	LARGUERILLO SUSTITUTO	126
GRÁFICO N° 53	MOMENTOS EN LARGUERILLO SUSTITUTO	127
GRÁFICO N° 54	CÁLCULO DE TRACCIÓN DEL LARGUERILLO SUSTITUTO	129
GRÁFICO N° 55	CALCULO DE CORTE 01 LARGUERILLO SUSTITUTO	130
GRÁFICO N° 56	CALCULO DE CORTE 02 LARGUERILLO SUSTITUTO	130
GRÁFICO N° 57	CÁLCULO DE REMACHES	132
GRÁFICO N° 58	ANÁLISIS DE REMACHES	133
GRÁFICO N° 59	CALCULO DE REMACHES POR CORTE PURO	135
GRÁFICO N° 60	CÁLCULO EN LA TAPA I	136
GRÁFICO N° 61	CÁLCULO EN LA TAPA II	136
GRÁFICO N° 62	CÁLCULO DEL ESFUERZO MÁXIMO EN LA TAPA.	138
GRÁFICO N° 63	ANÁLISIS DE FATIGA DE LA ZONA TRANSVERSAL DEL LARGUERILLO SUSTITUTO	139
GRÁFICO N° 64	PUNTO “O” CRITICO	139
GRÁFICO N° 65	CIRCULO DE MOHR	140
GRÁFICO N° 66	DIAGRAMA LOGARÍTMICO PARA 2024-T3 SEGÚN WOHLER	140

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01	ANÁLISIS FODA, SEMAN 2015	22
TABLA N° 02	ANÁLISIS FODA - PORCENTAJES.	23
TABLA N° 03	CUADRO DE RESUMEN DEL METODO DE DISEÑO	64
TABLA N° 04	CARGAS LÍMITES TÍPICAS	75
TABLA N° 05	CLASIFICACIÓN NUMÉRICA DE LOS ACEROS	
TABLA N° 06	CENTROS DE GRAVEDAD Y MOMENTOS DE INERCIA	103
TABLA N° 07	PROPIEDADES MECÁNICAS DE ALGUNOS MATERIALES.	104
TABLA N° 08	IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS INTERNOS Y EXTERNOS	109
TABLA N° 09	HITOS DEL PROYECTO “ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN MECÁNICA DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA”	113
TABLA N° 10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CÁMARA WILD RC-10	120
TABLA N° 11	FUERZA DE CORTE EN CADA REMACHE	134
TABLA N° 12	RESUMEN DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS, LOS CÁLCULOS REALIZADOS, Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS	142
TABLA N° 13	CIERRE DEL PROYECTO POR FASE	152

INDICE DE FORMATOS

FORMATO N° 01	EDT DEL PROYECTO
FORMATO N° 02	DICCIONARIO EDT
FORMATO N° 03	PLAN DE GESTION DE ALCANCE
FORMATO N° 04	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES
FORMATO N° 05	PLAN DE GESTION DE TIEMPOS
FORMATO N° 06	LINEA BASE DE COSTO
FORMATO N° 07	CUADRO DE COSTOS
FORMATO N° 08	PRESUPUESTO DEL PROYECTO
FORMATO N° 09	PLAN DE GESTION DE COSTOS
FORMATO N° 10	PLAN DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS
FORMATO N° 11	MATRIZ DE ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES
FORMATO N° 12	PLAN DE GESTION DE COMUNICACIONES
FORMATO N° 13	MATRIZ DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO
FORMATO N° 14	PLAN DE CAMBIOS INICIALES DEL PROYECTO

INDICE DE PLANOS

PLANO N° 01.	UBICACIÓN DE CAMARA Y VISOR EN LA AERONAVE
PLANO N° 02	DETALLES DE UBICACIÓN DE CAMARA Y VISOR
PLANO N° 03.	CORTE EN LA AERONAVE DE LARGUERILLOS Y ORIFICIOS
PLANO N° 04.	CORTE EN LA AERONAVE DE LARGUERILLOS Y ORIFICIOS
PLANO N° 05.	LARGUERILLOS SUSTITUTOS
PLANO N° 06.	TAPAS
PLANO N° 07.	ELEMENTOS TRANSVERSAL Y BRIDAS

INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 01.	RAP 145
ANEXO N° 02.	ORGANIZACIONES DE MANTENIMIENTO APROBADAS TERMINOLOGÍA DE LAS MICROESTRUCTURAS ENCONTRADAS EN LAS ALEACIONES DE FE Y CARBONO.
ANEXO N° 03.	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE DIFERENTES CICLOS DE TRANSFORMACIÓN EMPLEANDO LAS CURVAS DE TRANSFORMACIÓN ISOTÉRMICA TTT
ANEXO N° 04.	TEMPERATURAS DE AUSTENITIZACIÓN PARA ACEROS AL CARBONO Y ALEADOS (AISI-SAE)
ANEXO N° 05.	ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO
ANEXO N° 06.	TABLA DE TERMINOLOGIA USADA
ANEXO N° 07.	LISTADO ESTÁNDAR DE CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD DENTRO DE UN TALLER DE MANTENIMIENTO
ANEXO N° 08.	TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS, “FABRICACION DE PARTES, LARGUERILLO SUSTITUTO”
ANEXO N° 09.	TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS “FABRICACION DE PARTES, TAPAS”
ANEXO N° 10.	TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS “FABRICACION DE PARTES, BRIDAS”
ANEXO N° 11.	TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS “PROCEDIMIENTO EN ZONA DE LENTE DE CAMARA”
ANEXO N° 12.	TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS “PROCEDIMIENTO EN ZONA DE VISOR DE CAMARA”
ANEXO N° 13.	EVALUACION DE PERSONAL TECNICO Y PERSONAL GERENCIAL DEL PROYECTO
ANEXO N° 14.	EVALUACION DE EQUIPAMIENTO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES
ANEXO N° 15.	EVALUACION FINAL
ANEXO N° 16.	IDENTIFICACION DE RECURSOS

RESUMEN

El presente trabajo contempla el estudio de un diseño modelo para la implementación de una cámara, para fotogrametría aérea en aeronaves de categoría ligera no presurizadas, con una modificación estructural en la parte inferior del fuselaje. Así mismo se muestra en detalle el desarrollo de la fotografía, y su posicionamiento en el mundo moderno, logrando gran consideración en proyectos que incluyen la observación y estudio del terreno.

Las técnicas modernas que implican el empleo de las fotografías aéreas han sido posibles por el hecho de disponerse de fotografías de buena calidad con un costo bajo, unido al desarrollo de instrumentos fotogramétricos sencillos y de técnicas para la mensura por medio de fotografías. La fotografía aérea está siendo cada día más esencial siempre que se necesitan conocimientos sobre la topografía, la vegetación y el uso de los terrenos.

En esta estudio podemos demostrar que se puede colocar cámaras fotográficas en una aeronave de categoría Ligera no presurizadas, como es, el CESSNA 402C, el cual se ha escogido como modelo, teniendo en consideración el tamaño, peso y bondades de la cámara, podemos decir con certeza que ya no tendremos la necesidad de buscar el momento preciso de disparo para una buena fotografía, hecho de gran importancia y encontrando muy buenos resultados en proyectos de investigación en conjunto con la industria minera en la búsqueda de nuevos terrenos de explotación.

Las modificaciones estructurales descritas en el presente estudio siguen estrictamente los principios de la resistencia en los materiales según las leyes impuestas por la Sociedad Americana para los Metales “ASM Metals Handbook” y del Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS-01), haciendo que la relación entre el esfuerzo y la tolerancia del material sea fundamental. Así mismo el servicio de modificación estructural, deberán ser dirigidos por una entidad de prestigio como el Seman.

ABSTRACT

This work includes the design study of a model for the implementation of a camera for aerial photogrammetry in light aircraft category unpressurized, with a structural change in the bottom of the fuselage. Also it is shown in detail the development of photography and its position in the modern world, achieving great consideration on projects including the observation and study of the terrain.

In this sense, the present study calculation and structural design that allows the mechanical installation of a camera for photogrammetry in light aircraft unpressurized, at the bottom of the fuselage, meets the need to have and maintain a photographic record date of the Peruvian coast , especially in areas that are inaccessible by land. Because who study the earth continually need new tools and techniques to better understand and value the state of the land, vegetation and cultivation. Aerial photography is perhaps the most important elements adapted in recent years for this purpose.

Modern techniques involving the use of aerial photographs have been made possible by the fact disposed of photographs of good quality with a low cost, with the development of photogrammetric simple tools and techniques for the measurement by photographs. Aerial photography is becoming more essential day whenever knowledge of the topography, vegetation and land use are needed.

In this study we can demonstrate that you can place cameras in an aircraft category Light unpressurized, as is the CESSNA 402C, which was chosen as a model, taking into consideration the size, weight and benefits of the camera, we can say with certainty that no longer have the need to find the right time shooting for a good photograph, fact of great importance and finding very good results in research projects in conjunction with the mining industry in the search for new areas of exploitation.

Described structural changes in the present study strictly follow the principles of resistance in the materials according to the laws imposed by the American Society for Metals "ASM Metals Handbook" and the Metallic Materials Properties Development

and Standardization (MMPDS-01), making the relationship between effort and tolerance of the material is essential. Also the service structural change must be directed by a prestigious institution as the Seman.

INTRODUCCIÓN

La fotografía aérea es la representación fiel del terreno en el momento de la exposición, contiene información útil para las diversas áreas relacionadas con las ciencias de la Tierra, además es un elemento básico para generar modelos y productos para el reconocimiento del territorio; constituye uno de los insumos fundamentales para iniciar el proceso de elaboración de cartografía topográfica, catastral, de riesgos, de ordenamiento territorial y de otros temas relacionados con la disposición de información básica para el análisis del entorno geográfico.

Grandes detalles con los que solo se cuenta de manera exclusiva en nuestro país. Este trabajo está ampliando las opciones de tener el servicio de aerofotografía a precios más reducidos, gracias al incremento en la competencia.

Con la realización de este estudio, cumpliríamos ampliamente la necesidad de contar con una serie de mapas que representan gráficamente los principales rasgos físicos, naturales y culturales que hay en nuestro país. Manteniendo información como: los nombres y ubicación de las localidades urbanas y rurales; las principales obras de infraestructura hechas por el hombre; la representación del relieve; los rasgos hidrográficos más representativos como son: ríos, arroyos, presas y lagunas.

Estos productos cartográficos se pueden utilizar como base para realizar proyectos de planeación en diversas disciplinas y son un excelente apoyo para el conocimiento de nuestro entorno geográfico tan accidentado.

En consecuencia el presente estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, en aeronaves de categoría ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea, cumple con la necesidad de tener y mantener un registro fotográfico actualizado del litoral peruano, en especial de las zonas que son de difícil acceso por la vía terrestre. Registros que pueden guardarse de forma digital conservando y aprovechando las ventajas de las fotografías digitales de gran tamaño, para su análisis detallado, gracias al gran número de píxeles en la foto. Adicionalmente se sigue estrictamente las reglas del comportamiento de los materiales, las consideraciones de estabilidad en el peso y balance, las normas

regulatorias de la dirección general de aeronáutica civil y todas aquellas de las que se exige su cumplimiento para el desarrollo del presente trabajo.

CAPÍTULO I ANÁLISIS DE LA ORGANIZACIÓN

1.1 DATOS GENERALES DE LA INSTITUCIÓN¹

1.1.1. NOMBRE DE LA ORGANIZACIÓN

SEMAN PERU - Servicio de Mantenimiento de la Fuerza aérea del Perú.

1.1.2. RUBRO O GIRO DEL NEGOCIO

Servicios de mantenimiento a Aeronaves.

1.1.3. BREVE HISTORIA

La fecunda trayectoria y el reconocimiento prestigioso de esta Gran Unidad Logística, data de la década de los 30, cuando la vertiginosa evolución aeronáutica en el mundo después de la Primera Gran Guerra Mundial y el nacimiento de la aviación militar en el Perú, determinaron la necesidad de introducir nuevos y adecuados procedimientos de inspección, mantenimiento y reparación de aeronaves, motores y sistemas como soporte tecnológico primordial de la Fuerza Aérea. Es en este contexto que, el 13 de junio de 1933, se crea el Taller Central de Aviación con sede en la fortaleza del Real Felipe.

El año 1936, se instaló en la Base Aérea de Las Palmas, una filial de la fábrica de aviones Caproni de Milan (Italia) ensamblando aviones de combate Caproni CA-135 y Libeccio CA-310: cinco años después con la II

¹ www.fap.mil.pe

Guerra Mundial se suspende toda actividad relacionada con la fabricación de aeronaves.

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

Hoy, a sus 80 años de origen, el SEMAN, es un organización de tipo empresarial integrando la más alta calidad y los más sofisticados sistemas para la reparación y mantenimiento de aviones motores, accesorios, equipos de apoyo terrestre y material aéreo diverso: tal es así que se ha ganado gran prestigio a nivel internacional y diversos países del mundo confían sus aeronaves en las manos expertas de sus técnicos e ingenieros. Estos logros son el resumen del trabajo profesional de Comando y servidores que consolidaron su estructura organizacional a través de más de medio siglo de existencia.

El SEMAN ocupa en área de 64,000 Mt² adyacentes al aeródromo Las Palmas, el cual cuenta con una pista de 2,500 metros y ayudas operacionales de primer nivel: en sus instalaciones laboran aproximadamente 1,500 trabajadores ofreciendo sus servicios a clientes civiles y militares de todo el mundo.

1.1.4. ORGANIGRAMA ACTUAL

A. Órgano de Dirección

1. Gerente General:

WOLFGANG CARLOS DOUGLAS DUPEYRAT LUQUE

2. Gerente Ejecutivo:

OSCAR ALBERTO VELARDE NUÑEZ

B. Órganos de Control

Gerente de Aseguramiento de la Calidad:

RICARDO ANTONIO VERA REDHEAD

C. Órganos de Apoyo

Gerente de Comercialización:
PAVEL VERA MUÑIZ

1.1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS FUNCIONALES**A. Mantenimiento de Aeronaves**

SEMAN proporciona un servicio completo para el Mantenimiento de Línea & Hangar. Nuestro personal altamente calificado y con una gran experiencia le asegura la solución de cualquier problema estructural a un costo bastante atractivo. Nuestros procesos anticorrosivos le aseguran una reducción importante en los efectos adversos que las condiciones ambientales ejercen sobre la aeronave.

B. Trenes de Aterrizaje

SEMAN realiza mantenimiento mayor, menor y Overhaul a los trenes de aterrizaje aplicables a las aeronaves Boeing B-737 y Boeing B-767. Este trabajo es producto de una asociación conjunta entre dos compañías reconocidas, SEMAN PERU y AEROSPACE ROTABLES Inc.

SEMAN mantiene un completo control de los procesos internos, tales como:

1. Taller de Mecanizado (taladrado, arenado, rectificado y fresado).
2. Recubrimiento galvánico (cadmiado, cromado, shot peening).
3. Pruebas No Destructivas (PND).

C. Taller de medición de Instrumentos

Habilitado por la Dirección General de Aeronáutica Civil (D.G.A.C.) para realizar la inspección y prueba del sistema de presión estática, inspección y prueba del altímetro neumáticos en banco, compensación de la aeronave, inspección y prueba de velocímetros neumáticos en bancos; asimismo en este taller también se prueban los instrumentos de vuelo y navegación (horizonte artificial, giros y virajes, compas magnético), instrumentos de motor (rpm, temperatura, torque, presión de aceite), instrumentos de combustible (indicadores de cantidad de combustible, flujo de combustible,

presión de combustible, sensores de combustible), manómetros y misceláneos (relojes, indicador de flap y transmisores).

D. Servicios Especializados

1. Pruebas no destructivas

Nuestra estación reparadora posee personal calificado y certificado de acuerdo con la ASNT-TC-1A de la Sociedad Americana de Pruebas No Destructivas.

Métodos:

- Inspección por el método Líquidos Penetrantes.
- Inspección por el método de Partículas Magnéticas.
- Inspección por el método de Eddy Current (LFEC y HFEC).
- Inspección por el método de Ultrasonido.
- Inspección por el método de Rayos X.

2. Laboratorio Metalúrgico

Los servicios que ofrece incluye:

- Control químico analítico de recubrimientos, monitoreo químico y procesos para asegurar la calidad y consistencia.
- Análisis metalúrgico de micro estructuras para Materiales y revestimiento.
- Análisis de falla de partes mecánicas.

3. Recubrimiento electroquímico

Complementando los talleres de apoyo altamente equipados, SEMAN Perú cuenta con un gran taller de procesos electroquímicos que proporciona una gama completa de recubrimientos para la restauración y acabado de las partes desgastadas. Entre otros se dispone de recubrimientos a base de níquel, cadmio, plata y cromo.

4. Reparación Estructural

SEMAN proporciona un servicio completo para la reparación en la estructura de la aeronave, esto incluye reparaciones de tipo Mayor y Menor, la experiencia en nuestra mejor garantía.

E. Aviónica

El taller de Aviónica está en la capacidad de atender la inspección y prueba de equipos de comunicación usados en las aeronaves para emitir o recibir data en vuelo, incluyendo los sistemas de intercomunicación auxiliar y afines; así como también los sistemas de radio usados en las aeronaves para la navegación, aproximación y equipos de transmisor-responder “transponder”.

El personal se encuentra capacitado para realizar modificaciones en la aviónica de la aeronave de acuerdo con los STC (Certificado tipo suplementario), cumplimiento de directivas de aeronavegabilidad y boletines de servicio.

Inspecciones EWIS (Sistema de interconexión de cableado eléctrico).
Inspecciones de acuerdo a la regulación SFAR 88 (Special Federal Aviation Regulation No. 88) para el sistema de tanques de combustible.

F. Mantenimiento de Motores

SEMAN Perú le ofrece una sección de overhaul de motores que incluye trabajos completos de overhaul, reparación, acondicionamiento y modificación en motores tales como:

- JT3D, JT8D.
- Motores CFM56 (limitado).
- Series PT6A -27/28.

Este taller cuenta con 3 bancos de prueba que complementan los trabajos de overhaul de motores:

- Bancos de Prueba para motores turbo jet y turbofan (con 80,000 lb de empuje).
- Bancos de Prueba para turbo jets (hasta 10,000 lb de empuje).
- Bancos de Prueba para motores turbohélice.

1. Tipos de Motores

a) Aeronaves Comerciales

- JT3D. JT8D. CFM56.
- PT6A, PT6T.

b) Aeronaves Militares

- Pratt & Whitney PT6T-3/-6.
- Allison T56.
- General Electric J85.
- Lycoming IO-360-series.
- Continental IO-360-series.

G. Inspección Boroscópica de los motores

1. Pratt & Whitney PT6 A-21/27/28.
2. Pratt & Whitney JT3D/JT8D

1.2. FINES DE LA ORGANIZACIÓN²

1.2.1 VISIÓN

Convertirse en la primera Organización de Mantenimiento Aeronáutico de Sudamérica y posteriormente en el primer centro de ensamblaje y fabricación de partes aeronáuticas.

² www.fap.mil.pe

1.2.2 MISIÓN

Estamos constantemente renovando nuestras capacidades y procesos para asegurar que el SEMAN Perú sea tan fuerte y vital como nuestra herencia. De hecho, nuestra cultura refleja la herencia de la aviación en sí, construido sobre la base de la innovación, la aspiración y la imaginación. Nuestra misión es nuestra identidad y nuestro rumbo, satisfacer las necesidades de nuestros clientes creando el valor necesario a nuestros grupos de interés.

1.2.3 VALORES INSTITUCIONALES

El SEMAN se distingue por la historia de sus intachables valores, como son:

A. Integridad

Regirse siempre por los más altos estándares éticos, cumpliendo los compromisos. Asumir la responsabilidad personal de las acciones, y tratar a todos con justicia, confianza y respeto.

B. Calidad

El continuo control en la calidad durante cada proceso de fabricación asegura un buen trabajo, convirtiéndonos así en una de las más reconocidas Organizaciones de Mantenimiento Aeronáutico del país.

C. Puntualidad

Cumplimos con los horarios establecidos en cada proceso de producción, fabricación y entrega de nuestros productos y servicios, asegurando la satisfacción y confianza de nuestros clientes.

D. Trabajo en equipo

Nuestra fortaleza competitiva es el gran equipo de profesionales con el que cuenta nuestra institución, los que anualmente reciben la instrucción adecuada de acuerdo a la especialidad que desarrollan, además de los temas vinculados con la aviación como son los de seguridad (AVSEC,

PREVAC, SMS). Esto los convierte en profesionales quienes constantemente están aprendiendo y compartiendo conocimientos.

E. Protección del Medioambiente

Las actividades realizadas están orientadas hacia la ejecución de proyectos relacionados con la reducción del uso de elementos contaminantes en los procesos de fabricación y mantenimiento de componentes aeronáuticos y el desarrollo de nuevos materiales compuestos con menor impacto ambiental.

1.2.4 OBJETIVOS INSTITUCIONALES

La creación de la empresa SEMAN Perú, tiene por finalidad desarrollar la industria aeronáutica, industrias complementarias y conexas; constituyéndose en un centro de mantenimiento y reparación mayor de aeronaves, motores y sistemas aeronáuticos, civiles, comerciales, policiales y militares, nacionales y extranjeros.

1.2.5 UNIDADES ESTRATÉGICAS DE NEGOCIO

A. Mantenimiento

Esta actividad se verá incrementada por los trabajos adicionales que representa el proyecto. Esto conllevará a la instalación mecánica de nuevas metodologías de trabajo para una labor más eficiente y con menos errores, y, a un incremento de personal operativo. En consecuencia esta área crecerá, en lo que encontrará un beneficio y no se verá afectada en su labor principal que es la de garantizar las condiciones óptimas de operatividad de los equipos, sistemas productivos e instalaciones industriales, mediante la planificación, ejecución y control de los programas de mantenimiento.

B. Logística

La logística comprende la planificación, la organización y el control de todas las actividades relacionadas con la obtención, traslado y almacenamiento de materiales y productos, desde la adquisición hasta el consumo, a través de la organización y como un sistema integrado. El objetivo que pretende

conseguir es satisfacer las necesidades y los requerimientos de la nueva demanda que representa este proyecto, de la manera más eficaz y con el mínimo coste posible.

C. Venta

El desarrollo de este proyecto correspondería a una expansión de la empresa, puesto que ampliaría su gama de servicios, y a medida que la compañía se expande, es mayor la necesidad de investigación de mercados, publicidad, y servicio al cliente en un régimen más continuo y experto. El departamento de ventas está encargado de hacer las siguientes actividades:

- Elaborar pronósticos de ventas
- Establecer precios
- Realizar publicidad y promoción de ventas
- Llevar un adecuado control y análisis de las ventas.

Dentro de las medidas de control para realizar las operaciones de venta tenemos que:

- El departamento de ventas tendrá una relación más directa con el almacén a fin de contar con suficiente inventario para cubrir la demanda de los posibles pedidos de implementaciones de cámaras para aerofotografía a los clientes que quieran de este trabajo en sus aeronaves.
- No deben existir preferencias entre los clientes, en cuanto se refiere a plazos en los pagos, o a los descuentos, a menos que sean autorizados por la gerencia.

Como se puede notar el departamento de ventas juega un rol principal para el éxito de la empresa en este nuevo proyecto, así que el tener muy en claro sus funciones será de mucha ayuda al momento de hacer la planeación de las ventas del nuevo servicio de aerofotografía.

1.3. ANÁLISIS EXTERNO

1.3.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO GENERAL

A. Factores Políticos

El Ministerio de Transportes a través de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), es la entidad reguladora que lleva un control vigilante de la aviación Civil en el Perú. El SEMAN se ha preocupado a través de los años en satisfacer la Normativa que le impone este ente regulador, cumpliendo con las normas de, uso de hangares, calibración de herramientas, personal capacitado, uso de maquinaria, seguridad en el trabajo, y conservación del medio ambiente. Se describen entre otras en las RAP 43 (Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Reconstrucción y Alteraciones), RAP 65 Capítulo D (Licencias de Técnico de mantenimiento de Aeronaves), RAP 145 (Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas), Directivas técnicas extraordinarias, Directivas de Aeronavegabilidad y las Normas técnicas complementarias.

B. Factores Económicos

Los altos costos existen para toda clase de operación en el ámbito aeronáutico, desde mantenimientos hasta trámites de permisos y licencias, estos factores hacen que las empresas opten por entidades públicas por encima de las privadas debido a los menos gastos que estas generan otorgando mayor confiabilidad. No podemos dejar de considerar los siguientes aspectos:

- El presupuesto Institucional.
- Las tasas de crecimiento anual (PBI) del Perú.
- La distribución del Gasto Público.

C. Factores Sociales

El objeto social del SEMAN es:

1. Fabricar, mantener, modernizar y reparar aeronaves, motores, instrumentos, hélices, partes, accesorios y equipos conexos; así como

equipos de aviónica, equipos de comunicaciones, calibraciones diversas y reparación de tarjetas electrónicas.

2. Efectuar investigación y desarrollo tecnológico, relacionado con sus actividades.
3. Celebrar convenios de cooperación tecnológica, científica y de capacitación con entidades nacionales y extranjeras, para promover el desarrollo técnico-científico nacional en los asuntos de su competencia.
4. Orientar el destino de sus actividades en materia de mantenimiento, construcción y reparación aeronáutica a la Fuerza Aérea del Perú, por ser prioritario, estratégico y de preferente interés nacional; así como las actividades vinculadas directamente a la industria metalmecánica relacionadas con la seguridad nacional.
5. Promover el desarrollo social, cultural, profesional y técnico de sus trabajadores.
6. Celebrar contratos, convenios u otros documentos, así como realizar las actividades necesarias para el cumplimiento de su finalidad y objeto social.

La fotografía aérea sería considerada como sustancial por las entidades estatales de ayuda comunitaria y equipos de emergencia, para el rescate y salvamento de vidas humanas, ya que con estas se podrá tener la información incluso inmediatamente después de haberse producido el incidente. Obteniendo una primera impresión objetiva del impacto de los daños en un entorno que podría cambiar con rapidez, como en el caso de desbordamientos de ríos o terremotos. Las imágenes aéreas facilitarían la planificación de las acciones a tomar.

Desde Otro punto de vista, el diseño estructural modelo en la parte inferior del fuselaje, en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea, marcará un inicio y el desarrollo de la producción de este tipo de adaptaciones en las aeronaves, creando mayores puestos de trabajo y un mejor ingreso económico para el personal involucrado en esta misión.

D. Factores Tecnológicos

El SEMAN como Organización de Mantenimiento Aeronáutico aprobada, mantiene los procesos tecnológicos necesarios para realizar las operaciones contratadas. A pesar que, la velocidad con la que avanza la tecnología hace complicado y costoso seguirle el paso, el SEMAN mantiene hasta estos días un nivel aceptable de trabajo bien realizado. El Software con los que se realizan los trabajos son de muy alto procesamiento de cálculo tales como, AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits.

Es así que para el proyecto fue utilizado las herramientas tecnológicas con las que cuenta el SEMAN, se desarrollaron los cálculos de las planchas de Aluminio 2024 T3 en AutoCAD, logrando los resultados esperados con el diseño y la formación del modelo dentro del límite de tiempo establecido y con los recursos programados para este fin.

E. Análisis del Entorno Competitivo

En cuanto al análisis del entorno competitivo, David Snowden define los cuatro posibles dominios de complejidad a los que se puede enfrentar. Como parte del proceso de Planificación Estratégica el Análisis del Entorno se convierte en un paso crucial para poder evaluar y predecir este proyecto del diseño estructural del modelo en la parte inferior del fuselaje, en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea.

1. Dominio de lo simple

El dominio de lo simple es aquél donde las relaciones causa-efecto son evidentes para todos y existe una respuesta correcta para cada una de las situaciones a las que se enfrenta.

a) Rivalidad entre los Competidores Existentes

La rivalidad en el Perú como una organización de mantenimiento aeronáutico es moderada porque no hay instituciones que tengan el apoyo como el SEMAN lo tiene del estado. Además, Seman es la única OMA en el Perú con los permisos y las habilitaciones

necesarias para realizar chequeos del tipo C para aeronaves Tipo Boeing en sus versiones 737-200/300/400/500, 767.

b) Amenaza de Nuevos Competidores

No la hay, debido a que el mercado aeronáutico en el Perú es prácticamente inexistente por lo que las empresas extranjeras prefieren llegar a otros países como Brasil o Argentina.

2. Dominio de lo complicado

El siguiente nivel de complejidad es el dominio de lo complicado. Allí también existen relaciones causa y efecto pero no son tan evidentes, pues hay un desfase en el tiempo o en el espacio que nos impide ver las conexiones de causalidad. En este dominio no existe una única solución o respuesta para cada problema, de nada nos sirven los manuales de buenas prácticas ni las soluciones estándares. Tales como:

a) Amenazas de Productos Sustitutos

La fabricación de este mecanismo en cuestión que otorgue la calidad y confiabilidad requerida no tiene competencia debido a que estos son únicos para cada tipo de aeronave, además de requerir las autorizaciones necesarias como OMA 018. (Organización de Mantenimiento Aeronáutico) Aprobada por la DGAC (Dirección General de Aviación Civil) desde Diciembre de 2011, Seman sigue rigurosamente lo exigido por la Norma Peruana en la RAP 145 (Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas) en todos sus capítulos (Ver anexo 01).

3. Dominio de lo complejo

Un tercer nivel es el dominio de lo complejo. En el dominio de lo complejo no podemos predecir los resultados pues, aunque existen relaciones causa y efecto, estas ni son visibles a posteriori ni son fácilmente repetibles. Todos los sistemas humanos pertenecen al

mundo de lo complejo. No se intenta utilizar soluciones desde los marcos de lo simple o lo complicado. En el mundo de lo complejo las soluciones estándares o las recomendaciones de expertos no le garantizan la solución a los problemas a los que usted se enfrenta. Tales como:

a) Poder de Negociación de los Compradores

En Seman es Alta, no existen fabricantes y/o distribuidores de este tipo de cambio de estructura en el país. El SEMAN sería el primero en lograrlo, por ende no habría competencia en el mercado nacional, además de contar ya, con el buen prestigio debido a sus trabajos realizados anteriormente.

b) Poder de Negociación de Proveedores

En Seman es Alta, porque son pocos los que distribuyen materiales aeronáuticos como duraluminios y aceros inoxidables que son usados en la construcción del ala, así como en las estructuras que necesitan propiedades elásticas y de resistencia.

4. Dominio del caos

El cuarto dominio de complejidad es el caos. En el dominio del caótico no es fácil encontrar relaciones claras de causa y efecto, tampoco lo es detectar patrones. Liderar en el caos conlleva además lidiar con la falta de tiempo, con el estrés y con turbulencias que desestabiliza nuestra área de gestión. En el dominio del caos de nada sirven las soluciones a medida, los expertos, los procesos de razonamiento o la búsqueda de patrones, pues nuestra única prioridad es detener la tempestad. Sólo nos queda saber diferenciar en qué partes del sistema existe estabilidad y en cuáles no para actuar en ellas en una dirección que nos permita dirigirlo de lo caótico a lo complejo.

F. Análisis de la Posición Competitiva

El primer punto y el de mayor importancia es la propia institución, el SEMAN ha ido acumulando a través de sus años de funcionamiento, tecnología,

maquinaria, infraestructura, personal calificado y sobre todo experiencia, esto lo ha hecho merecedor del potencial del que ahora disfruta y le da esta ventaja sobre sus competidores. La competencia se ha visto con la necesidad del alquiler de algunos de los servicios con los que cuenta el SEMAN, tales como, alquiler de Hangares, alquiler de Maquinaria, servicios de Mantenimiento Mayor de aeronaves, trabajos de reparación estructural, entre otros.

El segundo punto que podemos mencionar es el corto tiempo en que el SEMAN puede ejecutar los trámites legales frente a la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) debido a los años de experiencia en la solución de problemas, es por esto que el SEMAN se ha convertido en la primera opción frente a su competencia.

El Servicio de Mantenimiento del Perú (SEMAN PERU), nos da la ventaja precisa, justa y suficiente que necesitamos frente a nuestros competidores, eso nos hace merecedores de ser la primera opción.

1.4. ANÁLISIS INTERNO

1.4.1. Autonomía

El SEMAN PERÚ cuenta con autonomía administrativa, técnica, económica y financiera, de conformidad con su estatuto; en concordancia con la política del Ministerio de Defensa, con la legislación sobre la actividad empresarial del Estado, pudiendo celebrar toda clase de actos y contratos de conformidad con la presente Ley y su estatuto.

El SEMAN PERÚ podrá suscribir contratos de colaboración empresarial con terceros, cuyo objeto sea similar, afín o complementario, rigiéndose, en sus operaciones y acuerdos de comercio exterior, por los usos y costumbres del comercio internacional y por las normas del derecho internacional generalmente aceptado.

1.4.2. Recursos y Capacidades

A. Recursos Tangibles

Actualmente, los principales Recursos Tangibles que cuenta SEMAN son:

En el área de ingeniería:

- 05 tornos (verticales y horizontales).
- 03 Fresadoras.
- 01 Rectificadoras.
- 01 Lapeadoras.
- 01 Taladro radial.
- 06 Máquinas CNC.
- 02 Máquinas de soldadura TIG.

En el área de control de calidad:

- 04 Durómetros.
- 05 Hornos para tratamientos térmicos.
- 03 Máquinas para análisis metalográfico.
- 06 Microscopios eléctricos en el área de pruebas no destructivas.

En el área de motores:

- 01 banco de prueba de bajo empuje.
- 01 bancos de prueba de alto empuje.
- variedad de Instrumentación y herramientas para mantenimiento de motores.
- 01 cámara de granallado para el desengrasado del motor.

En el área de trenes de aterrizaje:

- 06 bancos para armado y desarmado de los trenes de aterrizaje.
- 15 recipientes para realizar procesos galvánicos.
- 02 hornos para tratamientos superficiales de aplicación de pintura.
- 02 prensas estáticas.

Además se cuenta con 10 Hangares, 02 pistas de despegue y aterrizaje, 4 áreas recreativas y 10 almacenes.

B. Recursos Intangibles

Actualmente, los recursos Intangibles que cuenta SEMAN son:

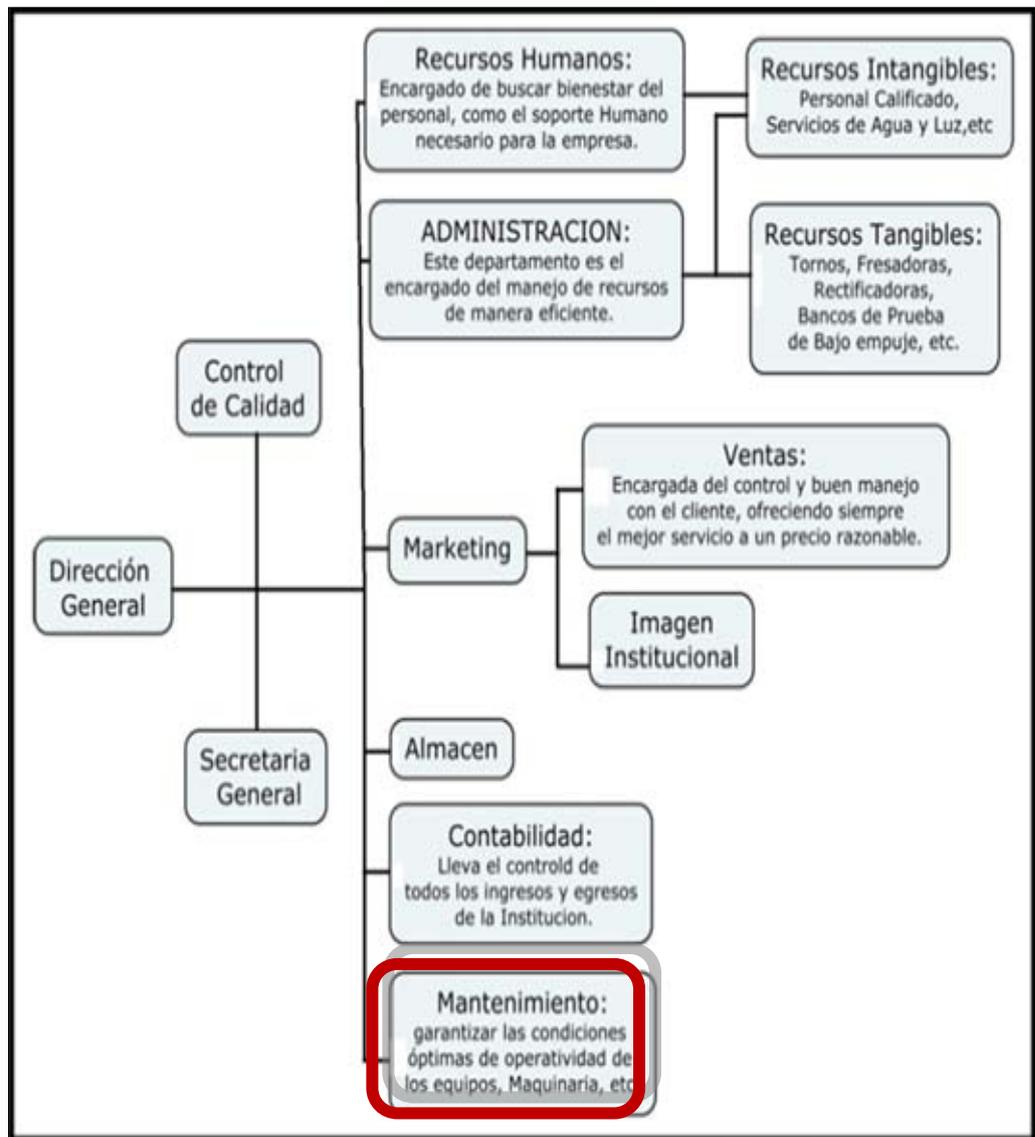
- Energía Eléctrica.
- Agua potable.

- Capacitación al personal de forma gradual durante el año.
- Instrucción en el vuelo de aeronaves categoría L.
- Academia Militar.
- El alto nivel de conocimientos prácticos del personal.
- Sistemas de Cómputo (Software) conforme con los trabajos a realizar.

C. Capacidades Organizativas

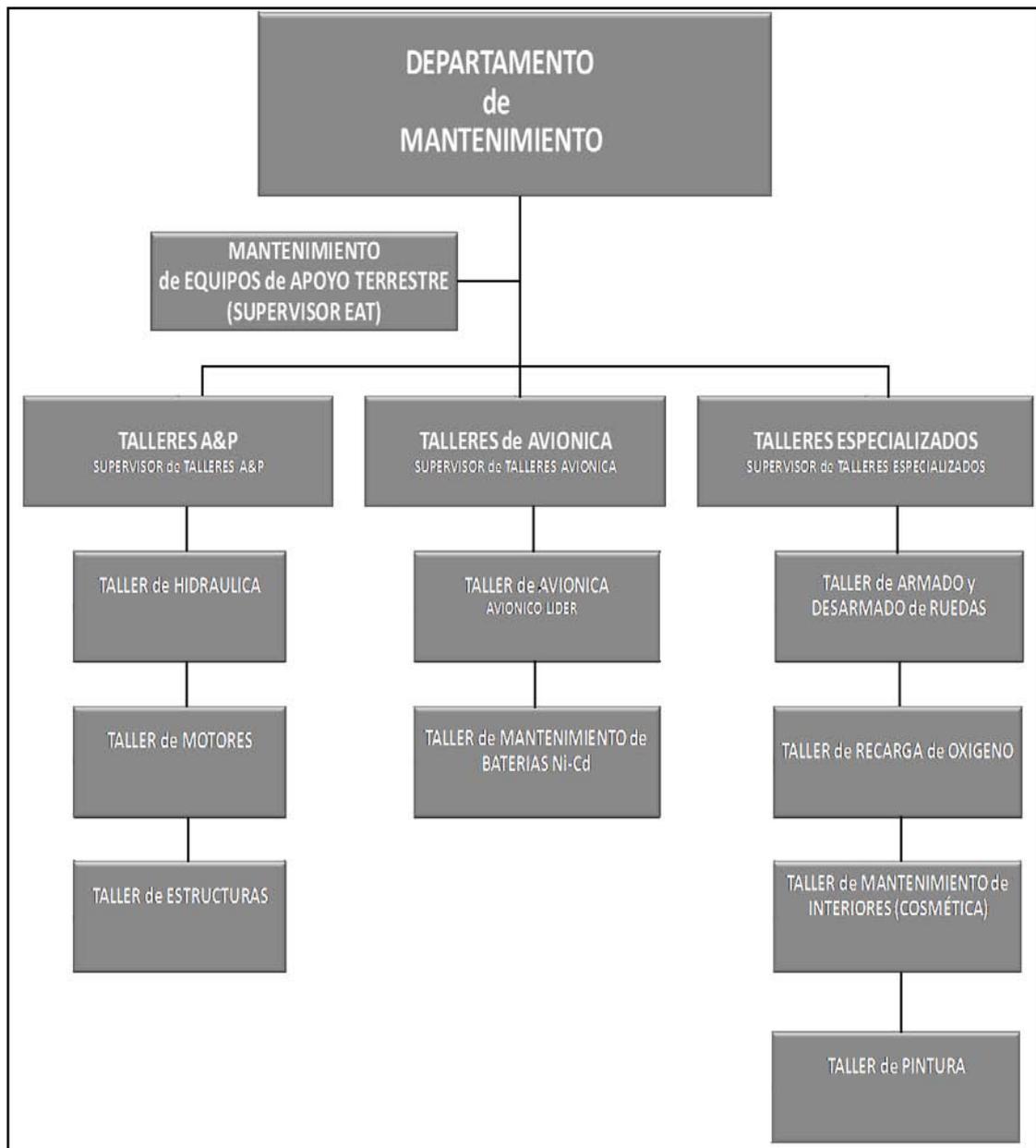
En el gráfico N°1 se puede observar el Organigrama de SEMAN donde se describen los recursos propios tangibles e intangibles que son utilizados en cada área.

GRÁFICO N° 01
ORGANIGRAMA DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO (SEMAN PERU) AÑO 2015.



Fuente: El Autor.

GRÁFICO Nº 02
ORGANIGRAMA DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO DE (SEMAN PERU) AÑO 2015



Fuente: El Autor.

1.4.3. Análisis de recursos y capacidades

A. Almacén

Usados para guardar los componentes y repuestos de las aeronaves, básicamente motores, en desuso o en espera a que sean necesitados para futuras reparaciones. También es usado para almacenar las nuevas piezas que llegan del extranjero como por ejemplo, asientos de aviones, planchas de aluminio, acero, titanio, elementos electrónicos, instrumentos de vuelo.

Todo esto se realiza siguiendo las normas y manuales de los fabricantes así como de la DGAC en las que se especifican las formas de guardar las piezas de manera que no se dañen por el paso del tiempo.

B. Mantenimiento

El SEMAN Perú, es un centro de mantenimiento y reparación mayor de aeronaves, motores y sistemas aeronáuticos, civiles, comerciales, policiales y militares, nacionales y extranjeros. Puesto que, el mantenimiento es la actividad técnica que tiene por objetivo asegurar que un avión se mantenga en condición de "Aeronavegabilidad" es decir con Actitud técnica y legal que debiera tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura. El mantenimiento se realiza según se especifique el manual del fabricante de la aeronave, dependiendo las Horas y/o ciclos de dicha aeronave o componentes de la misma.

C. Control de Calidad

Toda parte del avión que llega es analizada para saber cómo se encuentra micro-estructuralmente y poder determinar si esta puede seguir trabajando o debe ser reemplazada. Para esto se realizan pruebas no destructivas como baños en ácidos, rayos X, análisis electromagnético entre otros.

D. Ventas

El SEMAN por el momento no fabrica por lo que no vende infraestructura aeronáutica pero si realiza alquileres y servicios de mantenimientos.

E. Recursos Humanos

La política de recursos humanos se centra en lograr que los empleados y personal del SEMAN, trabajen acorde con las políticas de la empresa, haciendo coincidir los anhelos y las aspiraciones de los trabajadores con la estrategia de la compañía. Para controlar el desempeño de los trabajadores se realizan evaluaciones periódicas. Midiendo aspectos como: iniciativa, relación con los compañeros o puntualidad

F. Contabilidad

Los departamentos de administración y contabilidad son los que manejan la actividad económica de la institución, estos utilizan los libros contables, donde se declaran los activos y pasivos para hacer cuadrar caja a cada fin de mes y declararlo en la SUNAT.

1.5. ANALISIS ESTRATEGICO

1.5.1. Análisis FODA

En el intento de promover el diseño estructural del modelo en la parte inferior del fuselaje, en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea. Tanto las fortalezas como las debilidades son realidades de la empresa, por lo que es posible actuar directamente sobre ellas. En cambio las oportunidades y las amenazas son externas, y solo se puede tener injerencia sobre ellas modificando los aspectos internos.

1.5.1.1 Fortalezas

Son las capacidades especiales con que cuenta la empresa aeronáutica, y que le permite tener una posición privilegiada frente a la competencia. Recursos que se controlan, capacidades y habilidades que se poseen, actividades que se desarrollan positivamente. En el SEMAN:

- Conocimiento del Mercado.
- Buenos operarios, gente con experiencia.
- Cuenta con el equipo necesario para realizar los mantenimientos
- La confianza que se ha ganado durante los años.
- Alto nivel de seguridad a la hora de realizar los trabajos
- Se posee todos los permisos exigidos por la DGAC
- Cuenta con el apoyo del gobierno Peruano.
- Grandes instalaciones que facilitan la llegada de las aeronaves.

1.5.1.2 Oportunidades

Son aquellos factores que resultan positivos, favorables, explotables dentro de la empresa aeronáutica, que se deben descubrir en el entorno en el que actúa, y que permiten obtener ventajas competitivas. En el SEMAN:

- La competencia en joven y escasa.
- Existe la Necesidad del servicio de Mantenimiento Mayor.
- La capacitación para el personal es Requerida por Ley.
- Ubicado en la capital del país.
- Convenio con Corea del Sur para el ensamblaje de aviones KT-1P.

1.5.1.3 Debilidades

Son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia, recursos de los que se carece, habilidades que no se poseen, actividades que no se desarrollan positivamente dentro de la empresa aeronáutica. En el SEMAN:

- El personal de ingenieros aeronáuticos es limitado.
- Demora en los trámites, por aspectos militares y políticos.
- Se mantiene aun en uso tecnología no actualizada de diversas generaciones, por ser funcional para trabajos específicos.

1.5.1.4 Amenazas

Son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a atentar incluso contra la permanencia y el prestigio de la empresa aeronáutica. En el SEMAN:

- El avance de la población hacia los alrededores del SEMAN hace que se piense en cambiar de ubicación debido al ruido que ocasionan los trabajos realizados.
- La corrosión presentada en los aviones debido al clima Húmedo de la Ciudad.
- Los cambios en el comando cada año trae nuevas perspectivas y cambios que producen demoras en su desarrollo.

TABLA N° 01
ANÁLISIS FODA, SEMAN 2015

	FACTORES INTERNOS	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
FACTORES EXTERNOS		<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento del Mercado. 2. Buenos operarios, gente con experiencia. 3. Cuenta con el equipo necesario para realizar los mantenimientos 4. La confianza que se ha ganado durante los años. 5. Alto nivel de seguridad a la hora de realizar los trabajos 6. Se posee todos los permisos exigidos por la DGAC 7. Cuenta con el apoyo del gobierno Peruano. 8. Grandes instalaciones que facilitan la llegada de las aeronaves. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. El personal de ingenieros aeronáuticos es limitado. 2. Demora en los trámites, por aspectos militares y políticos. 3. Se mantiene aun en uso tecnología no actualizada de diversas generaciones, por ser funcional para trabajos específicos.
	OPORTUNIDADES (O)		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. La competencia es joven y escasa. 2. Existe la Necesidad del servicio de Mantenimiento Mayor. 3. La capacitación para el personal es Requerida por Ley. 4. Ubicado en la capital del país. 5. Convenio con Corea del Sur para el ensamblaje de aviones KT-1P. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. -Continuar con la capacitación del personal, para mantener el nivel de conocimientos teóricos. 2. Buscar alianzas estratégicas con empresas relacionadas con la aviación y/o el mantenimiento de aeronaves, que nos permitan compartir recursos para beneficios de ambos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contratar personal joven, profesionales universitarios de la carrera aeronáutica y afines, que lleguen con ideas frescas de cambio. 2. Crea un área con la tarea específica de acelerar los tramites frente a entidades del estado.
	AMENAZAS (A)		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. El avance de la población hacia los alrededores del SEMAN hace que se piense en cambiar de ubicación debido al ruido que ocasionan los trabajos realizados. 2. La corrosión presentada en los aviones debido al clima húmedo de la Ciudad. 3. Los cambios en el comando cada año trae nuevas perspectivas y cambios que producen demoras en su desarrollo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar en el presupuesto los nuevos recubrimientos de pinturas anticorrosivas de alta duración. 2. Permitir un plan de desarrollo con presupuesto sólido, y de duración con un tiempo medio, que no sea interrumpido por los cambios de comando. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mejorar las prestaciones para personal civil capacitado y así evitar las renuncias que se producen a muy corto plazo. 2. Implementar las medidas de seguridad en los recubrimientos de aeronaves durante las noches húmedas de invierno, para evitar el rápido avance de la corrosión.

Fuente: El Autor.

TABLA N° 02
ANÁLISIS FODA - PORCENTAJES.

FORTALEZAS (F)		
1	Conocimiento del Mercado.	20%
2	Buenos operarios, gente con experiencia.	20%
3	Cuenta con el equipo necesario para realizar los mantenimientos	10%
4	La confianza que se ha ganado durante los años.	10%
5	Alto nivel de seguridad a la hora de realizar los trabajos	10%
6	Se posee todos los permisos exigidos por la DGAC	15%
7	Cuenta con el apoyo del gobierno Peruano.	5%
8	Grandes instalaciones que facilitan la llegada de las aeronaves.	10%
		100%
DEBILIDADES (D)		
1	El personal de ingenieros aeronáuticos es limitado.	50%
2	Demora en los trámites, por aspectos militares y políticos.	15%
3	Se mantiene aun en uso tecnología no actualizada de diversas generaciones, por ser funcional para trabajos específicos.	35%
		100%
OPORTUNIDADES (O)		
1	La competencia en joven y escaza.	40%
2	Existe la Necesidad del servicio de Mantenimiento Mayor.	30%
3	La capacitación para el personal es Requerida por Ley.	10%
4	Ubicado en la capital del país.	10%
5	Convenio con Corea del Sur para el ensamblaje de aviones KT-1P.	10%
		100%
AMENAZAS (A)		
1	El avance de la población hacia los alrededores del SEMAN hace que se piense en cambiar de ubicación debido al ruido que ocasionan los trabajos realizados.	25%
2	La corrosión presentada en los aviones debido al clima Húmedo de la Ciudad.	50%
3	Los cambios en el comando cada año trae nuevas perspectivas y cambios que producen demoras en su desarrollo.	25%
		100%

Fuente: El Autor.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO DEL NEGOCIO Y DEL PROYECTO

2.1. MARCO TEÓRICO DEL NEGOCIO

El Servicio de Mantenimiento del Perú (SEMAN), está orientado al servicio mecánico, hidráulico, neumático, electrónico, eléctrico y estructural de las aeronaves de la fuerza aérea del Perú, desde hace más de 70 años viene acumulando experiencia, lo que ha valido para obtener los permisos necesarios por la autoridad Legisladora y por la The Boeing Company, para realizar el mantenimiento de aviones en los modelos 737, 767.

Este servicio de mantenimiento viene ampliándose mientras la experiencia va acumulando y la exigencia de los usuarios va siendo más alta. El mantenimiento viene ampliándose en frecuencia y en modelos de aeronaves civiles de múltiples categorías. Es por ello que Seman es la institución de mayor confianza y la más indicada en experiencia para realizar los cambios estructurales que propone este proyecto, el estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación de una cámara fotogramétrica aérea.

La necesidad de tener y mantener un registro fotográfico actualizado del litoral peruano en toda su totalidad (costa, sierra, selva, zonas urbanas, zonas de difícil acceso terrestre y fluvial, lugares afectados por la naturaleza con necesidad de estudio, fronteras, y usado para las necesidades de los clientes), es ahora de vital importancia.

2.1.1 LA FOTOGRAMETRIA

A. Definición de la fotogrametría¹

Fotogrametría es la ciencia de realizar mediciones e interpretaciones confiables por medio de las fotografías, para de esa manera obtener características métricas y geométricas (dimensión, forma y posición), del objeto fotografiado. Esta definición es en esencia, la adoptada por la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Sensores Remotos (ISPRS).

Por otra parte, la sociedad americana de fotogrametría y sensores remotos (ASPRS), tiene la siguiente definición, ligeramente más completa que la anterior: Fotogrametría es el arte, la ciencia y la tecnología de obtener información confiable de objetos físicos y su entorno, mediante el proceso de exponer, medir e interpretar tanto imágenes fotográficas como otras, obtenidas de diversos patrones de energía electromagnética y otros fenómenos.

Etimológicamente, la palabra fotogrametría se deriva de las palabras griegas Πως photos, que significa luz; γραμα, gramma, que significa lo que está dibujado o escrito, y μετρον, métrou que significa medir. Usando en conjunto esas palabras fotogrametría significa medir gráficamente por medio de la luz.

B. Aplicaciones de la fotogrametría²

La primera utilización de la fotogrametría consistió en la realización de mapas y planos topográficos. De hecho, los mapas base de la cartografía de cualquier país, son obtenidos mediante ella. Actualmente, además de la realización de estos mapas base, se realizan muchos otros tipos de mapas de carácter especial, los cuales pueden presentar gran variedad de escalas, y se utilizan en el proyecto y diseño de obras tales como autopistas, carreteras, vías de ferrocarril, puentes, tuberías, oleoductos, gasoductos, líneas de transmisión, presas hidroeléctricas, estudios urbanos, etc. Además de estos mapas, orientados principalmente al desarrollo de obras de ingeniería civil, podemos mencionar mapas realizados para uso catastral, mapas geológicos, mapas de suelos, mapas forestales, etc.

¹Luis Jáuregui. Introducción a la Fotogrametría.

² Luis Jáuregui. Introducción a la Fotogrametría

Dentro de las disciplinas que se benefician de la fotogrametría no topográfica podemos mencionar a la arquitectura, en el levantamiento de monumentos y de sitios; la arqueología, en aplicaciones similares a las usadas en arquitectura; la bioestereometría, en el estudio de formas de seres vivos; la construcción naval, la automotriz y la de maquinaria pesada hacen también uso de esta disciplina.

Una importante cantidad de la información cartográfica producida mediante el empleo de la fotogrametría, es utilizada como referencia espacial en bases de datos digitales. Estos, se integran con otros datos obtenidos por diferentes medios, generalmente de carácter cualitativo y descriptivo para conformar sistemas de información geográfica (SIG).

“Por otra parte, no podemos dejar de mencionar (como sucedió en muchas otras ciencias), la aparición de las computadoras y su continuo avance, posibilitaron el desarrollo y utilización de la Fotogrametría Analítica en la última parte del siglo 20, y nos permitirá hacer uso de una manera cada vez más fácil y sencilla de la nueva Fotogrametría Digital.

Posiblemente debido a esto último, sea difícil seguir hablando de aquí en adelante de Fotogrametría o cualquiera de sus Ciencias Afines, sin nombrar a la computadora o dejar de referirnos a la aplicación de alguna técnica informática para llevar a cabo un trabajo en alguna de estas disciplinas”.³

Solo con pronunciar el vocablo Geoinformática, estamos describiendo la situación actual en la que todas las Ciencias de la Tierra, ya sean para una explotación métrica o temática, son cada vez más afines a las tecnologías computacionales. Pero no debemos confundirnos; las computadoras seguirán siendo una de las herramientas utilizadas en cualquiera de estas ciencias, pero deberán seguirse nutriendo de las metodologías propias que se vayan gestando dentro las mismas.

Para comenzar a comprender, como a través de imágenes de un objeto podemos llegar a realizar medidas reales de este, debemos entender los principios básicos de la observación binocular y la visión estereoscópica.

³ Rodrigo Orellana Ramírez. Apuntes de fotogrametría Básica

C. Divisiones de la fotogrametría⁴

A lo largo de la existencia de esta disciplina, se fueron desarrollando métodos que se adaptaban en forma óptima a los campos de aplicación en los que se les requería. Esto trajo a su vez como consecuencia, la creación de equipos específicos capaces de llevar a cabo la realización de estas técnicas especializadas. Agrupando estas técnicas y equipos en torno a sus campos de aplicación, se obtienen tres grandes grupos dentro de la fotogrametría.

1. Fotogrametría Terrestre

Es aquella que utiliza fotografías tomadas sobre un soporte terrestre; debido a esto, la posición y los elementos de orientación externa de la cámara son conocidos de antemano. Si bien fue la primera aplicación práctica de la fotogrametría, actualmente se usa principalmente en labores de apoyo a la arquitectura, arqueología, ingeniería estructural y en levantamientos topográficos de terrenos muy escarpados. Algunos autores ubican a los usos de la fotogrametría en arquitectura y arqueología en la división de objetos cercanos; sin embargo, cuando los objetos a levantar se vinculan con su posición sobre el terreno, se realiza una actividad de carácter topográfico; por ello, pueden ser ubicadas en esta división.

2. Fotogrametría de objetos cercanos

En forma general, agrupa aquellas aplicaciones que no tienen carácter geodésico o topográfico. Se aplica para resolver problemas singulares, muy específicos. Por ello se puede decir que son soluciones a la medida del problema a resolver. Esta división es la que abarca la mayor amplitud de técnicas para la toma de fotografías y su posterior restitución.

3. Fotogrametría Aérea⁵

Es aquella que utiliza fotografías tomadas desde una cámara aerotransportada. Este hecho implica que su eje óptico casi siempre es

⁴ Rodrigo Orellana Ramírez. Apuntes de fotogrametría Básica.

⁵ Luis Jáuregui. Introducción a la Fotogrametría.

vertical, y que su posición en el espacio no está determinada. Generalmente, las cámaras usadas son de formato 23 × 23 cm, ya que son las más apropiadas para los trabajos cartográficos a los cuales está destinada. Actualmente cobra importancia la fotografía aérea de pequeño formato, debido a sus ventajas de accesibilidad económica. Otra modalidad que gana importancia la constituye la fotogrametría espacial, que utiliza imágenes estereoscópicas tomadas desde satélites de observación de la tierra.

D. Ventajas y limitaciones de la fotogrametría⁶

La fotogrametría es una disciplina basada en la reconstrucción 3D de la realidad a partir de imágenes bidimensionales; es por ello que sus ventajas y desventajas están estrechamente ligadas a las formas de registro (generalmente fotografías aéreas), y a los métodos y equipos de restitución.

1. Reducción de costos.

Está relacionado con el tamaño del área a restituir. A partir de las 200 ha. de superficie, el método fotogramétrico se torna competitivo frente al método topográfico, aumentando esta competitividad a medida que el área se hace más extensa.

2. Reducción del trabajo de campo.

El trabajo de campo es un componente oneroso de todo trabajo topográfico, cuyo costo aumenta con la accesibilidad y las condiciones de clima adverso. La reducida cantidad de puntos de control necesarios en la fotogrametría, reduce la estadía en el campo.

3. Velocidad de compilación.

El tiempo requerido para realizar un mapa fotogramétrico es mínimo comparado con el que requiere el levantamiento topográfico y su posterior trabajo de gabinete.

⁶ Luis Jáuregui. Introducción a la Fotogrametría.

Dado el poco tiempo necesario para el levantamiento fotogramétrico con el que se obtiene una reproducción fiel del terreno, en un periodo determinado, nos facilita datos muy valiosos en los casos de cambios súbitos, como por ejemplo: durante o después de catástrofes naturales.

4. Flexibilidad.

El método fotogramétrico puede ser realizado en un variado rango de escalas, dependiendo de la escala de las fotografías y del tipo de aparato compilador utilizado, dependiendo también de la disponibilidad de recursos económicos y técnicos. Por ello, suministrar mapas o sustitutos con diferentes tiempos de producción, costos y precisión.

5. Registro multitemporal.

Es muy útil para verificar mapas fotogramétricos. Las fotos aéreas proveen un registro preciso de las características del terreno en la fecha en que fueron tomadas, lo cual permite realizar comparaciones entre fotos de otras fechas para evaluar cambios en el terreno. Las fotos aéreas también pueden ser empleadas para otros usos diferentes al del proyecto original, ya que además de información métrica, las fotografías aéreas proporcionan información de carácter cuantitativo y cualitativo.

6. Aplicaciones Multiproposito.

La Fotogrametría se puede aplicar en regiones donde no pueden utilizarse los métodos clásicos, como, por ejemplo: en regiones intransitables, tales como: Ciénagas, desiertos, selvas vírgenes, territorios azotados por alguna epidemia u ocupados por fuerzas enemigas, etc., debido a la característica intrínseca de la fotogrametría, de que los objetos pueden ser medidos sin necesidad de estar cerca de ellos.

La aerofotogrametría aporta además una serie de ventajas, tales como, la fotografía en sí, la cual es un documento que permite efectuar cualquier control en un momento dado. También se pueden obtener de ella datos jurídicos, geológicos, históricos y geogénicos de suma importancia.

E. Desventajas de la fotogrametría⁷

1. Visión de la superficie del terreno cuando existe densa cobertura vegetal. En este caso es imposible ubicar la marca flotante sobre el terreno, por lo que se debe presumir una altura promedio de la vegetación con respecto al suelo. Sin embargo, como la cubierta vegetal tiende a suavizar los accidentes topográficos del terreno, siempre existirán errores en la ubicación de las curvas de nivel, aunque se pueda verificar la cota en los claros que existan en la vegetación.
2. Ubicación de curvas de nivel sobre superficies planas. El determinar la trayectoria de una curva de nivel en un terreno plano tiene un alto grado de dificultad, debido a la imprecisión en la colocación de la marca flotante. En consecuencia, se colocan puntos acotados en la restitución o se complementa con trabajo de campo.
3. El lugar debe ser inspeccionado para determinar aquellos elementos que no son visibles en forma satisfactoria, o que no cuya naturaleza exacta no puede ser determinada en el estereomodelo.
4. Siempre es necesario realizar un control de campo.
5. La aplicación de la fotogrametría requiere una inversión considerable de equipo y de personal especializado, por lo que su costo es elevado.
6. Para realizar nuevos levantamientos se requiere la obtención de nuevas fotografías.

2.1.2 FOTOGRAFIA AEREA

A. Usos de la Fotografía Aérea⁸

La fotografía aérea se utiliza en la cartografía (en particular en fotogramétrica, que es a menudo la base de mapas topográficos), la planificación del uso del suelo, arqueología, en producción de películas, estudios ambientales, línea de alimentación de inspección, en

⁷ Luis Jáuregui. Introducción a la Fotogrametría.

⁸ M. Victoria Fernández Martínez. La fotografía aérea: Uso y manejo con fines didácticos

vigilancia, la publicidad comercial, de traspaso, y proyectos artísticos. Un ejemplo de cómo la fotografía aérea se utiliza en el campo de la arqueología es el proyecto de mapeo realizado en el sitio de Angkor Borei en Camboya desde 1995-1996. El uso de la fotografía aérea, los arqueólogos fueron capaces de identificar los elementos arqueológicos, incluyendo las características de agua (embalses, piscinas construidas artificialmente y estanques naturales) dentro del recinto amurallado de Angkor Borei. En los Estados Unidos, las fotografías aéreas se utilizan en muchos “Fase I” (Evaluación ambiental de sitio para el análisis de la propiedad).

B. Ventaja de la fotografía aérea⁹

La fotografía aérea, sacada con los instrumentos adecuados desde un avión en vuelo, a diferentes alturas, a varias escalas y mediante diversas técnicas, presenta una serie de ventajas con otros sistemas de observación y proyección del territorio, que merecen su consideración.

En primer lugar, permite visualizar una zona sin tener que desplazarse al lugar de observación. Además, el campo de mira es más amplio del que nos proporciona la observación directa sobre el terreno.

Otra ventaja es que se pueden analizar conjuntamente una serie de detalles del territorio, algunos de los cuales no se ve a simple vista.

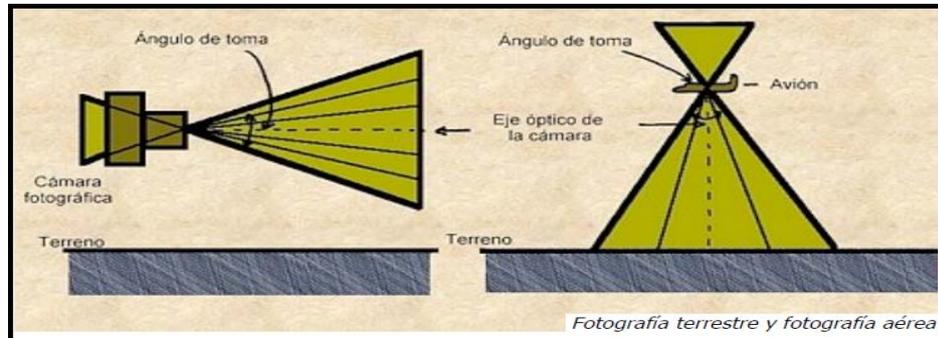
Por último, permite analizar las variaciones de diversa naturaleza (geología, biología, humana, entre otras.) del territorio y su ocupación a lo largo del tiempo, por comparación entre fotografías aéreas de la misma zona y de diferentes años.

Algunas de estas ventajas también no lo proporcionan los mapas, sean generales o temáticos. Pero la información que contienen las fotografías aéreas es aún mayor, ya que en ellas pueden estar representados (según la técnica) todos los elementos que componen un territorio, tal y como los vemos en la realidad. Por lo contrario los mapas son abstracciones de la realidad que reflejan sobre un plano uno o varios aspectos de la misma, mediante el uso de signos y/o símbolos normalizados.

⁹ M. Victoria Fernández Martínez. La fotografía aérea: Uso y manejo con fines didácticos

Podemos considerar la fotografía aérea como una perspectiva cónica del terreno, cuyo punto de vista es el centro óptico del objetivo de la cámara, siendo el plano del cuadro, el plano focal del mismo.

GRÁFICO Nº 03
FOTOGRAFÍA TERRESTRE Y FOTOGRAFÍA AÉREA



Fuente: Manuel Alcayde Mengual. Fotografía Aérea.

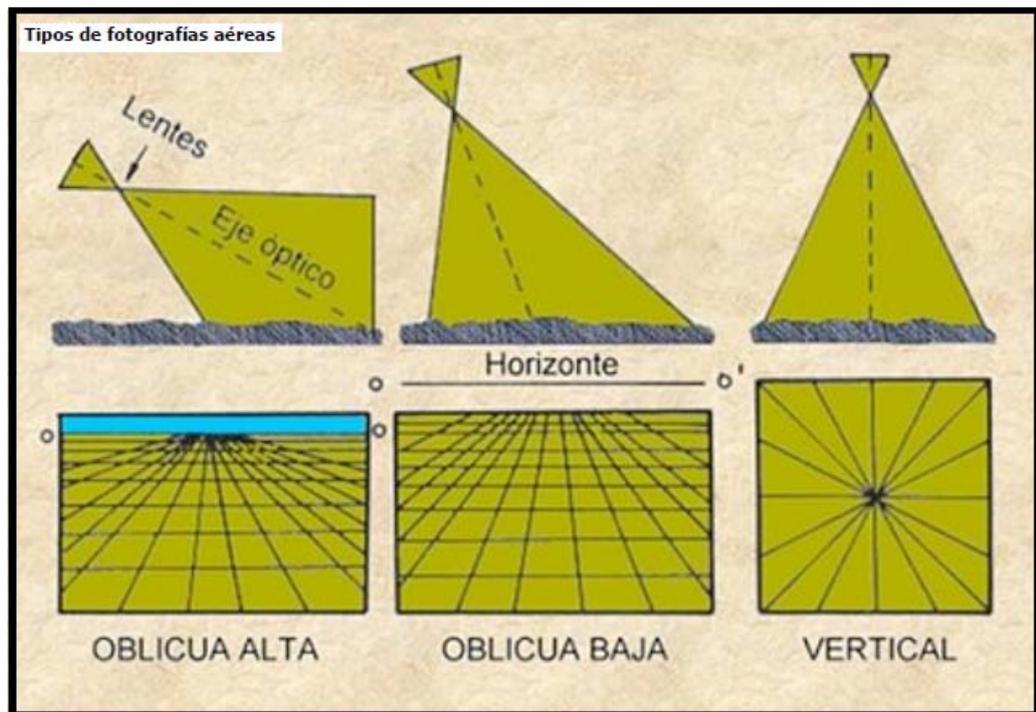
Al estudiar las principales características de las fotografías aéreas, siempre suponemos que el terreno es llano y lo representamos como tal, un plano horizontal. Las vistas aéreas adquieren por lo general, forma cuadrada, pudiendo ser también rectangulares. La localización del centro del fotograma, la determinamos a través de unas señales que son rectas o ejes coordenados que se cortan perpendicularmente y que reciben los nombres de eje longitudinal o de abscisas y eje transversal o de coordenadas.

C. Clasificación de las Fotografías Aéreas

La clasificación más usual de las fotografías aéreas parte de un factor: la inclinación intencionada o imprevista del eje óptico de la cámara en el instante o momento de la toma de la vista.

Cuando son imprevistas, producen una serie de desplazamientos en las imágenes, que necesitan ser corregidas. Cuando intencionalmente se hace inclinar el eje, se obtiene un variado material aerofotográfico, que tiene diversas aplicaciones. Generalmente, la fotografía aérea que se utiliza en todos los campos de análisis e investigación del territorio, es la fotografía aérea vertical, en este caso, el eje óptico tiene una inclinación inferior a 3° . Es indispensable e insustituible en cualquier estudio de Geografía Urbana.

GRÁFICO Nº 04
TIPOS DE FOTOGRAFÍA AÉREA



Fuente: Manuel Alcayde Mengual. Fotografía Aérea.

Cuando la inclinación del eje óptico es mayor de 3° , clasificamos a las fotografías como oblicuas, y a su vez en oblicuas altas cuando aparece en ellas el horizonte terrestre (3° - 45°), y oblicuas bajas, en caso contrario (45° - 90°). Por lo general, estas últimas se realizan con fines ilustrativos y turísticos.

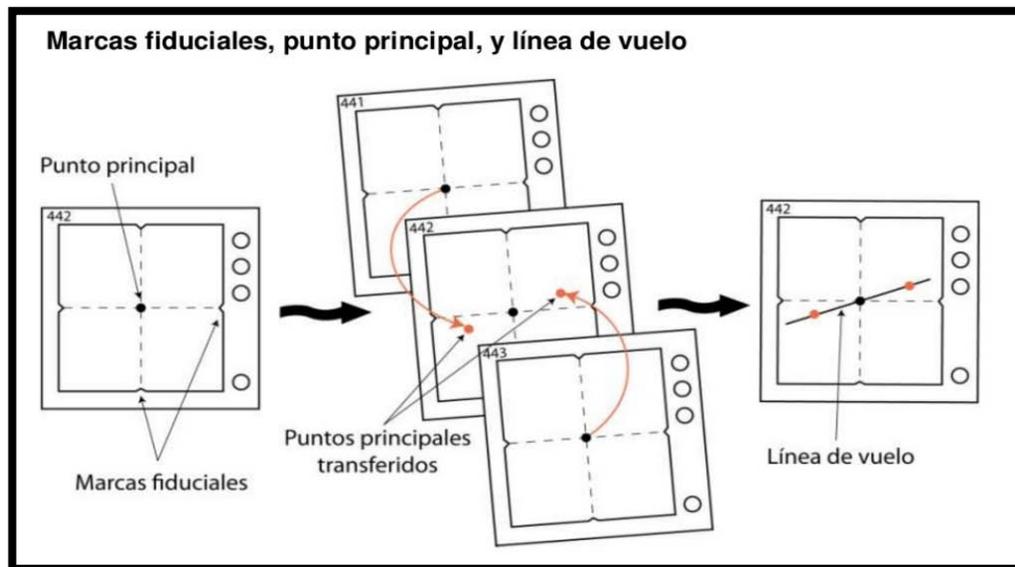
Otra clasificación, atiende a ciertas características especiales como: tamaño, blanco y negro, color, infrarrojas, película continua. Igualmente clasificamos según la clase de objetivo, tipos de cámaras, cámaras múltiples.

1. Datos que aparecen en las Fotografías Aéreas.

- Distancia focal: distancia entre el foco de la lente y el negativo de la película, oscilará entre 35 y 325 mm.
- Identificación del vuelo.
- Número de vuelo.
- Número de foto, aparece siempre.
- Escala media de la fotografía.
- Zona geográfica.
- Norte geográfico.

- Empresa y Año.
- N° de serie de la cámara.
- Hora, imprescindible.
- Marcas fiduciales, si se unen nos da el punto central de la foto, si la foto es vertical corresponde al nadir, hay cuatro, y siempre deben aparecer.
- Altimetro, nos da la altura sobre el nivel del mar, ésta no es la altura del vuelo, se mide en pies y se pasa a metros.

GRÁFICO Nº 05
MARCAS FIDUCIALES, PUNTO PRINCIPAL Y LÍNEA DE VUELO



Fuente: José Vicente Pérez Peña. Fotografía Aérea y fotointerpretación.
Universidad de Granada

D. Lectura de Fotogramas¹⁰

Toda información aérea muestra determinada información marginal de gran importancia, que es la siguiente:

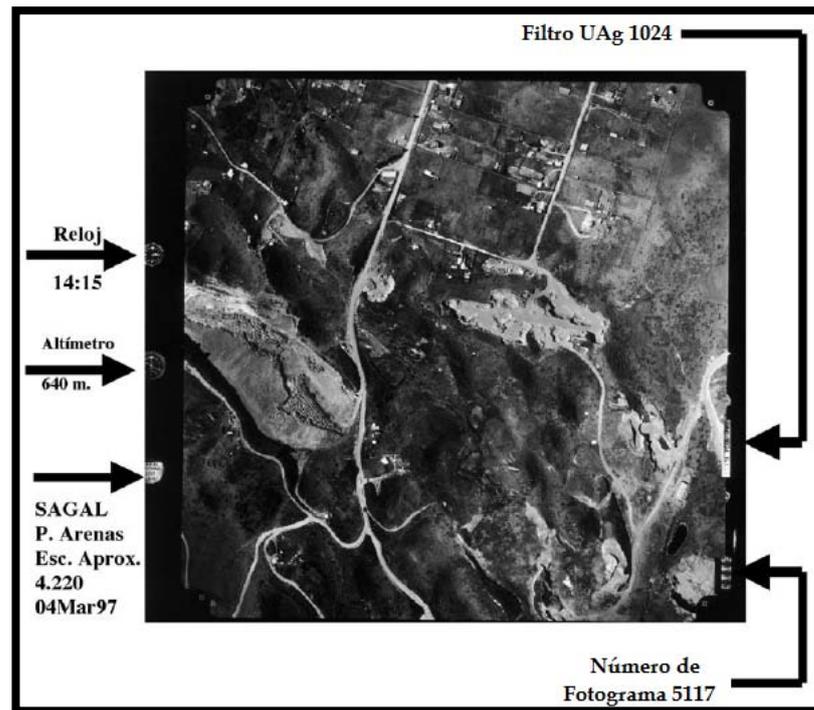
- Altimetro.
- Fecha de toma de foto.
- Distancia focal del lente de la cámara.
- Hora de toma de fotograma.
- Numero de Fotograma.
- Escala de Fotograma.
- Número de Serie de Lente de la Cámara.

¹⁰ Juan Gutiérrez Palacios. Topografía para las tropas.

- Nivel.

Al analizar la información marginal que proporciona una fotografía aérea, esta es mucho menor a la que proporciona una carta o mapa y es por ello que el uso y análisis de una fotografía aérea requiere de un estudio más técnico y normalmente de un equipamiento para realizar su foto interpretación.

GRÁFICO N° 06
INFORMACIÓN INCLUIDA EN LOS MÁRGENES DE LAS FOTOS



Fuente: Juan Gutiérrez Palacios. Topografía para las tropas.

2.1.3 CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA¹¹

La cámara fotogramétrica, llamada también cámara métrica, es una cámara fotográfica cuyos elementos de orientación interior son conocidos y cuya calidad geométrica es tal, que se puede considerar como una proyección central ideal. Como consecuencia de esta calidad geométrica, este tipo de cámaras debe tener foco fijo, ya que cualquier variación en el enfoque haría variar el ángulo de apertura.

¹¹ Sifuentes, F; Vásquez, R. Introducción a la Fotogrametría. Editorial Trillas, México, 1997.

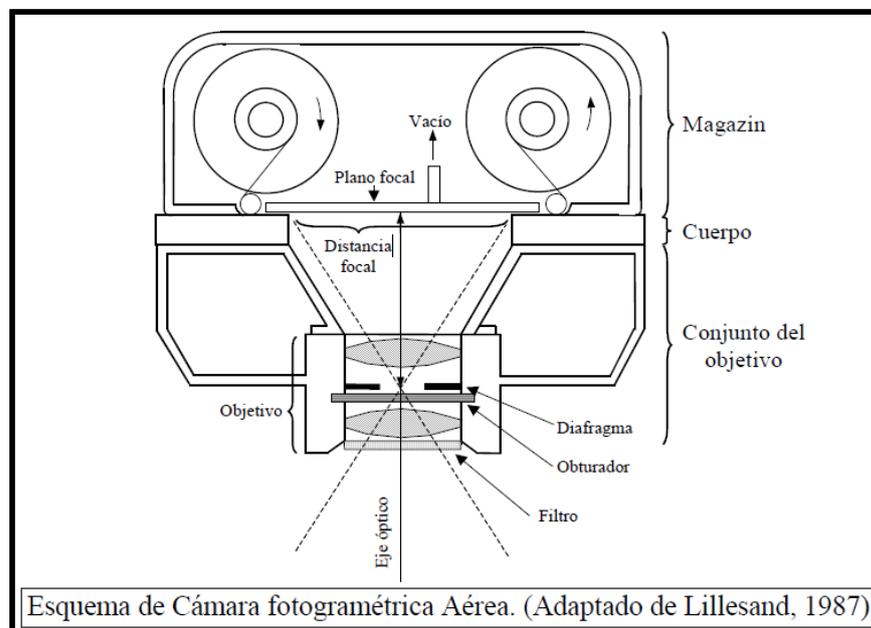
A. Componentes de las cámaras fotogramétricas aéreas

A pesar de que todas las cámaras aéreas difieren ligeramente unas de otras, tienen suficientes parecidos como para hacer una descripción general que abarque todas ellas. Los tres componentes básicos de una cámara aérea son:

1. Almacén o magazin.
2. Cuerpo de la cámara.
3. Ensamble del lente.

Gráfico N° 07

Esquema de Cámara fotogramétrica Aérea (Adaptado de Lillesand, 1987)



Fuente: Introducción a la Fotogrametría. Autor: Sifuentes, F; Vásquez, R. 1997. Editorial: Trillas, México

GRÁFICO N° 08

CÁMARA FOTOGAMÉTRICA ZEISS



Fuente: Sifuentes, F; Vásquez, R. Introducción a la Fotogrametría.

B. Clasificación de las fotografías aéreas en función de la inclinación del eje óptico¹²

1. Verticales

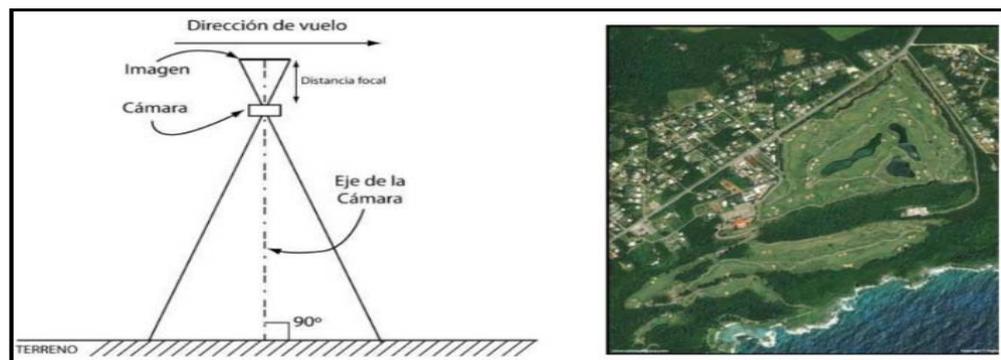
Se toman con el eje óptico perpendicular a la superficie terrestre (inclinación con respecto a la dirección de la gravedad es menor que 3°).

2. Oblicuas

Se toman con el eje óptico inclinado (inclinación con respecto a la dirección de la gravedad). Se subdividen en oblicua alta si se registra el horizonte y oblicua baja si no se registra.

Gráfico N° 09

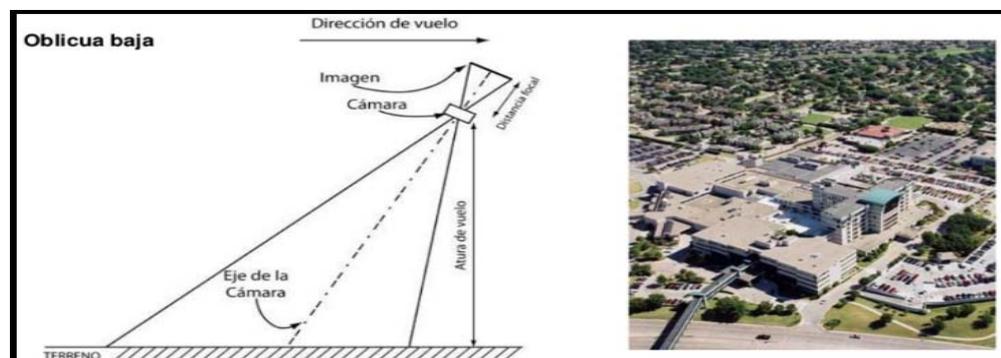
Fotografía aérea con inclinación vertical



Fuente: Fotografía aérea y Fotointerpretación. Autor: José Vicente Pérez Peña. Universidad de Granada

Gráfico N° 10

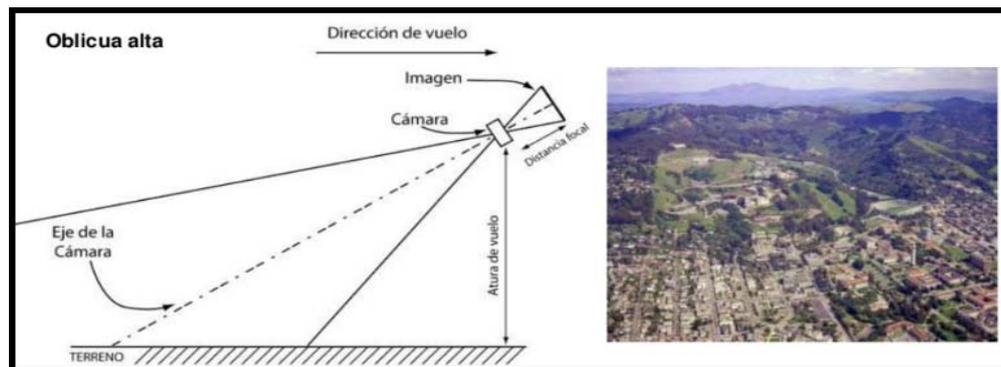
Fotografía aérea con inclinación Oblicua alta



Fuente: Fotografía aérea y Fotointerpretación. Autor: José Vicente Pérez Peña. Universidad de Granada

¹² José Vicente Pérez Peña. Fotografía aérea y Fotointerpretación. Universidad de Granada

Gráfico N° 11
Fotografía aérea con inclinación Oblicua baja



Fuente: Fotografía aérea y Fotointerpretación. Autor: José Vicente Pérez Peña. Universidad de Granada

2.1.4 ANÁLISIS DE VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA CÁMARA DIGITAL FRENTE A LA ANALÓGICA

A. VENTAJAS DE LAS CÁMARAS DIGITALES

1. Calidad

- a) Al tener mayor rango dinámico ofrece una elevada resolución radiométrica. Esto quiere decir que tiene una gran facilidad para captar los diferentes matices de color de la realidad, mayor cantidad de niveles de gris o de colores diferentes. Una de las consecuencias de este ítem es la gran cantidad de información que se puede diferenciar en las zonas de sombras.
- b) El sensor tiene una gran precisión geométrica y permite el control de calidad de las imágenes en vuelo.
- c) Mejora la relación señal/ruido.
- d) La geometría de la imagen digital es muy estable, no se deforma por ningún factor externo, por tanto tiene una gran precisión espacial.
- e) Al no existir procesos químicos de revelado, reproduce muy fielmente el color, no se degrada la calidad por el escaneo al no introducir esos ruidos por no existir ese proceso
- f) Registran información espectral dentro y fuera del rango visible, por tanto capturan información multiespectral.
- g) Se puede considerar una desventaja frente a la película la resolución geométrica, ya que ésta es un medio de almacenamiento masivo que da resoluciones > 100 líneas/mm. Lo que equivale a 5 – 7 micras (es

decir distingue en imagen objetos de ese tamaño, a escala 1:5.000 de vuelo resolvería objetos de 25 mm. sobre el terreno.

2. Precisión

- a) Tamaños de píxel terreno pequeños (desde 5cm), con precisión menores que 0.1 píxel.
- b) Compensación FMC electrónica sin limitaciones mecánicas. Como vimos este dispositivo permite eliminar movimiento en las tomas, antes era mecánico, ahora electrónico.
- c) Mejor aptitud para procesos de correlación automática: 2.5 veces mejor que fotograma escaneado. La correlación es el sistema que permite identificar puntos homólogos y por tanto cuando esté perfeccionado restituir ciertos elementos sin intervención humana.
- d) Mejor visión en tres dimensiones en sistemas estereoscópicos.
- e) Conexión directa al receptor GPS mediante sistema de navegación "Trackair" junto con sistema inercial "Aplanix" que suministran X,Y,Z del punto de disparo así como los 3 giros para la orientación (κ , ϕ y ω).

3. Versatilidad

- a) Posibilidad de obtener múltiples productos en un mismo vuelo:
 - Pancromático
 - Color natural (RGB)
 - Color Infrarrojo (CIR)
 - Cuatro bandas multiespectrales
- b) En todas las bandas se ofrecen 12-bit de radiometría. Mientras que las cámaras analógicas ofrecen 6 bits en B/N.
- c) Todas las bandas cuentan con alta resolución espacial

4. Ahorro de tiempo

- a) Al no necesitar procesos de revelado, fijado, secado y copiado, el tiempo de proceso es muy pequeño y el flujo de trabajo puede ser continuo.

- b)** Rápida adquisición de imágenes de gran formato y visionado “on-line”.
- c)** Control de calidad en tiempo casi-real en vuelo.
- d)** Agiliza los procesos de correlación automáticos.
- e)** Las imágenes están disponibles en minutos
- f)** No hay que digitalizar (escanear) las fotografías. Ahorro enorme de tiempo y eliminación de fuentes de errores.

B. VENTAJAS DE LAS CÁMARAS ANALÓGICAS

1. Su precio hoy por hoy es inferior al de las cámaras digitales.
2. Son bastante más robustas, tienen pocos componentes y son menos sensibles.
3. Poseen una elevada resolución geométrica (40-60 líneas/mm.). Hoy en día aún no la han igualado las cámaras digitales. Tienen una geometría estándar y perfectamente conocida.
4. Tienen un alto rango de escalas y cubren más superficie para la misma escala ya que tienen un FOV (Field Of View) alto, es decir gran ancho de banda.
5. Sus chasis (receptáculo para la película) son intercambiables y por tanto se pueden llevar en el avión films de diferentes sensibilidades.
6. Los costes de almacenamiento de los materiales sensibles son muy bajos y el sistema de almacenamiento más duradero que el digital.
7. Las películas tienen una larga durabilidad.
8. Es posible volar mucho más bajo que con una cámara digital debido a que con estas últimas se necesita un tiempo para cada exposición que no lo permite por la velocidad a la que “pasa” el terreno.

2.1.5 TIPOS DE CÁMARAS AÉREAS DIGITALES

Las actuales cámaras aéreas digitales ofrecen dos diferentes soluciones, la matricial y la lineal.

Las cámaras de línea barren el terreno de forma simultánea al avance del avión con 3 líneas pancromáticas. Tienen una única lente y un plano focal. Exponente de estas cámaras es la ADS-40 de Leica.

Las cámaras matriciales toman imágenes al modo de las cámaras convencionales, tienen varios objetivos que disparan simultáneamente, unos en pancromático (rojo, verde y azul) y otros en infrarrojo. Cuentan con varios planos focales y funden las imágenes en una única.

Estas cámaras pueden constar en la actualidad de $nK \times nK$ elementos sensoriales (píxeles) siendo K 1024 elementos y n puede oscilar de 1 a 9. Los más utilizados son los $n = 3$ ó 4 . (Por lo tanto 3.000×3.000 píxeles que son 9×10^6 píxeles, es decir 9 megapíxeles). Están disponibles en pancromático, color ó falso color.

Son cámaras muy estables, de geometría conocida y que corrigen el movimiento hacia delante del avión (FMC). Trabajan con una definida perspectiva central. El principal inconveniente es la transferencia de los datos a suficiente velocidad y con suficiente precisión desde el sensor de estado sólido (CCD) hasta el medio de almacenamiento. Se suelen utilizar de forma modular para solucionar los problemas de las matriciales sencillas (éstas se combinan de 2 en 2 ó de 4 en 4). Así se incrementa la dimensión sensorial de la toma, el ángulo de campo y la resolución espacial. Se acoplan a las monturas de las cámaras aéreas analógicas y tienen un tiempo de exposición entre 1 y 3.3 ms. con 12 bits.

Suele llevar también una cámara de video centrada en la montura. La imagen pancromática compuesta a partir de las 4 lentes convergentes se consigue pasando un proceso de muestreo y rectificación. Ejemplo de este sistema es la cámara DMC (Digital Modular Camera) DE Zeiss/Intergraph Imaging.

A. Principios de las cámaras digitales de línea

1. Características geométricas

El producto que se puede considerar representante de este tipo de cámaras es el sensor aerotransportado de LEICA llamado ADS 40.

GRÁFICO Nº 12
CÁMARA LEICA ADS 40



Fuente: www.karvak.co.id/wp-content/gallery/pesawat/ads40plane2a.gif

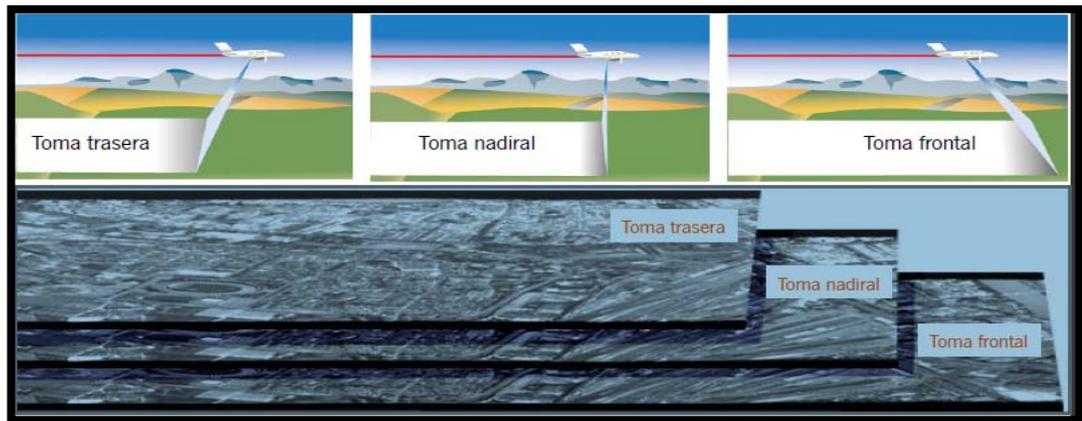
Entre sus características se encuentra el hecho de contar con 8 sensores en líneas CCD, todos situados en el plano focal, diseñados para requerimientos fotogramétricos y para teledetección a baja altura

- 3 CCD pancromático
- 3 CCD (R+G+B) (Rojo+Verde+Azul)
- 1 CCD en el infrarrojo medio.
- 1 CCD en el infrarrojo térmico.

Cada uno de los CCD tiene 12.000 píxeles (X2), el tamaño de cada píxel es de 6,5 micras. Tiene una focal de 62,5 mm. y un ángulo de campo de vista (FOV) de 52 °. La estructura electrónica del sensor está formada por dos "arrays" (arreglos) escalonados desfasados medio píxel.

Disposición geométrica de las dos filas de foto-detectores en cada uno de los sensores pancromático. La toma de la imagen se realiza por barrido simultáneo en tres posiciones de la línea de toma, una hacia atrás otra hacia abajo (nadiral) y la tercera hacia delante. Posteriormente (en post-proceso) se compondrán para formar una sola imagen.

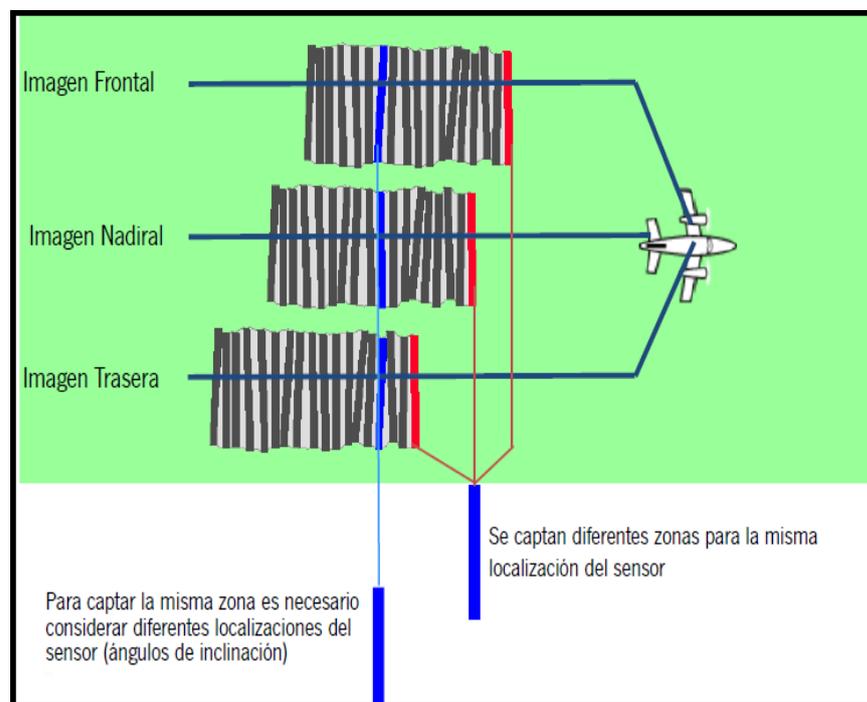
GRÁFICO Nº 13
CARACTERÍSTICAS DE LAS TOMAS I



Fuente: Documento: Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía.
 Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería.

Descripción del principio de la imagen estereoscópica mediante LAS TRES LÍNEAS.

GRÁFICO Nº 14
CARACTERÍSTICAS DE LAS TOMAS II



Fuente: Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía.
 Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería.

El principio en el que se basa el sistema de imagen estéreo con tres líneas consiste en que la cámara en el avión que sigue una trayectoria recta va tomando tres imágenes, una hacia delante, otra nadiral (vertical

hacia abajo) y la última hacia atrás, por tanto para una única posición del sensor existen tres imágenes. Esas imágenes se combinan en posproceso para dar una imagen continua. También se puede apreciar que la misma zona aparece en tres diferentes localizaciones del sensor.

GRÁFICO Nº 15
EJEMPLO DE IMAGEN CAPTADA CON ADS40



Fuente: Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía.
Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería

2. Cámaras de Formato Medio

Se trata de una opción con muchas expectativas, así en el último año los 3 principales fabricantes de cámaras han lanzado modelos de formato medio (Ultracam LP, Intergraph RMK-D, Leica RCD-105). En todos los casos se trata de cámaras de formato matricial y de peso reducido.

GRÁFICO Nº 16
ULTRACAM LP



Fuente: Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería

a) Ultracam LP¹³

- Imágenes PAN de 11704x7920 píxeles (dan lugar a una imagen final de 92 Mpix-Ultracam-L).
- Imágenes RGB-NIR 5320-3600 píxeles (dan lugar a una imagen de 20 Mpix)(relación pan-sharpening 1:2).
- Cadencia de disparo de 2.5s.
- Sistema de compensación de movimiento de la Imagen mediante TDI para PAN, RGB y NIR.
- La misma precisión geométrica de una UCXp y el mismo rango dinámico que una UCXp.

b) Intergraph RMK-D¹⁴

- Tamaño de la imagen: 5760 x 6400 píxeles (49.5° x 54.2°) y-x.
- Tamaño de pixel: 7.2 mm.
- Distancia focal: 45 mm.
- GSD a altura de vuelo de 500 m: 8.0 cm.

¹³ Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería

¹⁴ Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía. Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería

- Número de sensores: 4.
- Cadencia máxima de disparo: 1.1 s.
- Imágenes en color a resolución nativa.
- Resolución A/D resolution per pixel 12 bit 14 bit.
- Incorpora FMC.
- Rango dinámico: 71 dB.
- Almacenamiento para 2000-4000 imágenes.
- Peso: 59 kg Consumo: 350 w.
- Altura máxima de operación: 8000 m (no presurizado).
- Temperatura de operación: 0°C - 40°C (-20°C componentes externos)

GRÁFICO Nº 17

TOMA AÉREA CON INTERGRAPH RMK-D



Fuente: Fotogrametría Digital - Ingeniería en Geodesia y Cartografía.
Universidad de Jaén Dpto. de Ingeniería

B. Sistema de almacenamiento de datos en vuelo¹⁵

Uno de los principales problemas de esta nueva tecnología es el enorme tamaño de los ficheros que provienen de la toma aérea digital. Hay que tener en cuenta que cada imagen está compuesta por matrices de 14.000 x 8.000 píxeles y eso implica ficheros muy pesados.

Es por ello que se ha de contar con sistemas de almacenamiento rápidos, eficaces y manejables, para que nada más tomar tierra el avión se pueda transportar con facilidad a las oficinas para su proceso. En el caso de la

¹⁵ Luis Julián Santos Pérez . Cámaras fotogramétricas aéreas digitales. Ventajas e inconvenientes. Influencias en la ejecución de cartografía catastral.

cámara DMC, por ejemplo, el sistema está compuesto por tres FDS (Flight Data Storage devices), es decir dispositivos para almacenamiento de datos en vuelo.

GRÁFICO N° 18
FDS (FLIGHT DATA STORAGE DEVICES)



Fuente: Luis Julián Santos Pérez. Cámaras fotogramétricas aéreas digitales. Ventajas e inconvenientes. Influencias en la ejecución de cartografía catastral.

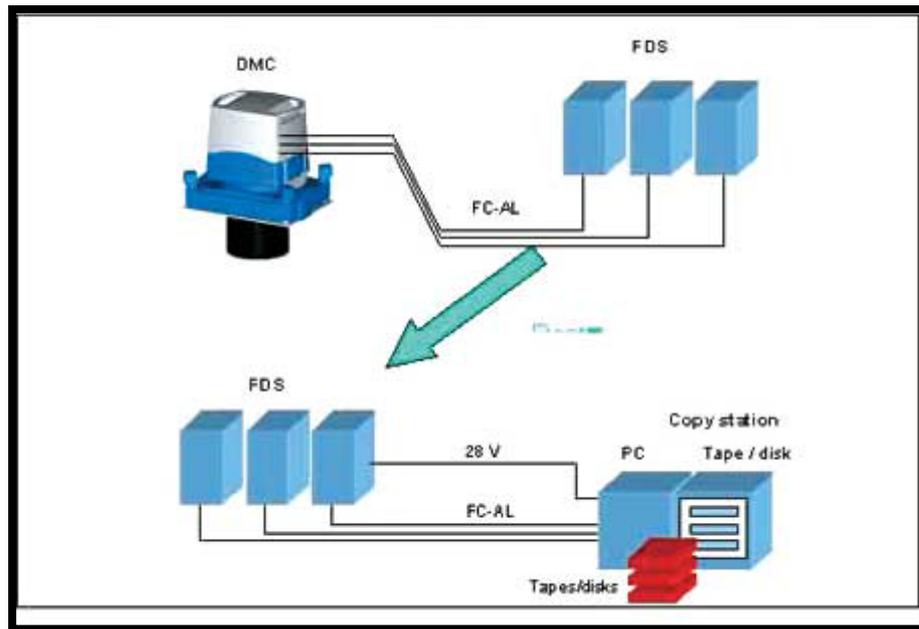
Este sistema está presurizado y es totalmente hermético. Para interconectar los módulos entre sí y ellos al sistema sensor se utilizan cables de transmisión de información paralelos de fibra óptica. La velocidad de transmisión de información es de 136 Mb/s. La capacidad de almacenamiento total del sistema es de 840 GB, lo que equivale a 2240 imágenes, cada una de ellas en pancromático, color (RGB) e infrarrojo que equivaldría a ~ 1250 imágenes de fotografías aéreas de 9".

C. Sistema de tratamiento de datos en posproceso¹⁶

Como podemos apreciar en la imagen inferior, la cámara está conectada a los sistemas FDS por tres cables de fibra óptica. Una vez en gabinete los tres sistemas de almacenamiento, se conectan a un PC que mediante una estación de copia, pasa los datos a cinta o a disco.

¹⁶ Luis Julián Santos Pérez. Cámaras fotogramétricas aéreas digitales. Ventajas e inconvenientes. Influencias en la ejecución de cartografía catastral.

GRÁFICO Nº 19
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LOS DATOS DEL VUELO.



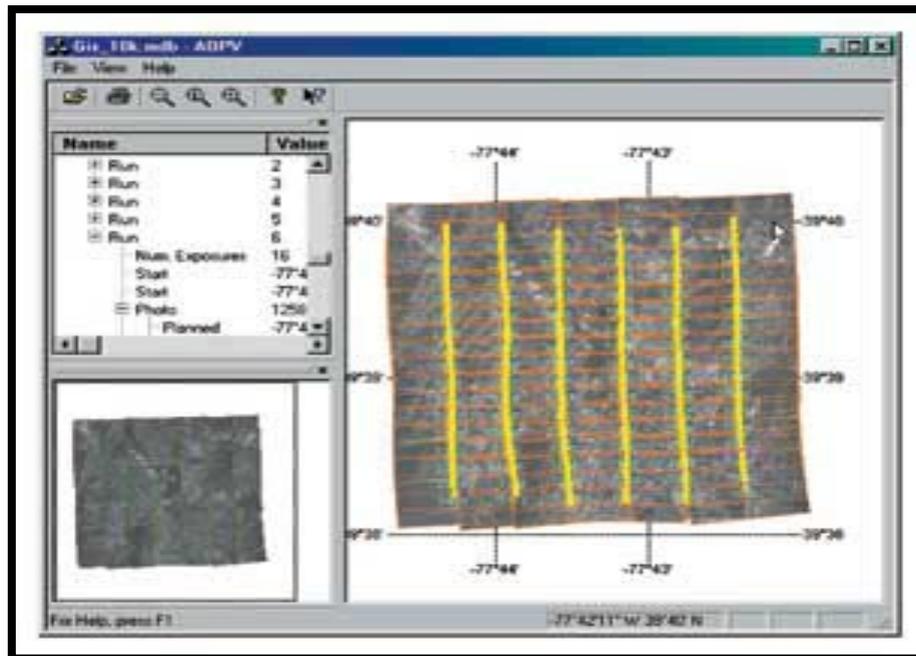
Fuente: Luis Julián Santos Pérez. Cámaras fotogramétricas aéreas digitales. Ventajas e inconvenientes. Influencias en la ejecución de cartografía catastral.

La estación de pos-proceso (PPS-Post-Process_Station) está dotada de un gran disco de acceso rápido de 3,6 TB, y mediante dos motores de procesamiento de gran capacidad que son el Radiométrico y el Geométrico va a calcular todos los parámetros necesarios para formar las imágenes fotogramétricas

D. Sistema de navegación, información en vuelo

El software adecuado permite al piloto y fotógrafo disponer on-line de información de vídeo de la zona que se sobrevuela. Simultáneamente se muestra información sobre el estado del proyecto de vuelo en tiempo real, incluyendo líneas de vuelo, centros de imagen, superficie de cada fotograma y recubrimiento. También se cuenta con una foto-mosaico (figura “foto-mosaico”), de la zona a levantar obtenida previamente o mediante la cámara de vídeo.

GRÁFICO Nº 20
“FOTO-MOSAICO”



Fuente: Luis Julián Santos. Cámaras fotogramétricas aéreas digitales: ventajas e inconvenientes. Influencias en la ejecución de cartografía catastral.

2.1.6 APLICACIONES TEMÁTICAS DE LAS CÁMARAS DIGITALES¹⁷

Autor.- Ranier Sandau “New Potential and applications of ADS40” Congreso de Amsterdam, Octubre de 2000. Interantional Society for Photogrammetric and Remote Sensing.

Los sensores de las cámara digitales, tal y como hemos visto, portan varios canales diferentes, no sólo de luz visible, sino infrarrojo, pancromático, etc. Esto permite llevar a cabo investigaciones de carácter temático además de las conocidas cartográficas.

Como existen canales separados para el azul, verde, rojo e infrarrojo, se pueden obtener documentos de ocupación de suelo, investigación y control de plagas en las cubiertas vegetales, identificación de cambios en la vegetación debido a sequías, tipo de cultivo (catastro), análisis de tormentas, localización de capas de hielo y arqueología entre otras aplicaciones.

¹⁷ Ranier Sandau. “New Potential and applications of ADS40” Congreso de Amsterdam, Octubre de 2000. Interantional Society for Photogrammetric and Remote Sensing.

Cada uno de los canales tiene una utilidad práctica concreta que otro canal no puede realizar, por ejemplo:

- A.** El canal azul es muy útil para conocer la dispersión de las partículas en la atmósfera, esto permite que el sensor reciba información de las zonas en sombra de la imagen. Esta es una clara ventaja frente a las cámaras analógicas que tienen dificultades para distinguir detalles en estas zonas.
- B.** Para obtener documentos de usos del suelo y desarrollo urbano se utilizan combinaciones de varios canales y sirven para planificar el tráfico en ciudades y para proteger la naturaleza. También se pueden detectar desastres naturales y fenómenos de erosión de costas.
- C.** Para la investigación de nubes se usan los canales rojo, verde y azul sobre todo esta última banda que penetra en la estructura de estas acumulaciones de vapor de agua.
- D.** Es posible también llevar a cabo un control de zonas acuosas con los canales azul y verde a través de estudios sobre la proliferación de la biodiversidad en lagos y embalses en los que aparece contaminación orgánica por eutrofización (aumento de la materia orgánica disuelta en el agua). De forma similar combinando estos dos canales con el infrarrojo próximo permite la detección de vertidos de petróleo.
- E.** Para controlar la vegetación y obtención de índices o tasas de cubiertas vegetales se usan los canales verde, rojo e infrarrojo. Las mediciones con estos canales a intervalos de tiempos regulares informan sobre los efectos climáticos inducidos en la biosfera.
- F.** También permiten calcular índices de vegetación y parámetros de biomasa para estimar mediante modelos el rendimiento de las cosechas y el índice de dióxido de carbono en la atmósfera que sirve para estudiar la variabilidad climática por medio de la evaluación de la evapotranspiración.

El uso de los canales rojo e infrarrojo cercano en combinación permiten clasificar los diferentes tipos de vegetación para la planificación agraria considerando la protección de los biotopos ecosistemas y diversidad de especies. La selección de los canales espectrales se hizo de acuerdo con

GRÁFICO Nº 22
WILD RC-10 PHOTOGRAMMETRIC CAMERA INSTALLED ON ROCKWELL
TURBO COMMANDER



Fuente: www.photolib.noaa.gov/htmls/geod2005.htm

2.1.8 CRITERIOS PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS NECESARIAS DE LAS FOTOGRAFÍAS AÉREAS Y LA PLANEACIÓN DE LOS VUELOS¹⁸

El principal objetivo de un vuelo fotográfico es obtener en forma rápida y económica una cobertura fotográfica de la zona en estudio que permita extraer la información deseada, ya sea para interpretación o para cartografía.

La variedad de fotografías o imágenes que es posible obtener es muy grande y su costo puede variar considerablemente. Es entonces imprescindible que la elección se haga teniendo en cuenta el máximo aprovechamiento de las fotografías en la labor por desarrollar.

Como primera medida, se deben definir perfectamente los objetivos del vuelo, ya sea para un trabajo fotogramétrico o de fotointerpretación, (puede ser de gran ayuda el conocimiento previo que el proyectista tenga del

¹⁸ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la Interpretación de Cartografía y Fotografía Aérea.

terreno). Si se trata de un vuelo con fines cartográficos, es necesario conocer su extensión, las diferencias de nivel existentes, la vegetación, así como la información (planimétrica o altimétrica) que se desea obtener. Si el proyecto es de interpretación, deberán tenerse en cuenta los mismos elementos anteriores, pero dando especial interés al tipo de información especializada que se desea investigar.

Cualquiera que sea el proyecto, antes de elaborar el plan de vuelo deben quedar bien especificados el tipo y características de la información que se necesita y si se trata de una fotointerpretación, deberá especificarse el nivel del levantamiento (de reconocimiento, semi detallado o detallado).

Una vez fijadas las necesidades u objetivos directos del proyecto, deberá estudiarse la posibilidad de satisfacer otras necesidades indirectas, ya que en muchos casos un pequeño cambio, por ejemplo en la escala, puede permitir que las fotografías se ajusten a las necesidades de otras disciplinas. Conociendo exactamente los requisitos del proyecto podrá comenzarse con la planeación. Dos tipos de información son especialmente importantes en el proceso de planeación: uno referente al tipo de material y equipo por emplear y otro a la parte geométrica del diseño.

El establecimiento de límites para las tres categorías se hace meramente a modo de ejemplo, ya que no existe uniformidad en los requisitos establecidos, por las distintas aplicaciones de las fotografías; una escala que puede ser considerada como mediana por un fotogrametrista, puede resultar grande para un geólogo.

Sin embargo, para delimitar esta clasificación se presentan los siguientes valores:

- Escala pequeña: menor de 1:50 000.
- Escala media: de 1:15 000 a 1:50 000.
- Escala grande: mayor de 1:15000.

La determinación de la escala a que se tomen las fotografías debe considerar: la topografía del terreno, el tipo de levantamiento a realizar, la precisión requerida en planimetría y altimetría y otros usos posibles de las fotografías.

La correcta elección de la escala por emplear en un determinado trabajo es de suma importancia, pues determina el tiempo requerido para la ejecución del proyecto y sobre todo su costo. Por ejemplo, reducir a la mitad la escala de las fotografías para un proyecto determinado significa que el número de fotografías disminuye hasta aproximadamente la cuarta parte, con lo que disminuye el costo del vuelo y especialmente el número de modelos (áreas comunes entre dos fotografías consecutivas en las que es posible observar los detalles en tres dimensiones), por procesar fotográficamente o interpretar.

En consecuencia, bajan los costos y el tiempo requerido, e inclusive el número de puntos de control terrestre requerido para proyectos fotogramétricos es menor, de modo que también disminuye, substancialmente, el trabajo de campo.

En fotogrametría la precisión altimétrica requerida es en general, el factor limitante de la escala. Desde luego, éste no es el único criterio, pues influyen además el tipo de cámara, los instrumentos fotogramétricos y otros factores. En casos especiales, por ejemplo en trabajos catastrales, el factor limitante de la escala puede ser la precisión requerida en la planimetría.

De manera general puede decirse que en instrumentos fotogramétricos puede dibujarse un mapa de 3 a 5 veces más grande que la escala de las fotografías. En fotointerpretación, el criterio para determinar la escala más conveniente se basa en el nivel del estudio por realizar ya sea éste de reconocimiento, semidetallado o detallado, y en la disciplina a que se va aplicar, por ejemplo la información requerida en geología es mejor obtenerla de fotografía en escala media y/ o pequeña, mientras que en interpretación forestal las fotografías de mayor utilidad son las de escala grande o media.

Las fotografías de escala pequeña las prefiere el geólogo por la panorámica de conjunto que éstas proporcionan de una zona y en casos especiales, para estudios forestales en zonas tropicales, para la ubicación de reservas forestales y la planeación de itinerarios de reconocimiento.

Como puede deducirse inmediatamente, la utilidad de las fotografías de escala pequeña se debe a que proporcionan información general de una gran área.

GRÁFICO N° 23

VISTA AÉREA CIUDAD SAN LUIS POTOSI ESCALA 1:4,500



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la Interpretación de Cartografía y Fotografía Aérea.

GRÁFICO N° 24

VISTA AÉREA CIUDAD SAN LUIS POTOSI ESCALA 1:20,000



Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la Interpretación de Cartografía y Fotografía Aérea.

A. Tiempo (Meteorología)

Tres factores referentes al tiempo son de suma importancia en fotografías aéreas:

- Las condiciones atmosféricas.
- La estación del año.
- Las horas del día convenientes para la toma.

1. Condiciones Atmosféricas

Las condiciones atmosféricas ideales para tomar fotografías aéreas son las de un día claro en que el aire esté libre de nubes, niebla, calina, humo, polvo y con viento calmo.

2. Dirección de las líneas de vuelo

La determinación de la dirección de vuelo para tomar fotografías, puede ser hecha siguiendo algunos de los criterios que a continuación se describen:

a) Si se trata de un instituto geográfico o de un organismo encargado de cubrir con fotografías una gran extensión de terreno (por ejemplo, un país entero) puede ser de utilidad tomar las fotografías sistemáticamente en una dirección o dos, por ejemplo Norte-Sur o Este-Oeste.

La ventaja de este criterio es la simplificación en la organización y empare de los vuelos, aunque si la topografía del terreno es muy irregular puede producir dificultades para controlar la escala y las sobreposiciones.

b) El segundo criterio consiste en adecuar las líneas de vuelo a la topografía y forma del área a cubrir, sin seguir una dirección fija predeterminada, sino más bien, escogiendo una dirección que permita reducir al mínimo las variaciones de escala dentro de una faja de fotografías, siguiendo la dirección de los elementos estructurales predominantes de la zona y cubriéndola con el mínimo de líneas de vuelo.

2.1.9 PLANEACIÓN DE LOS VUELOS¹⁹

La planeación del vuelo para un determinado proyecto aerofotográfico requiere de la evaluación de cada uno de los parámetros que influyen en el mismo por parte del área responsable de tal tarea.

Al iniciar el proyecto, se establecerán los requisitos del mismo y se proporcionarán a los encargados de diseñar específicamente el vuelo, la información básica necesaria, incluyendo la extensión del área y sus límites, el intervalo en que deben tomarse las fotografías, su tipo, su escala, sobreposiciones y las demás especificaciones que permitan comenzar con los cálculos.

La información recibida se complementa con datos sobre las necesidades del proyecto. Con todo ello el programador calcula y establece el plan de vuelo y las especificaciones para llevar a cabo la misión fotográfica, con las tolerancias establecidas en las mismas especificaciones.

Después de realizado el vuelo fotográfico los negativos deben ser revelados y copiados inmediatamente con el fin de evaluar la misión y observar si las especificaciones establecidas en el plan han sido cumplidas o no.

En este trabajo de evaluación o control del vuelo, deben verificarse, los siguientes aspectos geométricos:

- Las sobreposiciones longitudinal y lateral (máximos, mínimos y el promedio).
- La altura del vuelo (o escala máxima, mínima y el promedio).
- El área de cubrimiento estereoscópico.
- Las inclinaciones de las fotografías
- La desviación de las líneas de vuelo.
- El giro de la cámara.
- El paralelismo entre líneas.

La evaluación debe completarse con un análisis de calidad fotográfica detallada de los negativos.

En el análisis de los negativos, deben revisarse los aspectos puramente fotográficos; si la emulsión no presentó problemas, si la exposición fue la

¹⁹ Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la Interpretación de Cartografía y Fotografía Aérea. ISBN: 970-13-3655-0

correcta y si el proceso de laboratorio se hizo en las condiciones especificadas. Luego se verifican otras especificaciones, por ejemplo: porcentaje de nubes y sombras, ralladuras, raspaduras, marcas estáticas, huellas, si el sistema de vacío funcionó correctamente y la densidad mínima y máxima de las imágenes.

2.1.10 AERONAVES A LAS QUE SE LES PUEDE HACER LAS MODIFICACIONES ESTRUCTURALES, APLICANDO ESTE DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO.

1. Cessna 172²⁰

GRÁFICO Nº 25
CESSNA 172 - CATALINA TAKE OFF



Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cessna_172

Especificaciones (Cessna 172)

Características generales

- Tripulación: 1 piloto.
- Capacidad: 3 pasajeros.
- Longitud: 8,3 m (27,2 ft)
- Envergadura: 11 m (36,1 ft)
- Altura: 2,7 m (8,9 ft)
- Superficie alar: 16,2 m² (174,4 ft²)
- Perfil alar: NACA 2412 modificado
- Peso vacío: 743 kg (1 637,6 lb)

²⁰ https://es.wikipedia.org/wiki/Cessna_172

- Peso máximo al despegue: 1 110 kg (2 446,4 lb)
- Planta motriz: 1× motor de cuatro cilindros opuestos enfriados por aire Lycoming IO-360-L2A.
- Potencia: 118 kW (158 HP; 160 CV).

Rendimiento

- Velocidad nunca excedida (V_{ne}): 302 km/h (188 MPH; 163 kt)
- Velocidad máxima operativa (V_{no}): 228 km/h (142 MPH; 123 kt)
- Alcance: 1 270 km (686 nmi; 789 mi)
- Techo de vuelo: 4 115 m (13 500 ft)
- Régimen de ascenso: 3,7 m/s (720 ft/min)

2. CESSNA 421c²¹

GRÁFICO Nº 26

CESSNA 421B GOLDEN EAGLE



El Cessna 421 Golden Eagle es el resultado del desarrollo de los anteriores Cessna 411 ligeros. Es una aeronave bimotor de transporte privado. La principal diferencia entre los dos modelos es que el 421 es presurizado.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Cessna_421

Características generales

- Tripulación: uno o dos
- Capacidad: seis o siete pasajeros
- Longitud: 36 pies 9 ⁵/₈ (11.09 m)
- Envergadura: 41 pies 1 ¹/₂ pulgadas (12.53 m)
- Altura: 11 pies 5 ³/₈ (3.49 m)
- Superficie alar: 215 ft² (19,97 m²)
- Peso vacío: 4,501 libras (2,041 kg)
- Peso máximo al despegue: 7,450 libras (3,379 kg)

²¹ https://es.wikipedia.org/wiki/Cessna_421

- Planta motriz: 2 × Continental GTSIO-520-L con turbocompresor, inyección de combustible de seis cilindros opuestos, refrigerado por aire, 375 CV (280 kW) cada uno.

Rendimiento

- Velocidad máxima: 256 nudos (475 km/h, 295 mph) a 20,000 pies (6,100 m)
- Velocidad de crucero: 240 nudos (444 km/h, 276 mph) a 25,000 pies (7,600 m) (75% de potencia)
- Alcance: 1,487 millas náuticas (2,755 kilómetros, 1,712 millas terrestres)
- Techo de vuelo: 30,200 pies (9,205 m)
- Tasa de ascenso: 1,940 pies/min (9.9 m/s)

3. CESSNA 402C²²

GRÁFICO Nº 27

402C CESSNA REGISTRADO SE-GYP DE LA GUARDIA COSTERA SUECA EN TOUSSUS-LE-NOBLE AEROPUERTO, FRANCIA

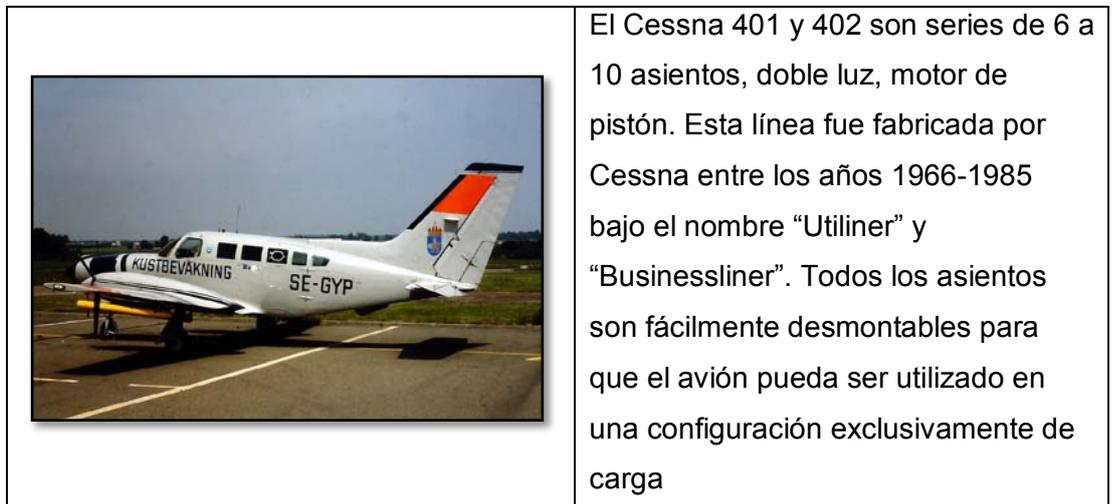


Imagen: https://en.wikipedia.org/wiki/Cessna_402.

²² https://en.wikipedia.org/wiki/Cessna_402

Especificaciones Cessna 402C

Características generales

- Crew: One or two
- Capacity: Up to 9 passengers depending on configuration
- Length: 36 ft 5 in (11.09 m)
- Wingspan: 44 ft 2 in (13.45 m)
- Height: 11 ft 6 in (3.49 m)
- Wing area: 225.8 sq ft (21.0 m²)
- Airfoil: NACA 23018 (root) NACA 23015 (tip)
- Empty weight: 4,069 lb (1,845 kg)
- Loaded weight: 6,865 lb (3,114 kg)
- Useful load: 2781 lb (1262 kg)
- Max. takeoff weight: 6,850 lb (3,107 kg)
- Powerplant: 2 × Continental TSIO-520-VB turbocharged, fuel-injected piston engines, 325 hp (240 kW) each

Performance

- Never exceed speed: 230 kn (266 mph, 428 km/h)
- Maximum speed: 230 kn (266 mph, 428 km/h)
- Stall speed: 71 kn (82 mph, 132 km/h)
- Range: 1,273 nmi (1,467 mi, 2,360 km)
- Service ceiling: 26,900 ft (8,200 m)
- Rate of climb: 1,450 ft/min (7,36 m/s)
- Wing loading: 30.3 lb/(sq ft) (148 kg/m²)
- Power/mass: 10.5 lb/hp (0.15 kW/kg)

Otras aeronaves que han sido modificadas estructuralmente para la tarea de la aerofotografía:

* Patenavia Spartacus.	* Piper Aztec.
* Cessna Citation.	* Pilatus PC-12.
* Piper Cheyenne.	* Piper PA-23 Aztec..
* Beech Kingair Series	* Piper PA-31 Navajo.
* Piper PA-34 Seneca	* Cessna 182T SKYLINE.

2.2. MARCO TEÓRICO DEL PROYECTO

Según el PMI (2013), se define:

a. Proceso

Conjunto de acciones y actividades interrelacionadas realizadas para obtener un producto, resultado o servicio predefinido.

b. Grupos de procesos

Colección de uno o más procesos que se encuentran concatenadas es decir, las salidas de un proceso se convierten en entradas de un proceso posterior para obtener un producto, resultado o servicio predefinido. En la dirección de proyectos se utiliza estos grupos de procesos, seleccionándolos los procesos adecuados requeridos para alcanzar los objetivos del proyecto.

Los procesos de la dirección de proyectos se agrupan en cinco categorías conocidas como grupos de procesos de dirección de proyectos (o grupos de proceso).

Actualmente encontramos múltiples herramientas Tecnológicas que nos ayudan a realizar cálculos de diseño, hacer estadísticas y evaluaciones en cuestión de minutos. Estas nos ayudan a minimizar el tiempo de trabajo y maximizar la productividad de la empresa. En este caso, los recursos pueden describirse desde Sistemas Informáticos, Manuales, Libros de Ayuda, Internet. Todos estos son importantes en la recolección de información.

En el estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación de una cámara fotogramétrica aérea, se utilizaron los procesos de diseño que propone George Dieter¹ (Profesor de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Maryland del Condado de Prince George, Washington DC Estados Unidos), el cual consiste de los siguientes pasos a continuación:

¹ Engineering Design - George E. Dieter

1. Reconocimiento de la necesidad.
2. Definición de un problema.
3. Recopilación de información.
4. Conceptualización.
5. Evaluación.
6. Comunicación del diseño.

En el cuadro de resumen del método de diseño (Tabla N° 03) se muestra los pasos de los métodos de diseño empleados en el presente trabajo.

TABLA N° 03

CUADRO DE RESUMEN DEL METODO DE ESTUDIO

		PASOS	DESCRIPCION
METODO DE ESTUDIO		RECONOCIMIENTO DE LA NECESIDAD	La necesidad de tener y mantener un registro fotográfico actualizado del litoral peruano en toda su totalidad (costa, sierra, selva, zonas urbanas, zonas de difícil acceso terrestre y fluvial, lugares afectados por la naturaleza con necesidad de estudio, fronteras, mapas topograficos, y mas usos diversos que cubran las necesidades de los interesados (estado peruano,mineras, petroleras, asociaciones estudiosas y amantes de la tierra, ONG´s).
		DEFINICION DEL PROBLEMA	Es bastante conveniente definir al problema lo más ampliamente posible. Si la definición es amplia, se evitará caer en soluciones inadecuadas, además nos permitirá tener una mejor perspectiva para el desarrollo de las siguientes fases del diseño. La siguiente figura enmarca la importancia de la definición de un problema, ya que muestra la visión equivocada que los involucrados tienen en el mismo.
		RECOPIACION DE INFORMACION	El punto más importante en esta fase, es estar concientes de que la información requerida en el diseño es diferente a la que tradicionalmente se asocia con un curso académico. Los libros de texto, proveen de muy poca información para un diseño. Debido a lo anterior, las fuentes de información más recomendables son las siguientes: artículos, documentos del gobierno, registros de patentes, informes de analistas, etc. Las platicas con consultores externos, también pueden ser de gran ayuda.
		CONCEPTUALIZACION	La Conceptualización nos permite determinar los elementos, mecanismos, procesos o configuración que al combinarse proporcionaran un diseño que satisfice nuestras necesidades. Dentro de este paso del diseño es fundamental utilizar la creatividad y la inventiva para poder llegar a la solución adecuada.
		EVALUACION	La evaluación envuelve el análisis detallado del diseño. Típicamente la evaluación involucra cálculos, generalmente en computadora, del modelo analítico del diseño. En otros casos la evaluación involucra simulación del diseño en un modelo experimental o quizás en un prototipo real. En este proyecto se uso el programa de diseño Asitado por computadora AutoCAD 2012 versión 18.2.
		COMUNICACIÓN DEL DISEÑO	La parte final del proceso del diseño es la comunicación de los resultados obtenidos. La comunicación del diseño se da usualmente, mediante una presentación oral, acompañándola con un trabajo escrito conteniendo planos, programas de computadora y modelos.

Fuente: El Autor basado en el proceso de diseño de George Dieter

2.2.1 GESTION DEL PROYECTO

Según PMI, la gestión del proyecto es la disciplina de organizar y administrar recursos, de manera tal que se pueda culminar todo el trabajo requerido en el proyecto dentro del alcance, tiempo y costos definidos

A. LA AERONAVE.

De acuerdo con las actuales Regulaciones Aeronáuticas de Perú, Parte 1.1, Definiciones Generales, una "Aeronave": Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones de la misma contra la superficie de la tierra. y, "Aeronave (Tipo de)": Son todas las aeronaves de un similar Diseño Tipo, incluidas todas las modificaciones que se le hayan aplicado, excepto aquéllas que provoquen cambios en las características de control o de vuelo aprobado por la Autoridad del país de diseño/fabricación.

Estructura de los aviones - Una introducción a los componentes principales de avión

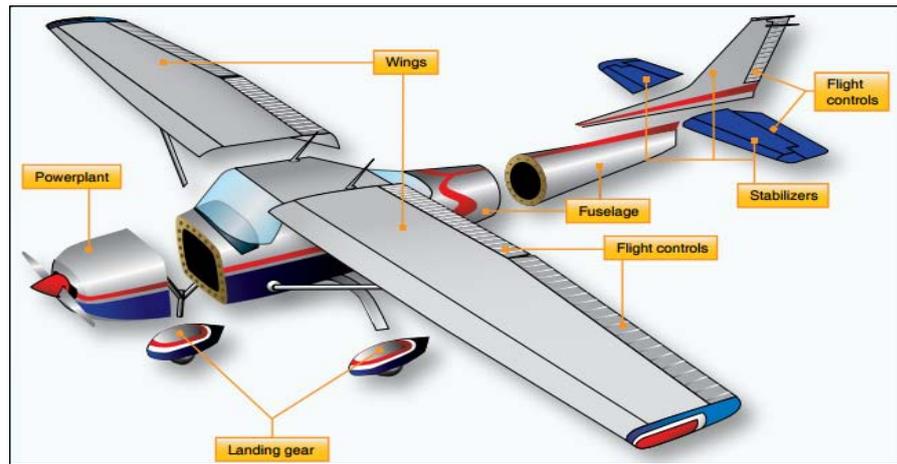
1. Componentes mayores²

A pesar de que los aviones están diseñados para una variedad de propósitos, la mayoría de ellos tienen los mismos componentes principales.

Las características generales son determinadas en gran medida por los objetivos de diseño originales. La mayoría de las estructuras de las aeronaves incluyen un fuselaje, alas, empenaje, tren de aterrizaje, y una planta motriz (motor).

² Aluminum Aircraft Parts. www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

GRÁFICO N° 28
“COMPONENTES DE LA AERONAVE”

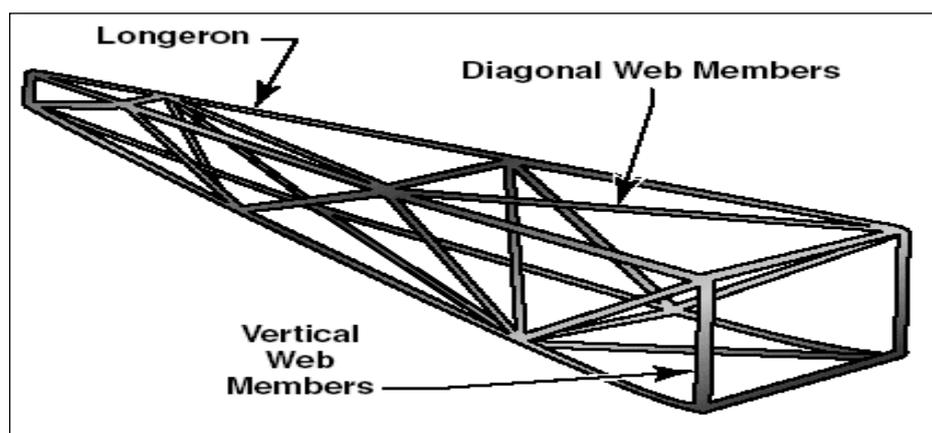


Fuente: www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

2. Fuselaje

El fuselaje incluye la cabina y / o cockpit, que contiene asientos para los ocupantes y los controles para el avión. Además, el fuselaje también puede proporcionar espacio para puntos de carga y fijación de los otros componentes principales de avión. Algunos aviones utilizan una estructura de armadura abierta. El de fuselaje tipo armadura está construido de acero o tubos de aluminio. La fuerza y la rigidez se consiguen mediante la soldadura de los tubos juntos en una serie de formas triangulares, llamadas armadura.

GRÁFICO N° 29
“TRUSS STRUCTURE”



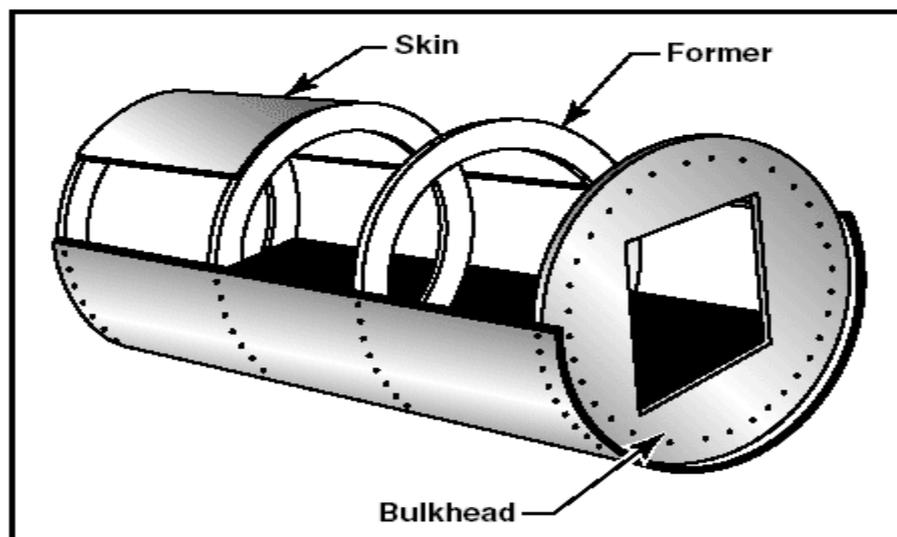
Fuente: www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

La construcción de la estructura de armadura dispone de largueros, así como elementos de tela diagonal y vertical. Para reducir el peso, pequeños aviones utilizan generalmente tubos de aleación de aluminio, que puede ser remachado o atornillados en una sola pieza con piezas de refuerzo en cruz.

“A medida que avanzaba la tecnología, los diseñadores de aviones comenzaron a encerrar los elementos de refuerzo para agilizar el avión y mejorar el rendimiento. Esto se logró inicialmente con tela de paño, que finalmente dio paso a los metales ligeros como el aluminio. En algunos casos, la piel exterior puede soportar la totalidad o una parte importante de las cargas de vuelo. La mayoría de los aviones modernos, utilizan este tipo de construcción rígida conocida como, construcción monocasco o semi- monocasco”.³

El diseño monocasco utiliza la piel rígida para soportar las cargas impuestas casi en su totalidad. Esta estructura puede ser muy fuerte, pero no puede tolerar abolladuras o deformación de la superficie.

GRÁFICO Nº 30
“MONOCOQUE FUSELAGE DESIGN”



Fuente: www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

Dado que no existen miembros de refuerzo presentes, la piel debe ser lo suficientemente fuerte como para mantener el fuselaje rígido. Por lo tanto,

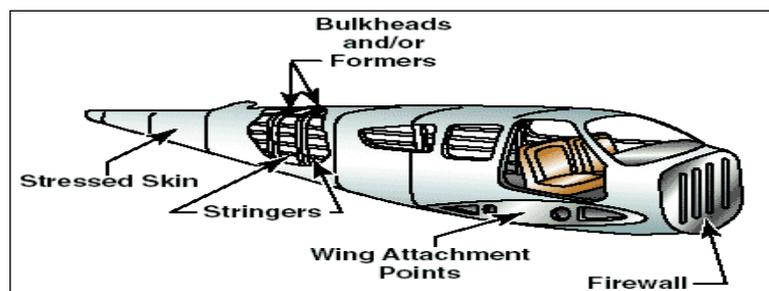
³ Aluminum Aircraft Parts, www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

un problema importante involucrado en la construcción monocasco es el mantenimiento de suficiente fuerza mientras se mantiene el peso dentro de los límites permitidos. Debido a las limitaciones del diseño monocasco, una estructura llamada semi-monocasco o semimonocoque, es utilizada en muchas de las aeronaves de hoy.

“Para superar el problema de fuerza / peso de la construcción monocasco, una modificación llamada construcción semi- monocasco fue desarrollado. El sistema semi-monocasco utiliza una subestructura a la que está unida la piel de la aeronave. Esta subestructura, consiste en mamparos y / o formadores de diversos tamaños, largueros y larguerillos, estos refuerzan la piel tomando los esfuerzos de tensión y esfuerzos de flexión del fuselaje. Por lo general están hechas de aleación de aluminio, ya sea de una sola pieza o una construcción edificada”.⁴

El fuselaje semimonocoque se construye principalmente de aleaciones de aluminio y magnesio, aunque de acero y de titanio se encuentra a veces en áreas de altas temperaturas. Individualmente, no uno de los componentes antes mencionados es suficientemente fuerte como para soportar las cargas impuestas durante el vuelo y el aterrizaje. Pero, cuando se combinan, los componentes forman una fuerte estructura rígida. Esto se logra con refuerzos, remaches, tuercas y pernos, tornillos, e incluso la soldadura por fricción. Un refuerzo es un tipo de soporte de conexión que añade resistencia al fuselaje.

GRÁFICO Nº 31
“SEMI-MONOCOQUE CONSTRUCTION”

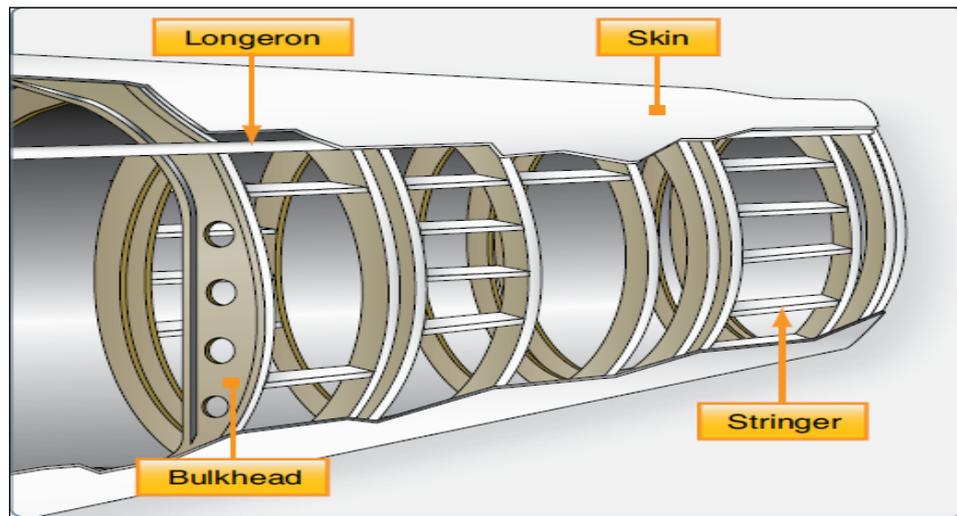


Fuente: www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

⁴ Aluminum Aircraft Parts, www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

GRÁFICO Nº 32

“THE MOST COMMON AIRFRAME CONSTRUCTION IS SEMIMONOCOQUE.”.



Fuente: Aircraft Structure part 1.

La sección principal del fuselaje también incluye puntos de fijación de las alas.

En aviones de un solo motor, el motor está normalmente unido a la parte delantera del fuselaje. Hay una partición a prueba de fuego entre la parte trasera del motor y la cabina, para proteger al piloto y los pasajeros de incendios accidentales del motor. Esta partición se llama “firewall” y por lo general es de un material resistente al calor, como acero inoxidable.

3. Alas⁵

Las alas son superficies de sustentación unidas a cada lado del fuselaje y son las principales superficies de elevación que apoyan el avión en vuelo. Hay numerosos diseños de alas, tamaños y formas utilizadas por los distintos fabricantes. Cada una cumple cierta necesidad con respecto al rendimiento esperado por el avión en particular.

Las alas pueden estar unidas en la parte superior, media o parte inferior del fuselaje. Estos diseños se denominan de alto, medio y bajo del ala, respectivamente. El número de alas también puede variar. Aviones con un solo par de alas se conocen como monoplanos, mientras que aquellos con dos conjuntos son llamados biplanos.

⁵ Aluminum Aircraft Parts, www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

4. Empenaje

El empenaje incluye todo el grupo de cola, que consiste en superficies fijas tales como el estabilizador vertical y el estabilizador horizontal. Las superficies móviles incluyen el timón (rudder), el elevador (elevator), y una o más lengüetas de ajuste (trim tabs).

5. Tren de aterrizaje

El tren de aterrizaje es el principal apoyo del avión cuando esta en tierra, durante el rodaje, el despegue o en el aterrizaje. El tipo más común de tren de aterrizaje consta de ruedas, pero los aviones también pueden ser equipado con flotadores para las operaciones de agua, o esquís para el aterrizaje en la nieve.

6. El Motor⁶

El motor por lo general incluye tanto el motor y la hélice. La función principal del motor es el de proporcionar el poder a la hélice. También genera energía eléctrica, que es la que alimenta de energía a algunos instrumentos de vuelo, y en la mayoría de los aviones de un solo motor, proporciona una fuente de calor para el piloto y los pasajeros. El motor está cubierto por un carenado, o en el caso de algunos de los aviones, rodeado por una góndola.

7. Estructura Semimonocasco

En aviación, semimonocasco se refiere a un tipo de construcción empleada en la actualidad, deriva de la palabra monocasco e igualmente de este tipo de construcción. Se caracteriza por emplear un recubrimiento delgado, denominado piel, soportado por diferentes componentes estructurales como son las cuadernas que dan forma a las diferentes secciones transversales del fuselaje y por larguerillos que son elementos longitudinales unidos a las cuadernas, haciendo de este tipo de construcción un todo, que actúa de forma conjunta disminuyendo la fatiga

⁶ Aluminum Aircraft Parts.www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html

del material, y al usar elementos transversales continuos, permite crear formas complejas de curvas compuestas, ya que el revestimiento es delgado. En construcción en serie a nivel industrial es ideal, pues las piezas son de fácil replicación con el uso de máquinas y herramientas.

8. Historia de la Estructura Semimonocasco⁷

Las estructuras aeronáuticas han evolucionado un poco más lento que todas las demás tecnologías empleadas en la aviación. Prácticamente las estructuras aeronáuticas evolucionaron a partir de las cometas o volantines y los barcos, pues nunca existió una máquina voladora hasta que alguien la inventó, y para ello es que se debió crear un mundo de nuevas tecnologías afines, pero como nada surge de la nada, por ello es que se emplearon técnicas de diseño y construcción de medios de transporte e ideas de artefactos voladores (no aeronaves) que ya existían, se las adaptó y poco a poco fueron evolucionando hasta tener una adaptación total a la necesidad exclusiva que la aviación demanda hoy en día.

Tanto en el empleo de materiales como en el diseño en sí, se puede notar un abismo de diferencia en la adaptación y aplicabilidad a lo largo de la historia de la aviación, entre el Flyer de los Wright y el actual AIRBUS A-380, pero algo que siempre tendrán en común será el objetivo que debe cumplir su estructura que es: ser un elemento muy dinámico que al mismo tiempo de fortaleza al diseño, es decir, que deba ser flexible para disipar todas las cargas externas a las que se someta la aeronave, tanto en tierra como en vuelo, mientras es lo suficientemente rígida para mantener la integridad de toda la aeronave.

9. Desarrollo de la Estructura Semimonocasco

Posterior a la Primera Guerra Mundial, el desarrollo de las estructuras aeronáuticas fue evolucionando a pasos agigantados pasando de la madera al metal y a conceptos estructurales totalmente nuevos, basándose en la industria naval, en donde la construcción de los barcos se hacía de tipo monocasco, en la que el revestimiento formaba una parte

⁷ <https://es.wikipedia.org/wiki/Semimonocasco>

integral del conjunto y también era un componente estructural primario, debía ser de un espesor considerable, se la empleó durante un tiempo, especialmente en los llamados Botes Voladores, pero entonces se optó por una estructura que adicionaba más componentes formadores a las partes que soportan el revestimiento y reducía el espesor del mismo, esta es el tipo de estructura que empezó a emplearse en toda construcción aeronáutica, pues daba fortaleza y ligereza a los armazones y permitía manejar formas muy complejas en las secciones transversales, incluso hoy se sigue empleando este tipo de estructura, su evolución ha consistido en el empleo de mejores materiales y aleaciones, mejores elementos de unión, todo con tendencia a reducir el peso de la aeronave.

Este tipo de construcción Semimonocasco empezó a emplearse, con el afán de mejorar las formas en las aeronaves, evolucionó a partir de las estructuras monocasco, ya que al no poderse trabajar planchas de revestimientos de mucho espesor, se pensó en utilizar planchas delgadas, pero estas, si no tienen suficiente apoyo llegan a pandear, por lo que se hizo necesario aumentar componentes internos que soportaran el revestimiento delgado, de ahí la necesidad de colocar cuadernas que son formadoras y se denominan de forma y larguerillos de fuselaje que son varillas longitudinales al fuselaje, lográndose una retícula que soporta al revestimiento. Dependiendo de cuán delgada sea la plancha, será necesario colocar más estructura secundaria para brindarle mayor rigidez al revestimiento, pero esto tiene un límite, ya que si la plancha de revestimiento fuera demasiado delgada, se haría necesario el empleo de mucha estructura secundaria, llegando a ser preferible el uso de una estructura monocasco.

Debido a que el metal empezó a emplearse como material preferido de construcción y el manejo de las aleaciones fue siendo más tecnificado, se lograron materiales más resistentes con menores espesores, consiguiendo estructuras aún más ligeras sin perder su resistencia. La estructura semimonocasco, es la que optimiza el empleo del volumen interno al máximo, como puede verse en las aeronaves de transporte de carga y pasajeros. Además distribuye el trabajo estructural a casi todos sus componentes, principales (estructuras de fuerza) y secundarios (estructura formadora), logrando que el revestimiento delgado transmita por torsión los esfuerzos a todos los demás elementos, esta construcción

es igualmente empleada en las alas, esto hace que a diferencia de la estructura monocasco, la fatiga sobre cada componente sea menor, alargando la vida útil de las estructuras metálicas.

El empleo de este tipo de estructuras apareció, durante la transición entre guerras mundiales. Fue apreciada por su construcción, gracias a que los componentes eran unidos mediante el empleo de elementos de sujeción, haciéndose innecesario el uso de la soldadura, salvo en aplicaciones específicas, lo que no debilitaba las uniones. Además era posible diseñar aeronaves con prácticamente cualquier forma, pues se trabajaba con secciones transversales (cuadernas) separadas a muy poca distancia, por lo que el fuselaje podía evolucionar con muchas formas aprovechando al máximo el espacio interior, eso es muy evidente hoy en día en cada aeronave moderna, sobre todo en los diseños militares, que cada vez necesitan mejores formas para optimizar su aerodinámica.

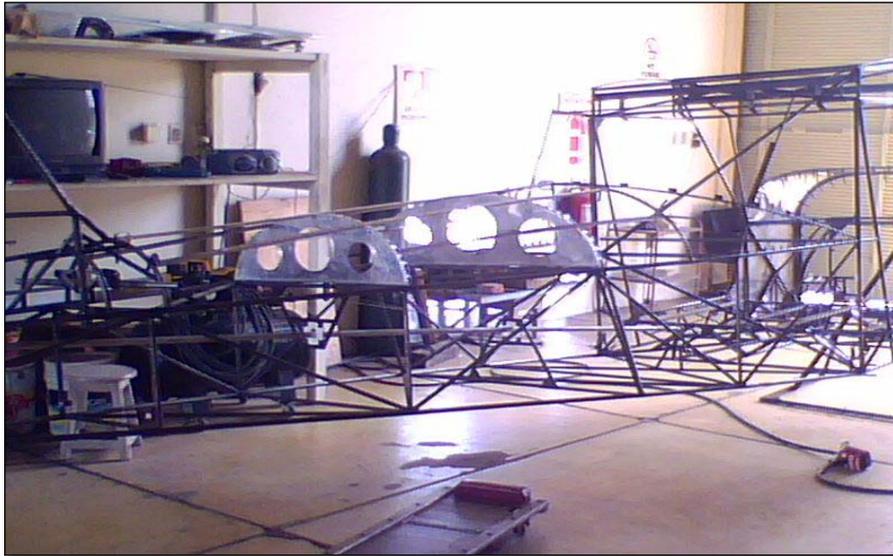
El empleo de estas estructuras hizo posible masificar la aviación por el hecho de que los procesos constructivos son prácticamente mecánicos y con piezas de fácil construcción en serie, que luego son de fácil ensamblado. Gracias al avance en diferentes tecnologías, las uniones han llegado a ser incluso pegadas obviando el uso de remaches y/o tornillos, evitando debilitar mucho las estructuras con muchas perforaciones, estos pegamentos son muy especializados y no se los ha llegado a emplear aún en las estructuras de fuerza.

Con el advenimiento de las fibras compuestas, se han llegado a reemplazar varios paneles de revestimiento metálico, consiguiendo así reducir aún más el peso estructural sin detrimento de la resistencia.

Este tipo de estructura no es muy difundida entre los “constructores caseros”, quienes prefieren estructuras reticulares y monocasco, ya que no requiere de muchos elementos constructivos como la semimonocasco, que además por ese hecho resultaría desventajoso económicamente hablando de una pequeña producción. Pero se ha empleado, haciendo uso de madera con un revestimiento de poco espesor que pueda garantizar la comunicación de esfuerzos entre componentes de soporte del mismo, pudiéndose usar delgadas láminas de contrachapado o de fibras compuestas.

En la aviación actual y gracias a la aparición de cada vez nuevos y mejores materiales, es posible, el empleo de estos tres tipos de estructuras combinadas entre sí para su aplicación más conveniente, dependiendo cómo vaya a emplearse, esto puede observarse aún mejor en todo lo que hoy se le llama aviación deportiva.

GRÁFICO Nº 33
ESTRUCTURA COMBINADA, PRIMARIA RETICULAR,
SECUNDARIA DE FORMA SEMIMONOCASCO



Fuente: wikipedia.org/wiki/Semimonocasco.

B. LA CARGA⁸

La carga no es más que una fuerza que soporta una estructura mientras que el esfuerzo es una fuerza que deforma un material. El peso es una carga por ejemplo. El avión soporta numerosas cargas y es deber del piloto conocer sus límites estructurales. Las cargas que aguanta el fuselaje son de diversa naturaleza.

Pero antes de ver las diferentes cargas debemos crear una unidad de medida clara que nos permita contabilizar la magnitud de la carga. Para ello tomamos como referencia la fuerza que ejerce la gravedad a nuestro cuerpo (el peso), así expresamos las cargas como múltiplo de la aceleración de la gravedad ($9,8 \text{ m/s}^2$), hablando de "g". Una carga de 1g es igual al peso del avión (a la ejercida por la aceleración de la gravedad), mientras que una

⁸ International Virtual Aviation Organization. Estructuras principales del avión. www.ivao.es

carga de 8gs es ocho veces el peso del avión (ocho veces la aceleración de la gravedad). Esto nos permite, primero, hacernos una idea inmediata y clara de la magnitud de una carga o fuerza, y segundo, relacionar las cargas con el peso, que es una variable muy importante en vuelo. Así, definimos “factor de carga” como la carga que actúa sobre nuestro avión expresada en “g”. Este factor es positivo (+3g) si las fuerzas actúan hacia arriba con respecto al eje longitudinal del avión, y negativo si la carga está aplicada hacia abajo. Cuando la sustentación se iguala al peso ($L = W$), “g” es igual a uno; cuando el peso duplica a la sustentación, “g” es igual a dos, y así sucesivamente. El fuselaje de un avión no puede aguantar cargas excesivas (muchas “g”) y por ello en cada tipo de avión viene especificado una carga límite, la más alta soportable por el avión.

TABLA Nº 04
CARGAS LÍMITES TÍPICAS

<u>Cargas límites típicas</u>		
	“g” positivas (+)	“g” negativas (-)
Aviones de caza	6 – 9	3 – 6
Bombarderos	3 – 4	1 – 2
Aviones comerciales	3 – 4	1 – 2
Aviación general	2’5 – 4’5	1 – 1’8
Aviones acrobáticos	5 – 6	3
Construcción amateur	6	3
Aviones ligeros (<750 Kg)	3’8	1’5

Fuente: International Virtual Aviation Organization, Estructuras principales del avión, www.ivao.es

Aunque los fabricantes suelen dar un margen de seguridad aún mayor que la carga límite especificada para cada aeronave, experimentando cargas mayores de las especificadas pueden surgir fallos estructurales importantes e incluso roturas.

C. TIPOS DE CARGAS⁹

Cargas aerodinámicas: Son las cargas a las que se ve sometido el avión por la acción del aire o el flujo. Este flujo o la acción del aire varía cuando realizamos maniobras en él (descensos, ascensos, virajes, derrapes, resbales...), las llamadas cargas de maniobra; o cuando experimentamos

⁹ International Virtual Aviation Organization. Estructuras principales del avión. www.ivao.es

ráfagas de aire, vientos racheados, turbulencias... las cargas por ráfagas de aire; y cargas originadas por el movimiento de los alerones, estabilizadores... las cargas por desplazamiento de superficies de control de vuelo. Los aviones deben soportar estas cargas aerodinámicas en su campo operacional. El fabricante del avión nos proveerá de un diagrama de maniobra del avión, en el que nos especificará que g's de carga de maniobra pueden ser superadas y cuáles no, a diferentes velocidades.

Las cargas por ráfagas de aire pueden incluso llegar a 3'5 g, y variarnos considerablemente la velocidad y la actitud del avión. Sus efectos son especialmente peligrosos en grandes tormentas, fuertes vientos cruzados o cizalladura. Para limitar la sobrecarga estructural del avión en casos de fuerte turbulencia se aconseja disminuir la velocidad de crucero hasta la de maniobra (V_a).

Al desplazar las superficies de control, modificamos sustancialmente la distribución de presión alrededor de la superficie aerodinámica. Dependiendo de la velocidad a la que vaya el avión y la magnitud del desplazamiento la carga varía. Hay dos efectos típicos producidos por este desplazamiento de las superficies de control: la inversión de alerones y el flameo.

La inversión de alerones se produce en aviones comerciales a altas velocidades. Cuando pretendemos inclinar el avión usando los alerones, el esfuerzo que tienen que hacer es tan alto al estar situados en el extremo del ala (momento máximo), que se genera un esfuerzo de torsión y el ala se retuerce, oponiéndose al movimiento del alerón, produciéndose un efecto contrario al deseado. Para resolver el problema, a altas velocidades hacemos uso de los spoilers, (aunque algunos aviones montan alerones interiores), abriendo unos y cerrando otros. Usando los spoilers el esfuerzo y momento es menor; y el ala no tiende a retorcerse porque están situados más cerca de la misma.

El Flameo es el caso opuesto, produciéndose oscilaciones violentas al entrar en pérdida local los alerones.

Cargas de inercia: Las cargas de inercia se deben a la resistencia que opone todo cuerpo a la aceleración. Estas cargas se dan por todo el avión.

El ala, por ejemplo, al pesar, se opone a la aceleración creando carga de inercia y cierto esfuerzo de torsión.

Cargas causadas por el sistema de propulsión: En general los motores están unidos al fuselaje por bancadas o mástiles. Estos elementos estructurales son los que soportan la carga más elemental, la propia tracción y la transmiten al resto del avión; además de la carga de inercia (el propio peso de los motores). El sistema de propulsión impone por sí mismo cargas de tracción o empuje; de inercia; cargas giroscópicas (originadas por el cambio de plano de rotación de los elementos giratorios del motor); cargas impuestas por el par motor y por paradas súbitas del motor.

Cargas en el tren de aterrizaje: El tren está sujeto a cargas muy diversas. Al aterrizar, el tren tiene que aguantar todo el peso del avión, convertir la velocidad del avión en movimiento horizontal en el suelo y amortiguar el impacto con la pista. Además, todo lo que suponga una frenada del avión o un giro le supone una carga. El tren de aterrizaje es un elemento que sufre mucho y por ello debe ser bastante resistente. Para soportar todo este trabajo el tren no sólo consiste en una rueda conectada al avión. El tren se vale de sistemas de amortiguación o amortiguadores para absorber el impacto y la energía cinética del descenso. El sistema debe absorber la energía cinética, equivalente a la caída libre del peso del avión desde 80 cmts. de altura. El número de ruedas en cada tren, su disposición, la cantidad de unidades de ruedas, la cubierta de las ruedas del tren y otros factores también contribuyen a repartir y aliviar la carga.

Cargas por colisión con el terreno: Son cargas de impacto del avión con el terreno, debidas a colisiones que reúnan características razonables de supervivencia. Este tipo de accidentes se suelen dar en las maniobras de despegues y aterrizajes, cercano al terreno y con velocidad relativamente baja. En estas condiciones se estudian estas cargas para evitar que estos incidentes pasen a ser letales. El fuselaje debe intentar ser capaz de soportar la penetración de cuerpos que alteren el volumen de la cabina, tener bien retenidos los asientos de los pasajeros, evitar la proyección de objetos y riesgos post-accidente (fuego...). La disciplina que estudia la forma de diseñar fuselajes que reúnan estas características y otras se denomina "crashworthiness".

Cargas acústicas: Las vibraciones, y las ondas sonoras ejercen una carga sobre el avión. Parece no tener gran importancia, pero la vibración continuada durante el vuelo, puede hacer aparecer fatiga estructural en las partes afectadas. En el campo militar la carga acústica se agudiza dado el entorno ruidoso en el que vuelan las aeronaves. Los efectos típicos son las grietas que aparecen en el revestimiento metálico del ala, fuselaje y cola; y la deslaminación en las capas de materiales compuestos.

D. VELOCIDADES DE INFLUENCIA ESTRUCTURAL ¹⁰, ESTRUCTURAS PRINCIPALES DEL AVIÓN

Una vez conocidas las cargas que pueden afectar a nuestra aeronave, el piloto debe conocer qué velocidades son las adecuadas para evitar daños estructurales, a qué velocidad no se pueden extender los flaps ya que se deteriorarían, o a qué velocidad los alerones saldrían dañados en un viraje. Así definimos estas velocidades desde el punto de vista operacional:

1. Velocidad máxima operativa (V_{mo}): velocidad que nunca debe sobrepasarse un que la velocidad de crucero o de picado puede ser mayor. Si en otras maniobras sobrepasásemos esta velocidad el fuselaje se sometería a cargas excesivas dañando la estructura del avión.
2. Velocidad con flaps extendido (V_{fe}): es la máxima velocidad a la que se puede ir con el punto de flap mínimo. Si fuese superada, el flap podría resultar dañado. Hay una velocidad máxima operativa para cada punto de flap.
3. Velocidad con tren de aterrizaje extendido (V_{le}): Velocidad a la cual se puede extender y retraer el tren sin que este sufra daños estructurales.
4. Velocidad de maniobra (V_a): Velocidad máxima para desplazamiento máximo de las superficies de control, sin que sufran flameo, inversión de alerones u otros fenómenos estructurales.
5. Velocidad máxima de vuelo del avión (V_{ne}): La velocidad que nunca debe ser superada dado que se podrían producir graves fallos estructurales.

¹⁰ International Virtual Aviation Organization. Estructuras principales del avión. www.ivao.es

E. FATIGA¹¹

Si las cargas antes estudiadas se producen de forma reiterada y continuada, aparece la fatiga, que resulta ser un deterioro interno del material. Así como las cargas se medían en g's, la fatiga estructural de un componente o sistema se mide en ciclos. Una estructura tiene un determinado número de ciclos, si éste número de ciclos rebasa el admisible se producirá un fallo estructural por fatiga. El fallo estructural por fatiga también se puede dar si los esfuerzos a los que está sometida la estructura son excesivos y superan los admisibles u operativos. Por ejemplo, el fuselaje soporta una carga continuada: la carga de presurización; al ser continuada se produce fatiga. Cada vez que se presuriza la cabina y se despresuriza se completa un ciclo de presurización. Llegado un número equis de ciclos, el fuselaje debe ser revisado para que no presente fallos, dado que ha rebasado el número de ciclos admisibles. Contra mayor sea el esfuerzo al que esté sometida una pieza, menor será el número de ciclos que pueda soportar; mientras que si el esfuerzo de trabajo está por debajo de un cierto nivel, el número de ciclos es mucho mayor, en principio infinito. Sin embargo, por seguridad, todas las piezas tienen un número de ciclos máximo.

La fatiga puede ser de dos clases: mecánica y térmica. La fatiga mecánica se origina por las vibraciones de las piezas, y por los esfuerzos físicos que soportan los aviones en servicio. La fatiga térmica tiene su origen en los motores. El enfriamiento y calentamiento de las piezas produce contracciones y dilataciones en los materiales. Esos esfuerzos continuados pueden fatigar el motor, produciendo grietas en partes vitales del mismo. Por ello los motores deben ser revisados cada tantos ciclos (encendido y apagado del motor). En los motores turboreactores tiene especial importancia este tipo de fatiga, ya que el enfriamiento y calentamiento es más repetido y continuado, alcanzando mayores temperaturas.

2.2.2 INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES¹²

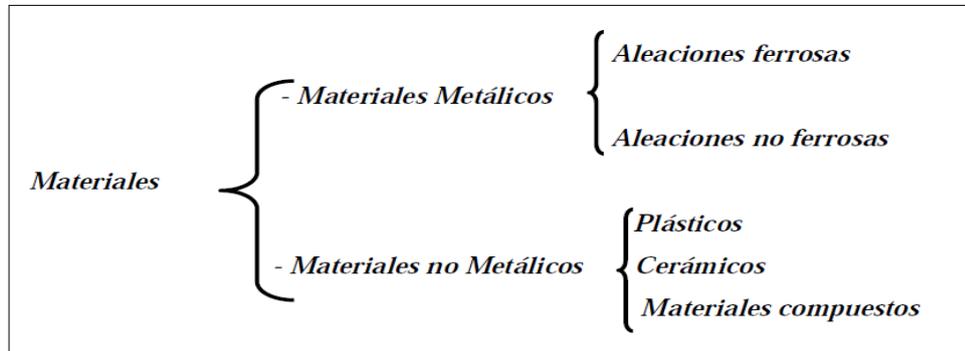
Para fabricar estructuras como el fuselaje, que deben soportar numerosos esfuerzos y cargas, se debe tener muy en cuenta el material a usar. Los cuatro grandes grupos de materiales de empleo aeronáutico son las

¹¹ International Virtual Aviation Organization. Estructuras principales del avión. www.ivao.es

¹² International Virtual Aviation Organization. Estructuras principales del avión www.ivao.es

aleaciones férreas (con hierro), las aleaciones ligeras (de Aluminio, Titanio o Magnesio), materiales compuestos (o “composites”) y materiales auxiliares (gomas, plásticos, lonas...).

GRÁFICO N° 34
CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES



Fuente: www.atmosferis.com/tipos-de-acero/

1. Aleaciones Ferrosas¹³

Las aleaciones ferrosas son aquellas que contienen un porcentaje muy alto de hierro, como el acero o los hierros fundidos, y las aleaciones No ferrosas son aquellas que carecen de hierro o tienen un nivel muy bajo de este. El hierro es un elemento mientras que el acero es una aleación o combinación de hierro con carbono. El hierro es un metal relativamente duro con un diámetro atómico (dA) de 2,48 Å, con temperatura de fusión de 1.535 °C y punto de ebullición 2.740 °C. Las aleaciones de hierro-carbono están compuestas por tres grandes grupos de materiales.

Hierro: El contenido es inferior al 0,008% de peso en Carbono.

Acero: El contenido en Carbono se encuentra entre el 0,008% y el 2,11%.

Fundición: Para contenidos superiores al 2,11% en Carbono

2. Diagrama Fe-C

Este diagrama muestra las fases existentes en las aleaciones hierro-carbono enfriadas muy lentamente, a varias temperaturas y composiciones de hierro con porcentajes de carbono (hasta el 6,67%).

¹³www.atmosferis.com/tipos-de-acero/

A partir de este diagrama, puede predecirse el tipo de constituyente mayoritario que tendrá la aleación en función de la temperatura y del contenido (%) en carbono; conociendo los constituyentes será posible predecir las propiedades que tendrá la aleación.

Es una herramienta muy útil que indica cómo, cuándo y en qué condiciones debe realizarse un tratamiento térmico y los resultados que deben esperarse del mismo.

En las aleaciones hierro-carbono, se pueden encontrar distintos constituyentes en función de la concentración de los componentes químicos (Fe y C) y de la temperatura. Los más importantes son:

Austenita: es una solución sólida por inserción de carbono en hierro (hasta 2,11% de C). No se encuentra a temperatura ambiente. Es blando, deformable, tenaz y muy resistente al desgaste. Es el constituyente más denso del acero y es no magnético. Presenta una estructura FCC y comienza a formarse a 727°C.

Ferrita: solución sólida de carbono en hierro α . Es el constituyente más blando del acero. Disuelve muy poco carbono (menos de 0,008%) por lo que se considera hierro α .

Cementita: es el carburo de hierro (Fe_3C). Es el más duro y frágil (6,67% C).

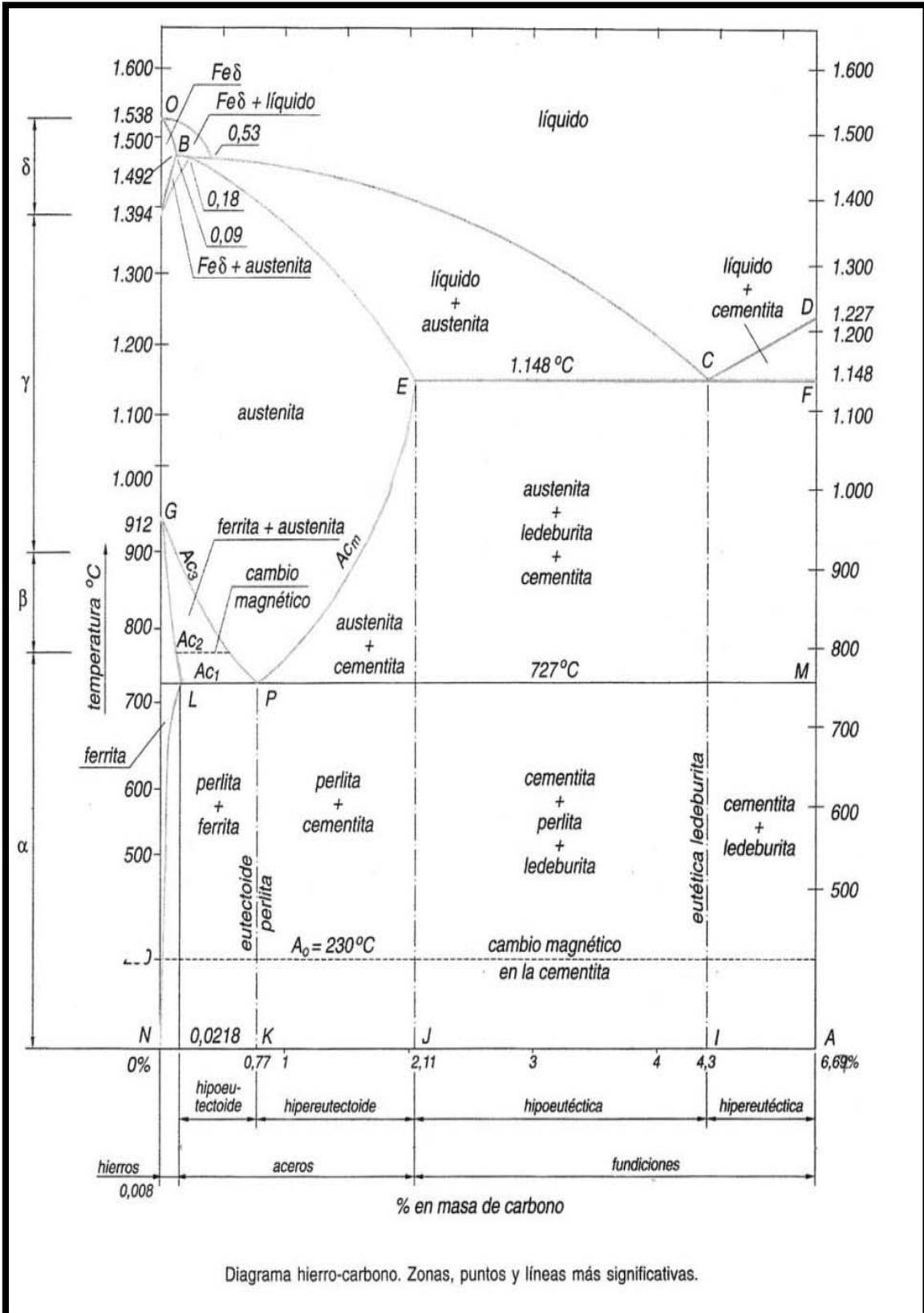
Perlita: es el microconstituyente eutectoide formado por ferrita (88,7%) y cementita (11,3%). El contenido en carbono de la aleación es de 0,77%.

Ledeburita: es una aleación eutéctica con un contenido en carbono de 4,3% compuesta por austenita y cementita. Es propio de las fundiciones.

Los aceros dependiendo de su contenido de carbono y de otros elementos de aleación se clasifican en:

- a. Aceros simples
- b. Aceros aleados
- c. Aceros alta aleación

Gráfico Nº 35
Diagrama Hierro -Carbono



Fuente: <http://www.atmosferis.com/tipos-de-acero/>

a. Aceros Simples¹⁴

Los aceros simples se pueden definir así.- Aleación hierro con carbono con un contenido de éste último en el rango de 0.02 hasta el 2% con pequeñas cantidades de otros elementos que se consideran como impurezas tales como P, S, Mn, Cu, Si, etc.

Los aceros simples se clasifican de acuerdo a su contenido de carbono en:

- i. Aceros de bajo carbono
- ii. Aceros de medio carbono y
- iii. Aceros de alto carbono

i. Aceros de bajo carbono (%C<0.25)¹⁵

Constituyen la mayor parte de todo el acero empleado. Contienen menos del 0,25% en peso de carbono, no responden a tratamiento térmico para obtener martensita (temple) ni se puede endurecer por acritud. La microestructura que presentan se corresponde a ferrita y perlita por lo que son relativamente blandos y poco resistentes pero con extraordinaria ductilidad y tenacidad.

La adición de elementos como Cu, V, Ni y Mo mejora mucho sus resistencia mecánica que puede aumentar aplicando un tratamiento térmico adecuado y, además, mantiene su facilidad para el mecanizado. Estos aceros, denominados de alta resistencia y baja aleación, se emplean en componentes donde la resistencia mecánica es crítica: puentes, torres, columnas de soportes de edificios altos, bastidores de camiones y vagones.

- Son dúctiles
- Soldables
- No se pueden tratar térmicamente

¹⁴ M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. Materiales y sus propiedades, Laboratorio de tecnología de materiales, facultad de estudios superiores cuautitlan departamento de ingeniería.

¹⁵ M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez.. Materiales y sus propiedades, Laboratorio de tecnología de materiales, facultad de estudios superiores cuautitlan departamento de ingeniería.

- Poseen una resistencia mecánica moderada
- Maquinables
- Baratos

ii. Aceros de medio carbono ($0.25 < \%C < 0.60$)

Contienen entre del 0,25% y el 0,60% en peso de carbono. Estos aceros pueden ser tratados térmicamente mediante austenización, temple y revenido para mejorar sus propiedades mecánicas. La microestructura es, generalmente, martensita revenida.

La adición de elementos como Cr, Ni y Mo facilita el tratamiento térmico de estos aceros que, en ausencia de estos elementos es más difícil. Son más resistentes que los aceros bajos en carbono pero menos dúctiles y maleables. Se suelen utilizar para fabricar martillos, cigüeñales, pernos, etc.

- Son templables (Se pueden someter a temple y revenido)
- Poseen buena resistencia mecánica
- Ductilidad moderada
- Baratos

iii. Aceros de alto carbono ($0.65 < \%C > 1.4\%$)¹⁶

Contienen entre 0,60% y 1,4% de peso en carbono. Son más duros y resistentes (menos dúctiles) que los otros aceros al carbono. Casi siempre se utilizan con tratamientos de templado y revenido que los hacen muy resistentes al desgaste y capaces de adquirir la forma de herramienta de corte. Generalmente, contienen Cr, V, W y Mo que dan lugar a las formación de carburos muy duros.

Se utilizan para herramientas de corte, matrices para fabricar herramientas de herrería y carpintería. Por ejemplo: cuchillos, navajas, hojas de sierra, brocas de cemento, corta tubos, muelles e hilos de gran resistencia, etc.

- Son templables.

¹⁶ M. en I. Felipe Diaz del Castillo Rodriguez. Materiales y sus propiedades, Laboratorio de tecnología de maeriales, facultad de estudios superiores cuautitlan departamento de ingeniería.

- Duros y resistentes al desgaste
- Difíciles de soldar
- Poco tenaces
- Baratos

b. Aceros Aleados

Los aceros aleados son aceros simples a los que se les agrega de manera intencional ciertos elementos de aleación, entre los que se pueden mencionar a los siguientes: cromo, molibdeno, níquel, tungsteno, vanadio, silicio, manganeso, etc. debiendo ser la suma de todos los elementos antes mencionados menor o igual al 5 %.

Los objetivos perseguidos son los siguientes:

- Aumentar la resistencia mecánica
- Mejorar su templabilidad
- Aumentar su resistencia a la corrosión y a la oxidación

3. Clasificación AISI-SAE¹⁷

Con el fin de estandarizar la composición de los diferentes tipos de aceros que hay en el mercado la Society of Automotive Engineers (SAE) y el American Iron and Steel Institute (AISI) han establecido métodos para identificar los diferentes tipos de acero que se fabrican. Ambos sistemas son similares para la clasificación.

En ambos sistemas se utilizan cuatro o cinco dígitos para designar al tipo de acero. En el sistema AISI también se indica el proceso de producción con una letra antes del número.

Primer dígito. Es un número con el que se indica el elemento predominante de aleación. 1= carbón, 2= níquel, 3=níquel cromo, 4=molibdeno, 5=cromo, 6=cromo vanadio, 8=triple aleación, níquel-cromo-molibdeno (molibdeno principal aleante) 9 silicio magnesio.

El segundo dígito. Es un número que indica el porcentaje aproximado en peso del elemento de aleación, señalado en el primer dígito. Por ejemplo un acero 2540, indica que tiene aleación de níquel y que esta es del 5%.

Los dígitos 3 y 4. Indican el contenido promedio de carbono en

¹⁷ M. en I. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. Materiales y sus propiedades, Laboratorio de tecnología de materiales, facultad de estudios superiores cuautitlan departamento de ingeniería

centésimas, así en el ejemplo anterior se tendría que un acero 2540 es un acero con 5% de níquel y 0.4% de carbón. Cuando en las clasificaciones se tiene una letra al principio esta indica el proceso que se utilizó para elaborar el acero, siendo los prefijos los siguientes:

A = Acero básico de hogar abierto

B = Acero ácido de Bessemer al carbono

C = Acero básico de convertidos de oxígeno

D = Acero ácido al carbono de hogar abierto

E = Acero de horno eléctrico

A10XXX

A = Proceso de fabricación

10 = Tipo de acero

X = % de la aleación del tipo de acero

X X = % de contenido de carbono en centésimas.

TABLA N° 05

CLASIFICACIÓN NUMÉRICA DE LOS ACEROS ALEADOS SEGÚN AISI-SAE

Clasificación numérica de los aceros aleados según AISI-SAE	
Aceros al carbono (0.8% a 1.7% de carbono)	
Al carbono simple	10xx
De corte libre Aceros al Carbono	11xx
Resulfurado y refosforizado	12XX
No-resulfurado, sobre 1.00 Mn máx	15XX
Aceros al níquel	
0.50% níquel	20xx
1.a 1.50% níquel	21xx
3.5% níquel	23xx
5.00% níquel	25xx
Aceros al Níquel-cromo	
1.25% níquel, 0.65% cromo	31xx
1.75% níquel, 1.00 % cromo	32xx
3.50% níquel, 1.57% cromo	33xx
3.00% níquel, 0.80% cromo	34xx
Aceros al molibdeno	
Al cromo	41xx
Al cromo-níquel	43xx
Al níquel	46xx y 48xx
Aceros al cromo	
Cromo bajo	50xx
Cromo medio	51xx
Cromo alto	52xx
Aceros al cromo-vanadio	6xxx
Aceros al tungsteno	7xxx
Aceros con aleación triple	8xxx
Aceros al silicio-magnesio	9xxx
Aceros al plomo	11Lxx

Fuente: Neely, John Practical metallurgy and material industry 2nd edition Wiley NY 1984

A. TRATAMIENTOS TÉRMICOS DEL ACERO¹⁸

Una definición de tratamiento térmico (Metals Handbook) es: “una combinación de operaciones de calentamiento y enfriamiento, en tiempos determinados y aplicadas a un metal o aleación en el estado sólido en una forma tal que producirá propiedades deseadas” Los tratamientos térmicos del acero se basan en la aplicación de las transformaciones estructurales que experimenta el acero (transformaciones alotrópicas) y de los procesos de recristalización y de difusión. Todos los procesos básicos de tratamientos térmicos para aceros incluyen la transformación o descomposición de la austenita.

Los tratamientos térmicos se pueden definir como aquellos procesos por medio de los cuales se pueden obtener las propiedades deseadas (y estas dependen a la vez de la microestructura y del tipo de material), en una pieza con ayuda de la temperatura y de una velocidad de enfriamiento adecuada de las piezas. Los tratamientos térmicos se pueden clasificar en: a) convencionales y b) termoquímicos, los primeros a la vez se pueden clasificar (en dependencia de la forma como se obtiene las diferentes microestructuras durante el enfriamiento), en: tratamientos con enfriamiento continuo o con enfriamiento isotérmico. Los tratamientos termoquímicos en general son llamados tratamientos térmicos superficiales. Otro tipo de tratamiento, el cual busca la precipitación de partículas duras en el acero es conocido como envejecimiento.

Los tratamientos térmicos en los aceros se clasifican en cuatro grupos principales:

- Los recocidos
- El normalizado
- El temple o templado
- El revenido
- Tratamientos térmicos especiales

¹⁸ Felipe Díaz del castillo y Felipe Díaz del castillo Aceros, Estructuras y tratamientos térmicos. Fuente: Universidad Autónoma de México, facultad de estudios superiores Cautitlan, Departamento de Ingeniería.

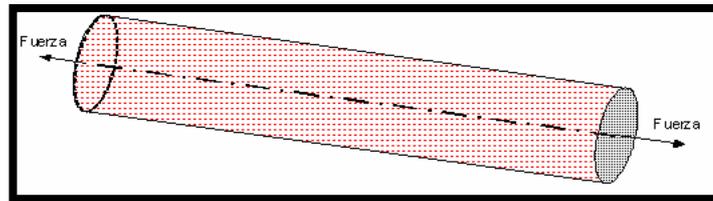
Es importante en este punto mencionar la necesidad de tomar en cuenta que cada uno de los tratamientos considerados arriba, incluyen para la pieza o piezas a tratar un ciclo de calentamiento, mantenimiento a la temperatura seleccionada y un ciclo de enfriamiento. Estos ciclos de calentamiento y enfriamiento, así como el mantenimiento a la temperatura seleccionada, van a depender del tamaño, forma y espesor de la pieza o piezas.

B. TIPOS DE SOLICITACIÓN DE CARGA¹⁹

Los tipos de sollicitación o carga son:

1. Cargas Axiales de Tracción o Compresión

GRÁFICO N° 36
BARRA SOMETIDA A CARGAS DE TRACCIÓN



Fuente: Alejandro M. Mayori , Resistencia de Materiales Aplicada, Primera Edición.

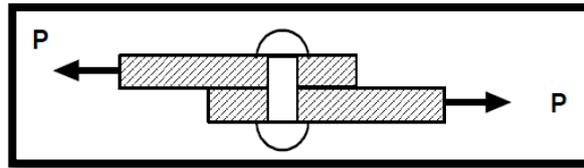
Una barra recta está sometida a cargas de tracción o compresión sometida a fuerzas paralelas a su eje centroidal. Dependiendo si la carga tiende a estirar o a comprimir la pieza, la carga será de tracción o compresión.

2. Cargas Tangenciales o de Corte

Un cuerpo está sometido a cargas tangenciales o de corte cuando sus caras o secciones internas soportan fuerzas tangenciales

¹⁹ Alejandro M. Mayori. Resistencia de Materiales Aplicada, Primera Edición.

GRÁFICO Nº 37
CUERPO SOMETIDO A CARGAS TANGENCIALES O DE CORTE

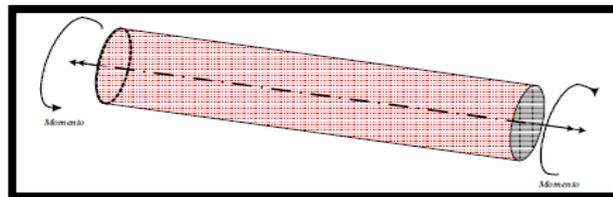


Fuente: Alejandro M. Mayori , Resistencia de Materiales Aplicada, Primera Edición.

3. Cargas de Torsión²⁰

Una barra está sometida a cargas de torsión cuando en sus extremos están aplicados momentos con dirección paralela al centroidal.

GRÁFICO Nº 38
BARRA SOMETIDA A CARGAS DE TORSIÓN

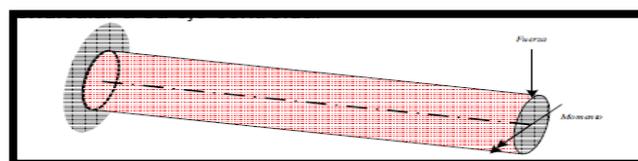


Fuente: Alejandro M. Mayori , Resistencia de Materiales Aplicada, Primera Edición.

4. Cargas de Flexión

Una viga está sometida a cargas de flexión cuando soporta fuerzas y momentos con dirección perpendicular a su eje centroidal.

GRÁFICO Nº 39
BARRA SOMETIDA A CARGAS DE FLEXIÓN



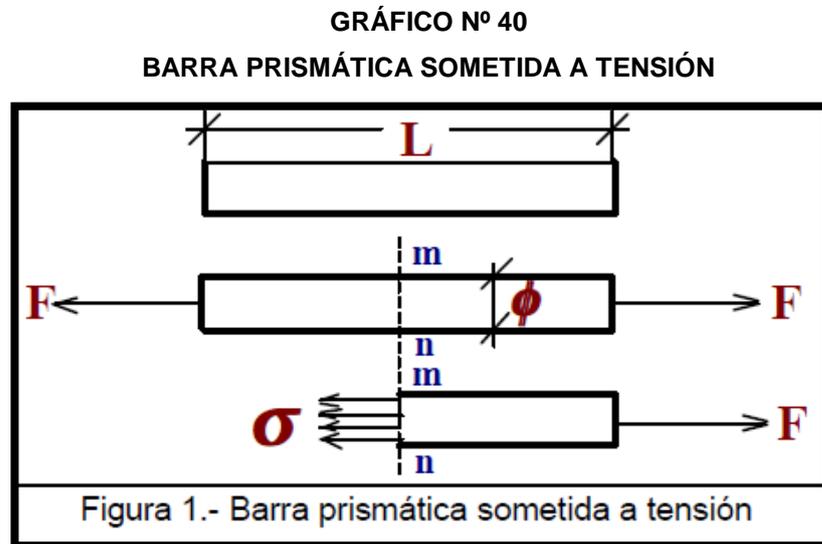
Fuente: Alejandro M. Mayori , Resistencia de Materiales Aplicada, Primera Edición.

²⁰ Alejandro M. Mayori. Resistencia de Materiales Aplicada, Primera Edición.

C. RESISTENCIA DE MATERIALES

1. Esfuerzo Normal y Deformación

Son ambos dos conceptos fundamentales que pueden entenderse con el siguiente ejemplo. Sea una barra prismática cargada con fuerzas axiales F en sus extremos según aparece en la figura siguiente.



Fuente: TEMA 1. Tracción, compresión y esfuerzo cortante,
www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

Una barra prismática es un elemento con multitud de aplicaciones en máquinas que se caracteriza por presentar una sección transversal constante en toda su longitud.

En el caso que nos ocupa dicha barra se dice que está sometida a una tensión por el hecho de que las fuerzas axiales producen en ella una deformación.

Para analizar las acciones internas que aparecen en la barra prismática originados por las fuerzas axiales se considera la sección que aparece al efectuar un corte imaginario en la sección mn perpendicular al eje longitudinal de la barra. A esta sección se le denomina sección transversal. Se separa la porción de la barra situada a la derecha del corte considerándola un cuerpo libre.

La carga F actúa en el extremo derecho, mientras que en el lado izquierdo se aparecen fuerzas que se distribuyen de manera continua sobre la sección transversal que sustituyen a la acción sobre el tramo izquierdo de la barra prismática. La intensidad de la fuerza, o lo que es lo mismo la fuerza por unidad de superficie se denomina esfuerzo, fatiga o tensión y se denota por la letra griega σ (sigma). Si se supone, lo cual es lógico, que el esfuerzo tiene una distribución uniforme sobre la sección transversal, es evidente que si A es el área de la sección transversal se tendrá que:

ECUACIÓN Nº 01

ESFUERZO DEL MATERIAL

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

Fuente: William A. Nash, Resistencia de Materiales

Ecuación que representa el esfuerzo, fatiga o tensión uniforme en una barra prismática de sección transversal con forma cualquiera cargada axialmente. Cuando la barra se tensa bajo la acción de las fuerzas F , los esfuerzos resultantes se denominan tensiones de tracción; si el sentido de las fuerzas se invierte se origina una compresión de la barra apareciendo los denominados tensiones de compresión.

Dado que σ actúa en dirección perpendicular a la superficie de corte se le conoce también como esfuerzo normal o tensión normal. Más adelante se encontrara otro tipo de esfuerzos que actúan paralelos a la superficie de corte que se denominaran esfuerzos cortantes. Tradicionalmente a las tensiones de tracción se les da signo positivo y a las de compresión signo negativo.

Las unidades de tensión, esfuerzo o fatiga normal σ son unidades de fuerza divididas por unidades de superficie. En el S.I. vendrá dado por N/m^2 o Pascales. Sin embargo como el Pascal es una unidad tan pequeña se suele utilizar el Mpa (Megapascal) que equivale a 106 Pascales o 1 N/mm^2 . Es frecuente medir el esfuerzo normal en Kp/cm^2 para ello F debe medirse en Kp y la superficie de la sección de corte en cm^2 .

Para que la ecuación anterior sea correcta es imprescindible que σ esté uniformemente distribuido en la sección transversal a la barra. Esta condición solo se cumple cuando F esta aplicada en el c. de g. de la sección Cuando esto no ocurre se originan flexiones en la barra y el cálculo es más complejo. Por ahora se considerará que F está aplicada en el centro de gravedad de la sección transversal y es normal a ella.

Una barra axialmente cargada sufre una variación en su longitud alargándose o acortándose según esté sometida a tracción o a compresión. Sea δ la variación total de longitud y sea L la longitud total de la barra y que esta es de material totalmente uniforme en toda su longitud. Se define deformación unitaria ϵ a la relación:

ECUACIÓN Nº 02
DEFORMACIÓN UNITARIA

$$\epsilon = \frac{\delta}{L}$$

Fuente: William A. Nash, Resistencia de Materiales

ϵ se denomina deformación unitaria a tracción o a compresión. En el primer caso significará un alargamiento de la barra y en el segundo un acortamiento de la misma.

Debido a que δ y L son dos longitudes ϵ es adimensional, aunque es frecuente medir δ en mm. y L en m presentando ϵ unidades de mm./m.

2. Diagrama Esfuerzo-Deformación²¹

Las propiedades mecánicas de los materiales usuales en las máquinas se determinan realizando pruebas sobre muestras del material. Para realizar dichas pruebas se utilizan laboratorios de ensayo de materiales provistos del instrumental adecuado. Para que los ensayos sean comparables el tamaño de las muestras y los métodos de ensayo están normalizados. El ensayo más usual es la denominada prueba de tensión, mediante el cual se aplican cargas axiales a una probeta de dimensiones

²¹ TEMA 1. Tracción, compresión y esfuerzo cortante.
www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

normalizadas conformada con los extremos de más diámetro para fijarlos a unas mordazas. Se mide continuamente el esfuerzo transmitido y el alargamiento de la probeta. Se usa modernamente, para efectuar las medidas, equipos de extensometría formados por una fuente de alimentación, un amplificador de señales producidas por sensores a base de bandas extensométricas y a veces un equipo informático que registra los valores. Estos ensayos se denominan pruebas estáticas pues las cargas se aplican muy lentamente, ya que la forma de aplicación incide en la respuesta de los materiales.

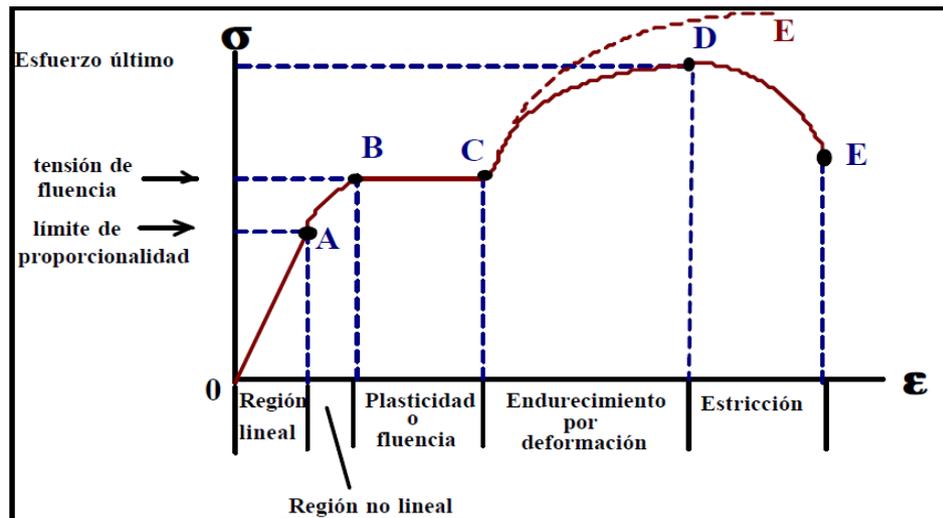
El esfuerzo, fatiga o tensión axial σ se calcula como se vio anteriormente dividiendo la acción o carga entre el área de la sección transversal. Ocurre que al ir incrementando la carga la sección transversal disminuye por lo que el esfuerzo o tensión aumenta más de lo previsto ya que el área instantánea puede volverse mucho menor que el área inicial.

La deformación unitaria axial se determina a partir del alargamiento δ dividido por la longitud de la barra L . Si se emplea en el cálculo la longitud inicial de la barra se determina la deformación unitaria nominal, en cambio si se utiliza la longitud medida en cada instante se determina la deformación unitaria real.

Los ensayos de compresión se realizan sobre cilindros de sección circular. Una vez realizada la prueba y tomado varias medidas a lo largo del ensayo se puede trazar el llamado diagrama esfuerzo, fatiga o tensión-deformación.

Estos diagramas fueron creados por Bernouilli y Poncelet y con ello se aprecia que cada material ofrece características propias que proporcionan una valiosa información sobre su comportamiento. En el Gráfico N° 95 se representa el diagrama tensión - deformación de un acero de bajo contenido de carbono.

GRÁFICO Nº 41
DIAGRAMA ESFUERZO AXIAL - DEFORMACIÓN DE ACERO DE
BAJO CONTENIDO EN CARBONO



Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

Se observa que el diagrama comienza con una línea recta desde O hasta A, que indica que en esta zona las deformaciones son directamente proporcionales a las tensiones, se dice que el material tiene un comportamiento lineal. A partir del punto "A" y hasta llegar a "B" el comportamiento no es lineal y se observa que las deformaciones crecen rápidamente con pequeños incrementos de tensión.

El punto "A" se denomina límite de proporcionalidad. En la zona "AB" la curva toma cada vez una pendiente más pequeña hasta llegar a "B" punto en el que la curva se vuelve prácticamente horizontal.

Entre "B" y "C" sin variar la tensión se producen notables incrementos de longitud. Este fenómeno se conoce con el nombre de fluencia y el valor de la tensión en "C" se denomina tensión de fluencia. En la zona "BC" el material se vuelve perfectamente plástico.

A partir de "C" aparece el denominado endurecimiento por deformación debido a que el material sufre cambios en su estructura cristalina. Así se observa hasta que se llega al punto tensión en este punto se denomina esfuerzo último.

A partir de "D" el alargamiento posterior de la barra se acompaña de una reducción en la carga hasta que se llega al punto "E" del diagrama

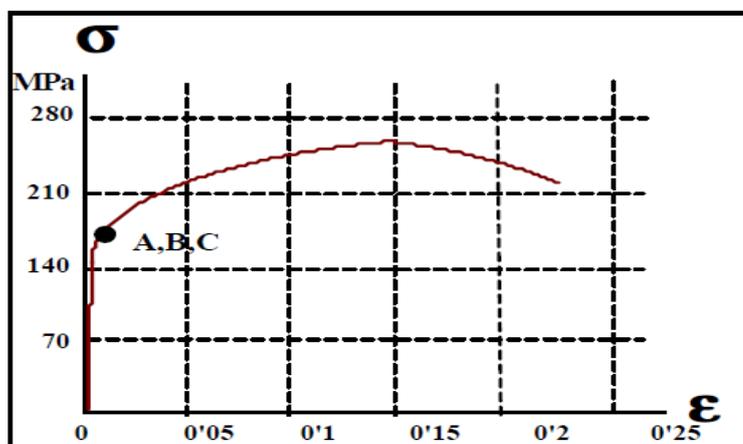
denominado punto de fractura. En el punto “E” en la barra se aprecia una importante contracción lateral con notable disminución de la sección transversal.

Este fenómeno se conoce con el nombre de estricción. El área utilizada para la obtención del diagrama anterior es el de la sección nominal. A lo largo del ensayo las reducciones de sección que aparecen son tan pequeñas que apenas hay variación entre la tensión nominal y la tensión real. En la zona de endurecimiento por deformación (“CD” en el gráfico) y en la de estricción las variaciones de sección son más acusadas y si se representa en el diagrama la curva real de esfuerzo deformación la forma es como la que se presenta en la línea trazos.

“Como se observa en el diagrama real el material en si sigue soportando carga pero la importante disminución de la sección origina la forma de la curva que parece indicar que deja de soportar carga cuando realmente no es así”.²²

Pero no todos los materiales se comportan de forma similar al acero bajo en carbono. Así por ejemplo el aluminio presenta un diagrama como el que se ofrece en la figura siguiente. En él se observa, al no existir el tramo BC, que el aluminio es un material poco dúctil.

GRÁFICO Nº 42
DIAGRAMA TENSIÓN - DEFORMACIÓN DEL ALUMINIO



Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

²² www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

Se define elongación como el porcentaje de variación de la longitud que permite un determinado material antes de su rotura. Su cálculo se realiza mediante la expresión:

GRÁFICO N° 43
CALCULO DE FACTOR ELONGACIÓN

$$\text{Elongación} = \frac{\text{Longitud en rotura} - \text{longitud inicial}}{\text{Longitud inicial}} \cdot 100$$

Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

Los materiales cuya elongación es reducida se denominan frágiles, algunos ejemplos los constituyen el vidrio, el hormigón, el hierro fundido, los materiales cerámicos... y aquellos en los que es alta se denominan dúctiles.

Los diagramas tensión deformación en compresión tienen formas diferentes a los de tracción. Los materiales dúctiles en la zona de comportamiento lineal poseen límites de compresión muy próximos a los de tracción.

3. Elasticidad y Plasticidad²³

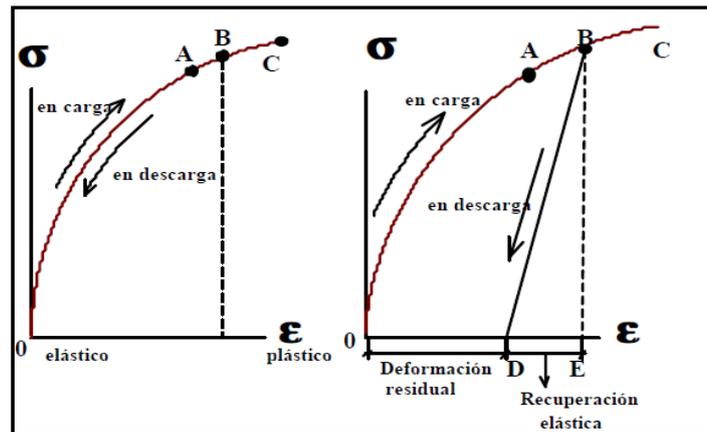
Los diagramas tensión deformación permiten estudiar el comportamiento de un determinado material cuando se somete a la acción de una carga estática es decir de una carga que aumenta de forma muy lenta. La pregunta que cabe hacerse es la de qué sucede cuando la carga se retira lentamente y el material se descarga.

Supongamos que al aplicar una carga a un material la curva tensión - deformación que sigue es la que se presenta en la zona (a) de la figura siguiente. El diagrama sigue durante la carga la línea O - A - B - C. Si en un determinado ensayo se considera el material en la posición A y se retira lentamente la carga y el material sigue exactamente la misma curva para regresar a O, se dice entonces que el material es elástico y a esta propiedad se llama elasticidad.

²³ www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

La curva tensión-deformación no tiene por qué ser lineal para que un material pueda ser elástico. Si se supone el material en el punto B de la zona (b) figura siguiente al descargarlo el material sigue la línea BD. Cuando alcanza el punto D, la carga ha desaparecido por completo pero en el material persiste una deformación que se denomina alargamiento residual.

GRÁFICO Nº 44
COMPORTAMIENTO ELÁSTICO (A). COMPORTAMIENTO
PARCIALMENTE ELÁSTICO (B).



Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

De la deformación total OE una parte la DE se recuperó elásticamente mientras que la OD persiste de forma permanente. Es por ello que se dice que el material es parcialmente elástico.

Cuando una barra se somete a una carga relativamente pequeña aparece en ella un alargamiento. Si se retira la carga y la barra vuelve a su longitud inicial, se dice que está trabajando en la zona elástica. Si se repite la acción incrementado progresivamente el valor de la carga se observa que llega un valor de la tensión a partir del cual la barra no vuelve a su longitud inicial. La tensión o esfuerzo a partir del cual la barra pierde su elasticidad se conoce con el nombre de límite elástico del material.

El límite elástico suele ser ligeramente superior o muy cercano al límite de proporcionalidad. Hay casos como el acero, en los que ambos valores

prácticamente coinciden y otros, como el caucho en los que el límite elástico es mucho más elevado que el límite de proporcionalidad.

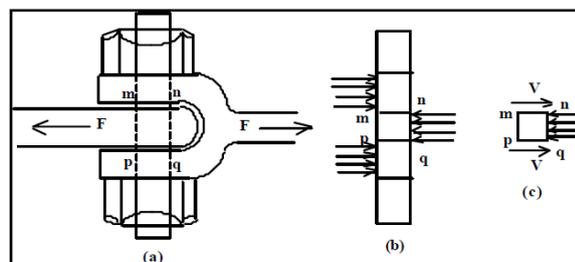
La característica de un material que le permite soportar deformaciones inelásticas superiores al límite elástico se denomina plasticidad y en la curva tensión-deformación se manifiesta porque aparece una región elástica seguida de una plástica. Cuando se dan grandes deformaciones en un material dúctil cargado en la región plástica se dice que el material experimenta un flujo plástico.

Al obtener la curva tensión - deformación, no se consideró el tiempo de duración de la carga aplicada. Ocurre que si la duración de la carga aplicada es suficientemente grande, y aparecen deformaciones permanentes que se mantienen al eliminar la acción, se dice que el material fluye. Este proceso se denomina relajación del material y se da en general de forma importante a altas temperaturas.

4. Esfuerzo Cortante y Deformación Angular²⁴

Hasta ahora solo se han estudiado barras sometidas a esfuerzos axiales, los cuales actúan perpendicularmente a las secciones transversales a ellas. Otro tipo de esfuerzo o tensión se da cuando las cargas actúan paralelas a la superficie de la sección transversal y se denomina esfuerzo cortante. Un claro ejemplo de elemento de máquina sometido a esfuerzo cortante es el que se presenta en el bulón de la figura siguiente:

GRÁFICO Nº 45
ELEMENTO SOMETIDO A ESFUERZO CORTANTE



Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

²⁴ www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

Bajo la acción de las cargas F aparecen en el elemento tensiones o esfuerzos según se presenta en (b) de la figura anterior. Las tensiones o esfuerzos pueden ser sustituidos por cargas V de valor igual a $F/2$. Los esfuerzos o tensiones cortantes sobre la sección mn vienen dados por la fórmula:

ECUACIÓN Nº 03
ESFUERZO CORTANTE

$$\tau = \frac{V}{A}$$

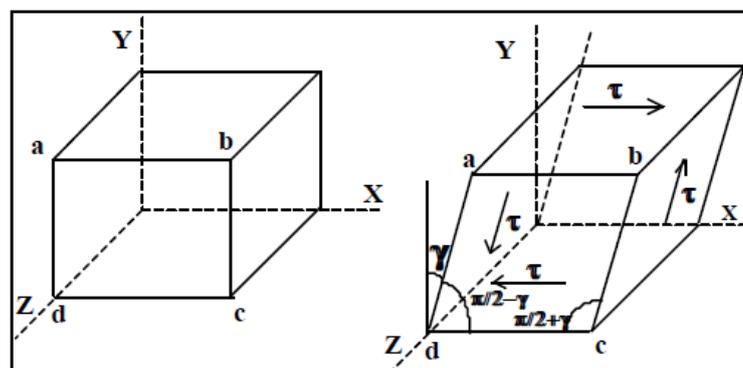
Fuente: William A. Nash Resistencia de Materiales.

Siendo τ el denominado esfuerzo cortante, $V = F/2$ y "A" la superficie de la sección transversal. Como V es una fuerza y A una superficie las unidades de los esfuerzos o tensiones cortantes son las mismas que las de las tensiones o esfuerzos axiales es decir Pascales en el S.I.

Es importante destacar que los esfuerzos cortantes no solo aparecen en elementos de máquinas con montajes sólo como los anteriores, también aparecen en piezas sometidas a tracción, flexión, torsión.

Para obtener una idea clara de este importante concepto considérese el elemento de material de dimensiones Δx , Δy , Δz que se presenta en la figura siguiente:

GRÁFICO Nº 46
ESFUERZO CORTANTE Y DEFORMACIÓN ANGULAR



Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasySoriano/elementos/Tema01.pdf

Si en las caras perpendiculares a los ejes XX y YY existe un esfuerzo cortante de valor τ , el equilibrio según el eje XX obliga a que exista en cada par de caras paralelas el mismo esfuerzo cortante.

El valor de la fuerza en la cara superior será $\tau \cdot \Delta x \cdot \Delta z$ que estará equilibrada en la cara inferior con una fuerza de igual módulo pero de sentido contrario.

Estas dos fuerzas generan un par respecto al eje ZZ de valor $\tau \cdot \Delta x \cdot \Delta z$, por lo que la pieza no gire tiene que haber otro momento igual y de sentido contrario que evidentemente será el debido al esfuerzo cortante sobre las caras perpendiculares como las superficies son iguales los esfuerzos cortantes en caras perpendiculares son iguales.

Por ello se puede asegurar que los esfuerzos cortantes en caras paralelas y en caras perpendiculares son iguales. Cuando en una sección solo actúan esfuerzos cortantes y no hay tensiones axiales se dice que se trata de un esfuerzo cortante puro.

Bajo la acción de esfuerzos cortantes los elementos se deforman dando lugar a deformaciones angulares o deformaciones por cortante como aparece en la figura anterior.

El ángulo en los vértices d y b toma por valor $\pi/2 - \gamma$ y en los vértices a y c toma por valor $\pi/2 + \gamma$. El ángulo γ se denomina deformación angular y se mide en radianes. Igual que se obtienen los diagramas tensión - deformación en piezas sometidas a cargas axiales, también se obtienen diagramas de esfuerzos cortante - deformación. Para ello se someten las barras a torsión.

Los diagramas que se obtienen son semejantes a los ya presentados.

El tramo inicial al diagrama esfuerzo cortante - deformación es una línea recta análoga al del esfuerzo axial - deformación, por lo que, de forma semejante, puede establecerse la ley de Hooke para esfuerzo cortante, cuya expresión tiene la forma:

ECUACIÓN Nº 04
LEY DE HOOKE PARA ESFUERZO CORTANTE

$$\tau = G \cdot \gamma$$

Fuente: William A. Nash, Resistencia de Materiales.

Expresión en la que τ es el esfuerzo cortante en Pascal, γ es la deformación angular en radianes y G es el denominado módulo de elasticidad a esfuerzo cortante también llamado módulo de rigidez.

5. Coeficiente de Seguridad y esfuerzo permisible

La capacidad de un elemento de una máquina para resistir o transmitir cargas es evidentemente necesario conocerla para poder hacer su diseño y proyecto.

Para evitar fallos de funcionamiento es preciso que las cargas que puede soportar sean mayores que las solicitaciones a las que se someta durante el funcionamiento de la máquina de la que forma parte.

La capacidad de un elemento para soportar cargas se denomina resistencia, y la relación entre resistencia real y la resistencia requerida se denomina coeficiente de seguridad.

ECUACIÓN Nº 05
COEFICIENTE DE SEGURIDAD

$$\gamma_s = \frac{\text{resist. real}}{\text{resist. requerida}}$$

Fuente: William A. Nash, Resistencia de Materiales.

Está claro que γ_s debe ser mayor que 1 si se desea impedir roturas o fallos de funcionamiento de la máquina. La determinación de factores de seguridad no es tarea fácil, y va unida a factores tales como:

- Probabilidad de sobrecarga accidental.
- Tipos de cargas (estáticas o dinámicas).
- Precisión con que se conocen las acciones.

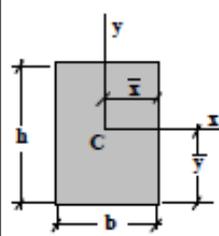
- Inexactitudes en la construcción.
- Calidad de fabricación.
- Variaciones en las propiedades de los metales.
- Factores adversos a la maquina (corrosión, otros efectos ambientales).

Altos valores de Y_s implican mayores gastos de construcción y menores riesgos de rotura. Valores bajos indican lo contrario.

Tabla Nº 06

Centros de Gravedad y momentos de Inercia

Rectángulo (Origen de los ejes en el centroide).

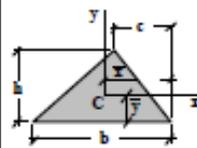


$$A = b \cdot h \quad x_G = \frac{b}{2} \quad y_G = \frac{h}{2}$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I_p = \frac{b \cdot h}{12} \cdot (h^2 + b^2)$$

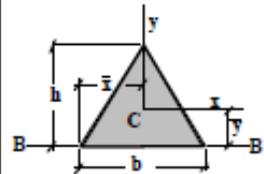
Triángulo



$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad x_G = \frac{b + c}{3} \quad y_G = \frac{h}{3}$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{36} \quad I_y = \frac{b \cdot h}{36} \cdot (b^2 - b \cdot c) + c^2$$

Triángulo isósceles



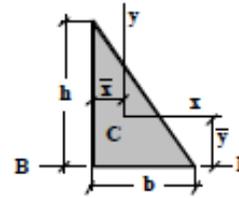
$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad x_G = \frac{b}{2} \quad y_G = \frac{h}{3}$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{36} \quad I_y = \frac{h \cdot b^3}{48}$$

$$I_p = \frac{b \cdot h}{144} \cdot (4 \cdot h^2 + b^2)$$

(Nota: para un triángulo equilátero, $h = \sqrt{3} \cdot \frac{b}{2}$.)

Triángulo rectángulo

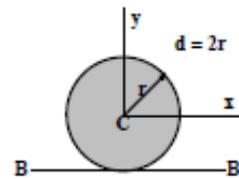


$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad x_G = \frac{b}{3} \quad y_G = \frac{h}{3}$$

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{36} \quad I_y = \frac{h \cdot b^3}{36}$$

$$I_p = \frac{b \cdot h}{36} \cdot (h^2 + b^2)$$

Círculo



$$A = \pi \cdot r^2 = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad I_x = I_y = \frac{\pi \cdot r^4}{4}$$

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$$

Notación:

A = área.

x_G, y_G = distancias al centro de gravedad.

I_x, I_y = momentos de inercia con respecto a los ejes x e y respectivamente.

$I_p = I_x + I_y$ = momento polar de inercia.

En la Tabla N° 07 se muestran las propiedades mecánicas de algunos Materiales.

TABLA N° 07
PROPIEDADES MECÁNICAS DE ALGUNOS MATERIALES.

Material	Esfuerzo de fluencia σ_y MPa	Esfuerzo último σ_u MPa
Aluminio	20	70
Aleación de aluminio	35-500	100-550
Latón	70-550	200-620
Bronce	82-690	200-830
Hierro fundido (tracción)	120-290	69-480
Hierro fundido (compresión)		340-1.400
Cobre	330	380
Aleaciones de magnesio	80-280	140-340
Niquel	140-620	310-760
Nylon		40-70
Hule	1-7	7-20
Acero		
Alta resistencia	340-1.000	550-1.200
Máquina	340-700	550-860
Resorte	400-1.600	700-1.900
Inoxidable	280-700	400-1.000
Herramientas	520	900
Acero estructural	200-700	340-830
Alambre de acero	280-1.000	550-1.400
Piedra (compresión)		
Granito		70-280
Piedra caliza		20-200
Mármol		50-180
Titanio (puro)	400	500
Aleaciones de titanio	760-900	900-970
Tungsteno		1.400-4.000
Madera	40-70	50-100
Hierro forjado	210	340

Fuente: www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf

2.2.3 Ingeniería del Proyecto²⁵

En el gráfico N° 47 se muestra el grupo de procesos que se utilizó en base a la Guía PMBOK, el cual comprende los siguientes procesos:



Fuente: Libro. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®), quinta edición. Publicado por: Project Management Institute, Inc

- A. **Proceso de Inicio:** El Grupo de Procesos de Inicio está compuesto por aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase. Dentro del ámbito de los procesos de inicio es donde se define el alcance inicial y se comprometen los recursos financieros iniciales. Además, se identifican los interesados internos y externos que van a participar y ejercer alguna influencia sobre el resultado global del proyecto.
- B. **Proceso de Planificación:** El Grupo de Procesos de Planificación está compuesto por aquellos procesos realizados para establecer el alcance total del esfuerzo, definir y refinar los objetivos, y desarrollar la línea de acción requerida para alcanzar dichos objetivos. Los procesos de Planificación desarrollan el plan para la dirección del proyecto y los documentos del proyecto que se utilizarán para llevarlo a cabo.

²⁵ Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®), quinta edición. Publicado por: Project Management Institute, Inc

- C. Procesos de Ejecución: El Grupo de Procesos de Ejecución está compuesto por aquellos procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de cumplir con las especificaciones del mismo. Este Grupo de Procesos implica coordinar personas y recursos, gestionar las expectativas de los interesados, así como integrar y realizar las actividades del proyecto conforme al plan para la dirección del proyecto.
- D. Proceso de Monitoreo y Control: El Grupo de Procesos de Monitoreo y Control está compuesto por aquellos procesos requeridos para rastrear, analizar y dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.
- E. Proceso de Cierre: El Grupo de Procesos de Cierre está compuesto por aquellos procesos realizados para finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, a fin de completar formalmente el proyecto, una fase del mismo u otras obligaciones contractuales. Este Grupo de Procesos, una vez completado, verifica que los procesos definidos se han completado dentro de todos los Grupos de Procesos a fin de cerrar el proyecto o una fase del mismo, según corresponda, y establece formalmente que el proyecto o fase del mismo ha finalizado.

2.2.4 Soporte del Proyecto

El soporte del trabajo en el estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación de una cámara fotogramétrica aérea, se trabajó en su totalidad usando la herramienta informática de Diseño, AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits. Para ello se aseguró la instalación de dicha herramienta en 02 computadoras, con respaldos de los archivos por duplicado en ambas. Los computadores cuentan con la implementación suficiente requerida para el correcto funcionamiento de dicho software. Tal como se detalla a continuación:

- Sistema operativo Windows 7 Ultimate de 32 bits.
- Memoria Ram de 04 MB.
- Disco Duro de 250 GB.
- Procesador Intel Pentium(R) Dual-Core CPU ES400 de 2.70 GHz.

CAPITULO III

INICIO Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

3.1. GESTIÓN DEL INICIO DEL PROYECTO

Aquí hallamos un enfoque metódico para planificar y orientar los procesos del proyecto, el estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligeras no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara para fotogrametría aérea, de principio a fin. La gestión de este estudio se puede aplicar a casi cualquier tipo de proyecto y es ampliamente utilizado para controlar los complejos procesos de los proyectos en desarrollo.

3.1.1. Inicio

A. Nacimiento del Proyecto

El presente estudio de tesis nace dada la necesidad de ofrecer un servicio, el de una aeronave con la capacidad de realizar vuelos para el desarrollo de la Fotogrametría. Estos servirán para diversos fines, como por ejemplo, los estudios topográficos u otros relacionados con las ciencias de la tierra, o como los que se orientan en zonas geográficas del Perú con difícil acceso por vía terrestre y fluvial.

El presente trabajo propone el estudio de cálculo y diseño de modelo estructural que se usara para las modificaciones del fuselaje en una determinada clase de aeronaves (Categoría Ligeras, no presurizadas) para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea. Dicha

instalación tendrá la ventaja de poder ser removida a necesidad del cliente, ya que la armadura será de tipo desmontable.

B. Justificación

Esta investigación encuentra su justificación externa, porque evidencia que las fotografías aéreas nos permiten obtener una gran cantidad de información referente a grandes extensiones de terrenos, distancias horizontales y verticales en los mismos, de ahí deriva la gran importancia de la fotogrametría como ciencia desarrollada para obtener medidas reales a partir de fotografías aéreas, para realizar mapas topográficos, mediciones y otras aplicaciones geográficas.

El reconocimiento aéreo se ha vuelto de gran valor para el levantamiento estadístico en los estudios del impacto del medio ambiente, las operaciones militares, vigilancia de las fronteras, detección de plantaciones clandestinas, reconocimiento de terrenos para la explotación minera o petrolera, observación del crecimiento de los bosques, planificación del crecimiento de las ciudades, planificar y coordinar las acciones a tomar para realizar labores de rescate o identificar a la población en situación de riesgo.

C. Importancia

La gran importancia justificada radica en el nivel de impacto que puede producir una fotografía aérea, ya que con esta información se pueden hacer mapas, y gracias a la fotogrametría, planos y figuras a escala. Son varias las aplicaciones que siguen a la fotogrametría. Mapas Topográficos, planificación en la búsqueda, salvamento y rescate de personas en zonas rurales y/o selva. Detección de campamentos clandestinos de sembradíos ilegales de coca. Con la comparación de fotografías de fechas distintas detectar la posesión ilegal de terrenos. Llevar un control del crecimiento de la población en zonas urbanas.

D. Acta de Constitución del proyecto

“Documento que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para asignar los recursos de la organización a las actividades del proyecto”¹.

En él se documentan las necesidades del negocio que dieron origen al proyecto, también las necesidades específicas de los clientes, Los requerimientos de alto nivel, La descripción del producto, Las restricciones asociadas al proyecto, El servicio que brindara el proyecto y el resultado del mismo. Refiérase al Anexo N° 05 para ver el acta de constitución del presente proyecto.

E. Identificación de los Interesados

Como el mayor interesado y con un respaldo máximo encontramos al Seman, puesto que este proyecto incrementa la amplia gama de servicios que ofrece.

TABLA N° 08
IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS INTERNOS Y EXTERNOS

Internos		
Áreas	Representante	
Abastecimiento	Admin. designado	
Logística	Admin. Designado	
Ventas	Admin. Designado	
Estructuras	Mec. Supervisor del Área	
Cosmética	Mec. Supervisor del Área	
Pintura	Mec. Supervisor del Área	
Externos		
Empresa	Áreas	Representante
Institutos de Investigación	Investigación	Admin. Designado por la Empresa
Empresas de Vigilancia	Control	Admin. Designado por la Empresa
Mineras	Investigación	Admin. Designado por la Empresa

¹ Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®), quinta edición. Publicado por: Project Management Institute, Inc.

Petroleras	Investigación	Admin. Designado por la Empresa
Empresas Turísticas	Investigación	Admin. Designado por la Empresa
Gobiernos regionales	Control	Admin. Designado por la Empresa

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Planificación

A. Alcances

1. Alcances del Negocio

a. Procesos

La guía de PMBOK muestra los procesos aconsejados a seguir, los que permiten una mejor elaboración de la tesis.

1) Inicio

La necesidad de tener y mantener un registro fotográfico del litoral peruano desde el aire, obliga a tomar las medidas necesarias para dicho fin, el estudio de cálculo y diseño estructural modelo, mostrara cómo llevar una cámara fotogramétrica aérea en una aeronave ligera, no presurizada y además que dicha estructura fuera desmontable, impulsa la creación de este proyecto.

2) Planificación

La elaboración del presente proyecto tuvo como objetivo principal el estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea. El proyecto logró alcanzar el objetivo indicado, ejecutando con interés extremado y activo los procesos propuestos por la Guía del PMBOK en su 5ta Edición.

3) Ejecución

En la ejecución del presente estudio se utilizó la herramienta de diseño estructural AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits para la elaboración de los planos. Además de todas las fuentes disponibles de estudio como: Libros (“Resistencia de Materiales” del autor William A. Nash, “ASM Metals Handbook Volume 02 - properties and selection nonferrous alloys - purpose materials”, “CESNA AIRCRAFT COMPANY. Model 402 – Illustrated Parts Catalog”). Uso y cumplimiento de las Regulaciones Aeronáuticas del Perú en sus Partes 145, 21, 43. Asesorías Técnicas del Tec. Mec. Gabriel Quihui y del Insp. DGAC Alfredo Ríos.

4) Monitoreo y Control

Cada etapa de cada uno de los procesos tuvo el control de calidad respectivo para asegurar, el cumplimiento de la norma reguladora, y el desarrollo adecuado del proyecto, llegando a lo esperado sin inconformidades y/o errores.

5) Cierre

El cierre del presente trabajo se llevó a cabo con la última revisión de control de calidad, certificando la idoneidad y satisfacción del trabajo realizado.

b. Objetivos del Negocio

Satisfacer las necesidades y los requerimientos de la nueva demanda que representa este proyecto, de la manera más eficaz y con el mínimo coste posible.

Que, del buen desarrollo del presente proyecto se refleje en ingresos económicos para la empresa, y poder mantener la calidad de la maquinaria y equipos, al igual que su buena reputación.

2. Alcances del Proyecto

a. Entregables²

Un entregable es cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio, único y verificable, que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto. Los entregables son componentes tangibles completados para alcanzar los objetivos del proyecto y pueden incluir elementos del plan para la dirección del proyecto.

- Acta de Constitución del Proyecto “Project Charter”
- Informe de Avance N°1
- Informe de Avance N°2
- Planos del Diseño finalizado

b. EDT³

Es el proceso de subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes más pequeños y más fáciles de manejar.

La Estructura del siguiente proyecto se muestra en el Formato N° 01

c. Diccionario de la EDT

El Diccionario utilizado para este proyecto se muestra en el Formato N° 02

d. Plan de Gestión de Alcance

El Plan de Gestión del proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea” se muestra en el Formato N° 03.

² Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®), quinta edición. Publicado por: Project Management Institute, Inc.

³ Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®), quinta edición. Publicado por: Project Management Institute, Inc.

e. Objetivos del Proyecto

El principal objetivo es lograr el eficiente Diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, para aeronaves de categoría ligera no presurizada, y así poder hacer la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea desmontable.

B. Tiempo

1. Cronograma del Proyecto

El Cronograma de este proyecto se mostrara en el Formato N° 04. “Cronograma de actividades del proyecto, estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea”

2. Hitos del Proyecto

En la Siguiete tabla, Tabla N° 09, se muestran los hitos relevantes en cada una de las etapas para su aprobación, según el cronograma del proyecto.

TABLA N° 09

HITOS DEL PROYECTO “ESTUDIO DE CALCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN MECÁNICA DE UNA CÁMARA FOTOGAMÉTRICA AÉREA”

Hitos	Fecha inicio	Responsable	Fase
Inicio Proyecto	12 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Inicio
Levantamiento de información de la empresa	12 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Planificación
Levantamiento de Información de tipo de aeronave	16 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Planificación
Levantamiento de Información de Estudio de Materiales	21 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Planificación
Diseño de la estructura modelo	23 Oct. 2015	Diseñador	Ejecución

1er Control de Calidad - Ficha de control de calidad N° 1 "Evaluación de personal Técnico y Personal Gerencial del Proyecto" (anexo N° 13)	23 Oct. 2016	Inspector CC	Ejecución
2do Control de Calidad - Ficha de control de calidad N° 2 "Evaluación de equipamiento, Herramientas y Materiales" (anexo N° 14)	02 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Fabricación de partes-Larguerillo	02 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
3er Control de Calidad-larguerillo	03 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Fabricación de partes-Tapas	16 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
4to Control de Calidad-Tapas	20 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Fabricación de partes-Bridas	23 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
5to Control de Calidad-Bridas	27 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Trabajos Zona Lente Cámara	30 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
6to Control de Calidad-Lente	11 Dic. 2015	Inspector CC	Ejecución
Trabajos Zona Visor Cámara	14 Dic. 2015	Mecánico	Ejecución
7mo Control de Calidad-Visor	23 Dic. 2015	Inspector CC	Ejecución
Test de Prueba Final- Ficha de control de calidad N° 3 "Evaluación Final" (anexo N° 15).	28 Dic. 2015	Jefe Proyecto	Cierre
Fin de Proyecto	30 Ene. 2016	Jefe Proyecto	cierre

Fuente: Elaboración Propia en base a la guía de PMBOK

3. Plan de Gestión de Tiempos

El plan de gestión de tiempos el cual describe las pautas a definir y se elabora el cronograma de actividades de la siguiente tesis se muestra en el Formato N° 05.

C. Costos

1. Línea Base

La línea base de costos del proyecto se muestra en el Formato N° 06. Los costos mostrados en la Línea de Base están representados en

porcentajes, por lo que no causaría un desequilibrio o variación durante el desarrollo del proyecto.

2. Identificación de los recursos

La identificación de los recursos que se usaron en el proyecto de “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea” se muestra en el Anexo N°16.

3. Cuadro de Costos

El Cuadro de costos del proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea”, se muestra en el Formato N° 07.

4. Presupuesto

El presupuesto del Proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea”, se muestra en el Formato N° 08.

5. Plan de Gestión de Costos

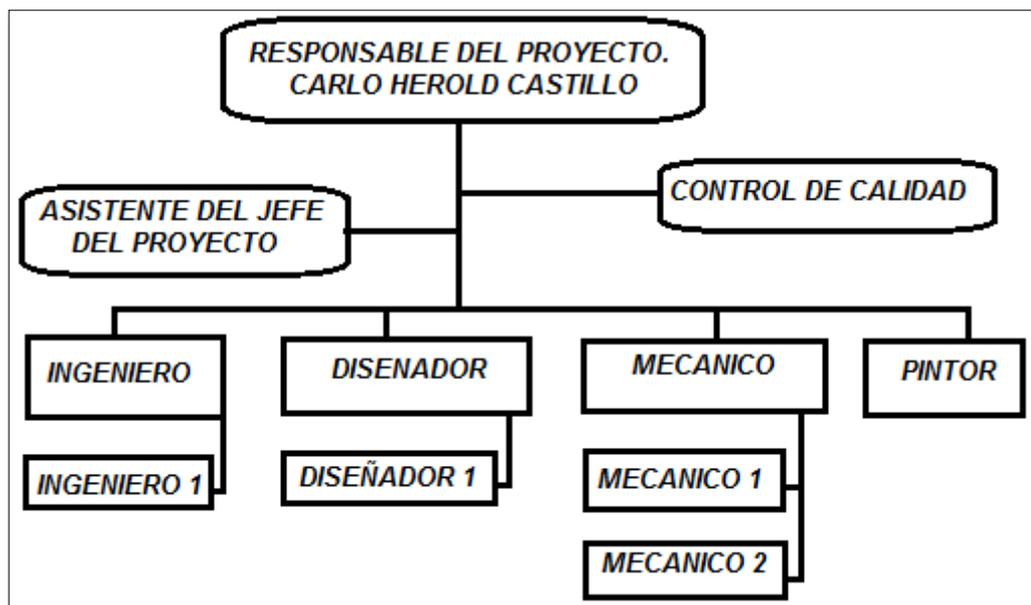
El Plan de Gestión de Costos del Proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea”. se muestra en el Formato N° 09 En dicho documento se encuentran las unidades de medida que se utilizaron en los recursos utilizados, las consideraciones del alcance del Proyecto; y las Funciones y responsabilidades dentro de la Gestión de Costos.

D. Recursos Humanos

1. Organigrama del Proyecto

El organigrama del proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea”, se muestra en el Gráfico N° 48.

GRÁFICO N° 48
ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración propia en base a la Guía de PMBOK

2. Plan de Gestión de Recursos Humanos

El Plan de Gestión de Recursos Humanos del proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea” se muestra en el Formato N° 10. Documento que también muestra la descripción de cada uno de los roles que intervienen en este proyecto.

3. Matriz de Asignación de Responsabilidades

En el Formato N° 11 se muestra la matriz de asignación de responsabilidades del proyecto “Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de

categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea”.

En esta Matriz se muestran, los nombres de las personas, los roles que desempeñaran y las responsabilidades que tendrán en cada una de las etapa del proyecto.

E. Comunicaciones

1. Directorio de Stakeholders

Carlo Herold Castillo

Email: carlo.herold.castillo@gmail.com

2. Plan de Gestión de Comunicaciones

En el Plan de Comunicaciones se describe, la guía de comunicaciones, la guía de correo electrónico y la guía de almacenamiento de documentos, esto se podrá observar en el Formato N° 12.

F. Riesgos

1. Lista de Riesgos

- Baja importancia para dar inicio al proyecto.
- No contar con la infraestructura técnica.
- No contar con los recursos económicos a tiempo.
- No contar con el espacio adecuado para realizar los trabajos.
- Compartir el área de trabajo con otro grupo de diferente interés.
- Inasistencia del Personal por falta de cumplimiento de condición Laboral.
- Demora en la entrega de suministros.

G. Adquisiciones

1. Recursos Adquiridos

Los recursos primarios adquiridos para dar inicio al proyecto que incluyen los útiles de escritorio y otros misceláneos se muestran en el Formato N° 13.

3.2 INGENIERIA DEL PROYECTO

3.2.1 Preparación

A. Reconocer la Necesidad

El presente Estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea, tiene como propósito cumplir con la necesidad de tener y mantener un registro fotográfico actualizado del litoral peruano, en especial de las zonas que son de difícil acceso por la vía terrestre.

Mencionaremos algunos puntos que justifican este proyecto:

- Las fotografías aéreas verticales permiten determinar una gran cantidad de información referente a grandes extensiones de terrenos, distancias horizontales y verticales en los mismos, de ahí deriva la gran importancia de la fotogrametría como ciencia desarrollada para obtener medidas reales a partir de fotografías aéreas, para realizar mapas topográficos, mediciones y otras aplicaciones geográficas.
- El reconocimiento aéreo se ha vuelto de gran valor para el levantamiento estadístico en los estudios del impacto del medio ambiente, las operaciones militares, vigilancia de las fronteras, detección de plantaciones clandestinas, reconocimiento de terrenos para la explotación minera o petrolera, observación del crecimiento de los bosques, planificación del crecimiento de las ciudades, planificar y coordinar las acciones a tomar para realizar labores de rescate o identificar a la población en situación de riesgo.

B. Consenso con el Equipo de Trabajo

En la junta se determinó lo siguiente:

- **Planteamiento de la Necesidad**

Cubrir la necesidad de tener y mantener un registro fotográfico desde el aire, para el reconocimiento y estudio del litoral peruano.

- **Meta**

Llegar a lo esperado. Satisfacer la Necesidad, incrementar la cantidad de trabajo, y así, los ingresos económicos a la institución.

C. Planificación de los Cambios del Proceso

La planificación de los cambios del proceso, y donde también está la guía de almacenamiento de Documentos, se muestran en el Formato N° 14.

3.2.2 Planificación

A. OBJETIVO

Implementar a una aeronave de categoría ligera no presurizada con una cámara fotogramétrica desmontable, convirtiéndose esta, en una aeronave versátil, de tal forma que pueda brindar servicios de vuelos de transporte de pasajeros y/o vuelos aerofotográficos. Para lograr este objetivo, se realizara el cálculo y diseño de un patrón o modelo, que modificara estructuralmente la aeronave, cortando en la parte inferior del fuselaje dos orificios, uno para el acceso de lente y el otro para el visor de la cámara Fotogramétrica, como también se harán los cálculos para el soporte y fijación de la cámara.

B. FINALIDAD

El estudio de cálculo y diseño estructural modelo, que permita la instalación mecánica de una cámara para fotogrametría en aeronaves ligeras no presurizadas, contemplara como ejemplo base, una aeronave Cessna 402C y tiene por finalidad servir de guía para el diseño de la modificación estructural e implementación de una cámara Fotogramétrica aérea, en las diferentes aeronaves ligeras no presurizadas de similares características, existentes en las empresas aeronáuticas que operan en el mercado nacional, logrando ampliar sus servicios de transporte de pasajeros a vuelos aerofotograficos.

C. DESCRIPCION DE LA ADAPTACIÓN

La adaptación consiste en cortar el fuselaje de la indicada aeronave, realizando dos orificios uno para ubicar el lente de la cámara, el cual se encontrara entre las estaciones FS 213.60 y FS 237.00, y otro para ubicar el visor de la cámara el cual se encontrara entre las estaciones FS 237.00 y FS 255.00.

La cámara seleccionada a instalar será la **Wild RC-10**.

GRÁFICO N° 49
CÁMARA WILD RC-10



Fuente: David P. Paine, James D. Kiser, Aerial Photography and Image Interpretation

TABLA N° 10
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA CÁMARA WILD RC-10

Fabricante	Wild Co.
Configuración de la lente	lente única
Distancia focal	6 "
Emulsión	películas en rollo
Tamaño Negativo	9 "x 9"
Monte	cardán
Vacío	Bomba de vacío interno
Visor	Mallas de transportar
Conos Objetivos	88 m/m 120° súper gran angular.
	152 m/m 90° gran angular
	210 m/m 60° normal
	304 m/m 50° teleobjetivo
Peso de cámara	142 KG.
Diámetro de lente	40 cm.
Peso de visor	10 KG
Diámetro de visor	10 cm.

Fuente: Elaboración Propia

Ubicación:

Ubicación de Cámara : entre estaciones FS 213.60 Y FS 237.00.

Ubicación de Visor : entre estaciones FS 237.00 Y FS 255.00

La modificación permitirá el uso de otros modelos de cámaras, de peso y dimensiones similares a la cámara a instalar.

La cámara se instalara en el nivel del piso del avión y para su instalación, se retiraran asientos ubicados entre las estaciones FS 218 y FS 246.

La modificación deberá mantener la configuración estructural de la aeronave, y los orificios serán cubiertos con tapas cuando se realicen vuelos comerciales.

En la zona de corte del orificio donde se ubicara el lente de la cámara, se encuentran comúnmente dos larguerillos originales, que deberán ser seccionados, y reemplazados por dos larguerillos sustitutos, los cuales se ubicaran desplazados con respecto al larguerillo original para mantener libre el área de la zona de corte. Los larguerillos sustitutos irán unidos en sus extremos a los larguerillos originales para devolver la condición de transmisión de carga longitudinal producida en la aeronave durante el vuelo. Con el fin de reforzar el contorno de los orificios (en la parte interna inferior del fuselaje) se colocaran planchas en forma de anillos (bridas), las cuales mejoraran la rigidez de dichas áreas.

Las tapas que cubrirán los orificios, se fijaran a los bordes de sus respectivos orificios con tornillos y tuercas ancladas.

La cámara aerofotográfica descansara y se fijara al piso del avión mediante una plancha con tornillos los cuales evitaran su movimiento.

La particularidad del diseño, implica realizar cálculos de esfuerzos de corte, tracción, flexión, torsión y deformación a que están expuestos de acuerdo a su ubicación y función en el diseño, los larguerillos sustitutos, los remaches de unión y las tapas.

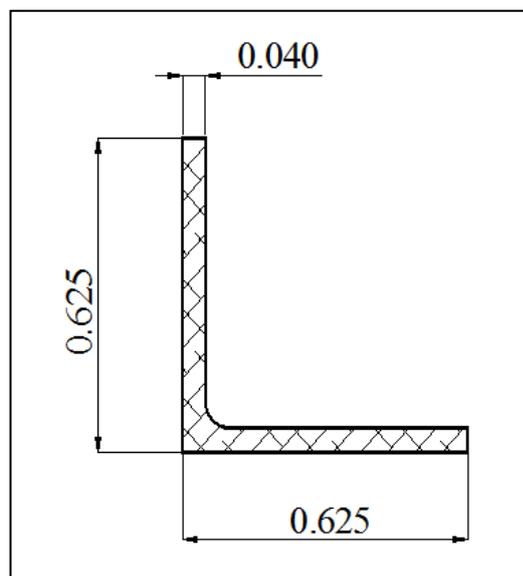
3.2.3 Ejecución

A. CONSIDERACIONES DE CARGA

1. Se determinara la fuerza "admisibile" en el larguerillo original a partir del esfuerzo de diseño del material (σ_d) de 20000 lbs-pulg. y de la sección transversal del larguerillo:

Tenemos que la sección (A') del larguerillo original es:

GRÁFICO N° 50
CONSIDERACIONES DE CARGA EN EL LARGUERILLO ORIGINAL



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

$$A' = 0,05 \text{ pulg}^2$$

ECUACIÓN N° 06
FUERZA LONGITUDINAL EN LARGUERILLO

$$F = \sigma_d A$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$F = 20000 \text{ lbs/pulg}^2 \times 0,05.$$

$$F = 1000 \text{ lbs.}$$

2. Se determinara la fuerza sobre la tapa de agujero de lente de la Cámara a partir de la carga de sustentación al peso del avión.
Consideramos:

- Peso de avión P = 6850 lbs.
- Área proyectada de planta del avión Ap = 68445 pulg²
- Consideramos cuatro (4) gravedades
- Carga distribuida

ECUACIÓN N° 07
CARGA DISTRIBUIDA SOBRE LA SUPERFICIE DE
SUSTENTACIÓN DEL AVIÓN

$$\omega = 4 \times P/A_p.$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$\omega = 4 \times 6850 \text{ lbs}/68445 \text{ p}$$

$$\omega = 0,40 \text{ lbs/pulg}^2$$

- Fuerza sobre la tapa (lente de cámara)

ECUACIÓN N° 08
FUERZA SOBRE LA TAPA DE ZONA DE LENTE

$$W = \pi \omega R^2$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$W = 77,9 \text{ lbs}$$

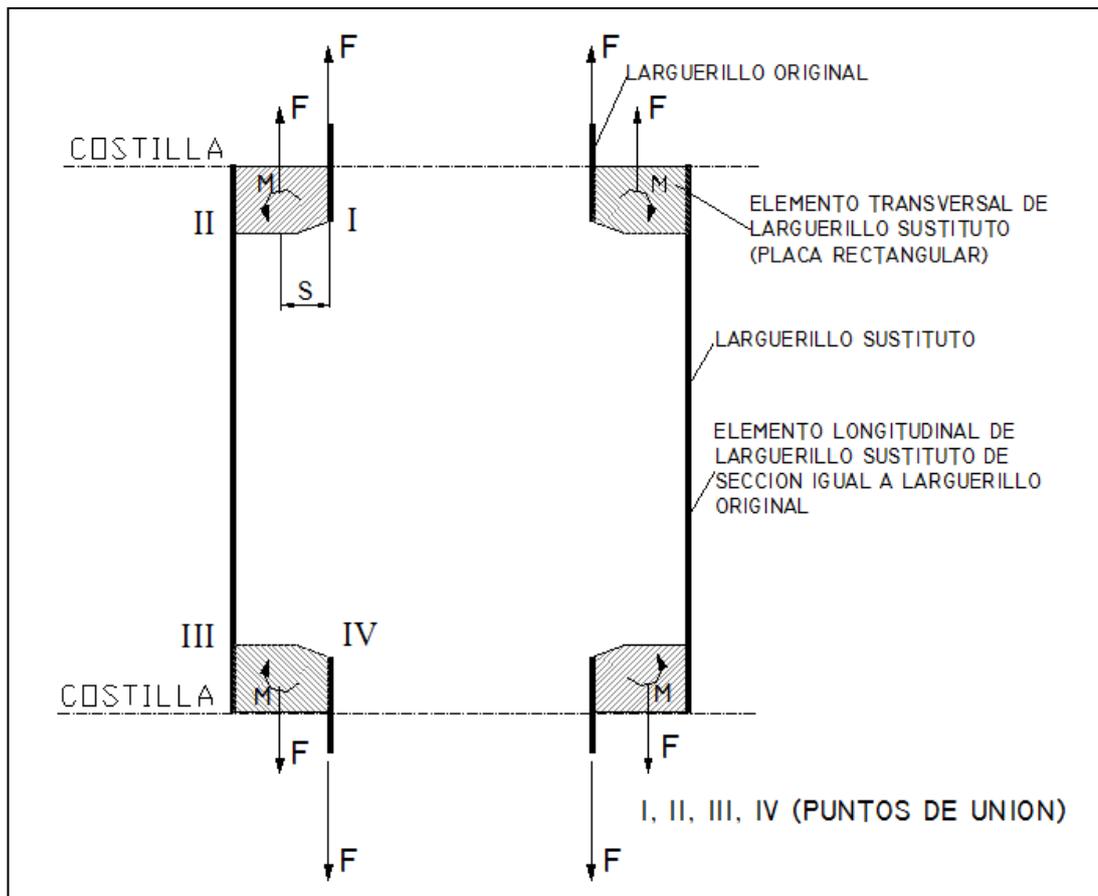
- Fuerza sobre la tapa (visor de cámara)

$$W' = \pi \omega \times r^2$$

$$W' = 4,868 \text{ lbs}$$

Para un mejor entendimiento acerca de la terminología usada para los cálculos, refiérase al Anexo N° 06 "Terminología Usada".

GRÁFICO N° 51
CARGA EN LARGUERILLO ORIGINAL Y SUSTITUTO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

B. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

1. Consideraciones técnicas de propiedades del Material:

Duraluminio 2024 T3

Características según Metals Handbook Properties and selection Metals.

- $\sigma_y = 50000 \text{ lbs/pulg}^2$ (esfuerzo fluencia)
- $\tau_y = \sigma_y/2 = 25000 \text{ lbs/pulg}^2$ (esfuerzo fluencia corte)
- $\sigma_e = 20000 \text{ lbs/pulg}^2$ (Esfuerzo Límite de Fatiga)
- $E = 9,978 \times 10^6 \text{ lbs/pulg}^2$ (módulo de elasticidad)
- $u = 0,333$

2. Consideraciones para el Factor de Seguridad y Esfuerzo de Diseño para Cálculo.

- Factor de seguridad a utilizar $n = 2,5$.

ECUACIÓN Nº 09

ESFUERZO DE DISEÑO DEL MATERIAL

$$\sigma_d = \sigma_y / n$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

– $\sigma_d = \sigma_y / n = 20000 \text{ lbs. /pulg}^2$ (esfuerzo diseño tracción).

ECUACIÓN Nº 10

ESFUERZO CORTANTE DE DISEÑO DEL MATERIAL

$$\tau_d = \tau_y / n$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

– $\tau_d = \tau_y / n = 10000 \text{ lbs./pulg}^2$ (esfuerzo diseño corte)

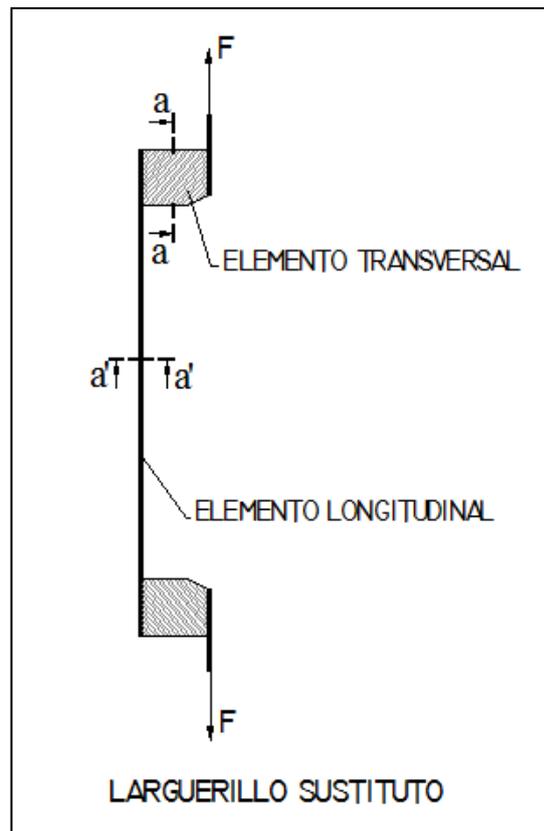
3. Distancia entre bordes de remache y borde de Plancha

Distancia = 1,25 de 1 diámetro como mínimo

4. Los larguerillos sustitutos reemplazarán a los larguerillos originales en la absorción de carga y cada uno se dividirá en 2 partes, llamándose a cada una de las partes:

- Elemento longitudinal de larguerillo sustituto
- Elemento transversal de larguerillo sustituto

GRÁFICO Nº 52
LARGUERILLO SUSTITUTO

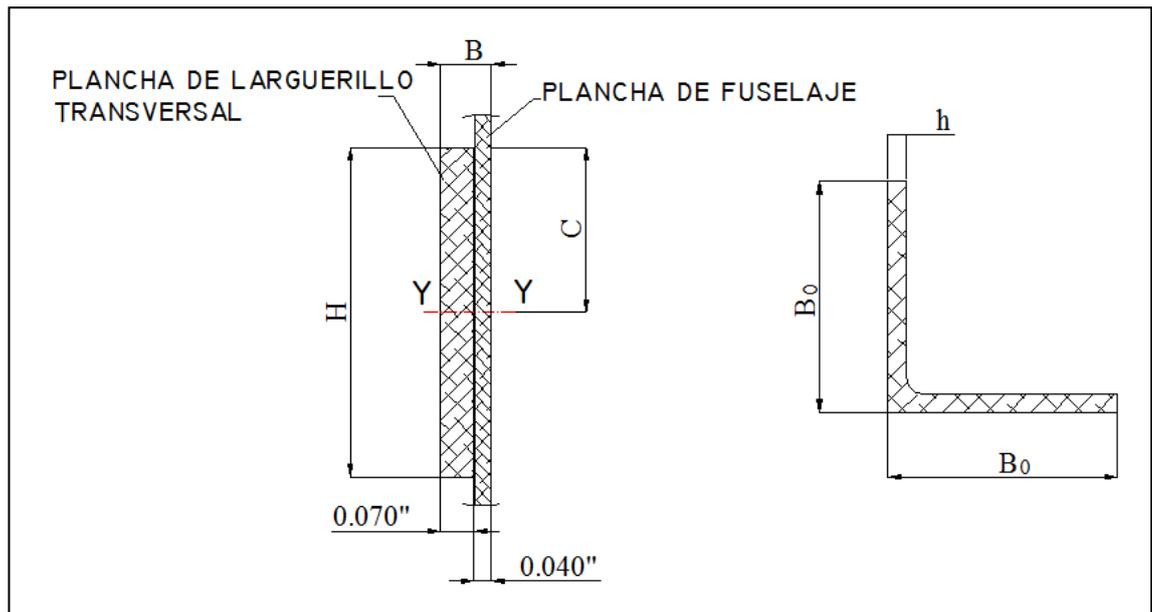


Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

5. Los larguerillos sustitutos se calcularán de acuerdo a lo siguiente:
- a. El elemento transversal del larguerillo sustituto está conformado de una plancha rectangular la cual estará remachada a la plancha del fuselaje, formando en conjunto un elemento que absorberá independientemente todas las cargas de corte, flexión y deformación originados por la fuerza transmitida del larguerillo original al ser este último seccionado. Se considerará para el cálculo de los elementos transversales de los larguerillos sustitutos, al elemento más crítico, el cual se encuentra entre los puntos I y II.
 - b. Los larguerillos sustitutos no transmitirán carga a las costillas, debido a que no están unidos a ella.
 - c. Los elementos longitudinales de los larguerillos sustitutos se conformarán de un perfil angular y transmitirán únicamente la fuerza de tracción de igual magnitud que el larguerillo original.

- d. Los larguerillos sustitutos se unirán a la plancha de fuselaje con remaches al igual que los larguerillos originales.
- e. La sección transversal de los elementos del larguerillo sustituto presenta los valores de momento de inercia, área y módulo de rigidez como sigue:

GRÁFICO N° 53
MOMENTOS EN LARGUERILLO SUSTITUTO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

$$B_0 = 0,75 \text{ pulg}$$

$$B = 0,110 \text{ pulg.}$$

$$h = 0,070 \text{ pulg.}$$

$$C = 2,0 \text{ pulg.}$$

$$H = 4,0 \text{ pulg.}$$

Sección a - a	Sección a' - a'
Elemento transversal de Larguerillo sustituto	Elemento longitudinal de Larguerillo sustituto
$A = 0,110 \times 4,0$	
Área = $A = 0,44 \text{ pulg}^2$	Área = $A' = 0,10 \text{ pulg}^2$

ECUACIÓN Nº 11
MOMENTO DE INERCIA

$$I = \frac{BH^3}{12}$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$I = \frac{BH^3}{12} \Rightarrow I = 0,6 \text{ pulg}^4$$

$$Z = I/C \Rightarrow Z = 0,3 \text{ pulg}^3$$

6. Para calcular los remaches de unión entre la plancha del fuselaje y el elemento transversal del larguerillo sustituto, se considera como elementos absolvedores de toda la carga de corte puro y corte por torsión a (28) veintiocho remaches de 0,1875 pulg. de diámetro.
7. El cálculo de los 4 remaches que llevara como mínimo la unión entre el extremo del elemento transversal con el extremo del elemento longitudinal del larguerillo sustituto contemplará únicamente corte puro.
8. El cálculo de los remaches de unión entre el extremo del elemento transversal del larguerillo sustituto con el extremo del larguerillo original contemplará únicamente corte puro.
9. La tapa del orificio del lente de la cámara, se calculará considerando (2) planchas traslapadas, las cuales se remacharán entre ellas con remaches de 1/8" para mantenerlos únicamente juntos, considerándose también para aumentar su rigidez por el manipuleo, colocar en la cara interna un elemento cuadrado de sección en "T", remachado a la tapa. La tapa se fijará al fuselaje, con tornillos y tuercas ancladas que evitarán únicamente su desplazamiento.
10. La circunferencia de corte para el orificio del lente de la cámara, se reforzará en la superficie interna de fuselaje, remachándose una brida de plancha de 0,070 pulg., según se especifica en el plano N° DI-A-001-3, el cual mejorará la rigidez de dicha área.

11. La cámara se fijará a una plancha cuadrada de 0,250" pulg. de espesor, la cual descansará e irá fijada a la estructura del piso por 04 tornillos como se indica en el plano N° DI-A-001-1, los cuales evitarán su movimiento.
12. La tapa del orificio del visor de la cámara se calculara considerando 01 plancha de 0,040 pulg. de espesor, esta tapa se fijara al fuselaje con tornillos y tuercas ancladas que evitara únicamente su desplazamiento.
13. La circunferencia de corte para el orificio del visor de la cámara, se reforzara en la superficie interna del fuselaje, remachándose una brida de plancha de 0,070 pulg., según se especifica en el plano N° DI-A-001-3, el cual mejorara la rigidez de dicha área.

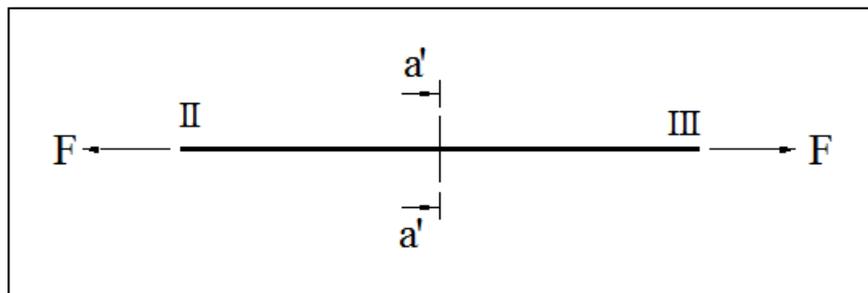
C. CALCULOS ESTRUCTURALES

1. Calculo de Larguerillo sustituto en reemplazo del original

- a. Cálculo de tracción del elemento longitudinal del larguerillo sustituto.

GRÁFICO N° 54

CÁLCULO DE TRACCIÓN DEL LARGUERILLO SUSTITUTO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

- Cálculo de esfuerzo producido por tracción

ECUACIÓN N° 12

Esfuerzo de Tracción para larguerillo sustituto

$$\sigma = F/A'$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$A' = 0,10 \text{ pulg}^2$$

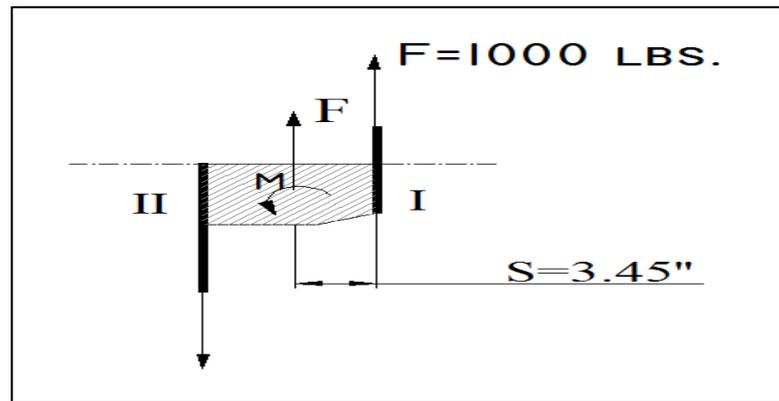
$$\sigma = 1000 \text{ lbs}/0,10 \text{ pulg}^2$$

$$\sigma = 10000 \text{ lbs}/\text{pulg}^2 < \sigma_d = 20000 \quad \text{OK.}$$

- b. Cálculo de corte, flexión y deformación de elemento transversal de larguerillo sustituto.

GRÁFICO Nº 55

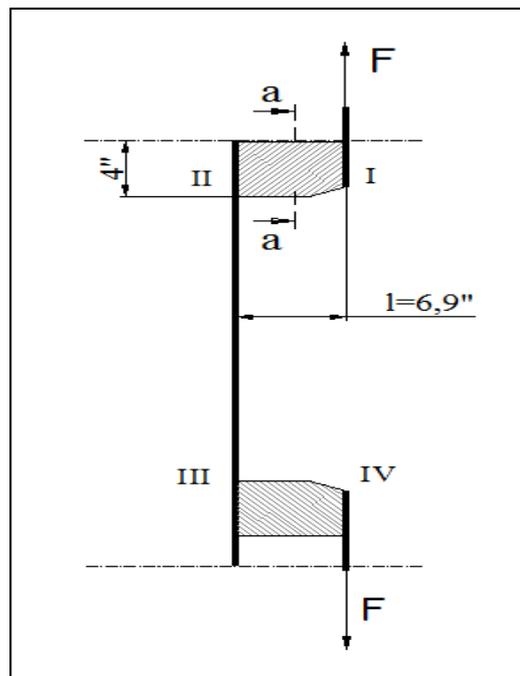
CALCULO DE CORTE 01 LARGUERILLO SUSTITUTO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

GRÁFICO Nº 56

CALCULO DE CORTE 02 LARGUERILLO SUSTITUTO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

- Cálculo del momento de flexión M:

ECUACIÓN Nº 13

MOMENTO FLECTOR

$$M = F \times S$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$M = 1000 \text{ lbs} \times 3,45 \text{ pulg}$$

$$M = 3450 \text{ lbs-pulg}$$

- Cálculo de esfuerzo producido por flexión

$$\sigma = M/Z = \frac{3450 \text{ lbs-pulg}}{0,3 \text{ pulg}^3} \quad Z = 0,3 \text{ pulg}^3$$

$$\sigma = 11500 \text{ lbs/pulg}^2$$

- Cálculo del esfuerzo cortante producido por fuerza de corte

ECUACIÓN Nº 14

ESFUERZO CORTANTE PARA LARGUERILLO SUSTITUTO

$$\tau = F/A$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$\tau = F/A = \frac{1000 \text{ lbs}}{0,44 \text{ pulg}^2}$$

$$\tau = 2272,72 \text{ lbs/pulg}^2$$

- Cálculo del esfuerzo principal máximo (σ_1) producido por flexión y corte, aplicando Teoría de falla del máximo esfuerzo normal (RANKINE)

ECUACIÓN Nº 15

ESFUERZO PRINCIPAL MÁXIMO PARA LARGUERILLO SUSTITUTO

$$\sigma_1 = \sigma/2 + \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2}$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

$$\sigma_1 = 11932,86 \text{ lbs/pulg}^2 < \sigma_d = 20000 \text{ lbs/pulg}^2$$

OK (NO FALLA)

- Cálculo de la deformación producida

ECUACIÓN Nº 16

DEFORMACIÓN PRODUCIDA POR FLEXIÓN

$$f = F l^3 / 3EI$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

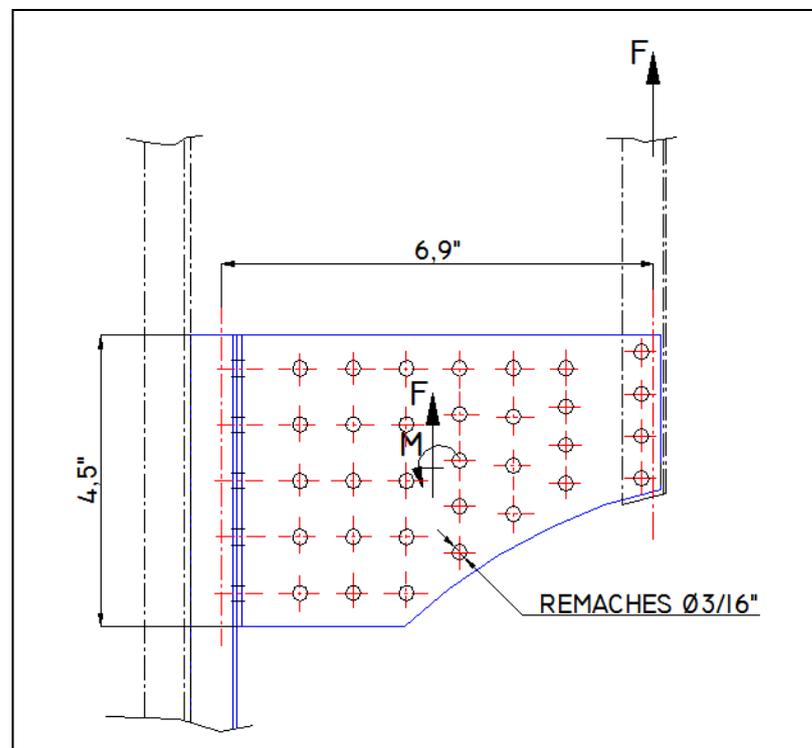
$$f = \frac{1000 \text{ lbs} \times (6,9)^3 \text{ pulg}^3}{3 \times 9,978 \times 10^6 \text{ lbs/pulg}^2 \times 0,6 \text{ pulg}^4}$$

$$f = 0,0168 \text{ pulg} \quad \text{OK (depreciable)}$$

- c. Cálculo de remaches por corte y torsión, en el elemento transversal más crítico del larguero sustituto.

GRÁFICO Nº 57

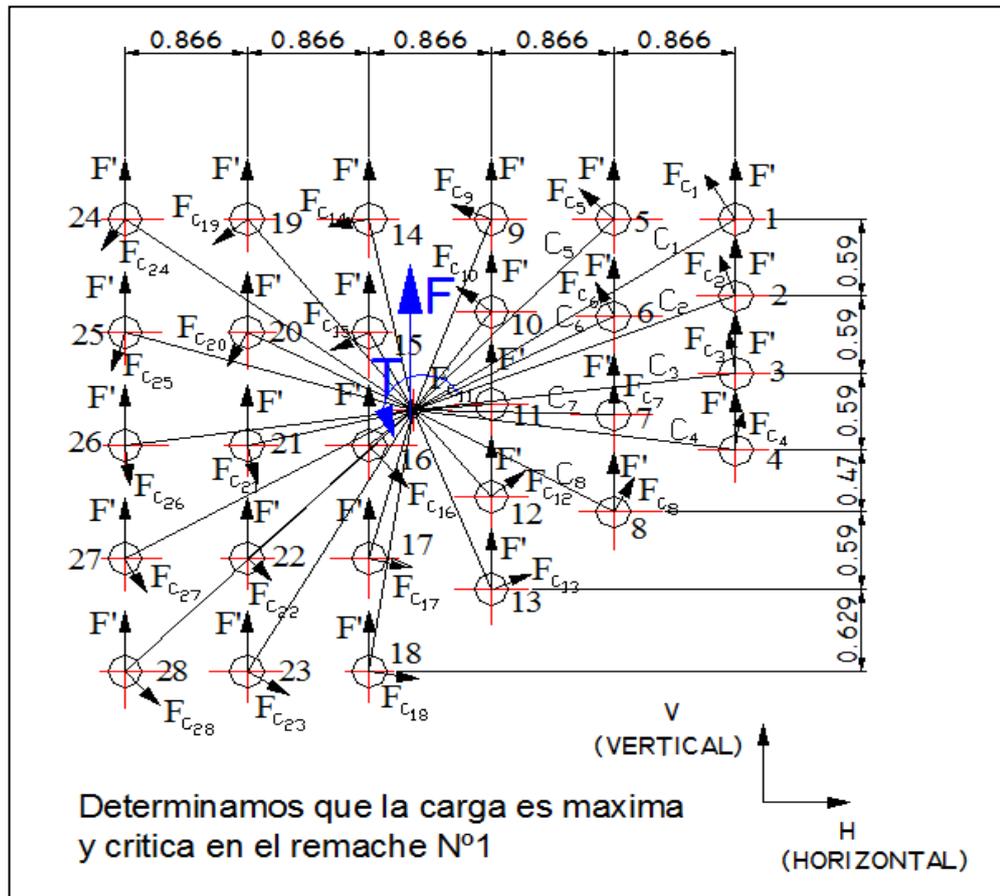
CÁLCULO DE REMACHES



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

Analizamos:

GRÁFICO N° 58
ANÁLISIS DE REMACHES



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

- Calculamos el momento Torsor (T) en un grupo de veintiocho (28) remaches
 $T = M = 3450 \text{ lbs} - \text{pulg}$
- Calculamos la fuerza F' corte en cada remache
 $F' = F/28 \Rightarrow F' = 1000 \text{ lbs}/28 \text{ remaches.}$
 $F' = 35,71 \text{ lbs}$
- Calculamos la fuerza F_c de corte en cada remache producido por T.

Ecuación N° 17

Fuerza de corte en cada remache

$$F_c = \frac{T \times C_i}{\sum_{i=1}^{i=n} C_i^2}$$

William A. Nash, Resistencia de Materiales

TABLA N° 11
FUERZA DE CORTE EN CADA REMACHE

C ₁ = 2,7	C ₁₁ = 0,56	C ₂₁ = 1,2	C ₂ = 2,45	C ₁₂ = 0,86
C ₂₂ = 1,65	C ₃ = 2,3	C ₁₃ = 1,47	C ₂₃ = 2,31	C ₄ = 2,3
C ₁₄ = 1,5	C ₂₄ = 2,51	C ₅ = 2,0	C ₁₅ = 0,67	C ₂₅ = 2,12
C ₆ = 1,59	C ₁₆ = 0,4	C ₂₆ = 2,05	C ₇ = 1,42	C ₁₇ = ,17
C ₂₇ = 2,3	C ₈ = 1,62	C ₁₈ = 2,0	C ₂₈ = 2,85	C ₉ = 1,57
C ₁₉ = 1,88	C ₁₀ = 0,94	C ₂₀ = 1,32		

Fuente: El Autor

$$\sum_{i=1}^{i=n} C_i^2 = C_1^2 + C_2^2 + \dots + C_{28}^2$$

$$\sum_{i=1}^{i=n} C_i^2 = 93,41 \text{ pulg}$$

- Calculamos el esfuerzo cortante producido por T en el remache mas critico de mayor esfuerzo, el N° 1.

Fuerza horizontal:

$$F_{CH} = T \times C_{1H} / 69 = 3450 \times 2,3 / 93,41 = 84,94$$

Fuerza vertical:

$$F_{CV} = T \times C_{1V} / 69 = 3450 \times 1,46 / 93,41 = 53,92$$

Fuerza total de corte en remache:

$$F_{CT} = \sqrt{(F' + F_{CV})^2 + (F_{CH})^2}$$

$$F_{CT} = \sqrt{(35,71 + 53,92)^2 + (84,94)^2}$$

$$F_{CT} = 123,48 \text{ lbs}$$

- Calculamos el esfuerzo cortante en el remache

–

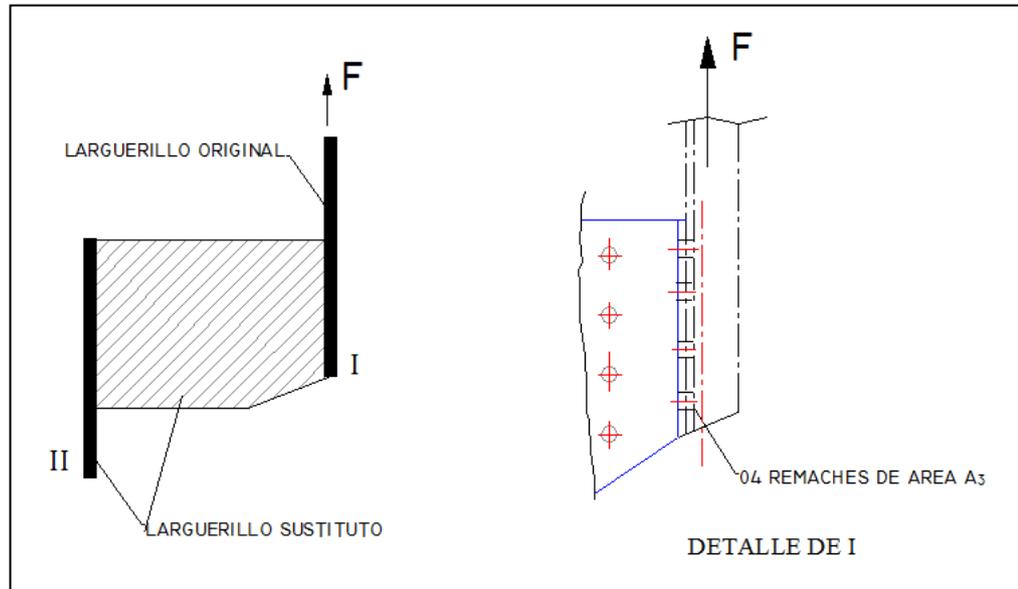
$$\tau = F_{ct} / A_3 = 123,48 / 0,0276 = 4474 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$\tau = 4474 \text{ lbs/pulg}^2 < \tau_d = 10000 \text{ lbs/pulg}^2 \quad \text{OK}$$

- d. Cálculo de remaches por corte puro en unión entre elemento transversal y longitudinal de larguerillo sustituto y entre elemento transversal de larguerillo sustituto con extremo cortado de larguerillo original (I).

Consideramos (04) cuatro remaches.

GRÁFICO Nº 59
CALCULO DE REMACHES POR CORTE PURO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

- Calculamos la fuerza en cada remache de área A_3

$$F_R = F/4 \text{ remaches} \Rightarrow F_R = 1000 \text{ lbs}/4$$

$$F_R = 250 \text{ lbs}$$

- Calculamos el esfuerzo cortante en cada remache de área A_3

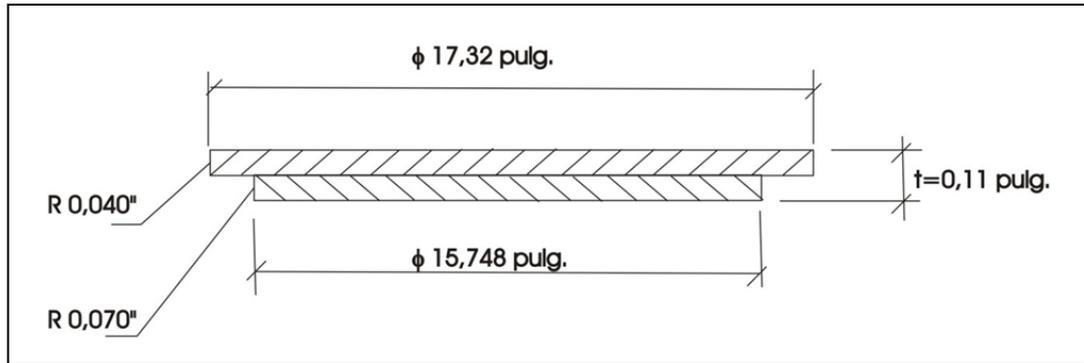
$$\tau_R = F_R/A_3 = 250 \text{ lbs}/0,0276 \text{ pulg}^2$$

$$\tau_R = 9057,97 \text{ lbs/pulg}^2 < \tau_d = 10000 \text{ lbs/pulg}^2 \text{ OK}$$

2. Cálculo por flexión y deformación de tapa a instalar en orificio de lente de cámara, cuando no se usa cámara.

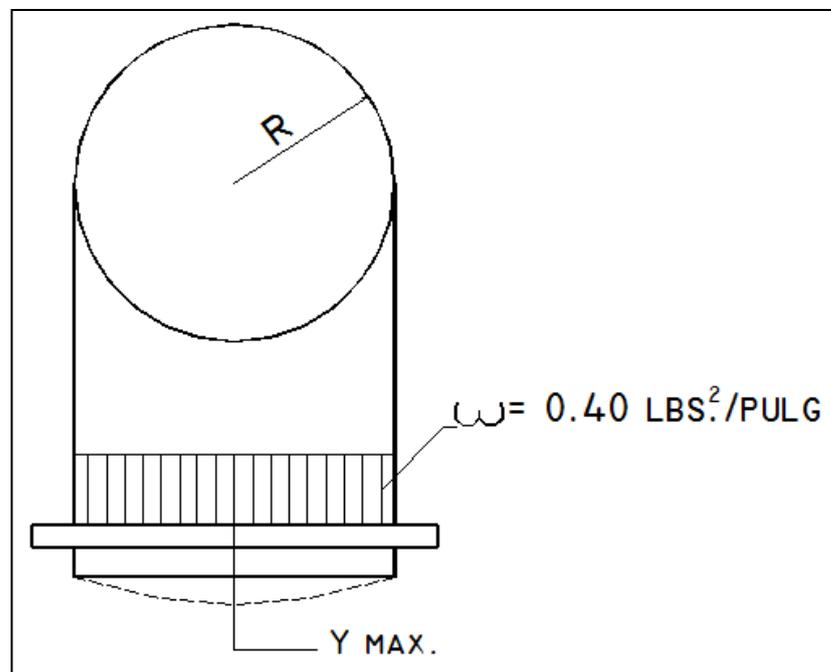
a. Cálculo del esfuerzo máximo en la tapa

GRÁFICO N° 60
CALCULO EN LA TAPA I



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

GRÁFICO N° 61
CÁLCULO EN LA TAPA II



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

$$R = 7,874 \text{ pulg}$$

$$t = 0,11 \text{ pug}$$

$$W = \pi \omega R^2$$

$$W = 77,9 \text{ lbs}$$

$$u = 0,333$$

$$\sigma_{\max} = \frac{3W(3+u)}{8\pi t^2} \quad (\text{en el centro})$$

$$\sigma_{\max} = \frac{3 \times 77,9 \text{ lbs} (3 + 0,333)}{8\pi (0,11)^2 \text{ pulg}^2} = 2561,61 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$\sigma_{\max} = 2561,6 \text{ lbs/pulg}^2 \ll \sigma_d = 20000 \text{ lbs/pulg}^2 \quad \text{OK}$$

b. Cálculo de la deformación máxima de la tapa.

$$Y_{\max} = \frac{3W(1-u)(5+u)R^2}{16\pi Et^3} \quad (\text{en el centro})$$

$$Y_{\max} = \frac{3 \times 77,9 \text{ lbs} (1 - 0,333) (5 + 0,333) (7,874)^2}{16 \times \pi \times 9,978 \times 10^6 \times (0,11)^3}$$

$$Y_{\max} = 0,077 \text{ pulg} \quad \rightarrow \quad \text{OK}$$

(se colocará tees de 1/8"x 3/4"x1" en el centro de la tapa para eliminar esta pequeña deformación)

3. Cálculo por flexión y deformación de tapa a instalar en orificio de visor de cámara, cuando no se usa cámara

a. Cálculo del esfuerzo máximo en la tapa

$$r = 1,9685 \text{ pulg}$$

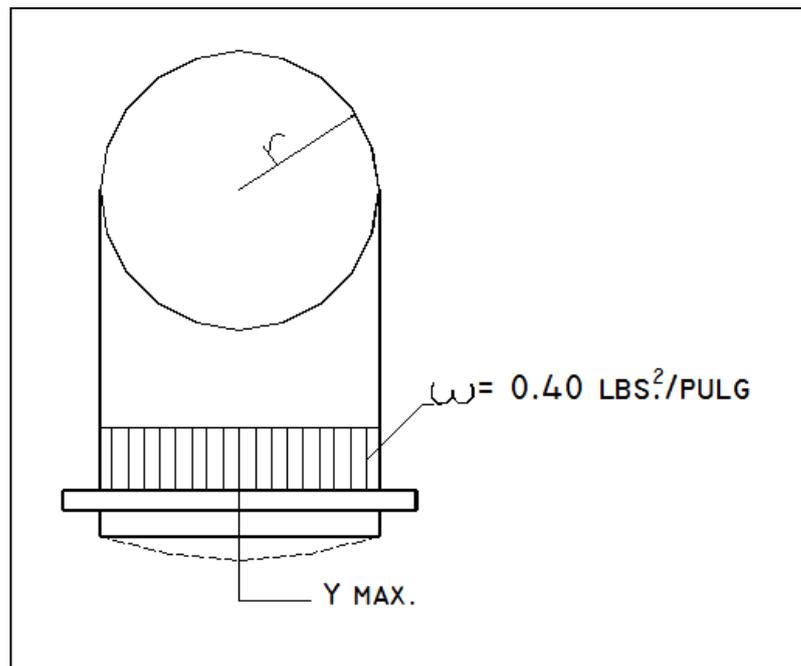
$$t = 0,040 \text{ pulg}$$

$$W' = \pi \omega r^2$$

$$W' = 4,868 \text{ lbs}$$

$$u = 0,333$$

GRÁFICO N° 62
CALCULO DEL ESFUERZO MÁXIMO EN LA TAPA.



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

$$\sigma_{\max} = \frac{3W'(3+u)}{8\pi^2} \quad (\text{en el centro})$$

$$\sigma_{\max} = \frac{3 \times 4,868 \text{ lbs} (3 + 0,333)}{8\pi (0,040)^2 \text{ pulg}^2} = 1210,44 \text{ lbs/pulg}^2$$

$$\sigma_{\max} = 1210,44 \text{ lbs/pulg}^2 \ll \sigma_d = 20000 \text{ lbs/pulg}^2 \quad \text{OK}$$

b. Cálculo de la deformación máxima de la tapa

$$Y_{\max} = \frac{3W(1-u)(5+u)r^2}{16\pi Et^3} \quad (\text{en el centro})$$

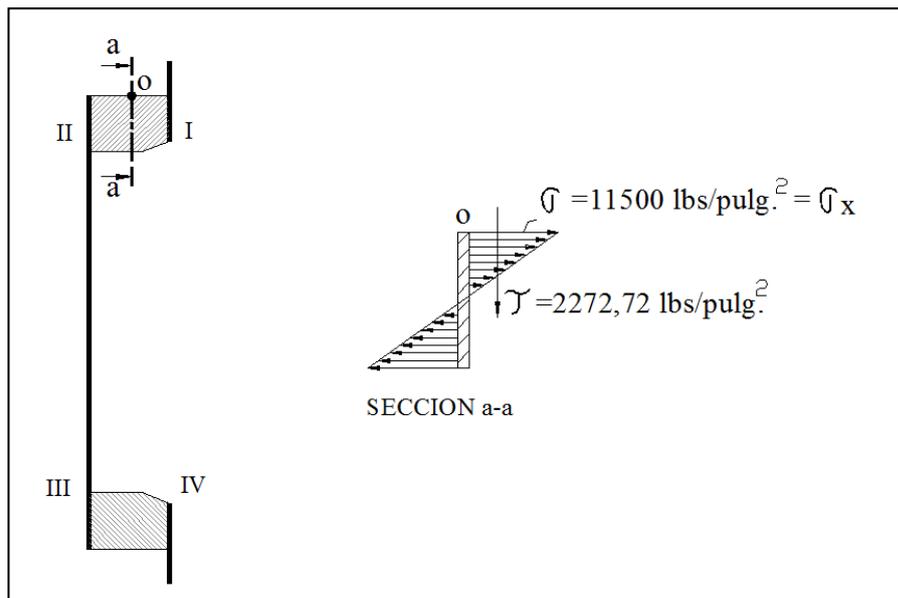
$$Y_{\max} = \frac{3 \times 4,868 \text{ lbs} (1 - 0,333) (5 + 0,333) (1,9685)^2}{16 \times \pi \times 9,978 \times 10^6 \times (0,04)^3}$$

$$Y_{\max} = 0,00624 \text{ pulg} \rightarrow \text{OK (despreciable)}$$

4. Análisis de Fatiga en zona crítica debido a cargas Cíclicas ó Fluctuantes.

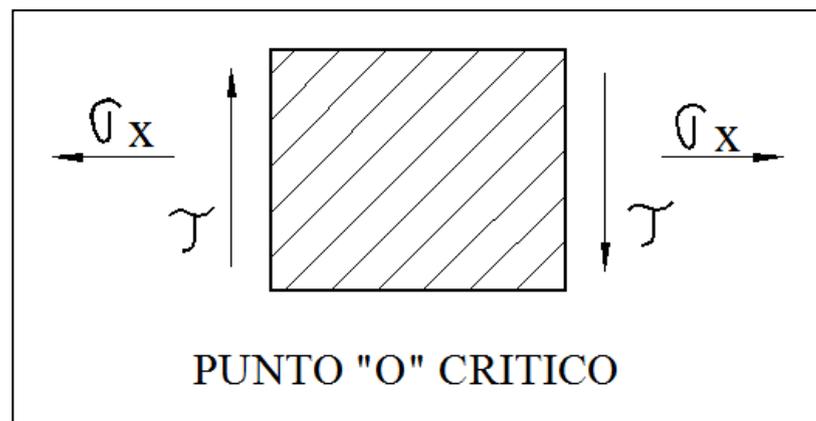
Determinamos como zona crítica la sección **a-a** del elemento transversal del larguerillo sustituto, considerando al punto "O" como punto crítico de concentración de esfuerzo para el análisis de fatiga.

GRÁFICO N° 63
ANÁLISIS DE FATIGA DE LA ZONA TRANSVERSAL DEL
LARGUERILLO SUSTITUTO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

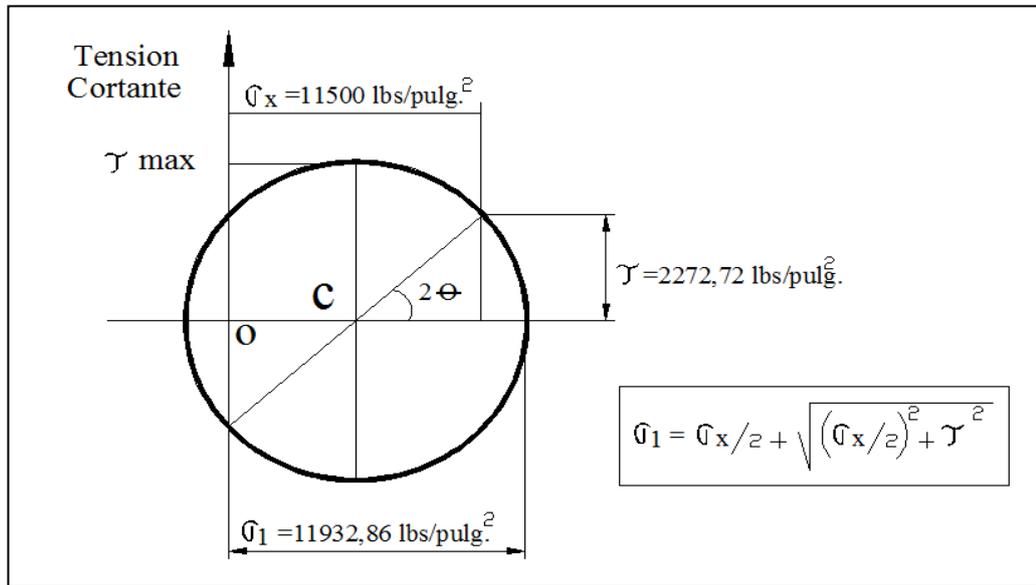
GRÁFICO N° 64
PUNTO "O" CRITICO



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

Se aplicara la teoría de Falla del máximo esfuerzo normal RANKINE, para el caso de flexión y corte en el punto "O", graficándose el diagrama del círculo de MOHR como sigue:

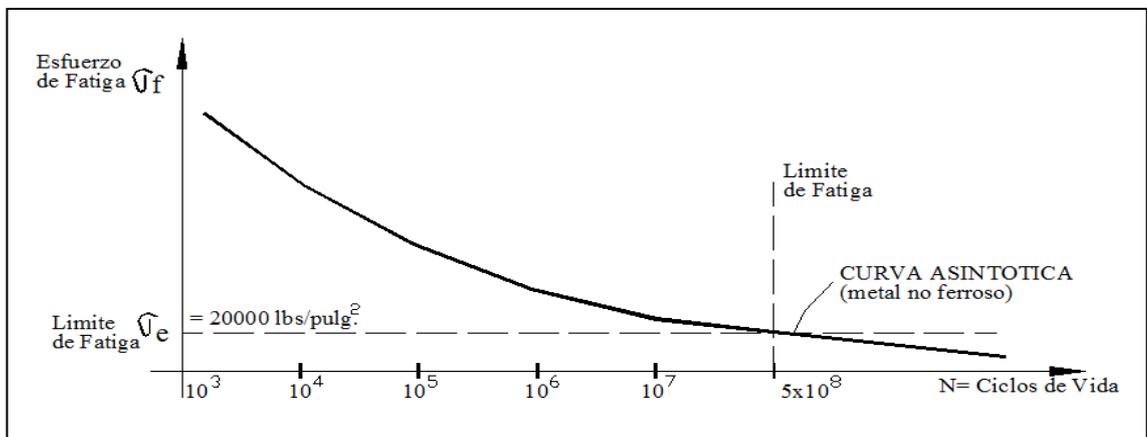
GRÁFICO Nº 65
CIRCULO DE MOHR



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

El esfuerzo principal máximo tiene por lo tanto un valor de $\sigma_1 = 11932,86$ lbs/pulg² . Tenemos que para un diagrama de WOHLER de una aleación de aluminio 2024-T3, según el Metals Handbook (ver apéndice) para 500 000 000 ciclos usando el R.R. Moore Type rotating - beam machine, se tiene aproximadamente el diagrama logarítmico siguiente:

GRÁFICO Nº 66
DIAGRAMA LOGARÍTMICO PARA 2024-T3 SEGÚN WOHLER



Fuente: Elaboración Propia, uso de AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits

Por lo tanto tenemos que:

$$\sigma_1 = 11932,86 \text{ lbs/pulg}^2 < \sigma_e = 20000 \text{ lbs/pulg}^2 \quad \text{OK}$$

El esfuerzo principal máximo es menor que el esfuerzo límite de fatiga lo cual resulta aceptable para la garantía de la modificación estructural a un número de ciclos convenido arbitrariamente, normalmente basado en 5×10^8 ciclos de inversión de la tensión, valor recomendado para un diseño seguro.

3.2.4 Cierre

En la Tabla N° 12, se Observara el Resumen de la Ejecución de los trabajos, los cálculos realizados, y los resultados obtenidos.

TABLA N° 12

RESUMEN DE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS, LOS CÁLCULOS REALIZADOS, Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Tarea	Sub - tarea	Resultado
Consideraciones de Carga	Consideraciones de Carga en el Larguerillo original	F = 1000 lbs.
	Carga en larguerillo original y sustituto	w = 0,40 lbs/pulg ²
		w' = 4,868 lbs
Consideraciones de Diseño	Consideraciones técnicas de propiedades del Material	Duraluminio 2024 T3
	Consideraciones para el Factor de Seguridad y Esfuerzo de Diseño para Cálculo	Factor de seguridad a utilizar n = 2,5.
	Consideraciones para larguerillos sustitutos que reemplazarán a los larguerillos originales	Elemento longitudinal de larguerillo sustituto
		Elemento transversal de larguerillo sustituto
	Consideraciones para el calculo de los remaches	considera como elementos absolvedores de toda la carga de corte puro y corte por torsión
	Consideraciones para tapa del orificio del lente de la cámara	ver plano N° DI-A-001-3
Consideraciones para tapa del orificio del visor de la camara	ver plano N° DI-A-001-3	
Calculos Estructurales	Calculo de Larguerillo sustituto en reemplazo del original	$\sigma = 11500 \text{ lbs/pulg}^2$
		$\tau = 2272,72 \text{ lbs/pulg}^2$
	Cálculo por flexión y deformación de tapa a instalar en orificio de lente de cámara, cuando no se usa cámara	$\sigma_{\text{max}} = 2561,6 \text{ lbs/pulg}^2$
		$Y_{\text{max}} = 0,077 \text{ pulg}$
	Cálculo por flexión y deformación de tapa a instalar en orificio de visor de cámara, cuando no se usa cámara	$\sigma_{\text{max}} = 1210,44 \text{ lbs/pulg}^2$
$Y_{\text{max}} = 0,00624 \text{ pulg}$		
Análisis de Fatiga en zona critica debido a cargas Cíclicas ó Fluctuantes	$\sigma_1 = 11932,86 \text{ lbs/pulg}^2$	
Ejecucion de Trabajos	Procedimientos de trabajos	Lente de la camara
		visor de la camara
	fabricacion de Partes	Larguero sustituto
		Tapas y Bridas

CAPITULO IV

EJECUCION, CONTROL Y SOPORTE DEL PROYECTO

4.1. GESTION DE LA EJECUCION DEL PROYECTO

4.1.1 Ejecución

A. Procedimiento de trabajo

1. En la zona de lente de cámara:

- a)** Remover el piso de cabina comprendido entre las estaciones FS 213.60 y FS 237.00
- b)** Colocar 2 elementos tensores entre costillas en la zona de larguerillos a cortar, con la finalidad de mantener la geometría de la estructura del avión para evitar deformaciones durante el corte.
- c)** Retirar los remaches que unen los larguerillos originales con el fuselaje.
- d)** Cortar los dos larguerillos originales según medidas indicadas en el plano N° DI-A-0010-02.
- e)** Efectuar el corte del orificio de 44 cm. Ø , según plano N° DI-A-0010-02.
- f)** Realizar el tratamiento anticorrosivo de la zona, aplicando removedor, lija y lavar posteriormente la zona.

- g)** Aplicar base zincromato a la zona y luego la pintura de acabado final.
- h)** Instalar la brida de 0.070" de espesor en el contorno del orificio en la zona de corte y unir con remaches al fuselaje, según plano N° DI-A-0010-03, colocando entre ambas planchas una capa de PRC.
- i)** Ensamblar los dos larguerillos sustitutos por separado, uniendo sus elementos longitudinales con los transversales con remaches, según planos N° DI-A-0010-03 y N° DI-A-0010-04.
- j)** Instalar los dos larguerillos sustitutos entre las estaciones antes mencionadas y remacharlos a los larguerillos originales y al fuselaje según planos N° DI-A-0010-03 y N° DI-A-0010-04.
- k)** Retirar los elementos tensores instalados.
- l)** Resanar la zona con pintura de acabado
- m)** Limpiar y cerrar el piso de la cabina comprendido entre las estaciones FS 213.60 y FS 237.00

2. En la zona del visor de la cámara:

- a)** Remover el piso de cabina comprendido entre las estaciones FS 237 y FS 255.
- b)** Efectuar corte del orificio de 14 cm. Ø.
- c)** Realizar el tratamiento anticorrosivo de la zona, aplicando removedor, lija y lavar posteriormente la zona.
- d)** Aplicar base zincromato a la zona y luego la pintura de acabado final.
- e)** Colocar la brida de 0.070" de espesor, en la zona de corte y unir con remaches al fuselaje, según plano N° DI-A-0010-03, colocando entre ambas planchas una capa de PRC.

f) Resanar la zona con pintura de acabado.

g) Limpiar y cerrar el piso de la cabina comprendido entre las estaciones FS 237 y FS 255.

B. Fabricación de Partes

1. Larguerillo Sustituto

Según plano DI-A-0010-05, realizar lo siguiente:

a) Elemento longitudinal de larguerillo sustituto

- Cortar y conformar en la dobladora de planchas, cuatro (04) ángulos de 0.070" x 3/4" x 3/4" x 21" pulg. de longitud.
- Cortar los extremos del elemento según plano para unirlos a los elementos transversales del larguerillo sustituto.

b) Elemento transversal de larguerillo sustituto

- Cortar y conformar en la dobladora de planchas, cuatro (04) planchas de forma según plano de 0,070".
- Unir el elemento longitudinal con el elemento transversal del larguerillo sustituto con los remaches de 3/16" según plano.

c) El extremo del elemento transversal del larguerillo sustituto se medirá, cortará y se conformará en obra, para luego unirlo con el larguerillo original a través de remaches de 3/16".

d) Aplicar base zincromato a los elementos fabricados

2. Tapas

Según plano DI-A-0010-06, realizar lo siguiente:

a) Tapa del orificio de lente de la cámara

- Cortar dos (02) planchas de 400mm y 440 mm de diámetro de 0,070" y 0,040" respectivamente y unir las con remaches de 1/8" según plano.
- Colocar en la tapa con remaches de 1/8" de diámetro, las tees de 1/8"x3/4"x1" según plano.
- Trazar y taladrar los agujeros para los tornillos de fijación de la tapa al fuselaje según plano.

b) Tapa de orificio de visor de cámara.

- Cortar una (01) plancha de 0,040" x 140 mm de diámetro según plano.
- Trazar y taladrar los agujeros para los tornillos de fijación de la tapa al fuselaje según plano.

c) Aplicar base zincromato a las tapas.**3. Bridas de refuerzo de borde de orificios**

Según plano DI-A-0010-05, realizar lo siguiente:

a) Brida de refuerzo de zona de lente de la cámara

- Cortar una (01) plancha de 0,070" y calar según plano.
- Cortar el orificio de 440mm de diámetro según plano.
- Colocar las tuercas ancladas.

b) Brida de refuerzo de zona de visor de cámara.

- Cortar una (01) plancha de 0,070" y calar según plano.

- Cortar el orificio de 140 mm de diámetro según plano.
- Colocar las tuercas ancladas.

c) Aplicar base zincromato a las planchas.

4.1.2 Control

En esta etapa se llevo a cabo el seguimiento de los trabajos a efectuar con la utilización de “Tarjetas/Fichas de trabajo”, donde el personal realiza los trabajos paso a paso según su tarjeta de trabajo y bajo la mirada vigilante de un inspector de control de calidad, para mayor referencia, lo siguiente:

- A.** Ficha de Control de Trabajo “Fabricación de Partes, Larguerillo sustituto”, Tarjeta N° 1, para ver tarjeta ver Anexo N° 08.
- B.** Ficha de Control de Trabajo “Fabricación de Partes, Tapas”, Tarjeta N° 2, para ver tarjeta ver Anexo N° 09.
- C.** Ficha de Control de trabajo “Fabricación de Partes, Bidas”, Tarjeta N° 3, para ver tarjeta ver Anexo N° 10.
- D.** Ficha de Control de trabajo “Procedimiento en zona de lente de cámara”, Tarjeta N° 4, para ver tarjeta ver Anexo N° 11.
- E.** Ficha de Control de Trabajo “Procedimiento en zona de visor de cámara”, Tarjeta N° 5, para ver tarjeta ver anexo N° 12.

4.2. SOPORTE DEL PROYECTO

4.2.1 Aseguramiento de la calidad

A. Norma AS9100

Los proveedores de la industria aeroespacial saben que no existe una norma de calidad más importante que la AS9100, la cual está basada en la norma ISO 9000. La industria ha agregado ciertos requisitos a las normas específicas para el sector aeroespacial. El cumplimiento con la norma

AS9100 da credibilidad internacional de que una organización se adhiere a las más estrictas normas de calidad requeridas para las aeronaves, refacciones para aeronaves y reparación de aeronaves

AS9100 es un sistema de gestión de calidad ampliamente aceptado y estandarizado para la industria aeroespacial. Fue lanzado en octubre de 1999, por la Sociedad de Ingenieros de Automoción y la Asociación Europea de Industrias Aeroespaciales.

AS9100 AS9000 sustituye al anterior e incorpora plenamente la totalidad de la versión actual de ISO 9000, mientras que la adición de requisitos adicionales relativos a la calidad y seguridad. Los principales fabricantes de la industria aeroespacial y proveedores en todo el mundo exigen el cumplimiento y / o registro de AS9100 como una condición para hacer negocios con ellos.

B. Ventajas del cumplimiento de la norma AS9100

- 1) Ventaja competitiva** - Mejora los productos, procesos y calidad de servicio, que repercute en los niveles más altos de satisfacción del cliente.
- 2) Mejora continua** - El cumplimiento de la Norma ayuda a mejorar su rendimiento, reducir los riesgos, disminuir la cantidad de residuos y a introducir mejoras continuas en la organización.
- 3) Aumento de la cuota de mercado** - Mediante la mejora de la calidad en la cadena de suministro, se transmite confianza a los clientes, a desarrollar nuevas oportunidades de mercado y a ganar nuevos negocios.
- 4) Demuestra el compromiso** - Trabajar bajo la norma AS9100 es una demostración clara del compromiso con la calidad.

C. El Inspector de Control de Calidad

El Inspector de Calidad es el responsable de garantizar la realización de las pruebas necesarias para verificar la conformidad de los productos fabricados

y que los materiales utilizados cumplan, con las especificaciones técnicas de control.

Establece especificaciones para las operaciones concretas del área de producción; las mismas que estarán basadas según los Requisitos de Normativas actualizadas.

Coordina las actividades laborales con el Supervisor de producción manteniendo los lineamientos establecidos por la Compañía.

Consideraciones que debe tomar el inspector de calidad¹

1) Durante el proceso de inspección

- El inspector debe ser capaz de entender las especificaciones Técnicas y los diagramas de ingeniería relacionados con el producto, para determinar si éste satisface los estándares esperados.
- El inspector de calidad debe poder medir el producto usando diversas herramientas manuales, como llaves de torque, reglas, calibradores, medidores y micrómetros.
- El inspector de calidad debe pesar el producto de ser necesario, y ocasionalmente destruirlo para determinar los límites de resistencia que tiene.

2) Durante el proceso de producción

- De vez en cuando, un inspector de calidad puede monitorear el proceso de producción para asegurar que el proceso no está generando errores en el producto. Una configuración defectuosa de máquinas, materiales de mala calidad o fallos de los empleados al seguir prácticas esenciales (como el monitoreo de materiales y herramientas a usar) puede introducir un error donde, de lo contrario, se tendría un proceso sin fallos.

• ¹ Bureau of Labor Statistics: Inspectores de control de calidad -- Deberes

3) Orden

- Un inspector de calidad puede ordenar o recomendar una orden de compra de productos, para capturar errores específicos en los productos terminados. El orden, separa productos y materiales que tengan una calidad inferior de los productos que cumplen con los estándares mínimos y previene que los errores de producción salgan al mercado. Un inspector de calidad puede aceptar o rechazar el producto, de acuerdo a los resultados del proceso de lo comprado.

4) Reportes

- El inspector de calidad preparara reportes sobre los resultados de sus inspecciones, las pruebas y lo ordenado para la compra. Estos reportes pueden incluir números de lote, información de producción, información de pruebas y los resultados del orden de compra, si son desarrollados por el inspector o un contratista externo. El inspector también puede ser llamado para volver a inspeccionar materiales o productos una vez hayan sido revisados, con el fin de garantizar que estén conformes con los estándares mínimos.

Para ver un listado estándar de cumplimiento de las normas de seguridad dentro de un taller de mantenimiento, refiérase el Anexo N° 07.

CAPITULO V CIERRE DEL PROYECTO

5.1. GESTIÓN DEL CIERRE DEL PROYECTO

5.1.1.Cierre

El cierre de un proyecto es la culminación del proceso, y el momento de hacer balance del mismo. Durante el cierre se advierte cómo de bien o de mal se ha terminado y, en especial, si se han alcanzado los objetivos (beneficios) previstos.

En el presente trabajo el cierre se muestra en un compendio de los resultados de cada proceso reflejados en los reportes de Control de Calidad, de igual manera se guardara un registro físico y virtual de los documentos relevantes del proyecto en una fuente de almacenamiento virtual para así poder utilizarlos en el futuro como datos históricos o ejemplos para pruebas futuras, ver Tabla N° 13 para mayor detalle.

Se hace la entrega al Patrocinador del resultado final del proyecto, el que incluye todos los datos, formatos, fichas, reportes, y otros relevantes para su control y archivo.

Para mayor referencia a cerca de los reportes de Control de Calidad, refiérase a los Anexos N° 13, Anexo N° 14 y Anexo N° 15.

TABLA N° 13
CIERRE DEL PROYECTO POR FASE

Fase	Entregable	Condición				
Planificación	1) Acta de constitución del Proyecto (anexo N° 5). 2) Ficha de control de calidad N° 1 “Evaluación de personal Técnico y Personal Gerencial del Proyecto” (anexo N° 13).	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td>No Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td>En Proceso</td> </tr> </table>	Satisfactorio	No Satisfactorio	En Proceso
Satisfactorio						
No Satisfactorio						
En Proceso						
Ejecución	1) Planos: - Plano N° 1 “Ubicación de cámara y visor en la aeronave”. - Plano N° 2 “Detalles de la ubicación de Cámara y Visor” - Plano N° 3 “Corte en la aeronave de Larguerillos y Orificios” - Plano N° 4 “Corte en la aeronave de Larguerillos y Orificios II”. - Plano N° 5 “Larguerillos Sustitutos” - Plano N° 6 “Tapas”. - Plano N° 7 “Elemento Transversal, Bidas”.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td>No Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td>En Proceso</td> </tr> </table>	Satisfactorio	No Satisfactorio	En Proceso
Satisfactorio						
No Satisfactorio						
En Proceso						
Control	1) Tarjetas de control de Trabajos: - Tarjeta N° 1 “Fabricación de partes, Larguerillo sustituto”. (anexo N° 8) - Tarjeta N° 2 “Fabricación de partes, Tapas” (anexo N° 9) - Tarjeta N° 3 “Fabricación de partes, Bidas” (anexo N° 10) - Tarjeta N° 4 “Procedimientos en zona de lente de cámara” (anexo N° 11) - Tarjeta N° 5 “Procedimientos en zona de visor de cámara” (anexo N° 12). 2) Ficha de control de calidad N° 2	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<table border="1"> <tr> <td>Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td>No Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td>En Proceso</td> </tr> </table>	Satisfactorio	No Satisfactorio	En Proceso
Satisfactorio						
No Satisfactorio						
En Proceso						

	“Evaluación de equipamiento, Herramientas y Materiales” (anexo N° 14).							
Cierre	1) Ficha de control de calidad N° 4 “Evaluación Final” (anexo N° 15).	<table border="1"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>No Satisfactorio</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>En Proceso</td> </tr> </table>	<input checked="" type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	En Proceso
<input checked="" type="checkbox"/>	Satisfactorio							
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio							
<input type="checkbox"/>	En Proceso							

Fuente: El Autor

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. Las innumerables ventajas de la fotografía aérea, las que se pueden aprovechar en muchas áreas de las ciencias geográficas, en la vigilancia, en la exploración de nuevas áreas, en la detección de zonas en peligro, para la ayuda y rescate, entre otras.
2. La posición favorable que tendrá el Seman con este trabajo, ya que este se sumara a las gran lista de capacidades en modificaciones estructurales que hará en nuestro país, posición ventajosa que se alcanzaría por un precio moderado, además las empresas peruanas que quieran este tipo de modificación en su aeronave ya no tendrán que viajar a otras ciudades como Buenos Aires o Santiago.
3. Fue estratégico desarrollar un proyecto de este tipo en el Seman por la capacidad con la que cuenta esta institución. El nivel de experiencia, la habilidad y destreza del personal, la variedad de herramientas y maquinaria que se suman al conocimiento que tiene la institución en el tema aeronáutico. Esto fue definitivo para el desarrollo y culminación del proyecto sin problemas en el tiempo establecido.
4. La herramienta de diseño AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits, fue una buena oportunidad de hacer el diseño a un costo muy considerable, ya que esta versión viene con todas las bondades necesarias para el desarrollo del cualquier tipo diseño estructural y además viene de forma gratuita.

5. El tiempo calculado desde el inicio fue oportunamente el justo y necesario para el cumplimiento de este proyecto, esto incluye las necesidades y/o eventos no planeados que se presentaron en el camino.
6. El inspector de control de calidad fue pieza fundamental en el desarrollo del proyecto. Ya que con su trabajo se pudo tomar las medidas que se necesitaron para que todas las fases del proyecto se cumplan sin tropiezo. Evitando errores y pérdidas de tiempo.
7. La aplicación de la guía del PMBOK hizo que el desarrollo del proyecto fuera más elemental, Mostrándonos por fases el camino que debemos seguir, desde la planificación de los costos y el programa de trabajo, hasta la meta del alcance esperado.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Cuando se tenga que realizar un trabajo que tenga que reunir hombre/maquinaria, que este se ejecute en base a normas y procedimientos de seguridad.
2. Seguir con cuidado cada fase del proyecto, en especial la que involucra la parte operativa en la construcción de la estructura Modelo.
3. No, en definitiva saltar o evitar alguno de los pasos a seguir, pues estos deberán siempre tener la mirada vigilante de un inspector de calidad.
4. Realizar el estudio y clasificación de los materiales que serán los adecuados para el proyecto. No olvidar, que el material, se someterá a constante movimiento cíclico que producirá la fatiga en él, tampoco el clima húmedo de nuestra ciudad que es el principal ingrediente de la corrosión.
5. Planificar con la ayuda del PMBOK los temas relacionados con pagos o cobros, puesto que se tendrán que considerar pagos como: Permisos de trabajo, pagos a personal, compra de material, compra de insumos primarios, y otros más que serán los que no se deben olvidar para no tener un desbalance que entorpezca el desarrollo del proyecto ni mucho menos lo detenga.

BIBLIOGRAFIA

A. LIBROS

- Jean-Claude y André Rouillé Lemagny, Historia de la Fotografía. Ediciones Martínez Roca S.A.
- Beaumont Newhall, Historia de la Fotografía. Editorial Gustavo Gili, S.A. 2002. Pág. 16, 44.
- José Antonio Solís, Historia de las cosas. Cadena Cien Editores. 2008. Pág. 67, 68.
- Juan E. Gutiérrez Palacios, Coronel I.P.M. Topografía para las tropas. Editorial I.G.M.
- Lerma García, J.Luis, Fotogrametría moderna; Analítica y Digital (2002), Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Guía para la Interpretación de Cartografía y Fotografía Aérea.
- Sifuentes, F; Vásquez, R. Introducción a la Fotogrametría. Editorial Trillas, México, 1997
- Alejandro M. Mayori M. Resistencia de Materiales Aplicada. Editorial Yucatán Hermosa. Primera Edición.
- Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Airplane Flight Manual. Cessna Aircraft Company. 1977 Model 402B. 01 Oct. 1976.
- William A. Nash, Resistencia de Materiales (Schaum), Editorial McGraw-Hill de México. 2da Impresión.
- ASM Metals Handbook Volume 02 - properties and selection nonferrous alloys - purpose materials (3407).

- Project Management Institute, Inc. GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (Guía del PMBOK®), quinta edición.

B. ARTICULOS DE INTERNET

- TEMA 1. Tracción, compresión y esfuerzo cortante
www.uclm.es/profesorado/porrasysoriano/elementos/Tema01.pdf
- Felipe Díaz del Castillo Rodríguez. Materiales y sus propiedades, Laboratorio de tecnología de materiales, facultad de estudios superiores cuautitlan departamento de ingeniería.
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m1/materiales_1.pdf
- Bureau of Labor Statistics: Inspectores de control de calidad -- Deberes.
<http://www.bls.gov/es/oooh/production/quality-control-inspectors.htm#tab-2>
- Estructuras principales del avión. International Virtual Aviation Organization.
www.ivao.es
- Tipos de Acero
<http://www.atmosferis.com/tipos-de-acero>
- Aluminum Aircraft Parts
<http://www.free-online-private-pilot-ground-school.com/aircraft-structure.html>
- Cámaras fotogramétricas aéreas digitales.
http://www.catastro.minhap.gob.es/documentos/publicaciones/ct/ct57/04-CATASTRO_57.pdf
- Nociones De Fotogrametría Digital
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Fotogrametr%EDa/FOTOGAMETRIA%20DIGITALparte1.pdf>
- Luis Jauregui, Introducción a la Fotogrametría
<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/iluis/publicaciones/Fotogrametr%EDa/CAPITULO1.pdf>

- Manuel Alcayde Mengual , Fotografía Aérea.
<https://historia-vcentenario.wikispaces.com/file/view/Caracter%C3%ADsticas+Fotograf%C3%ADa+A%C3%A9rea+.pdf>
- M.Victoria Fernandez Martinez, profesora titular de geodinamica en la escuela universitaria del profesorado de e.g.b. De Palencia. La fotografia aerea: usos y manejo confines didacticos.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2255769>
- José Vicente Pérez Peña. Fotografía aérea y Fotointerpretación
<http://es.slideshare.net/geolovic/fotografa-area-y-fotointerpretacin>
- Oscar de Jesús Zapata Ocampo. Fundamentos de fotogrametría para imágenes de contacto y digitales.
<http://www.bdigital.unal.edu.co/12562/6/70074527.2003.pdf>
- Josefa Gallego Lorenzo, Tania CID GONZÁLEZ Universidad de León. La Reproducción Fotográfica Como Fuente Para La Investigación Histórico-Artística.
<http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/8953>
- Rodrigo Orellana Ramírez. Apuntes de fotogrametría Básica
www.cartografia.cl/download/apuntes_fotogrametria.pdf
- Jacinto Santamaria Peña, Teofilo Saenz Mendez. : Fundamentos de fotogrametría. Publicado por la Universidad de la Rioja.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/492591.pdf>

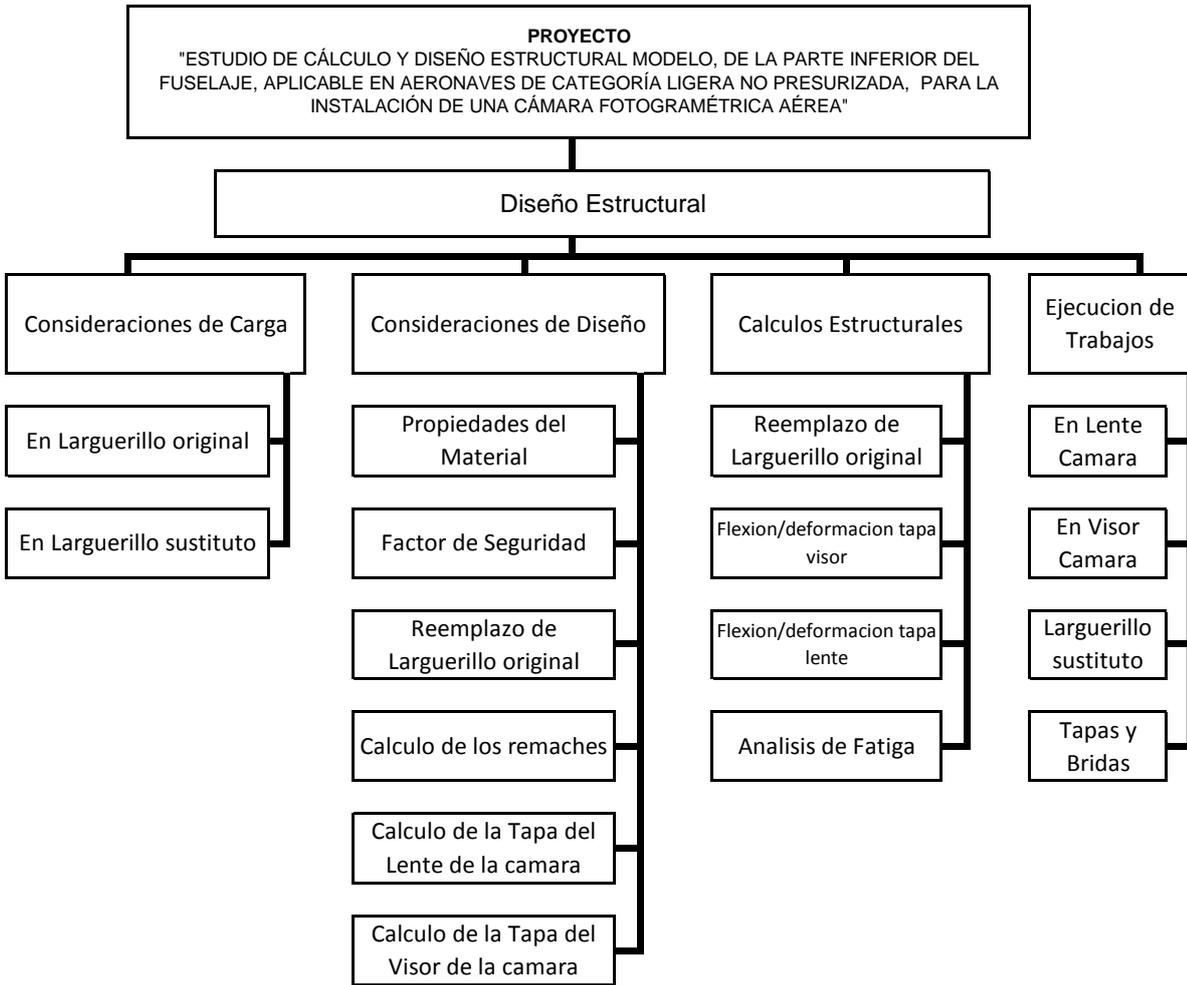
C. TESIS

- Rodrigo Andrez Neira Ricouz. Valdivia. fotografía aérea. Chile-2005
- Miguelsanz Muñoz, Pedro. Apoyo aéreo cinemática y aerotriangulación digital frente a los sistemas de navegación inercial, Tesis (Doctoral, E.T.S.I. Agrónomos (UPM))

FORMATOS

Formato Nº 01

EDT DEL PROYECTO	
Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparacion:	12 de Octubre 2015



Formato Nº 02
(Estructura de Descosición del Trabajo)

DICCIONARIO EDT

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparación:	12 de Octubre 2015

ESPECIFICACION DEL PAQUETE DE TRABAJO DEL EDT

Dibujo 3D	En computación, las tres dimensiones son el largo, el ancho y la profundidad de una imagen. se utilizan los gráficos en 3D para crear animaciones, gráficos, películas, juegos de realidad virtual y diseño de estructuras.
Factor de Seguridad	El coeficiente de seguridad (también conocido como factor de seguridad) es el cociente entre el valor calculado de la capacidad máxima de un sistema y el valor del requerimiento esperado real a que se verá sometido. Por este motivo es un número mayor que uno, que indica la capacidad en exceso que tiene el sistema por sobre sus requerimientos.
Fatiga del Material	La fatiga es un proceso de degeneración de un material sometido a cargas cíclicas de valores por debajo de aquellos que serían capaces de provocar su rotura mediante tracción
Cleco	Un Cleco , también escrito genéricamente cleko , es un elemento de fijación desarrollado por la Compañía para herramientas neumáticas Cleveland . Ampliamente utilizado en la fabricación y reparación de aluminio -skinned aviones , que se utiliza para temporalmente sujetar múltiples hojas de material juntos antes de que las piezas están unidas de forma permanente
Brida	Pieza metálica que sirve para ensamblar vigas o tubos metálicos fijándola con clavos o tornillos.
Zincromato	Anticorrosivo Epóxico Poliámidas de dos componentes y Cromato de Zinc que al ser combinados forman una película muy resistente a la corrosión, a los ambientes químicos y atmosféricos.
Sellante PRC	Tipo de sellante Clase C usado en aeronaves con una viscosidad de 1,500 - 4,000 poise, usado para el sellado de superficies lisas y las instalaciones de sujetadores por vía húmeda
Rectificadora	La rectificadora es una máquina herramienta, utilizada para realizar mecanizados por abrasión, con mayor precisión dimensional y menores rugosidades que en el mecanizado por arranque de viruta.

Formato N° 03

PLAN DE GESTION DE ALCANCE

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparacion:	12 de Octubre 2015

B. Proceso de definición de alcance

Dada la investigación previa se concluyo en llegar a la necesidad que pretende satisfacer este proyecto.

C. Proceso para la elaboración del diseño de la estructura modelo

Con el uso de la herramienta de Diseño AutoCAD 2012 versión de prueba de 32 bits, se calculo y diseño cada parte de la estructura modelo, en cada uno de los procesos de este proyecto.

D. Proceso para la elaboración de la estructura de la estructura modelo

Se continuo con los mismos procedimientos con los que trabaja la institución para el desarrollo de los trabajos en cada uno de los procesos designados en este proyecto

E. Proceso para el control de alcance

El Líder de Proyecto es quien se encargó de verificar que los diseños cumplan con lo acordado en la Línea Base del Alcance.

Formato N° 05

PLAN DE GESTION DE TIEMPOS

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparación:	12 de Octubre 2015

B. Proceso de Definición del Cronograma

Las Fases de este proceso se efectuaron en base a los parametros de la GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (Guía del PMBOK®), quinta edición. Publicado por: Project Management Institute, Inc.

C. Proceso para la Elaboración del Cronograma

1. Definir las actividades
2. Determinar las actividades predecesoras
3. Estimar los recursos a utilizar
4. Estimar la duración de las actividades
5. Elaborar un cronograma de tiempos estimados

D. Proceso de Estimación de Duración de las Actividades

1. Se estimó la duración de cada actividad, dependiendo de los recursos que cada una de estas utilice

Formato N° 06

LÍNEA BASE DE COSTO

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparacion:	12 de Octubre 2015

B. Línea Base de Costo

	Octubre 2015 (%)	Noviembre 2015 (%)	Diciembre 2015 (%)
Diseño en la Plataforma AUTO CAD	30	-	-
Estudio de los Materiales	10	-	-
Ensayos de comprobacion	10	25	25
Total mensual (%)	50	25	25
Total Acumulado (%)	-	-	100

Formato N° 07

CUADRO DE COSTOS

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparación:	12 de Octubre 2015

Patrocinador: Seman Perú Fecha de Modificación: 30 de Noviembre 2015

B. Cuadro de Costos

Descripción	USD \$ Dolares Americanos
1. Costos de Gestiones y Tramites para Autorizacion en DGAC	
a. Gestiones ante la Dirección General de Aeronáutica Civil y obtención de la autorización respectiva	1,500.00
2. Costo de Diseño de Ingeniería y Planos	
a. Confección de planos de diseño de implementación de cámara en el fuselaje	1,000.00
b. Memoria Tecnica	1,500.00
c. Material de Escritorio	500.00
3. Costos de Material	
a. Planchas de duraluminio	1,400.00
b. Remaches	300.00
c. Perfiles conformados	500.00
d. Tornillos	100.00
e. Rieles de asiento	180.00
f. Cables y terminales	150.00
g. Pintura	150.00
h. PRC	100.00
i. Misceláneos	200.00
4. Costos de Recursos Humanos	
a. Area de Ingeniería	
01 ingeniero Mecanico Aeronautico	1,800.00
01 Inspector Control de Calidad	2,000.00
b. Area de Fabricacion	
01 Mecanico Estructurista	1,000.00
01 Mecanico Estructurista Asistente	500.00
01 Mecanico de Avion	800.00
01 Pintor	300.00
5. Costos de Equipos	
Camara Fotogrametrica Aerea RC-10	20,000.00
6. Gastos Varios	500.00
SUMA TOTAL DE COSTOS	34,480.00

Formato N° 08

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.
-----------------------------	---

Fecha de Preparación:	12 de Octubre 2015
------------------------------	--------------------

Patrocinador: Seman Perú

Fecha de Modificación: 30 de Noviembre 2015

B. Cuadro del Presupuesto del Proyecto

		FASE	TIPO	Dolares USD \$	%
DISEÑO ESTRUCTURAL	Inicio		Personal	1,800.00	
			Materiales	0	
			Equipos	0	
			otros	1,500.00	
			Total de la Fase	\$ 3,300.00	
	Planificación		Personal	1,000.00	
			Materiales	0	
			Equipos	1,500.00	
			otros	500.00	
			Total de la Fase	\$ 3,000.00	
	Ejecución		Personal	2,600.00	
			Materiales	3,080.00	
			Equipos	20,000.00	
			otros	0	
			Total de la Fase	\$ 25,680.00	
	Seguimiento y Control		Personal	2,000.00	
			Materiales	0	
			Equipos	0	
			otros	0	
			Total de la Fase	\$ 2,000.00	
Cierre		Personal	0		
		Materiales	0		
		Equipos	0		
		otros	500.00		
		Total de la Fase	\$ 500.00		1,40%
TOTAL				34,480.00	100%

PLAN DE GESTION DE COSTOS

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.
Fecha de Preparación:	12 de Octubre 2015

Patrocinador: Seman Peru **Fecha de Modificación:** 30 de Octubre 2015

Preparado por: Jefe del proyecto **Autorizado por:** Jefe del Proyecto

B. Unidades de Medida

Tipo de Recurso	Medida
1- Personal Operativo Tecnico y Profesional	- costo Horas/Hombre
2- Material Consumible	- Unidad, Decena, Centena, Millar, Paquete, Caja
3- Equipos de Trabajo no Consumibles	- Unidad.

C. Alcance

La totalidad de los costos que se concidero, abarcaron las siguientes etapas:

- 1- Gestion del proyecto
- 2- Inicio
- 3- Planificacion
- 4- Ejecucion
- 5- Seguimiento y Control
- 6- Cierre

D. Funciones y Responsabilidades dentro de la Gestion de Costos

Sponsor del Proyecto

Responsable de la aprobación del Plan de Proyecto de la Gestión de Costos. Además es responsable de aprobar el presupuesto y está autorizado en aprobar los fondos adicionales que puedan ser necesarios

Jefe del Proyecto

Responsable del Desarrollo de la estructura del Proyecto. La descomposición interna (EDT) del Proyecto. El Jefe de Proyecto está autorizado para ejecutar el gasto de los fondos del proyecto cuando sea necesario de acuerdo con el plan de gestión de costos y presupuesto asignado del proyecto. No podrá autorizar el uso de fondos adicionales sin la aprobación previa del Sponsor del proyecto

Equipo del Proyecto

El equipo del proyecto es el responsable de ejecutar el trabajo asignado, de acuerdo con el plan de gestión de costos.

Formato N° 10

PLAN DE GESTION DE RECURSOS HUMANOS

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÍCA AÉREA.
-----------------------------	--

Fecha de Preparacion:	12 de Octubre 2015
------------------------------	--------------------

Patrocinador: Seman Perú

Fecha de Modificacion: 15 de Noviembre 2015

B. Identificación de Roles

Rol	Descripción
Jefe del Proyecto	Persona con la instrucción de Ingeniero Aeronáutico o Ingeniero Mecánico Aeronáutico. El jefe de proyecto tendra la responsabilidad de la planificación, la ejecución y control del proyecto. Identificar y ordenar las etapas del proyecto. Debera entender lo que hace cada equipo y en qué momento deben realizarlo. Debera mantener contacto activo con los involucrados del proyecto. Supervisara el diseño, desarrollo, instalación y posterior mantenimiento de la solución. Debera Motivar, evaluar y controlar al equipo que trabaja en el proyecto.
Asistente del Jefe del Proyecto	Persona que asistira al jefe del proyecto en las labores que él demande. Este no tendra la misma autoridad del jefe de proyectos. No podra efectuar cambios en alguna fase del proyecto. No ejecutara solucion alguna a problemas que se presenten en el desarrollo del proyecto. No podra efectuar cambios en las labores del personal.
Inspector de Control de Calidad	Persona con la instrucción técnica o profesional en aeronáutica, con una experiencia comprobada en funciones que impliquen el control de calidad en procesos de produccion. Será responsable de garantizar la realización de las pruebas necesarias para verificar la conformidad de los productos fabricados y que los materiales utilizados cumplan, con las especificaciones técnicas de control.
Diseñador	Persona encargada del diseño de la estructura modelo. Este tendra la responsabilidad del manejo adecuado de las herramientas de software utilizadas para el desarrollo de este proyecto.

Mecanico	Técnico en Mantenimiento aeronáutico con la especialidad de Estructuras. Este se encargara de las tareas que demanden sus habilidades en este proyecto, es decir, las que involucran la alteración de la estructura de la aeronave con la implementacion de la Camara Fotogrametrica.
Pintor	Persona Autorizada por el jefe de proyecto. Esta tendra la responsabilidad de las tareas de decapado y pintura que exija este proyecto.
Patrocinador	Dependencia o Persona Autorizada que es la unica en dar la probacion final del proyecto del "ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGAMÉTRICA AÉREA. ". siempre teniendo en consideracion el cumplimiento de la regulacion aeronautica actual.

Formato N° 11

MATRIZ DE ASIGNACION DE RESPONSABILIDADES

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.
-----------------------------	---

Fecha de Preparacion:	12 de Octubre 2015
------------------------------	--------------------

Patrocinador: Seman Perú

Fecha de Modificacion: 12 de Octubre 2015

		Jefe del Proyecto	Asistente del Jefe del Proyecto	Inspector de Control de Calidad	Diseñador	Mecánico	Pintor	
DISEÑO ESTRUCTURAL	FASE							
	Inicio	Investigación previa	o					
		preparacion	o		o			
	Planificacion	Consideraciones Carga	o		o			
		Consideraciones Diseño	o			o		
		Calculos Estructurales	o			o		
		Elaboración de los planos	o		o	o		
	Ejecución	Fabricación de Partes			o		o	o
		Zona de Lente de Cámara			o		o	o
		Zona de Visor de Cámara			o		o	o
	Seguimiento y Control	avance de proyecto 1	o					
		avance de proyecto 2	o					
		Test de prueba final	o				o	
	Cierre	Prueba Final			o		o	
Entrega		o						

Formato N° 12

PLAN DE GESTION DE COMUNICACIONES

A. Información General

Nombre del Proyecto:

ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.

Fecha de Preparacion:

12 de Octubre 2015

Patrocinador:

Seman Perú

Fecha de Modificacion:

13-oct-15

B. Guia de Comunicaciones

1.- Interna

- Toda comunicación entre los integrantes del equipo debera ser clara y obedecer las politicas de armonia y buena conducta de la institucion.
- Toda necesidad o requerimiento que provoque una alteracion, ajuste o cualquier cambio que afecte lo programado para el desarrollo normal del proyecto, debera ser comunicado de forma inmediata al jefe del proyecto a traves del asistente de la jefatura de proyecto.

2.- Externa

- Toda comunicación extrena debera ser siempre primero con el jefe del proyecto como representante del mismo. Este derivara la responsabilidad en cuestion al integrante del equipo que este más capacitado para desarrollarla.

C. Guia para correo electronico

Al Termino de cada fase del proyecto, el personal involucrado en el desarrollo de la misma tendra la responsabilidad de tener un registro de los trabajos que a realizado de manera fisica y virtual. Los cuales seran enviados al jefe del proyecto igualmente de ambas formas. Fisicamente impresos en hojas A4, como un informe simple de "trabajos realizados", y via correo electronico el escaneado del mismo informe.

D. Guia para almacenamiento de documentos

Cada miembro del equipo debera seguir el orden establecido para el almacenamiento digital del proyecto, impuesto por el jefe del proyecto. Los archivos se guardaran en la computadora asignada para este fin. Cada integrante del proyecto mandara una copia digital de sus archivos diariamente, y sera el responsable de mantener al dia una copia de sus trabajos realizados en cualquier medio de dispositivo digital de almacenamiento (memorias USB, CD's, oros).

Formato N° 13

MATRIZ DE ADQUISICIONES DEL PROYECTO

A. Información General

Nombre del Proyecto	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÍCA AÉREA.
----------------------------	--

Fecha de Preparación:	12 de Octubre 2015
------------------------------	--------------------

Patrocinador: Seman Peru **Fecha de Modificación:** 13 Octubre 2015

B. Matriz de adquisiciones del Proyecto

	Item	Descripcion	U.Medida	Tamaño	Cant.	Observacion
MATERIALES	1	Hojas Bond 80 gr.	millar	A4	5	
	2	Hojas Bond 80 gr.	millar	A3	1	
	3	Lapiceros pilot punta fina	unidad	-	18	negro
	4	Lapiz	unidad	B2	6	
	5	pizarra acrilica	metro	2,0 x 1,6	1	
	6	marcador de pizarra acrilica	unidad	-	2	negro
	7	marcador de pizarra acrilica	unidad	-	2	rojo
	8	mota para pizarra acrilica	unidad	-	2	
	9	Archivadores de plastico	unidad	2"	10	
	10	folder manilla	paquete	Oficio	3	
	11	Clips	paquete	estándar	3	
	12	memorias usb	unidad	16 gb	6	
	13	DVD's	paquete	4 gb	2	
	14	Regla	unidad	30 cm	2	metal
	15	Cuaderna cuadriculado	unidad	A4	2	100 hojas
EUIPOS INFORMATICOS	16	Computadora de escritorio	unidad	-	1	Pentium i5
	17	impresora multifuncional	unidad	-	1	De Toner
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
OTROS	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-

Nota:

El monto total se calculara en nuevos soles, despues de la aprobación del presente proyecto

Formato N° 14

PLAN DE CAMBIOS INICIALES DEL PROYECTO

A. Información General

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.
-----------------------------	---

Fecha de Preparacion:	12 de Octubre 2015
------------------------------	--------------------

Patrocinador: Seman Peru **Fecha de Modificacion:** 30 de Octubre 2015

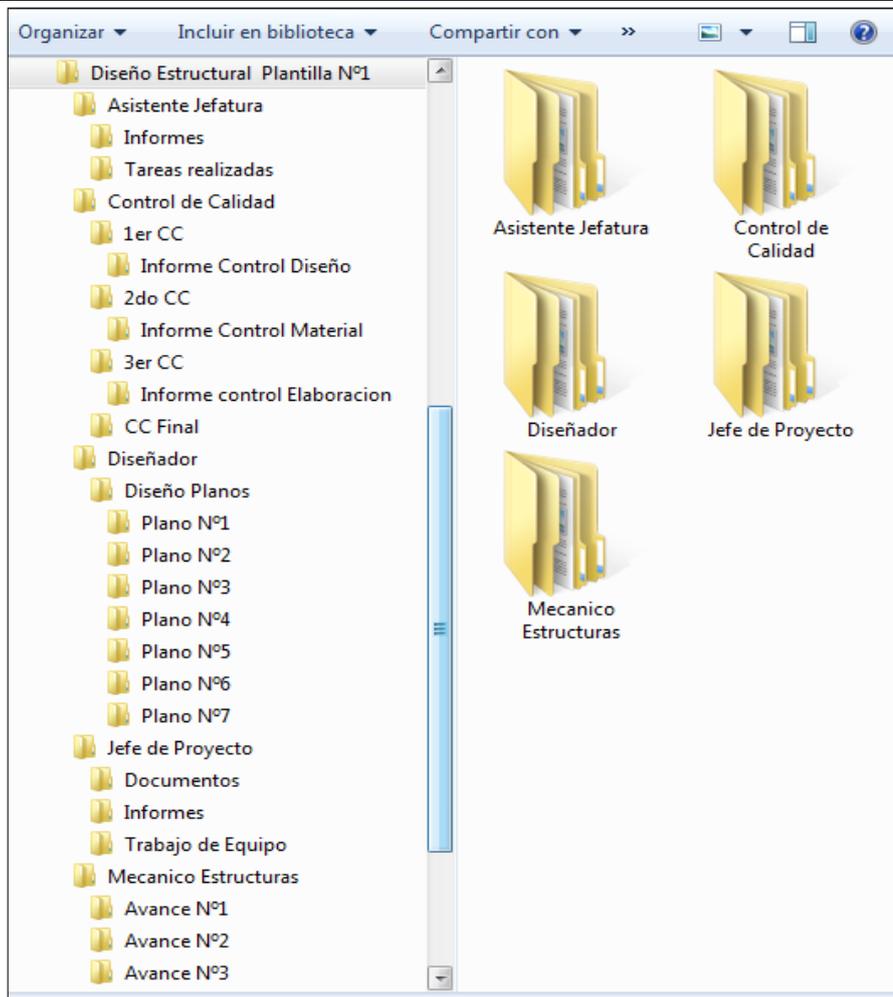
Preparado por: Jefe del proyecto **Autorizado por:** Jefe del Proyecto

B. Procesos a evaluar

Todo proceso que se desarrollo en el presente proyecto fue objeto de evaluacion previa, para poder determinar un nivel de prioridades inmediatas. Teniendo especial cuidado en la fase de Diseño Estructural.

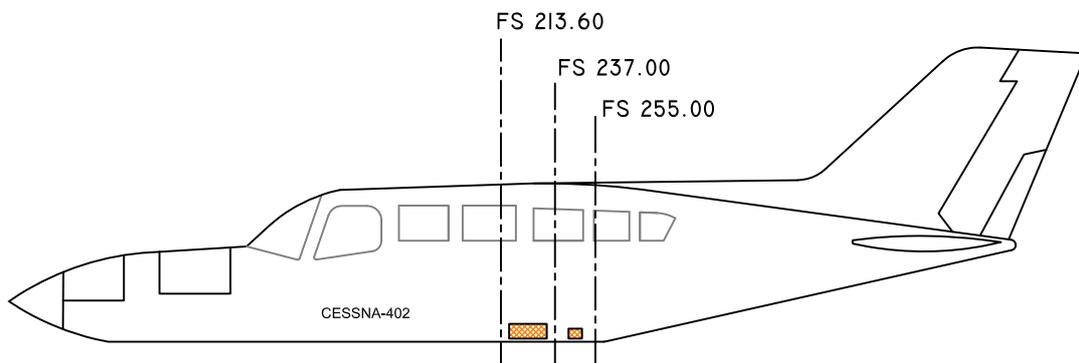
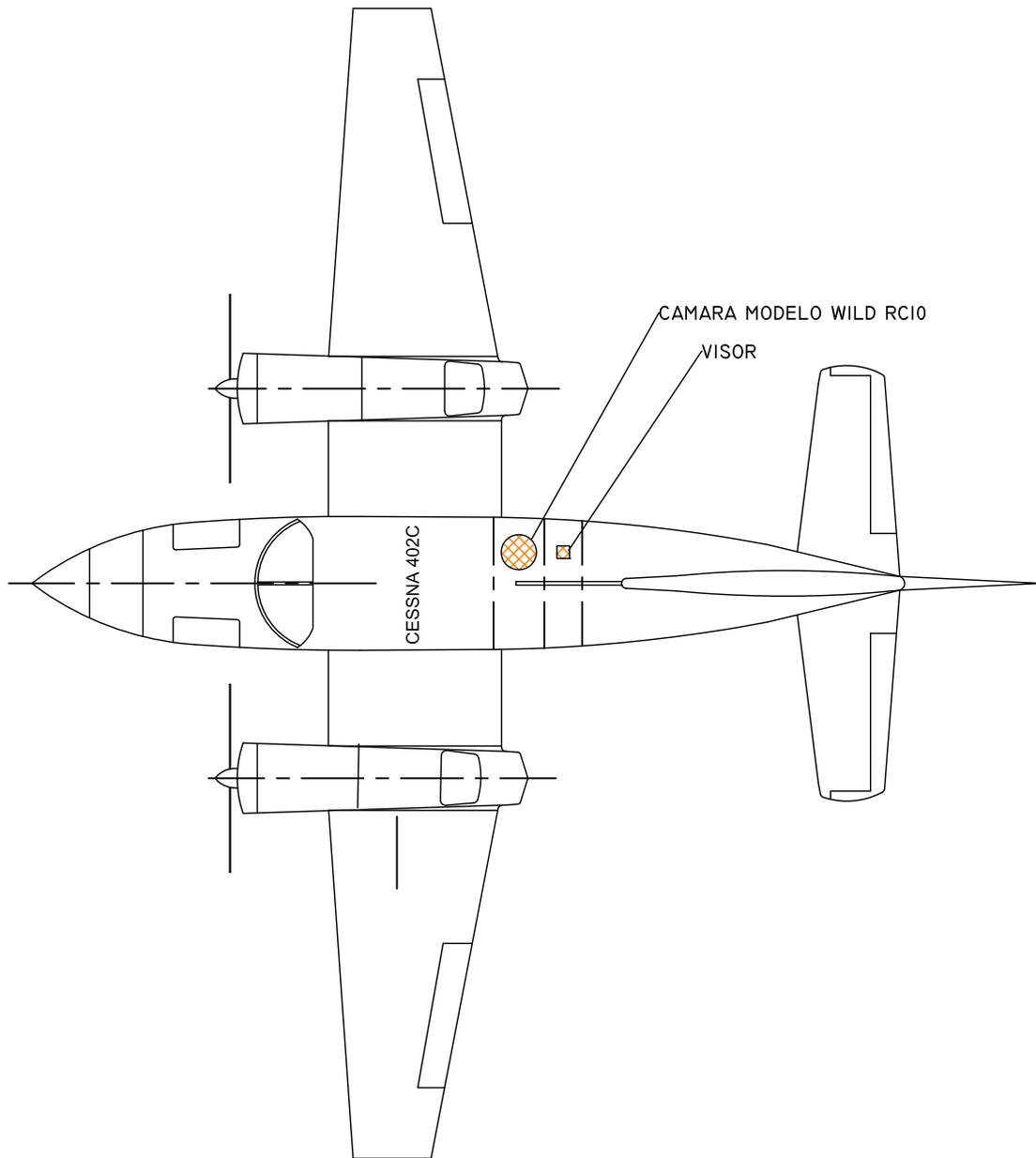
C. Guia para Almacenamiento de Documentos

Durante la ejecución del proyecto cada integrante del equipo tendra asignada una carpeta, donde podra almacenar toda la informacion relevante del proyecto junto con sus informes de avance diario, esto sera prioritario estando prohibido almacenar archivos y/o documentos ajenos a este proyecto. Cada miembro del equipo es responsable de mantener el orden de la estructura de archivos propuesta por el jefe de proyectos. esta prohibida la alteracion de la estructura de archivos.



Estructura de almacenamiento de documentos de manera virtual

PLANOS



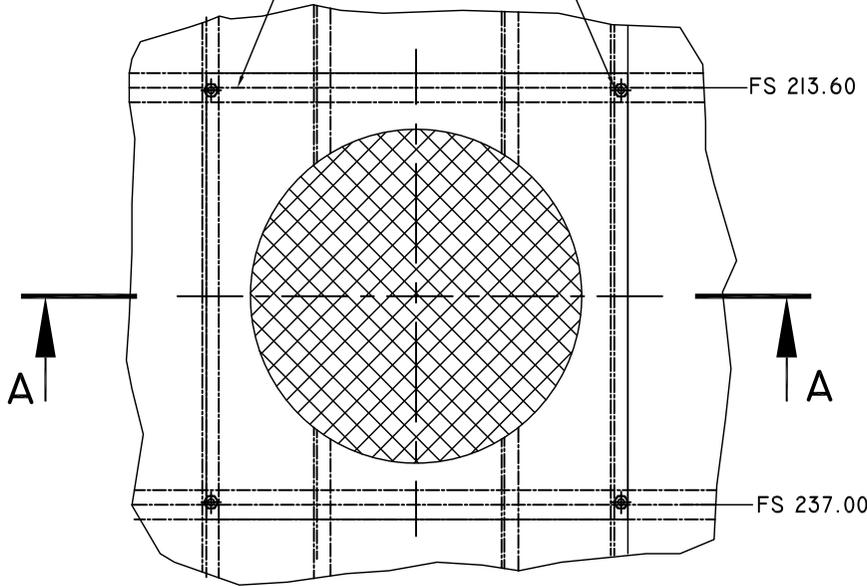
 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS		TITULO:	
TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO		UBICACION DE CAMARA Y VISOR EN LA AERONAVE	
TEMA: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTILLA EN LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN MECÁNICA DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA"	AVION: CESSNA 402C	CANTIDAD/PLANOS: 1/7	
	ESCALA: 1:50	FECHA: JUNIO-2015	FORMATO: A-3
ALUMNO: CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO	REVISADO:	PLANO N°: DI- A-0010 -01	

PLANCHA DE 0.125" PARA APOYO DE CAMARA

TUERCA ANCLADA

FS 213.60

FS 237.00



VISTA DE PLANTA DE CAMARA EN EL FUSELAJE

PLANCHA PARA APOYO DE CAMARA

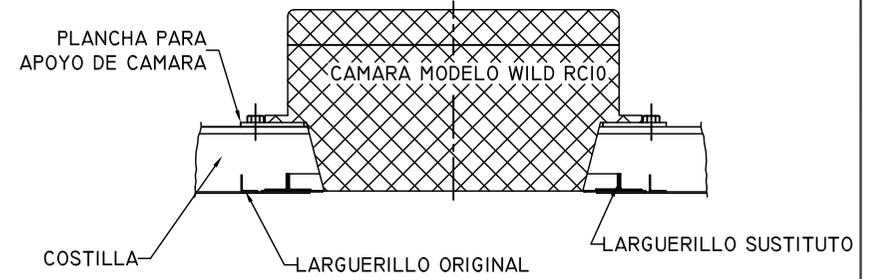
CAMARA MODELO WILD RC10

COSTILLA

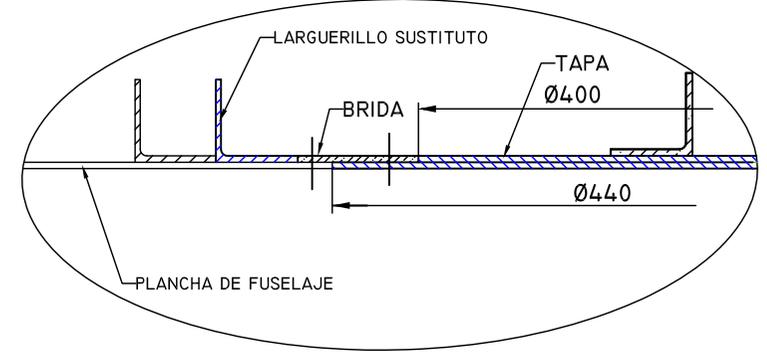
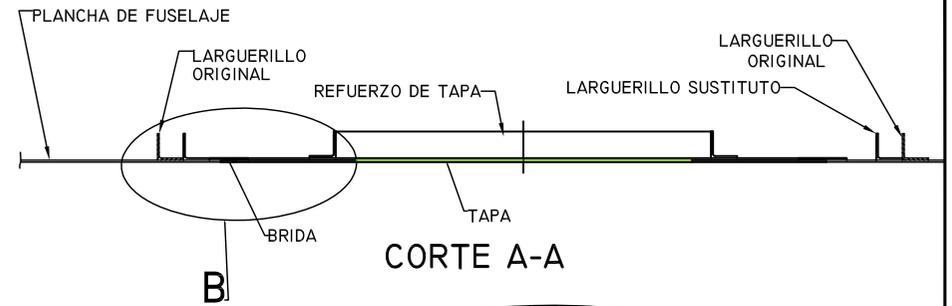
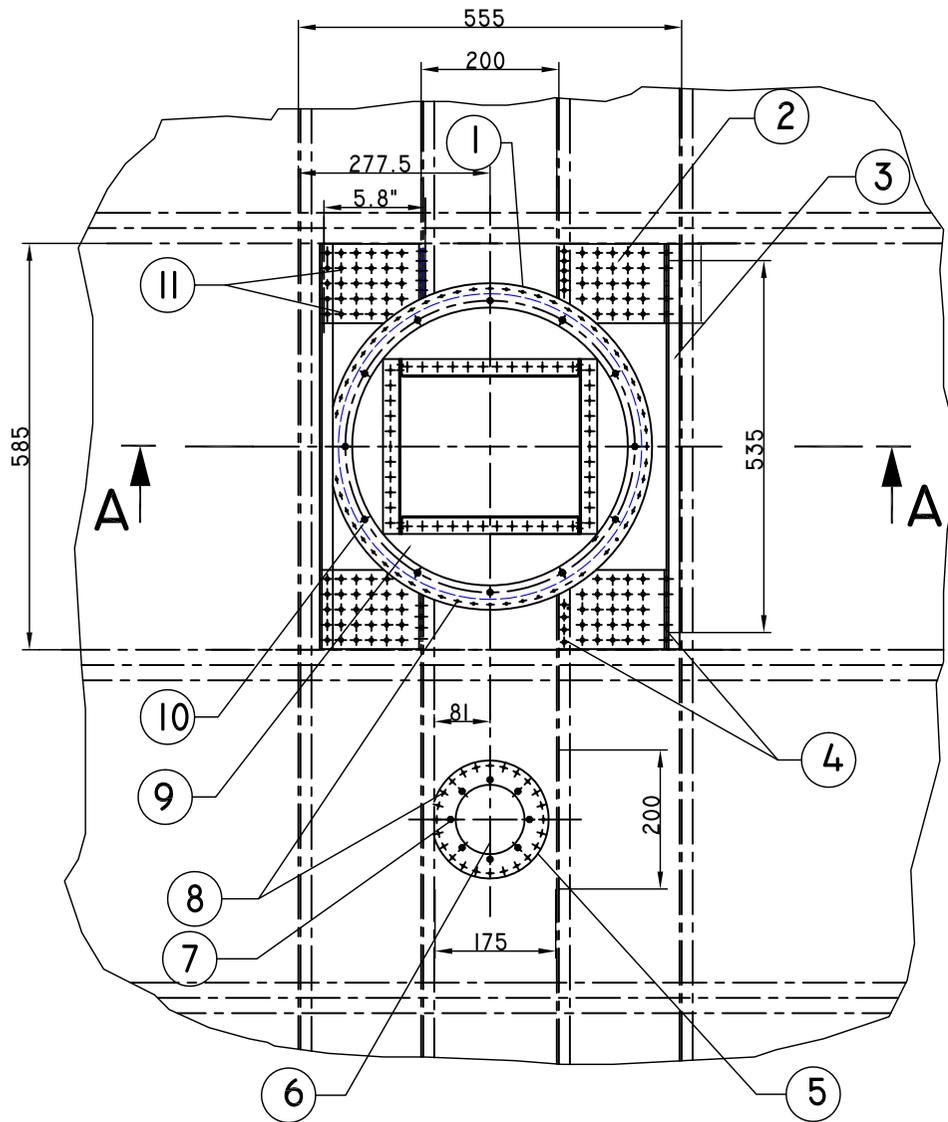
LARGUERILLO ORIGINAL

LARGUERILLO SUSTITUTO

CORTE A-A



<p>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</p> <p>TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO</p>		TITULO:	
		DETALLES DE UBICACIÓN DE CAMARA Y VISOR	
TEMA: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA PLANTILLA EN LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN MECÁNICA DE UNA CÁMARA FOTOGAMÉTRICA AÉREA"	ALUMNO:	AVIÓN:	CANTIDAD/PLANOS:
	CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO	REVISADO:	CESSNA 402C 2/7
ESCALA:	FECHA:	FORMATO:	
1:10	JUNIO-2015	A-3	
ALUMNO: CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO		REVISADO:	PLANO N°: DI- A-0010 -02



DETALLE B

11	96	REMACHES Ø1/4"	MS 20470 AD4-4	
10	12	TUERCA ANCLADA	MS 210591-08	
9	1	TAPA DE CAMARA	DURALUMINIO 2024-T3	VER PLANO DI-A-0010-06
8	84	REMACHES Ø1/8"	MS 20470 AD4-4	
7	8	TUERCA ANCLADA	MS 210591-08	
6	1	TAPA DE VISOR	DURALUMINIO 2024-T3	VER PLANO DI-A-0010-06
5	1	BRIDA DE REFUERZO EN ZONA DE VISOR	DURALUMINIO 2024-T3	
4	40	REMACHES Ø1/4"	MS 20470 AD8-8	
3	2	ELEMENTO LONGITUDINAL DE LARGUERILLO SUSTITUTO	DURALUMINIO 2024-T3	
2	4	ELEMENTO TRANSVERSAL DE LARGUERILLO SUSTITUTO	DURALUMINIO 2024-T3	
1	1	BRIDA DE REFUERZO EN ZONA DE CAMARA	DURALUMINIO 2024-T3	
No.	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVACIONES



UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO

TITULO:
CORTE EN LA AERONAVE DE LARGUERILLOS Y ORIFICIOS

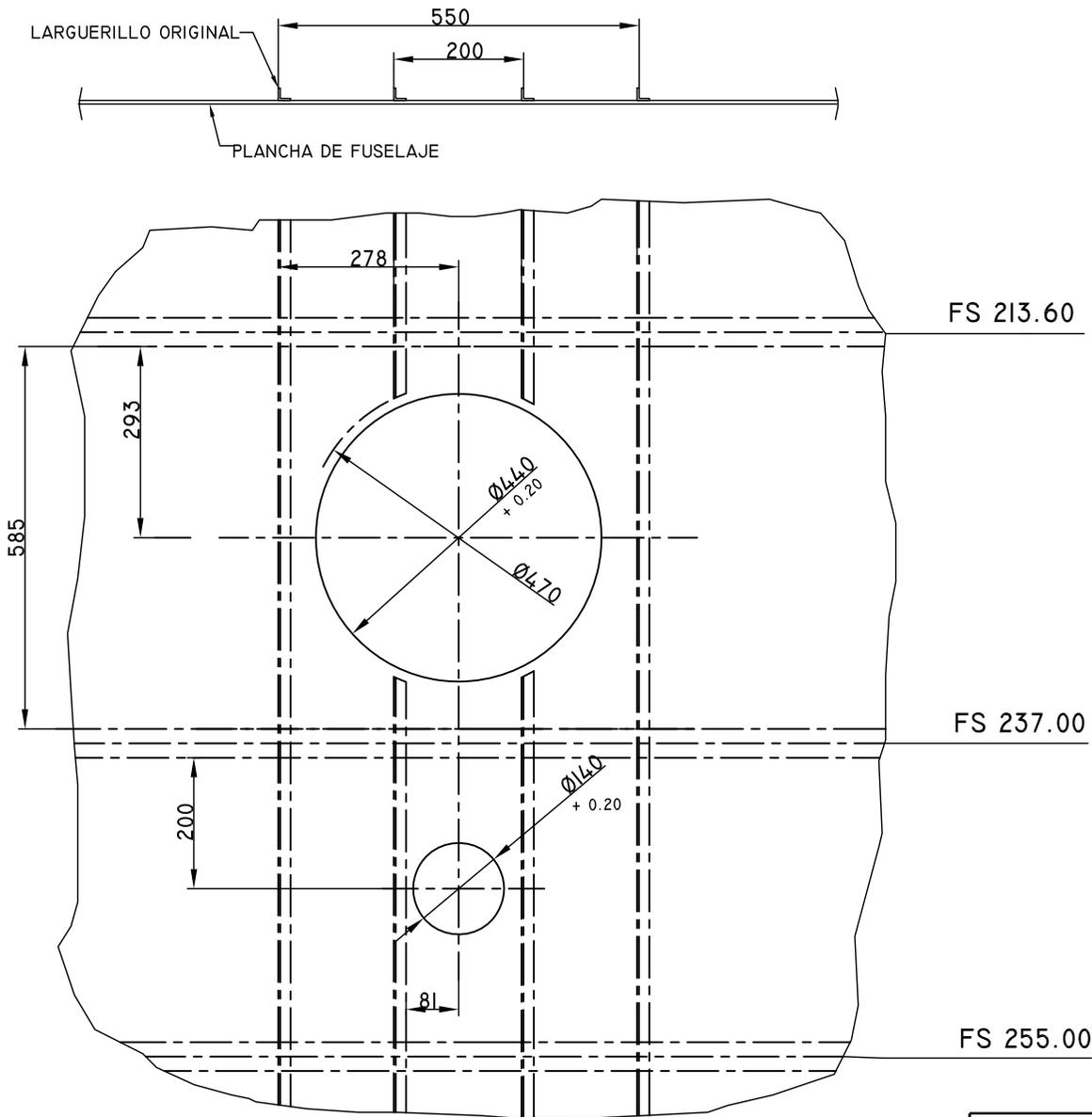
TEMA:
"MODIFICACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DE FUSELAJE DE AERONAVE CESSNA 402C PARA INSTALACIÓN DE CAMARA FOTOGRAFICA"

AVION: CESSNA 402C
CANTIDAD/PLANOS: 3/7
ESCALA: 1:7.5
FECHA: JUNIO-2015
FORMATO: A-3

ALUMNO: CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO
REVISADO:

PLANO N°: DI- A-0010 -03

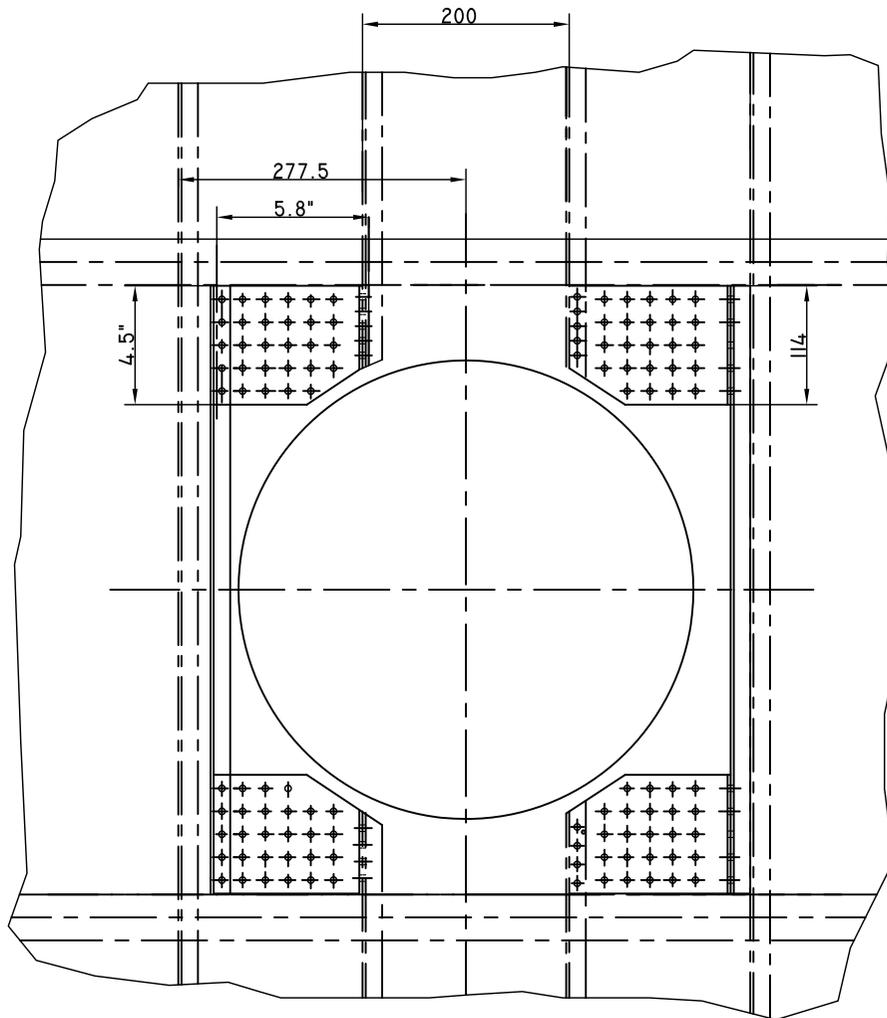




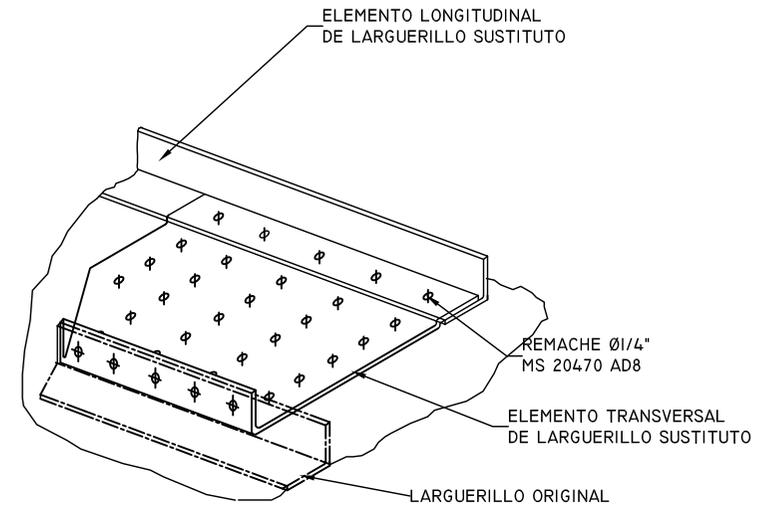
PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO PARA REALIZAR CORTES

- 1.- COLOCAR TENSORES DE SEPARACION ENTRE LAS COSTILLAS PARA EVITAR DEFORMACIONES.
- 2.- RETIRAR LOS REMACHES DEL AREA DE CORTE
- 3.- REALIZAR EL SECCIONADO DE LOS LARGUERILLOS UTILIZANDO DISCO DE CORTE, PROTEGIENDO LAS AREAS ADYACENTES.
- 4.- TRAZAR LOS CIRCULOS SEGUN MEDIDA.
- 5.- CORTAR LOS AGUJEROS DEJANDO UNA TOLERANCIA PARA EL ACABADO FINAL
- 6.- RECTIFICAR LOS CIRCULOS CON LIMA PARA EL ACABADO FINAL

		TITULO:	
		CORTE EN LA AERONAVE DE LARGUERILLOS Y ORIFICIOS	
TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO		AVION:	CANTIDAD/PLANOS:
		CESSNA 402C	4/7
TEMA: "MODIFICACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DE FUSELAJE DE AERONAVE CESSNA 402C PARA INSTALACIÓN DE CAMARA FOTOGRAFICA"		ESCALA:	FECHA:
		1:7.5	JUNIO-2015
ALUMNO:		REVISADO:	PLANO N°:
CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO			DI- A-0010 -04

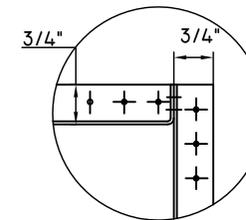
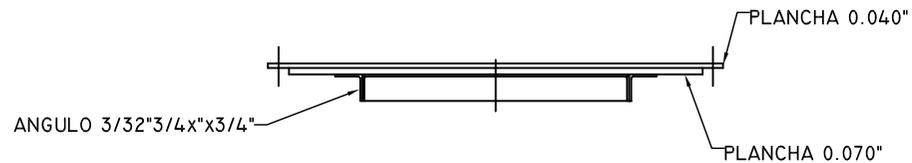


UNION DE ELEMENTO TRANSVERSAL
CON LARGUERILLO ORIGINAL

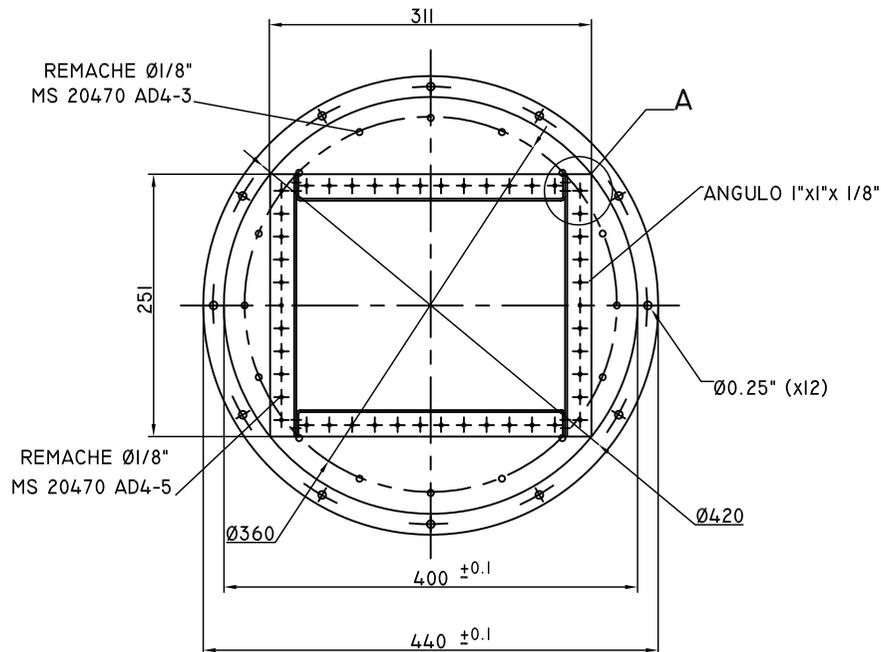


DETALLE DE UNION
LARGUERILLO ORIGINAL CON LARGUERILLO SUSTITUTO

<p>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</p> <p>TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO</p>		TITULO:	
		LARGUERILLOS SUSTITUTOS	
TEMA:		AVION:	CANTIDAD/PLANOS:
"MODIFICACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DE FUSELAJE DE AERONAVE CESSNA 402C PARA INSTALACIÓN DE CAMARA FOTOGRAFICA"		CESSNA 402C	5/7
ALUMNO:		ESCALA:	FECHA:
CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO	REVISADO:	1:5	JUNIO-2015
		PLANO N°:	FORMATO:
		DI- A-0010 -05	A-3

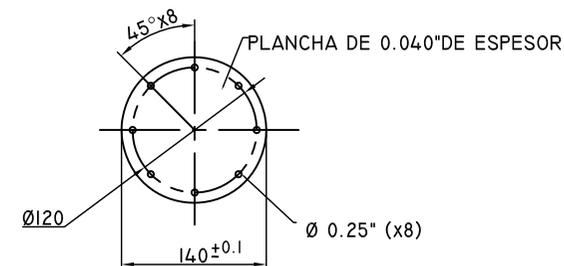


DETALLE A



MATERIAL: DURALUMINIO 2024-T3
CANTIDAD: 01

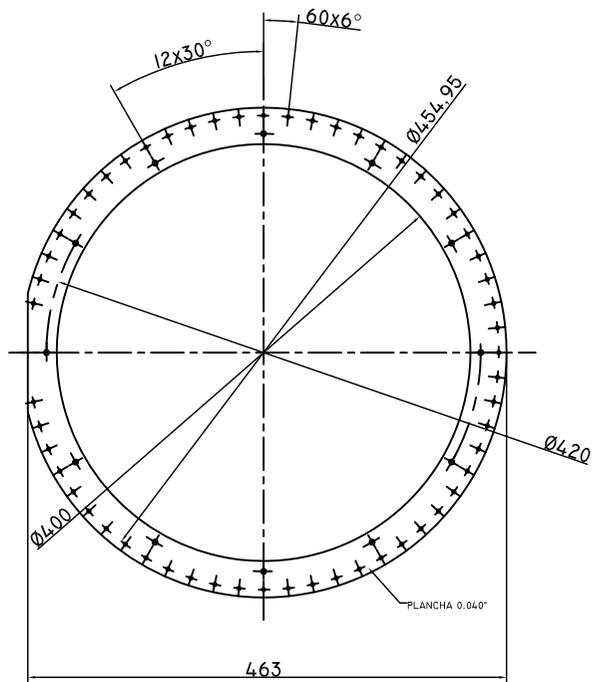
TAPA DELENTE DE CAMARA



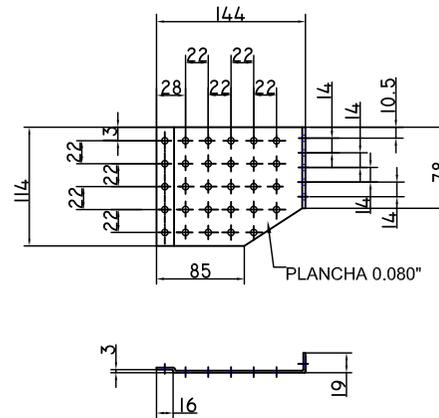
MATERIAL: DURALUMINIO 2024-T3
CANTIDAD: 01

TAPA DE VISOR

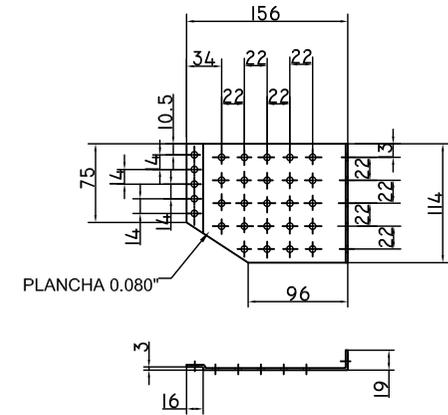
 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO		TITULO:		TAPAS	
		TEMA:	AVION:	CANTIDAD/PLANOS:	
"MODIFICACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DE FUSELAJE DE AERONAVE CESSNA 402C PARA INSTALACIÓN DE CAMARA FOTOGRAFICA"		CESSNA 402C	6/7		
ALUMNO:	REVISADO:	ESCALA:	FECHA:	FORMATO:	
CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO		1:5	JUNIO-2015	A-3	
		PLANO N°:			
		DI- A-0010 -06			



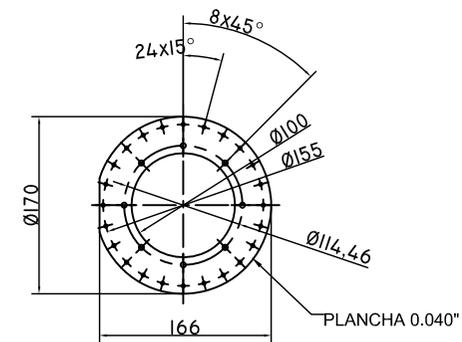
BRIDA PARA CAMARA



ELEMENTO TRANSVERSAL IZQUIERDO



ELEMENTO TRANSVERSAL DERECHO



BRIDA PARA VISOR

<p>UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS</p> <p>TESIS PARA OBTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AERONAUTICO</p>		TITULO:	
		ELEMENTO TRANSVERSAL Y BRIDAS	
TEMA:		AVION:	CANTIDAD/PLANOS:
"MODIFICACIÓN Y REFUERZO DE ESTRUCTURA DE FUSELAJE DE AERONAVE CESSNA 402C PARA INSTALACIÓN DE CAMARA FOTOGRAFICA"		CESSNA 402C	7/7
ALUMNO:		ESCALA:	FECHA:
CARLO GUILLERMO HEROLD CASTILLO	REVISADO:	1:5	JUNIO-2015
		PLANO N°:	FORMATO:
		DI- A-0010 -07	A-3

ANEXOS

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Dirección General de Aeronáutica Civil**

Regulaciones Aeronáuticas del Perú

RAP 145

Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas

Nueva Edición

*Referencia: Ley de Aeronáutica Civil N° 27261 y su Reglamento
Anexo 8 (OACI) - Aeronavegabilidad
LAR 145*

CAPÍTULO A GENERALIDADES

- 145.001 Definiciones
- 145.005 Aplicación

CAPÍTULO B CERTIFICACIÓN

- 145.100 Solicitud
- 145.105 Aprobación
- 145.110 Certificado y alcance de la aprobación
- 145.115 Duración de los certificados
- 145.120 Accesibilidad y disponibilidad del certificado
- 145.125 Limitaciones
- 145.130 Privilegios
- 145.135 Lista de capacidad
- 145.140 Requisitos para mantener la validez continua de la aprobación
- 145.145 Métodos alternos de cumplimiento
- 145.150 Cancelación, suspensión, o denegación del certificado
- 145.155 Autoridad para auditar e inspeccionar

CAPÍTULO C SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD OPERACIONAL

- 145.200 Sistema de gestión de seguridad operacional (SMS)

Subcapítulo C-1 Política y objetivos de seguridad

- 145.250 Responsabilidad y compromiso de la administración
- 145.255 Responsabilidades de la administración respecto de la seguridad
- 145.260 Designación del personal clave de seguridad
- 145.265 Coordinación de la planificación de la respuesta a la emergencia
- 145.270 Documentación

Subcapítulo C-2 Gestión del Riesgo de seguridad

- 145.300 Generalidades
- 145.305 Gestión del riesgo

Subcapítulo C-3 Garantía de seguridad

- 145.400 Generalidades
- 145.405 Supervisión y medición del desempeño de seguridad
- 145.410 Gestión del cambio
- 145.415 Cambios en la OMA RAP 145 que deben ser informados
- 145.420 Mejora continua del sistema de seguridad

Subcapítulo C-4 Promoción de la seguridad

- 145.500 Instrucción de seguridad
- 145.505 Comunicación de seguridad
- 145.510 Implantación del Sistema de Gestión de Seguridad Operacional

CAPÍTULO D REGLAS DE OPERACIÓN

- 145.600 Personal involucrado en mantenimiento
- 145.605 Personal de certificación
- 145.606 Limitaciones de descanso para las personas que realizan funciones de mantenimiento en una OMA.
- 145.610 Edificios y las instalaciones
- 145.615 Requisitos especiales para los edificios y las instalaciones
- 145.620 Equipamientos, herramientas y materiales
- 145.625 Datos de mantenimiento que debe mantener y usar la OMA
- 145.630 Documento que acredita que el mantenimiento ha sido realizado adecuadamente
- 145.635 Registros de mantenimiento
- 145.640 Sistema de mantenimiento y de inspección

APÉNDICES

Apéndice A Manual de la organización de mantenimiento

Apéndice B Certificado de conformidad de mantenimiento – Formulario RAP 001

Apéndice C Organizaciones de mantenimiento no aprobadas (subcontratados)

Apéndice D Estructura para la elaboración de la lista de capacidad.

y reparaciones mayores.
Formulario RAP-002.

Apéndice E Certificado de conformidad de mantenimiento de modificaciones

Apéndice F Requisitos para solicitar la Certificación de OMA RAP 145.

[Regresar al Índice](#)

CAPÍTULO B: CERTIFICACIÓN

145.100 Solicitud

- (a) La solicitud para la aprobación de una organización de mantenimiento o para la modificación de una aprobación existente, debe ser realizada en la forma y manera que se prescribe en el Apéndice F y presentando los siguientes documentos técnicos:
- (1) su manual de organización de mantenimiento y/o sus enmiendas, requerido por el párrafo 145.270(b) del Capítulo C de esta Regulación;
 - (2) la presentación por parte del solicitante de una lista de capacidad para cada ubicación; y
 - (3) la presentación por parte del solicitante de la lista de cumplimiento en la cual la organización de mantenimiento establezca el cumplimiento de cada requisito que sea aplicable al RAP 145.
- (b) Una organización de mantenimiento cuya base principal se encuentre fuera del territorio nacional podrá solicitar la aprobación RAP 145 siempre que la República del Perú considere que existe la necesidad de que se realice el mantenimiento a aeronaves o componentes de aeronaves en esa ubicación.

145.105 Aprobación

- (a) Una organización de mantenimiento que cumpla con los requisitos establecidos en esta Regulación y que haya cumplido de manera satisfactoria con lo requerido por el Apéndice F, tiene derecho a la aprobación RAP 145 en sus diferentes ubicaciones
- (b) Excepto lo previsto en el párrafo 145.110 (d), la aprobación de una OMA se otorga mediante un Permiso de Operación que emite la DGAC con Resolución Directoral. El Permiso de Operación contiene al certificado de aprobación. En adelante, para fines de esta regulación, el Permiso de Operación se mencionará como "Certificado de Aprobación".

145.110 Certificado y alcance de la aprobación

- (a) La aprobación de una OMA está indicada en el Certificado de Aprobación que otorga la DGAC.

- (b) Ninguna persona debe operar una OMA sin el Certificado de Aprobación o infringiendo dicho certificado y sus alcances.
- (c) La lista de capacidad debe establecer el alcance y limitación de los trabajos que cubre la aprobación a través del certificado.
- (d) Una Organización de mantenimiento instalada en un Estado con el cual la República del Perú tiene firmado un acuerdo de reconocimiento mutuo de las funciones de mantenimiento, y que no sea poseedora de un Certificado de aprobación emitido de acuerdo al párrafo (a) de esta sección, puede realizar servicios de mantenimiento en aeronaves registradas en Perú, o en sus componentes, si esta organización posee la respectiva autorización para ejecutar tales servicios según las leyes de ese Estado y la DGAC haya emitido una autorización específica conforme a los criterios suscritos en el referido acuerdo.

145.115 Duración de los certificados

- (a) El Certificado de Aprobación emitido a una organización de mantenimiento, tendrá una vigencia de 4 años y estará sujeta al resultado satisfactorio de una inspección/auditoría que realizará la DGAC que otorgó la aprobación, cuyos períodos no deberán exceder los 24 meses, de acuerdo al programa de vigilancia de la DGAC.
- (b) Reservado.
- (c) El Certificado de Aprobación incluyendo la lista de capacidad de una OMA RAP 145 mantendrá su vigencia en el período indicado en el párrafo (a) de esta sección, excepto que se renuncie a él, sea suspendido o revocado por la DGAC de conformidad con lo establecido en la sección RAP 145.150.
- (d) El titular de un Certificado de Aprobación que renuncie a él o haya sido revocado, no puede ejercer los privilegios otorgados y debe devolver dicho certificado a la DGAC dentro de los 10 días útiles después de haber sido formalmente notificado.

145.120 Accesibilidad y disponibilidad del certificado

Cada OMA RAP 145 deberá mantener accesible y disponible el certificado de Aprobación y la lista de capacidad para el público y la DGAC.

145.125 Limitaciones

(a) La OMA RAP 145, no puede realizar mantenimiento, a una aeronave o componente de aeronave para los cuales está aprobada, de acuerdo con el alcance de su lista de capacidad cuando no tenga disponible alguno de los siguientes elementos:

- (1) edificios e instalaciones según lo requerido en las secciones 145.610 y 145.615 del Capítulo D de esta Regulación;
- (2) equipamientos, herramientas y materiales según lo requerido en la sección 145.620 del Capítulo D de esta Regulación;
- (3) datos de mantenimiento según lo requerido en la sección 145.625 del Capítulo D de esta Regulación; y
- (4) personal de certificación según lo requerido en la sección 145.605 del Capítulo D de esta Regulación.

145.130 Privilegios

(a) Para los propósitos de esta sección, una OMA RAP 145 solamente puede realizar las siguientes tareas de acuerdo a su manual de organización de mantenimiento:

- (1) realizar mantenimiento, a cualquier aeronave o componente de aeronave o partes de los mismos para la cual esté aprobada en su lista de capacidad, en las ubicaciones consignadas en el Certificado de Aprobación y/o en el manual aprobado de la OMA RAP 145;
- (2) hacer los arreglos para que otra organización de mantenimiento que trabaja bajo el sistema de inspección y mantenimiento de la OMA RAP 145 realice mantenimiento de acuerdo a lo establecido en el Apéndice C del RAP 145;
- (3) la OMA RAP 145 podrá excepcionalmente realizar mantenimiento fuera de las ubicaciones aprobadas, de acuerdo a la lista de capacidad, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
 - (i) que la tarea de mantenimiento sea realizada de la misma manera que se realiza en la ubicación permanente de la OMA RAP 145 y de acuerdo con los requisitos establecidos en esta Regulación;
 - (ii) que todo el personal necesario, equipamiento, herramientas, materiales, datos de mantenimiento

están disponibles en el lugar donde el trabajo de mantenimiento será realizado; y

- (iii) que en el Manual de la Organización de Mantenimiento de la OMA RAP 145 incluya los procedimientos para realizar una tarea de mantenimiento en otro lugar que no sea el de la ubicación permanente de la OMA.

Nota.- Si la razón excepcional se llegase a transformar en recurrente en un determinado lugar, la OMA deberá solicitar que esa localidad sea aprobada.

- (4) emitir certificación de conformidad de mantenimiento con respecto a lo requerido en los párrafos (a)(1) al (a)(3) de esta sección, una vez que se ha completado el mantenimiento de acuerdo con lo establecido en la sección 145.630 del Capítulo D de esta Regulación; y

- (5) sin embargo, una OMA RAP 145, no puede emitir una certificación de conformidad de mantenimiento a cualquier aeronave o componente de aeronave, después de realizarse una reparación o modificación mayor, a menos que el trabajo se haya realizado de acuerdo con los datos de mantenimiento aprobados por la DGAC.

145.135 Lista de capacidad

- (a) Para cada ubicación de la OMA RAP 145 se debe preparar y mantener actualizada una lista de capacidad aprobada por la DGAC.
- (b) Las OMA RAP 145 no pueden realizar mantenimiento a aeronaves o componentes de aeronaves hasta tanto la aeronave o componentes de aeronaves no esté listado en la lista de capacidad y aprobado por la DGAC de acuerdo a lo requerido en esta Regulación.
- (c) La lista de capacidad debe identificar cada estructura de aeronave o componente de aeronave por marca y modelo indicando las limitaciones de capacidad de mantenimiento, y debe ser elaborada de acuerdo con la estructura indicada en el Apéndice D de esta Regulación.
- (d) Para incluir una aeronave o componente de aeronave en la lista de capacidad, la OMA RAP 145 debe:
 - (i) Realizar una autoevaluación para ase-

gurar que se cuenta con los edificios e instalaciones, equipamientos, herramientas, materiales, datos de mantenimiento y personal de certificación. Este documento de autoevaluación debe ser firmado por el gerente responsable registrando la fecha.

- (ii) Remitir a la DGAC para su revisión, el documento de autoevaluación, junto con la nueva lista de capacidades para su aprobación. La DGAC, luego de evaluar la documentación presentada determinará si aprueba directamente las nuevas habilitaciones solicitadas o si requiere alguna inspección de demostración previa.
- (e) La lista de capacidad debe estar disponible en las instalaciones de la OMA RAP 145 para ser inspeccionado por el público y por la DGAC.
- (f) Las autoevaluaciones deben estar disponibles en las instalaciones de la OMA RAP 145 para ser inspeccionadas por la DGAC.
- (g) La OMA RAP 145 mantendrá los registros de las autoevaluaciones por veinticuatro (24) meses contados a partir de la fecha de aprobación de la enmienda de la lista de capacidad por parte de la DGAC.

145.140 Requisitos para mantener la validez continua de la aprobación

- (a) A menos que el Certificado de Aprobación haya sido previamente revocado o la OMA haya renunciado, la validez del certificado depende de:
 - (1) que la OMA RAP 145 se mantenga en cumplimiento con lo requerido en esta Regulación;
 - (2) que la DGAC tenga acceso a la OMA RAP 145 para determinar el continuo cumplimiento con esta Regulación.

145.145 Reservado.

145.150 Revocación suspensión, o denegación del certificado

- (a) Luego de realizar las verificaciones debi-

das y por razones justificadas, la DGAC puede suspender, revocar o denegar el Certificado de Aprobación requerido en esta Regulación, si el poseedor del Certificado no satisface el cumplimiento continuo de los requerimientos de esta Regulación.

- (1) en estos casos, la DGAC aplicará los métodos y normativa vigente para la denegación, revocación o suspensión del Certificado de Aprobación.
- (b) La DGAC está facultada a adoptar las medidas necesarias para denegar, revocar o suspender el Certificado de Aprobación de una OMA RAP 145, si se evidencia que el mantenimiento de la aeronave o componente de la aeronave no cumple con los requerimientos de mantenimiento y en consecuencia se determina que la operación segura de una aeronave se ve adversamente afectada.

145.155 Autoridad para auditar e inspeccionar

- (a) Cada OMA RAP 145 está obligada a permitir y dar todas las facilidades necesarias para que la DGAC, audite o inspeccione su organización en cualquier momento, para verificar los procedimientos de mantenimiento, el sistema de mantenimiento e inspección, sus registros y su capacidad general para determinar si cumple con los requerimientos de esta Regulación para la cual fue certificada.
- (b) Los acuerdos de mantenimiento que realice la OMA con un subcontratista deben incluir cláusulas que estipulen la obligación del subcontratista de dar facilidades para que la DGAC audite o inspeccione su organización.

El Gerente Responsable de la OMA definirá y ejecutará un plan de acción correctiva (PAC) para las no conformidades encontradas en las auditorías de la DGAC y demostrará su cumplimiento a satisfacción de la DGAC en el período establecido para la misma.

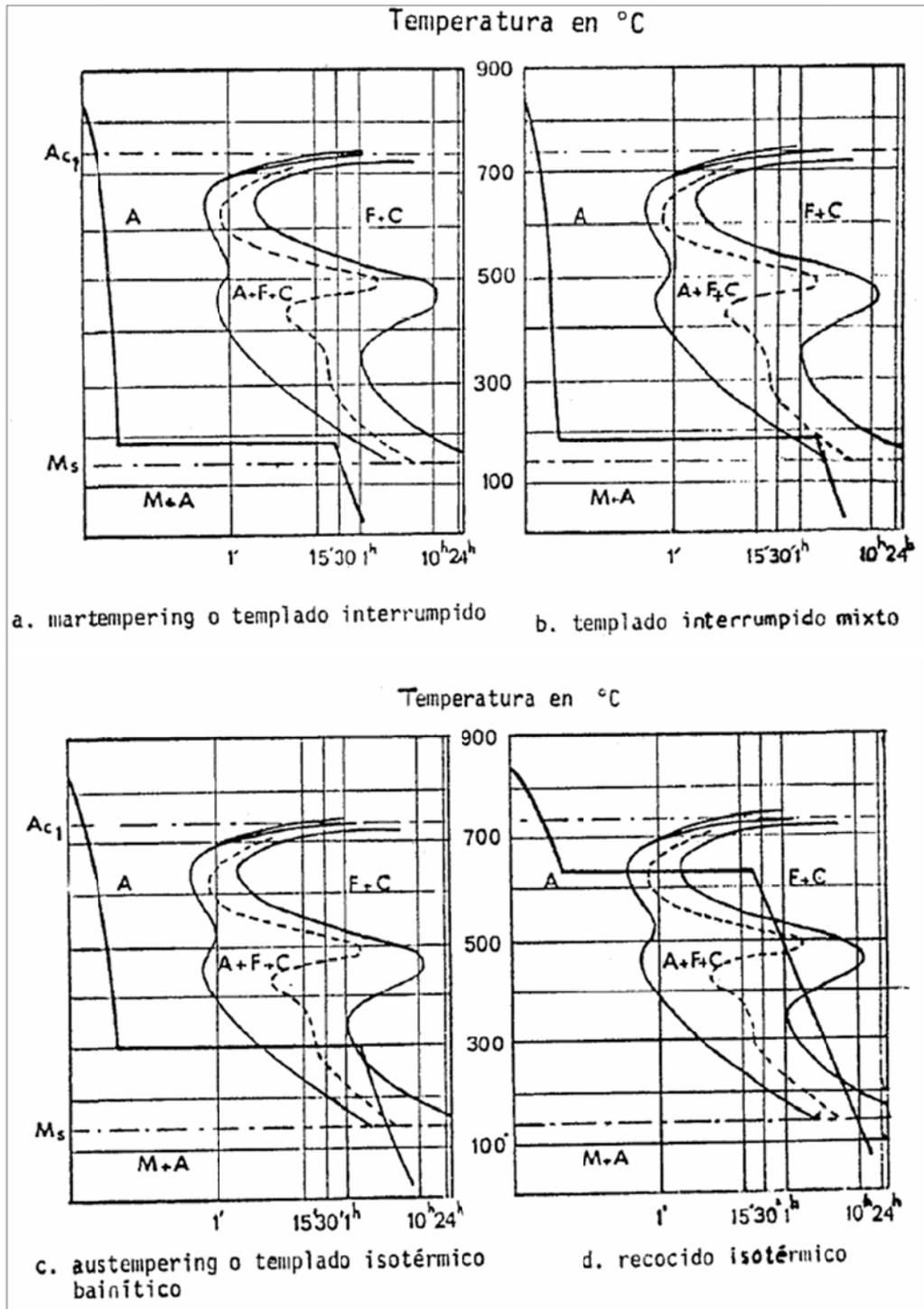
ANEXO N° 02

Terminología de las microestructuras encontradas en las aleaciones de Fe y Carbono.

Nombre de la microestructura	Descripción
Ferrita δ	Solución sólida intersticial de carbono en hierro δ (BCC)
Austenita γ , (Fe- γ)	Solución sólida intersticial de carbono en hierro γ (CFC)
Ferrita α , (Fe - α)	Solución sólida intersticial de carbono en hierro α (BCC)
Perlita P, (α +Fe ₃ C)	Eutectoide de ferrita α y cementita con microestructura laminar de placas alternas de Fe- α y cementita
Bainita B	Eutectoide de ferrita α y cementita. La ferrita α puede tener apariencia plumosa o de placas. Las partículas de carburo están entre regiones de ferrita α .
Ledeburita (Fe- γ + Fe ₃ C)	Eutético de austenita y cementita. De estructura laminar parecida con la perlita. Típicamente encontrada en fundiciones
Esferoidita (cementita globular)	Partículas esféricas de cementita en una matriz de ferrita α
Martensita	Solución Sólida intersticial de carbono en estructura cristalina tetragonal centrada en el cuerpo (TCC) del hierro.
Aceros hipoeutectoides	Aleaciones de composición a la izquierda de la reacción eutectoide
Aceros hiperutectoides	Aleaciones de composición a la derecha de la reacción eutectoide.
Ferrita proeutectoide	Ferrita que se forma antes de la reacción eutectoide
Cementita proeutectoide	Cementita que se forma antes de la cementita eutectoide

Fuente: Tratamientos térmicos de los aceros. www.utp.edu.co/~dhmesa/pdfs/clase9ttheoria.pdf

Representación Esquemática de diferentes ciclos de transformación empleando las curvas de transformación isotérmica TTT



Fuente: Felipe Díaz del castillo. Universidad Autónoma de México, facultad de estudios superiores Cautitlan, Departamento de Ingeniería

ANEXO N° 04
Temperaturas de austenitización para aceros al carbono y aleados (AISI-SAE)

Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F
Aceros al Carbono		1065	1475-1550	Aceros Aleados		50B40	1500-1550	8630	1525-1600	1345H	1550
1025	1575-1650	1070	1475-1550	1330	1525-1575	50B44	1500-1550	8637	1525-1575	3140H	1550
1030	1550-1600	1074	1475-1550	1335	1500-1550	5046	1500-1550	8640	1525-1575	4037H	1550
1033	1525-1575	1078	1450-1500	1340	1500-1550	50B46	1500-1550	8642	1500-1575	4042H	1550
1035	1525-1575	1080	1450-1500	1345	1500-1550	50B50	1475-1550	8645	1500-1575	4047H	1550
1036	1525-1575	1084	1450-1500	3140	1500-1550	50B60	1475-1550	86B45	1500-1575	4063H	1550
1037	1525-1575	1085	1450-1500	4037	1525-1575	5130	1525-1575	8650	1500-1575	4130H	1600
1038	1525-1575	1086	1450-1500	4042	1525-1575	5132	1525-1575	8655	1474-1550	4135H	1550
1039	1525-1575	1090	1450-1500	4047	1500-1575	5135	1500-1550	8660	1475-1550	4137H	1550
1040	1525-1575	1095	1450-1500*	4063	1475-1550	5140	1500-1550	8740	1525-1575	4140H	1550
1041	1475-1550	Aceros al Carbono de Maquinado Libre		4130	1500-1600	5145	1500-1550	8742	1525-1575	4142H	1550
1042	1475-1550		4135	1550-1600	5147	1475-1550	9254	1500-1650	4145H	1550	
1043	1475-1550	1132	1525-1575	4137	1550-1600	5150	1475-1550	9255	1500-1650	4147H	1550
1045	1475-1550	1137	1525-1575	4140	1550-1600	5155	1475-1550	9260	1500-1650	4150H	1550
1046	1475-1550	1138	1500-1550	4142	1550-1600	5160	1475-1550	94B30	1550-1625	4161H	1550
1048	1475-1550	1140	1500-1550	4145	1500-1550	51B60	1475-1550	94B40	1550-1625	4337H	1550
1050	1475-1550	1141	1475-1550	4147	1500-1550	50100	1425-1475 ^f	9840	1525-1575	4340H	1550
1052	1475-1550	1144	1475-1550	4150	1500-1550	51100	1425-1475 ^f	Aceros Aleados H		E4340H	1550
1055	1475-1550	1145	1475-1550	4161	1500-1550	52100	1425-1475 ^f	1330H	1600	4520H	1700
1060	1475-1550	1146	1475-1550	4337	1500-1550	6150	1550-1625	1335H	1550	50B40H	1550
1064	1475-1550	1151	1475-1550	4340	1500-1550	81B45	1500-1575	1340H	1550	50B44H	1550
										5046H	1550
										50B46H	1550
										50B50H	1550
										50B60H	1550
										5130H	1600
										8742H	1550
										9260H	1600
										94B30H	1600
										94B40H	1550
										9840H	1550
Temperaturas de Recalentamiento (Austenitización) para Aceros de Carburización y Aleados											
Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F	Acero	Temperatura °F
Aceros al Carbono		1020	1400-1450	1115	1400-1450	4615	1500-1550	4817	1475-1525	8627	1550-1600
1010	1400-1450	1021	1400-1450	1117	1400-1450	4617	1500-1550	4820	1475-1525	8720	1550-1600
1012	1400-1450	1022	1400-1450	1118	1400-1450	4620	1500-1550	8115	1550-1600	8822	1550-1600
1015	1400-1450	1023	1400-1450	1119	1400-1450	4621	1500-1550	8615	1550-1600	9310	1450-1525
1016	1400-1450	Aceros al Carbono de Maquinado Libre		1120	1400-1450	4626	1500-1550	8617	1550-1600	Aceros Aleados H	
1017	1400-1450		Aceros Aleados		4718	1500-1550	8620	1550-1600	3310H	1550	8625H
1018	1400-1450	1108	1400-1450	3310	1450-1525	4720	1500-1550	8622	1550-1600	8627H	1600
1019	1400-1450	1109	1400-1450	4320	1525-1550	4815	1475-1525	8625	1550-1600	4027H	1600
										9310H	1550

Fuente: Felipe Díaz del castillo . Aceros, Estructuras y tratamientos térmicos. Universidad Autónoma de México, facultad de estudios superiores Cautitlan, Departamento de Ingeniería.

ACTA DE CONSTITUCION DEL PROYECTO

ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGAMÉTRICA AÉREA.

12 de Octubre 2015.

Tabla de contenido

Información del Proyecto	3
Datos	3
Patrocinador / Patrocinadores.....	3
Propósito y Justificación del Proyecto	3
Descripción del Proyecto y Entregables.....	4
Requerimientos de alto nivel	4
Requerimientos del producto	4
Requerimientos del proyecto	5
Objetivos	6
Premisas y Restricciones.....	6
Riesgos iniciales de alto nivel.....	6
Cronograma de hitos principales	7
Presupuesto estimado	8
Lista de Interesados (stakeholders)	8
Requisitos de aprobación del proyecto	8
Asignación del Gerente de Proyecto y nivel de autoridad	9
Gerente de Proyecto	9
Niveles de autoridad.....	9
Personal y recursos preasignados	10
Aprobaciones	10

Información del Proyecto**Datos**

Empresa / Organización	SEMAN PERU
Proyecto	ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGAMÉTRICA AÉREA.
Fecha de preparación	12 de Octubre 2015
Cliente	Prototipo
Patrocinador principal	Seman Perú
Gerente de Proyecto	Carlo Herold Castillo

Patrocinador / Patrocinadores

Nombre	Cargo	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)
Carlo Herold Castillo	Director del Proyecto	Ingeniería	Aeronáutica

Propósito y Justificación del Proyecto

El presente estudio de cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea, tiene como propósito cumplir con la necesidad de tener y mantener un registro fotográfico actualizado del litoral peruano, en especial de las zonas que son de difícil acceso por la vía terrestre.

Mencionaremos algunos puntos que justifican este proyecto:

Las fotografías aéreas verticales permiten determinar una gran cantidad de información referente a grandes extensiones de terrenos, distancias horizontales y verticales en los mismos, de ahí deriva la gran importancia de la fotogrametría como ciencia desarrollada para obtener medidas reales a partir de fotografías aéreas, para realizar mapas topográficos, mediciones y otras aplicaciones geográficas.

El reconocimiento aéreo se ha vuelto de gran valor para el levantamiento estadístico en los estudios del impacto del medio ambiente, las operaciones militares, vigilancia de las fronteras, detección de plantaciones clandestinas, reconocimiento de terrenos para la explotación minera o petrolera, observación del crecimiento de los bosques, planificación del crecimiento de las ciudades, planificar y coordinar las acciones a tomar para realizar labores de rescate o identificar a la población en situación de riesgo.

Descripción del Proyecto y Entregables

El Cálculo y diseño estructural modelo de la parte inferior del fuselaje, aplicable en aeronaves de categoría Ligera no presurizada, para la instalación mecánica de una cámara fotogramétrica aérea, cumple con, el detalle, construcción, montaje, pruebas, pruebas de operación comercial y el cumplimiento de las obligaciones y/o requerimientos que apliquen al Proyecto y a las actividades del mismo que sean de competencia del Contratista, establecidas en la normatividad legal vigente. Además se hace el cumplimiento de la normativa técnica, y las especificaciones para llevar a cabo la programación y el control para el desarrollo de los trabajos, teniendo el fiel desempeño en el control de calidad en todas las fases del proyecto.

Los Entregables están representados por los planos del Proyecto, los esquemas, las descripciones, los modelos. También los procesos operativos, los cambios organizativos y los cambios en los recursos humanos necesarios para que la organización los explote con éxito.

Requerimientos de alto nivel

Requerimientos del producto

1. Materiales

- a) Rivet MS 20470 AD4 – 4
 - 1. Material: 2117 - T4
 - 2. Diámetro: 1/8 “.
 - 3. Área de sección de remache: $A_1 = 0,01227$ pulg
- b) Rivet MS 20470 AD8 – 6
 - 1. Material: 2117 – T4
 - 2. Diámetro: 3/16”
 - 3. Área de sección de remache: $A_3 = 0,0276$ pulg²
- c) Plancha de duraluminio ALCLAD 2024 – T3 de espesores
 - 1. 0.040 pulg.
 - 2. 0.070 pulg.
 - 3. Esfuerzo de fluencia $\sigma_y = 50000$ psi
- d) Screw MS 27039-0816
- e) Nut plate MS 210591-08
- f) Removedor de Pintura.

2. Herramientas

- a) Clecros de 1/8”, 3/16”
- b) Botadores
- c) Brocas
- d) Alicata clecros
- e) Escuadra
- f) Metro
- a) Tornillo de banco
- b) Martillo de bola y baquelita
- c) Martillo de jebe
- d) Arco de sierra
- e) Lápiz y borrador
- f) Manguera de aire con conexión rápida

4. Equipos

- a) 02 taladros neumáticos
- b) 01 martillo neumático
- c) 01 cortador neumático
- d) 01 rectificadora
- e) 01 dobladora de planchas
- ≠ 01 taladro de pie

5. Manuales

- a) MANUAL DEL INGENIERO MECANICO DE MARKS Autor: Lionels S. Marks
- b) RESISTENCIA DE MATERIALES Autor: S. Timoshenko
- c) RESISTENCIA DE MATERIALES Autor: William A. Nash
- d) CESNA AIRCRAFT COMPANY. Model 402 – Illustrated Parts Catalog
- e) METALS HANDBOOK- EIGHTH EDITION – VOLUME I Properties and selection Metals. Properties of Wrought Aluminum Alloys – pag. 940 American Society For Metals.
- f) Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS-01).

Requerimientos del proyecto**1. Regulaciones Aeronáuticas del Perú**

- a) RAP 145 (Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas). Referencia: Ley de Aeronáutica Civil N° 27261 y su Reglamento. Anexo 8 (OACI) - Aeronavegabilidad - LAR 145. Revisión NE: Original - Fecha: 20.10.2009.
- b) RAP 21 (Certificación de Aeronaves y Componentes de Aeronaves.). Referencia: Anexo 8 (OACI) - Aeronavegabilidad LAR 21 Primera Edición. Ley de Aeronáutica Civil N° 27261 y su Reglamento. Revisión NE: Original - Fecha: 04.03.2014.
- c) RAP 43 (Mantenimiento, Mantenimiento Preventivo, Reconstrucción, Alteraciones.). Referencia: Anexo 8 (OACI) - Aeronavegabilidad Undécima Edición) LAR 43 (Primera Edición) Revisión NE: 01 Fecha: 08.05.2012

2. Libros y Manuales Técnicos

- a) Libro: Resistencia de Materiales. Autor: William A. Nash.
- b) Pilot's Operating Handbook and FAA Approved Airplane Flight Manual. Cessna Aircraft Company. 1977 Model 402B. 01 Oct. 1976.
- c) ASM Metals Handbook Volume 02 - properties and selection nonferrous alloys - purpose materials (3407).

3. Asesoría técnica

- a) Tco. Mecánico Estructuralista. Ivan Ramos Chumpitas.
- b) Tco. Mecánico Estructuralista. Gabriel Quihui Yucra

Objetivos

Objetivo	Indicador de éxito
Alcance	
El alcance se determina de acuerdo con el enunciado del alcance y las especificaciones técnicas del proyecto, el contrato, el presupuesto y el cronograma aprobado.	
Cronograma	
12 semanas a partir de la firma del contrato	
12 Oct.2015 al 01 Ene. 2016	
Costo	
Costo aproximado.	
USD \$ 34,480.00 dólares americanos	
Calidad	
Grado de calidad aceptable	
Cumple con las Regulaciones Aeronáuticas del Perú en su Parte 45, 21 y 43.	
Cumplimiento de los requisitos estipulados y gestión de los procesos garantizando la confianza en los productos, según los Objetivos de ISO 9001:2000. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.	
Logro de los Objetivos descritos por la norma, AS 9100 Sistemas de Gestión Aeroespacial.	
Otros	
-	

Premisas y Restricciones

1. Los permisos no obtenidos.
2. La poca información suministrada por las empresas a las que se entrevistaron, buscando un mayor registro de estos trabajos en el País.
3. Las limitaciones económicas calculadas al inicio del proyecto y las encontradas durante el desarrollo del mismo.
4. Los pocos recursos, con respecto al personal con los que se conto para el desarrollo del proyecto.
5. Los pocos recursos, con respecto al uso de la maquinaria necesaria para el desarrollo del proyecto.
6. La información confidencial que no se puede utilizar al tratarse de una entidad del estado (SEMAN), tales como, el difícil acceso a los planos de proyectos anteriores.

Riesgos de alto nivel

1. Baja importancia para dar inicio al proyecto.
2. No contar con la infraestructura técnica.
3. No contar con los recursos económicos a tiempo.
4. No contar con el espacio adecuado para realizar los trabajos.
5. Compartir el área de trabajo con otro grupo de diferente interés.
6. Inasistencia del Personal por falta de cumplimiento de condición Laboral.
7. Demora en la entrega de suministros.

Cronograma de hitos principales

Hitos	Fecha inicio	Responsable	Fase
Inicio Proyecto	12 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Inicio
Levantamiento de información de la empresa	12 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Planificación
Levantamiento de Información de tipo de aeronave	16 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Planificación
Levantamiento de Información de Estudio de Materiales	21 Oct. 2015	Jefe Proyecto	Planificación
Diseño Estructural Modelo	23 Oct. 2015	Diseñador	Ejecución
1er Control de Calidad - Ficha de control de calidad N° 1 "Evaluación de personal Técnico y Personal Gerencial del Proyecto" (anexo N° 13)	23 Oct. 2016	Inspector CC	Ejecución
2do Control de Calidad - Ficha de control de calidad N° 2 "Evaluación de equipamiento, Herramientas y Materiales" (anexo N° 14)	02 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Fabricación de partes-Larguerillo	02 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
3er Control de Calidad-larguerillo	03 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Fabricación de partes-Tapas	16 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
4to Control de Calidad-Tapas	20 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Fabricación de partes-Bridas	23 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
5to Control de Calidad-Bridas	27 Nov. 2015	Inspector CC	Ejecución
Trabajos Zona Lente Cámara	30 Nov. 2015	Mecánico	Ejecución
6to Control de Calidad-Lente	11 Dic. 2015	Inspector CC	Ejecución
Trabajos Zona Visor Cámara	14 Dic. 2015	Mecánico	Ejecución
7mo Control de Calidad-Visor	23 Dic. 2015	Inspector CC	Ejecución
Test de Prueba Final- Ficha de control de calidad N° 3 "Evaluación Final" (anexo N° 15).	28 Dic. 2015	Jefe Proyecto	Cierre
Fin de Proyecto	30 Ene. 2016	Jefe Proyecto	cierre

Presupuesto estimado

USD \$ 34,480.00 dólares americanos

Lista de Interesados (stakeholders)

Nombre	Cargo	Departamento / División
Internos		
Personal Designado por la Institución	Tco. Adm. Abastecimiento	Almacén
Personal Designado por la Institución	Administrativo	Logística
Personal Designado por la Institución	Administrativo	Ventas
Externos		
Personal Designado por la Institución	-	Institutos de investigación
Personal Designado por la Institución	-	Municipalidades
Personal Designado por la Institución	-	Empresas de vigilancia privada
Personal Designado por la Institución	-	Mineras
Personal Designado por la Institución	-	Petroleras
Personal Designado por la Institución	-	Gobiernos regionales
Personal Designado por la Institución	-	Estado peruano
Personal Designado por la Institución	-	Agrupaciones de ambientalistas
Personal Designado por la Institución	-	Empresas rescatistas
Personal Designado por la Institución	-	Empresas Turísticas

Requisitos de aprobación del proyecto

<p>El acta de entrega del proyecto debe estar firmada por el Gerente General de la Empresa contratante del servicio y contar con las validaciones y aprobación del área de Operaciones, así como también deberá cumplir con la norma regulatoria establecida por ley aeronáutica RAP 21 (Certificación de Aeronaves y componentes de aeronaves), cumplimiento de la normativa interna de la institución, y las normas de control de calidad.</p>
--

Asignación del Gerente de Proyecto y nivel de autoridad

Gerente de Proyecto

Nombre	Cargo	Departamento / División
Carlo Herold Castillo	Jefe de Proyecto	Ingeniería

Niveles de autoridad

Área de autoridad	Descripción del nivel de autoridad
Jefe del Proyecto	El jefe de proyecto tendrá la responsabilidad de la planificación, la ejecución y control del proyecto. Identificar y ordenar las etapas del proyecto. Deberá entender lo que hace cada equipo y en qué momento deben realizarlo. Deberá mantener contacto activo con los involucrados del proyecto. Supervisara el diseño, desarrollo, instalación y posterior mantenimiento de la solución. Deberá Motivar, evaluar y controlar al equipo que trabaja en el proyecto.
Asistente del Jefe del Proyecto	Persona que asistirá al jefe del proyecto en las labores que él demande. Este no tendrá la misma autoridad del jefe de proyectos. No podrá efectuar cambios en alguna fase del proyecto. No ejecutara solución alguna a problemas que se presenten en el desarrollo del proyecto sin la aprobación previa del jefe del proyecto. No podrá efectuar cambios en las labores del personal.
Inspector de Control de Calidad	Persona con la instrucción técnica o profesional en aeronáutica, con una experiencia comprobada en funciones que impliquen el control de calidad en procesos de producción. Será responsable de garantizar la realización de las pruebas necesarias para verificar la conformidad de los productos fabricados y que los materiales utilizados cumplan, con las especificaciones técnicas de calidad.
Diseñador	Persona encargada del diseño de la estructura modelo. Este tendrá la responsabilidad del manejo adecuado de las herramientas de software utilizadas para el desarrollo de este proyecto.
Mecánico	Técnico en Mantenimiento aeronáutico con la especialidad de Estructuras. Este se encargara de las tareas que demanden sus habilidades en este proyecto, es decir, las que involucran la alteración de la estructura de la aeronave con la implementación de la Cámara Fotogramétrica.

Pintor	Persona Autorizada por el jefe de proyecto. Esta tendrá la responsabilidad de las tareas de decapado y pintura que exija el presente proyecto.
--------	--

Personal y recursos preasignados

Recurso	Departamento / División	Responsable
Computador de escritorio Pentium i5	Jefatura	Jefe del proyecto
Impresora multifuncional	Jefatura	Jefe del Proyecto
Computador de escritorio Pentium i5	Diseño	Diseñador
Taladros neumáticos	Producción	Mecánico
Martillo neumático		
Cortador neumático		
Rectificadora		
Dobladora de planchas		
Taladro de pie		

Aprobaciones

Nombre	Fecha	Firma
Personal asignado por Seman Perú	12 Oct. 2015	
Jefe del Proyecto	12 Oct. 2015	

ANEXO N° 06

Tabla de Terminología Usada		
Item	Simbolo	Descripción
1	σ	Esfuerzo de tracción.
2	σ_y	Esfuerzo de fluencia de material.
3	σ_d	Esfuerzo de diseño de material.
4	σ_f	Esfuerzo de Fatiga.
5	σ_1	Esfuerzo Principal máximo.
6	σ_e	Esfuerzo Límite de Fatiga.
7	τ	Esfuerzo cortante
8	τ_y	Esfuerzo cortante de fluencia del material
9	τ_d	Esfuerzo cortante de diseño del material
10	n	Factor de seguridad.
11	N	Ciclos de vida
12	F	Fuerza longitudinal en larguerillo
13	F_R	Fuerza de corte puro en cada remache de área A3 en larguerillo original.
14	A_1	Área de la sección del remache de 1/8"
15	A_3	Área de la sección del remache de 3/16"
16	A	Área de la sección del elemento transversal del larguerillo sustituto
17	Z	Módulo de rigidez de elemento transversal de larguerillo sustituto.
18	A'	Área de la sección del elemento longitudinal de larguerillo sustituto y del larguerillo original.
19	I	Momento de inercia con respecto a eje y-y de elemento transversal de larguerillo sustituto.
20	M	Momento flector
21	C	Distancia máxima al extremo del eje y-y del área A
22	L	Longitud del elemento transversal del larguerillo sustituto
23	E	Módulo de elasticidad de material
24	u	Módulo de poisson de deformación
25	S	Distancia al centro del elemento transversal de larguerillo sustituto
26	f	Deformación producida por flexión
27	Q	Carga distribuida sobre superficie de sustentación del avión
28	W	Fuerza sobre tapa de zona de lente de cámara
29	W'	Fuerza sobre tapa de zona de visor de cámara
30	R	Radio de la tapa de lente de cámara: 7,874 pulg.
31	F'	Fuerza de corte puro en cada remache de área A3 en elemento transversal de larguerillo sustituto
32	T	Momento torsor
33	F_C	Fuerza de corte en cada remache producido por T
34	F_{CH}	Fuerza horizontal de corte en cada remache producido por T
35	F_{CV}	Fuerza vertical de corte en cada remache producido por T
36	F_{CT}	Fuerza de corte total en cada remache
37	t	Espesor compuesto de la tapa circular
38	r	Radio de tapa de visor de la cámara.

Listado estándar de cumplimiento de las normas de seguridad dentro de un taller de mantenimiento

1. La seguridad es una responsabilidad propia y una responsabilidad de todos solamente uno puede prevenir lesiones ocasionadas dentro del taller, es imposible recrear una situación de riesgo por lo que la primera regla es la prevención. La principal causa de accidentes es la falta de cuidado.
2. Todos los trabajos realizados en un taller llevan un proceso, todas las herramientas tienen una manera de ser utilizadas correctamente, es necesario evitar querer tomar atajos para acelerar el trabajo o ahorrar el esfuerzo requerido.
3. Todas las herramientas están expuestas a un proceso de desgaste debido al trabajo a que son sometidas. Es necesario antes de iniciar a trabajar con ellas una revisión de su estado y las condiciones en que se encuentran. Revisar puntos de seguridad como herramientas gastadas, dobladas, golpeadas, sin filo, deben ser evaluados.
4. Si se encuentra que alguna máquina o herramienta se encuentran defectuosas se deberá reportar inmediatamente.
5. Las máquinas herramienta representan un riesgo para las personas que no están familiarizadas con su uso. Antes de utilizar una máquina herramienta es necesario comprender completamente su utilización para prevenir accidentes
6. No se deberá utilizar una máquina o herramienta para un proceso distinto para la que fue diseñada.
7. Asimismo al utilizar una máquina herramienta es necesario poner completamente atención al proceso que se está desarrollando, dejar inatendida una máquina durante un proceso puede ocasionar un accidente. Es necesario encender una máquina solo al iniciar un proceso y apagarla al terminar este.
8. No se deben realizar acciones de ajuste o medición cuando una máquina este trabajando, de igual manera, para retirar una pieza en la que se esté trabajado es necesario esperar a que la máquina haya parado por completo.

9. Las personas que no estén siendo parte del trabajo desarrollado en una máquina deberán abstenerse de interrumpir el trabajo que se esté desarrollando en ella o de ocasionar que el operador desvíe su atención del trabajo realizado.
10. En caso de algún accidente con alguna máquina herramienta se deberán apagar las máquinas con las que se estén trabajando y solicitar la atención correspondiente a la emergencia.
11. Es necesario tomar la distancia adecuada de una máquina trabajando, con la finalidad de minimizar el riesgo por una falla que pudiera surgir. La zona de seguridad de una máquina está delimitada por las franjas pintadas en el piso, traspasar esta área mientras se esté trabajando supone un riesgo para el operador de la máquina como para aquel que traspasa la zona ya que alguna rebaba o movimiento del operador puede ocasionar un accidente.
12. Al circular dentro del taller es necesario tener en cuenta el área de trabajo que cada máquina requiere para trabajar, siempre hay que poner atención al caminar por áreas que pudieran estar ocupadas por materiales en procesos de trabajo.
13. De igual manera al trabajar con una máquina es necesario respetar los espacios destinados a circulación, esto con la finalidad de no obstruirlos al tráfico continuo y además a mantener los espacios abiertos durante alguna contingencia y se permita un rápido desalojo del taller.
14. Los materiales utilizados en los procesos de trabajo deberán ser ubicados en lugares donde no interfieran con las demás actividades que se realizan en el taller y deberá ponerse especial atención en su colocación a fin de evitar que se caigan y lastimen a otras personas.
15. No se permite correr o jugar dentro del taller.
16. No se permite fumar o encender cualquier fuego dentro del taller.

17. No se permite equipos de sonido tales como reproductores mp3, celulares, discman, memorias, etc. utilizar estos dispositivos distraen la atención y utilíalos con audífonos aumenta el riesgo de accidente ya que los cables pueden quedar atorados en cualquier herramienta o maquinaria.
18. En caso de incendio se deberá seguir los procedimientos establecidos por protección civil.
19. En el caso de algún accidente dentro del taller que requiera la evacuación del mismo se deberá realizar de manera ordenada dirigiéndose a las salidas de emergencia ubicadas con anticipación.
20. Es necesario mantener las áreas del taller limpias, es necesario tener especial cuidado con objetos o basura que pudieran ocasionar que las personas se resbalen o tropiecen, tales como viruta, rebabas, solventes o sobrantes y desperdicios de los materiales con los que se trabaja.
21. Todos los materiales sobrantes o de desperdicio deberán ser depositados en los contenedores de basura correspondientes, esta pedacería puede ocasionar un accidente si alguien se resbala con ellos.
22. Todas las máquinas utilizadas en un trabajo deberán estar limpias al terminar. esto asegurara que se mantengan en buenas condiciones.
23. Para limpiar una máquina con rebabas de material es necesario hacerlo con un cepillo o escoba, en ningún caso deberá hacerse con las manos o trapos ya que pueden ocasionar cortaduras.
24. Al terminar de utilizar una máquina o al realizar un ajuste o limpieza de la misma se debe verificar que este apagada y en su caso desconectada, debe esperarse también a que una máquina detenga todo su movimiento totalmente, en ningún caso se debe tratar de detener la máquina con la mano o algún otro objeto.
25. Las herramientas utilizadas durante un trabajo deberán mantenerse ordenadas en el área de trabajo, absteniéndose de regarlas por el taller, también deberán mantenerse limpias al terminar.

26. Con la finalidad de prevenir accidentes en el taller es necesario detectar condiciones de inseguridad, por lo mismo si alguien detecta alguna condición que ponga en riesgo nuestra seguridad deberá reportarlo para que sea evaluada y corregida.

Créditos al blog de NetLuis.

Diseñador Industrial egresado de la UNAM, Director de Factum, despacho especializado en el desarrollo de proyectos de diseño industrial, diseño de imagen gráfica, rotulación e impresión digital, exposición y señalización con 15 años de experiencia desarrollando proyectos para empresas e instituciones como UNAM, Correos de México, Secretaría de Gobernación, SCT, Multipack, Vitrocrisa, Cr Productos, ADL y Quimera Editores entre otras. Profesor a Nivel bachillerato en el Cetis No. 2 Diseño Industrial

ANEXO Nº 08

TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS

Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.

Tarjeta Nº 1

Date:

TASK

Fabricación de Partes, Larguerillo sustituto

Según plano DI-A-0010-05, realizar lo siguiente:

1 Elemento longitudinal del larguerillo sustituto

* Cortar y conformar en la dobladura de planchas cuatro angulos de 0.070" x 3/4" x 3/4" x 21" pulg. de longitud

* Cortar los extremos del elemento según plano para unirlos a los elementos transversales del larguerillo sustituto

2 Elemento transversal del larguerillo sustituto

* Cortar y conformar en la dobladura de planchas cuatro planchas de forma según plano de 0,070".

* Unir el elemento longitudinal con el elemento transversal del larguerillo sustituto con los remaches de 3/16" según plano.

3 El extremo del elemento transversal del larguerillo sustituto se medirá, cortara y se conformará en obra, para luego unirlo con el larguerillo original a través de remaches de 3/16".

4 Aplicar base sincromato a los elementos fabricados

Mecanico	Inspector

- - - END OF TASK - - -

ANEXO N° 09

TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS

Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.

Tarjeta N° 2

Date:

TASK

Fabricación de Partes, Tapas

Según plano DI-A-0010-06, realizar lo siguiente:

1 Tapa del orificio de lente de la cámara

- * Cortar dos (02) planchas de 400mm y 440 mm de diámetro de 0,070" y 0,040" respectivamente y unir las con remaches de 1/8" según plano.
- * Colocar en la tapa con remaches de 1/8" de diámetro las tees de 1/8"x3/4"x1" según plano.
- * Trazar y taladrar los agujeros para los tornillos de fijación de la tapa al fuselaje según plano.

2 Tapa de orificio de visor de cámara

- * Cortar una (01) plancha de 0,040" x 140 mm de diámetro según plano
- * Trazar y taladrar los agujeros para los tornillos de fijación de la tapa al fuselaje según plano.

3 Aplicar base sincromato a las tapas

Mecanico	Inspector

- - - END OF TASK - - -

ANEXO Nº 10

TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS

Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.

Tarjeta Nº 3

Date:

TASK

Fabricación de Partes, Bridas

Según plano DI-A-0010-05, realizar lo siguiente:

1 Brida de refuerzo de borde de orificios

- * Cortar una (01) plancha de 0,070" y calar según plano
- * Cortar el orificio de 440mm de diámetro según plano
- * Colocar las tuercas ancladas

2 Brida de refuerzo de zona de visor de cámara

- * Cortar una (01) plancha de 0,070" y calar según plano
- * Cortar el orificio de 140 mm de diámetro según plano
- * Colocar las tuercas ancladas

3 Aplicar base zincromato a las planchas

Mecanico	Inspector

- - - END OF TASK - - -

ANEXO Nº 12

TARJETA DE CONTROL DE TRABAJOS

Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.

Tarjeta Nº 5

Date:

TASK

Procedimientos en zona del visor de la cámara

- 1 Remover el piso de cabina comprendido entre las estaciones FS 237 y FS 255
- 2 Efectuar corte del orificio de 14 cm. Ø
- 3 Realizar el tratamiento anticorrosivo de la zona, aplicando removedor, lija y lavar posteriormente la zona
- 4 Aplicar base sincromato a la zona y luego la pintura de acabado final
- 5 Colocar la brida de 0.070" de espesor, en la zona de corte y unir con remaches al fuselaje , según plano Nº DI-A-0010-03, colocando entre ambas planchas una capa de PRC
- 6 Resanar la zona con pintura de acabado
- 7 Limpiar y cerrar el piso de la cabina comprendido entre las estaciones FS 237 y FS 255

Mecanico	Inspector

- - - END OF TASK - - -

EVALUACION DE PERSONAL TECNICO Y PERSONAL GERENCIAL DEL PROYECTO

Ficha Control de Calidad N° 01

Nombre del Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAMÉTRICA AÉREA.

Jefe del Proyecto: _____

Inspector de Control de Calidad: _____

fecha: _____

Referencia	Aspectos a verificar	Nivel de Cumplimiento	Evidencia Objetiva
	* Verificar que el Proyecto cuenta con un Gerente responsable	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	* Verificar que existe un documento de compromiso que garantice que la OMA cuenta con los recursos para dar cumplimiento al siguiente proyecto.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	* verificar que los trabajos esten autorizados y se realicen de acuerdo a los procedimientos y a la politica de calidad establecidos por la OMA.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	* verificar que en la estructura organica presentada en el proyecto actual esta reglejado que el personal le reporta al gerente responsable.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	* verifiar que el proyecto cuenta con un plan horas-hombre que permita demostrar la capacidad para realizar las actividades de planificacion, ejecucion, supervicion, inspeccion y monitoreo.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	* verificar que en el plan horas-hombre se reflejan todos los eventos planificados para la ejecucion y control de los trabajos.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	

ANEXO N° 13

	<p>* Verificar que el personal que se desempeñe en el area de planificacion demuestre ser capaz de analizar y evaluar la informacion, para luego reflejarlas en tareas de ejecucion de trabajos</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										
	<p>* Verificar que el personal de mecanicos realice las tareas programadas para la ejecucion de los trabajos de a cuerdo a lo planificado para este fin.</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										
	<p>* Entrevistar al personal de mecanicos de mantenimiento de aeronaves y verificar si tiene conocimiento en cuanto a su responsabilidad asignada.</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										
	<p>* Verificar que el personal cuenta con la experiencia necesaria en el campo a desempeñarse y que esta experiencia se justifique con un a licencia emitida por la DGAC.</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										

EVALUACION DE EQUIPAMIENTO, HERRAMIENTAS Y MATERIALES
--

Ficha Control de Calidad N° 02

Nombre del Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.

Jefe del Proyecto: _____

Inspector de Control de Calidad: _____

fecha: _____

Referencia	Aspectos a verificar	Nivel de Cumplimiento	Evidencia Objetiva
	Verificar que la organización de mantenimiento esté equipada con las maquinarias, herramientas y equipos para realizar las actividades de este proyecto eficientemente; y que siempre se encuentran disponibles en las áreas de trabajo.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	Verifique que según los documentos existentes en la OMA donde se desarrolla el proyecto, los equipos y herramientas utilizados son los recomendados por el fabricante, o equivalentes aceptables para la DGAC.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	Si existe el uso de herramientas equivalentes verificar que los datos evidencien también la precisión, que demuestre que es igual o mejor que el del recomendado por el fabricante de los equipos / herramientas	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	Verificar que exista archivo o expediente por cada herramienta y equipamiento especiales, con todos sus datos.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	Verificar que las herramientas y equipamiento que son utilizados y que requieran calibración, estén con su calibración actualizada.	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	

ANEXO N° 14

	<p>Verificar que en las instalaciones de almacenamiento, existe un área destinada exclusivamente a la recepción y entrega de repuestos</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que el área de almacenamiento esté limpia, bien ventilada, a temperatura constante y aire seco.</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que no exista presencia de envases abiertos de productos químicos que sean volátiles y tóxicos.</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que el área destinada para colocar los recipientes de productos comprimidos a alta presión, tales con oxígeno, nitrógeno aire etc., estén almacenados en lugares aislados del resto de los elementos y seguros.</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que los productos están almacenados y protegidos con un material que evite los daños por corrosión.</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que existen documentos de respaldo para todo el material que ingresa al almacén que justifique su trazabilidad.</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que se lleva un control sobre los materiales tales como sellos de goma, productos químicos, etc., que tengan asignado un recurso total calendario (vida útil).</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	<p>Verificar que todos los materiales que no estén aptos para el uso (trazabilidad) estén en un área aislada para evitar su utilización (área de cuarentena).</p>	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	

EVALUACION FINAL

Ficha Control de Calidad N° 03

Nombre del Proyecto: ESTUDIO DE CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL MODELO, DE LA PARTE INFERIOR DEL FUSELAJE, APLICABLE EN AERONAVES DE CATEGORÍA LIGERA NO PRESURIZADA, PARA LA INSTALACIÓN DE UNA CÁMARA FOTOGRAFÉTRICA AÉREA.

Jefe del Proyecto: _____

Inspector de Control de Calidad: _____

fecha: _____

Referencia	Aspectos a verificar	Nivel de Cumplimiento	Evidencia Objetiva
	Verificar que la documentación entregada tiene toda la información necesaria y apropiada para determinar que el Estado de diseño ha certificado que el producto ha sido examinado, probado y encontrado que cumple con los estándares de Aeronavegabilidad	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	
	Para el caso de una Aprobación de una Memoria Técnica “solo para una aeronave”, verificar: a) La modificación o reparación mayor sea pequeña en su dimensión y no requiere para su ejecución tareas muy complejas b) Sustento de una inspección técnica de conformidad de mantenimiento realizada por un técnico de mantenimiento u una OMA. c) La aprobación es únicamente para la aeronave afectada. d) La utilización y llenado de 03 ejemplares del formato RAP 002 ene l cual se consigne en el block 3 el sello establecido en el párrafo 2.4.3 a) del Capítulo 6 del MIA. e) Verificar la remisión de los formularios debidamente sellados al solicitante para el inicio de las actividades motivo de su solicitud, y la confección de un memorando dirigida al CTA sobre la actividad aprobada para conocimiento	<input type="checkbox"/> Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Satisfactorio <input type="checkbox"/> No Aplicable <input type="checkbox"/> No Verificada	

ANEXO N° 15

	<p>Verificar que la solicitud este orientada a las siguientes reparaciones mayores que dentro la capacidad pueden ser evaluadas por la DGAC</p> <p>a) De las vigas. b) De los larguerillos o cuadernas del ala. c) De los largueros de ala y estabilizadores. d) De las pestañas (cuerdas) del larguero de ala. e) De alma de poco espesor de las vigas. f) De los larguerillos de fuselaje. g) Empalmes del recubrimiento (piel).</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										
	<p>Si la aeronave requiere un vuelo para demostrar que no han sido afectadas las características de vuelo original, se deberá coordinar un plan prueba de demostración de vuelo. Coordinar con un inspector de operaciones y con el explotador.</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										
	<p>Verificar la aprobación /aceptación de suplementos de manuales (por ejemplo AFM) derivados como consecuencia de la modificación o reparación mayor.</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										
	<p>Si el peso y balance de la aeronave fuera afectado como consecuencia de una modificación o reparación mayor, verificar que:</p> <p>a) El explotador efectúe un nuevo cálculo del peso y balance, b) Este nuevo cálculo será ingresado en los registros correspondientes (Lista de Verificación de peso y balance del explotador) y en el bloque 8. "Descripción del Trabajo" del Formulario RAP 002). c) Se consigne el peso retirado, el peso añadido y su correspondiente brazo con respecto al centro de gravedad de la aeronave. En el caso que no se cuente con los datos antes indicados, se deberá a proceder a realizar el pesado físico de la aeronave.</p>	<table border="1"> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Satisfactorio</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Aplicable</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>No Verificada</td></tr> </table>	<input type="checkbox"/>	Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio	<input type="checkbox"/>	No Aplicable	<input type="checkbox"/>	No Verificada	
<input type="checkbox"/>	Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Satisfactorio										
<input type="checkbox"/>	No Aplicable										
<input type="checkbox"/>	No Verificada										

ANEXO Nº 16

IDENTIFICACION DE LOS RECURSOS

	Item	Descripcion	Material	Tamaño	Cant.	Observacion
MATERIALES	1	Rivet MS 20470 AD4 – 4	2117 - T4	1/8"	ARM	
	2	Rivet MS 20470 AD8 – 6	2117 – T4	3/16"	ARM	
	3	Plancha de duraluminio	ALCLAD 2024 – T3	std	2	espesor 0.040 pulg
	4	Plancha de duraluminio	ALCLAD 2024 – T3	std	2	espesor 0.070 pulg
	5	Screw MS 27039-0816	ARM	SEPD	SEPD	
	6	Nut plate MS 210591-08	ARM	SEPD	SEPD	
	7	Removedor de pintura	ARM	SEPD	SEPD	
	8	Lijas grano fino	ARM	SEPD	SEPD	
	9	Sellante PRC	ARM	SEPD	SEPD	
	10	Base zincromato	ARM	SEPD	SEPD	
	11	Pintura de acabado final	ARM	SEPD	SEPD	
HERRAMIENTAS	12	Clecos	COBRE	1/8"	ARM	
	13	Clecos	ORO	3/16"	ARM	
	14	Botadores			ARM	
	15	Brocas			ARM	
	16	Alicate clecos			ARM	
	17	Escuadra			ARM	
	18	Metro			ARM	
	19	Disco de corte			ARM	
	20	Destornillador estrella			ARM	
	21	Destornillador plano			ARM	
	22	Llaves mixtas		3/32"	ARM	
	23	Llaves mixtas		1/2"	ARM	
	24	Llaves mixtas		9/16"	ARM	
	25	Tijera de corte			ARM	
	26	Avellanador			ARM	
	27	Tornillo de banco			ARM	
	28	Martillo de bola y baquelita			ARM	
	29	Martillo de jebe			ARM	
	30	Arco de sierra			ARM	
	31	Lápiz y borrador			ARM	
	32	Manguera de aire con conexión rápida			ARM	
	33	Tensores de madera			ARM	
EQUIPOS	34	Taladros neumáticos			2	
	35	Martillo neumático			1	
	36	Cortador neumático			1	
	37	Rectificadora			1	
	38	Dobladora de planchas			1	
	39	Taladro de pie			1	
NOTA:						
SEPD	Según Estudio Previo de Diseño					
ARM	A Requerimiento del Mecanico					

Fuente: El Autor