

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**MENCIÓN MOTORES**

**CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE DOS CARROS  
TRANSPORTADORES PARA LOS RECIPIENTES DE GAS COMPRIMIDO  
OXÍGENO Y NITRÓGENO QUE MANEJA LA AEROLINEA VIP S.A. EN EL  
AREA DE MANTENIMIENTO**

**POR:**

**TOBAR MOLINA ROBERTO ALFREDO**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del**

**Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**MENCIÓN MOTORES**

**2010**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. TOBAR MOLINA ROBERTO ALFREDO, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA - MOTORES.

---

Ing. Félix Manjarrés A.

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, 27 de octubre del 2010

## **DEDICATORIA**

A mi madre María Piedad, por ser el pilar fundamental de mi desarrollo diario; por cada palabra de apoyo, cada voto de confianza, cada despertar amoroso y cada anochecer de esperanza.

Por ser el más especial de mis ángeles de la guarda, te dedico mamita, el fruto de este y de todos los peldaños que escalaré en mi vida.

A mi padre Raúl Alfredo, por inculcar en mi espíritu el deseo insaciable de ser mejor cada día; por ser y enseñarme a ser un trabajador incansable; he aprendido de ti que el esfuerzo diario es el camino de la superación; por el consejo, la palabra, la experiencia, el ahínco, la responsabilidad y honestidad en cada paso; este trabajo es para ti.

Esta sensación de victoria se la dedico a mi ñañito Andrés; pues no conozco a alguien más, que haya disfrutado tanto de estos sabores. Me has enseñado a ser perseverante, único y auténtico. Tu inagotable y ansiosa necesidad de aprender cada vez más, me ratifica en el pensamiento de que sólo así se llega al éxito.

Todo lo que me queda por dedicar, aunque sé que no es mucho, es el resto de mi mente y corazón; mis ideales, sentimientos, principios y convicciones. Esta última frase y todo lo que representa; Andrea Monserrath, es para ti...

**ROBERTO ALFREDO**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente la bendición de Dios, por haberme dado la vida, la salud y la capacidad de haber culminado un objetivo y una meta más en mi vida que es finalizar mi carrera educativa de Mecánica Aeronáutica, pues de esta manera he avanzado un paso más en la lucha y el camino del éxito personal.

Especial agradecimiento siento por mis padres y hermano, que siendo mi compañía diaria, mi apoyo, soporte y seguridad; son los principales participes de este pedacito de éxito que es culminar mi carrera. Gracias por el soporte y ayuda económica y por sobre todas las cosas el apoyo moral que de su parte, nunca me faltó; María Piedad, Raúl Alfredo y Francisco Andrés, gracias y mil gracias.

Quienes hicieron posible la realización de este proyecto, el personal técnico de VIP S.A. y en especial los señores Carlos Almeida, Fernando Torres, Alexis Sánchez, Segundo Taipe y Carlos Leiva; muchas gracias por darme la mano en toda inquietud y pregunta con respecto a mi trabajo diario en la empresa y en mi trabajo de graduación.

Especial agradecimiento al ingeniero Félix Manjarrés por ser mi guía y mentor en el camino de la realización de esta tesis, gracias inge por su tiempo, paciencia y apoyo incondicional.

Pedrito, Alejo, Andrés, Max, Santiago, Boris, Jorge, Osvaldo, Cristian, Anita, Lobo, Patrick, teacher Revelo; mi familia en Latacunga, gracias por su amistad sincera.

**ROBERTO ALFREDO.**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Páginas
CARÁTULA .....	i
CERTIFICACIÓN .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xvii
RESUMEN .....	xviii
SUMMARY .....	xix

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1. Introducción .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Justificación e importancia .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 General .....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 Alcance .....	4

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Fundamentación teórica .....	5
2.1.1	Avión en general .....	5
	Avión .....	5
	Alas .....	6
	Superficies de control de vuelo .....	7
	Fuselaje .....	9
	Empenaje.....	12
	Grupo motor.....	13
	Motor a pistón .....	13
	Turborreactor .....	14
	Turbofan.....	16
	Turbohélice .....	17
	Tren de aterizaje .....	19
2.1.2	Generalidades del avión Dornier 328-100 mod. 20.....	20
2.1.3	Equipos de apoyo en tierra .....	22
2.1.4	Fundamentos y operación del sistema de oxígeno del	
	Dornier 328 .....	23
	LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE COMPONENTES....	23
	ALMACENAMIENTO .....	24
	Cilindro de oxígeno de 1445 litros (50ft <sup>3</sup> ).....	24
	Conjunto de válvulas.....	25

Válvula shut off .....	25
Conjunto del diafragma .....	26
Válvula de alivio .....	26
Tubo de ventilación .....	26
Malla filtrante.....	26
Asentamiento primario .....	26
Puerto de suministro de baja presión.....	26
Puerto sensor de presión .....	27
Puerto de descarga hacia el exterior .....	27
Puerto de recarga .....	27
Válvula de llenado.....	28
Indicador de presión .....	29
Línea de llenado HP .....	29
Línea capilar de alta presión .....	29
Conjunto de mangueras de descarga .....	29
Conjunto de mangueras de suministro LP .....	29
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	29
Oxígeno de tripulación .....	29
Válvula de sellado .....	30
Válvula de lanzadera .....	31
Válvula de separación.....	32
Máscara de tripulación .....	33
Regulador de demanda.....	34

Válvula de purga .....	34
Nivelador de aplicación .....	35
Indicador de flujo.....	35
Micrófono .....	35
Vaso para máscara .....	36
Retenedor de máscara.....	36
Válvula de salida para tripulación .....	36
Visores contra humo .....	36
Líneas de suministro LP.....	37
Oxígeno para pasajeros.....	37
Switch de altitud.....	38
Reguladores compensadores de altitud.....	39
Válvula de solenoide 4MO y 15MO.....	41
Válvula de sello.....	42
Válvula de lanzadera con resorte.....	42
Unidades de caída libre .....	42
Máscaras de primeros auxilios.....	44
Puertos de salida para primeros auxilios .....	45
Máscara de demostración.....	46
Conjuntos de mangueras .....	46
Válvula de alivio de presión .....	46
OPERACIÓN .....	46
Oxígeno para tripulación.....	46



Oxígeno para pasajeros.....	47
Modo conectado .....	48
Aislando al sistema de pasajeros.....	48
INDICACIÓN.....	51
LOCALIZACION Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES....	51
Interruptores de baja presión 11MO y 10MO .....	51
Sensor de presión/temperatura 12MO .....	52
Indicador de presión .....	52
Indicador de descarga externo.....	53
Indicador de flujo.....	53
OPERACIÓN .....	53
Cantidad de oxígeno en el cilindro .....	53
Advertencia a tripulación de baja presión .....	54
Modo de sistema de pasajeros .....	54
Advertencia de baja presión de pasajeros .....	54
Operación en campos de gran altitud .....	55
Micro Air Data Computer (MADC).....	55
Luces de información a los pasajeros.....	56
2.1.5 Elementos del avión Dornier 328 que se relacionan con el uso del nitrógeno .....	60
Tren de aterrizaje principal.....	60
Absorvedor de impactos del tren de aterrizaje principal .....	60
OPERACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL .....	62

Sensores de proximidad de peso sobre ruedas (WOW) .....	62
Retracción del tren .....	62
Extensión del tren .....	62
Puertas.....	63
Tren de aterrizaje de nariz .....	63
Montante amortiguador del tren de aterrizaje .....	63
OPERACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ .....	66
Sensores de proximidad de peso sobre ruedas.....	66
Retracción del tren de aterrizaje de nariz.....	67
Extensión del tren de aterrizaje de nariz .....	67
Ruedas.....	68
Rueda de nariz.....	68
Rueda principal .....	69
2.1.6 Tareas de mantenimiento que conllevan al uso de cilindro de gas comprimido.....	70
2.1.7 Datos técnicos sobre el oxígeno y nitrógeno .....	71
Oxígeno .....	72
Nitrógeno .....	73

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Diseño.....	75
3.1.1 Proceso de diseño del carro transportador .....	76
3.2 Análisis de esfuerzos de la estructura .....	79

3.2.1	Análisis de esfuerzos con Autodesk Inventor.....	80
3.2.2	Análisis de esfuerzos con cálculos manuales .....	83
3.3	Construcción .....	87
3.3.1	Adquisición.....	87
3.3.2	Orden de construcción del carro transportador.....	87
3.3.3	Construcción de las vigas estructurales del carro .....	88
3.3.4	Fabricación de las chapas y placas del carro .....	90
3.3.5	Construcción de los cajones de herramientas .....	91
3.3.6	Ensamblaje del carro transportador .....	92
3.3.7	Pintura y acabados de la herramienta .....	94
3.3.8	Equipar el carro con herramientas y accesorios .....	94
3.4.	Diagramas de procesos .....	95
3.4.1	Diagramas de proceso de construcción .....	96
3.4.2	Construcción de las vigas estructurales del carro.....	97
3.4.3	Construcción de chapas y placas laterales .....	98
3.4.4	Construcción de los cajones de herramientas .....	99
3.4.5	Ensamblaje, pintura y acabado del carro .....	100
3.5.	Codificación de máquinas, herramientas y equipo.....	101
3.6.	Tabulación de procesos.....	102
3.7.	Pruebas y evaluaciones del carro transportador.....	102
3.8.	Elaboración de manuales .....	103
3.8.1	Manual General de Mantenimiento del carro transportador de cilindros de nitrógeno .....	104

3.8.2	Manual General de Mantenimiento del carro transportador de cilindros de oxígeno .....	116
3.9.	Presupuesto.....	128
3.9.1	Cotizaciones .....	128
3.9.2	Costos primarios .....	128
3.9.3	Máquinas y herramientas.....	129
3.9.4	Costos secundarios .....	129

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1.	Conclusiones .....	131
4.2.	Recomendaciones .....	132
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	134
	ABREVIATURAS Y SIGLAS .....	140
	BIBLIOGRAFÍA .....	143
	HOJA DE VIDA .....	234
	HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS .....	236
	HOJA DE CESIÓN DE DERECHOS .....	237

### **ÍNDICE DE TABLAS**

#### **TABLAS DEL TEMA**

	Páginas
Tabla 2.1 “Ratas de flujo de oxígeno” .....	40
Tabla 2.2 “Tipos de ruedas usadas en el avión Do-328” .....	68
Tabla 3.1 “Propiedades físicas del proyecto” .....	80
Tabla 3.2. “Generalidades sobre la simulación de concentración de	

esfuerzos .....	80
Tabla 3.3 “Secciones transversales” .....	81
Tabla 3.4 “Modelo de viga” .....	82
Tabla 3.5 “Vínculos rígidos” .....	82
Tabla 3.6 “Lista de herramientas y accesorios para los carros” .....	87
Tabla 3.7 “Simbología de los diagramas de proceso” .....	96
Tabla 3.8 “Codificación de máquinas” .....	101
Tabla 3.9 “Codificación de herramientas” .....	101
Tabla 3.10 “Tabulación de procesos” .....	102
Tabla 3.11 “Pruebas y evaluaciones de los transportadores” .....	103
Tabla 3.12 “Lista de manuales para los carros transportadores” .....	103
Tabla 3.13 “Costos primarios” .....	128
Tabla 3.14 “Máquinas y herramientas” .....	129
Tabla 3.15 “Costos secundarios” .....	130

### **TABLAS DE ANTEPROYECTO**

Tabla 3.1 “Tabulación de datos pregunta 1” .....	171
Tabla 3.2 “Tabulación de datos pregunta 2” .....	172
Tabla 3.3 “Tabulación de datos pregunta 3” .....	173
Tabla 3.4 “Tabulación de datos pregunta 4” .....	174
Tabla 3.5 “Tabulación de datos pregunta 5” .....	176
Tabla 3.6 “Tabulación de datos pregunta 6” .....	177
Tabla 3.7 “Tabulación de datos pregunta 7” .....	179
Tabla 3.8 “Tabulación de datos pregunta 8” .....	180
Tabla 3.9 “Tabulación de datos pregunta 9” .....	181
Tabla 3.10 “Tabulación de datos pregunta 10” .....	183
Tabla 3.11 “Tabulación de datos pregunta 11” .....	185

Tabla 3.12 “Lista de materiales a incluirse en los transportadores” .....	187
Tabla 5.1 “Lista de precios” .....	192

## ÍNDICE DE FIGURAS

### FIGURAS DEL TEMA

	Páginas
Fig. 2.1 “Avión Learjet 45” .....	6
Fig. 2.2 “Tipos de formas de ala” .....	7
Fig. 2.3 “Superficies de control de vuelo” .....	9
Fig. 2.4 “Fuselaje de tipo reticular” .....	10
Fig. 2.5 “Fuselaje de tipo monocasco” .....	11
Fig. 2.6 “Fuselaje de tipo semi-monocasco” .....	12
Fig. 2.7 “Tipos de formas de Empenaje” .....	13
Fig. 2.8 “Motor a pistón” .....	14
Fig. 2.9 “Motor turborreactor, compresor centrífugo” .....	16
Fig. 2.10 “Motor turbofan, compresor axial” .....	17
Fig. 2.11 “Motor turbohélice (turboprop)” .....	19
Fig. 2.12 “Tren de aterrizaje” .....	20
Fig. 2.13 “Avión Dornier 328-100 mod 20 VIP S.A.” .....	20
Fig. 2.14 “Cabina Do-328” .....	22
Fig. 2.15 “Recipiente de oxígeno del avión Do-328” .....	24
Fig. 2.16 “Conjunto de válvulas” .....	25
Fig. 2.17 “Válvula de llenado” .....	28
Fig. 2.18 “Válvula de sellado” .....	30
Fig. 2.19 “Válvula de lanzadera” .....	31
Fig. 2.20 “Válvula de separación” .....	32
Fig. 2.21 “Máscara de oxígeno para tripulación” .....	33

Fig. 2.22 “Switch de altitud” .....	38
Fig. 2.23 “Regulador compensador de altitud” .....	40
Fig. 2.24 “Válvulas de solenoide 4MO y 15MO” .....	41
Fig. 2.25 “Unidades de caída libre” .....	43
Fig. 2.26 “Máscara de oxígeno para primeros auxilios” .....	44
Fig. 2.27 “Puertos de salida de oxígeno para primeros auxilios” .....	45
Fig. 2.28 “Circuito de operación sistema de oxígeno Do-328 (1 de 2)” ....	49
Fig. 2.29 “Circuito de operación sistema de oxígeno Do-328 (2 de 2)” ....	50
Fig. 2.30 “Esquema localización de componentes del sistema de oxígeno Del Do-328” .....	51
Fig. 2.31 “Circuito de indicación sistema de oxígeno Do-328 (1 de 2)” ....	56
Fig. 2.32 “Circuito de indicación sistema de oxígeno Do-328 (2 de 2)” ....	57
Fig. 2.33 “Descripción mensajes página “CPCS/OXYGEN” en MFD” .....	58
Fig. 2.34 “Descripción mensajes página “SYS MAINT” en el MFD” .....	59
Fig. 2.35 “Panel de oxígeno en OVERHEAD PANEL” .....	59
Fig. 2.36 “Absorvedor de impactos del tren de aterrizaje principal” .....	60
Fig. 2.37 “Montante amortiguador del tren de aterrizaje de nariz” .....	65
Fig. 2.38 “Componentes superiores del tren de aterrizaje de nariz” .....	66
Fig. 2.39 “Tambor de rueda de nariz (mitades interna y externa)” .....	68
Fig. 2.40 “Tambor de rueda principal (mitades interna y externa)” .....	69
Fig. 3.1 “Pre-diseño del carro transportador” .....	76
Fig. 3.2 “Esquema de partes del carro transportador” .....	77
Fig. 3.3 “Diseño final del carro transportador” .....	79
Fig. 3.4 “Distribución de cargas en la estructura” .....	83
Fig. 3.5 “Diagramas de fuerzas cortantes” .....	84
Fig. 3.6 “Diagrama de distribución de fuerzas” .....	86
Fig. 3.7 “Medición y trazado vigas estructurales” .....	89

Fig. 3.8 “Corte de las vigas estructurales” .....	89
Fig. 3.9 “Pulido de la superficie cortada” .....	90
Fig. 3.10 “Medición y trazado de placas laterales” .....	91
Fig. 3.11 “Cajones de herramientas construidos” .....	92
Fig. 3.12 “Soldadura de la estructura” .....	93
Fig. 3.13 “Carros transportadores y cajones de herramientas listos” .....	93
Fig. 3.14 “Modelos terminados” .....	94
Fig. 3.15 “Carros equipados con accesorios” .....	95
Fig. 3.16 “Diagrama de proceso construcción de vigas estructurales” .....	97
Fig. 3.17 “Diagrama de proceso chapas y placas laterales” .....	98
Fig. 3.18 “Diagrama de proceso construcción de cajones de herramientas” .....	99
Fig. 3.19 “Diagrama de proceso ensamblaje y terminado de carros” .....	100

### FIGURAS DEL ANTEPROYECTO

	Páginas
Fig. 3.1 “Representación gráfica resultados pregunta 1” .....	171
Fig. 3.2 “Representación gráfica resultados pregunta 2” .....	172
Fig. 3.3 “Representación gráfica resultados pregunta 3” .....	173
Fig. 3.4 “Representación gráfica resultados pregunta 4” .....	175
Fig. 3.5 “Representación gráfica resultados pregunta 5” .....	176
Fig. 3.6 “Representación gráfica resultados pregunta 6” .....	178
Fig. 3.7 “Representación gráfica resultados pregunta 7” .....	179
Fig. 3.8 “Representación gráfica resultados pregunta 8” .....	180
Fig. 3.9 “Representación gráfica resultados pregunta 9” .....	182
Fig. 3.10 “Representación gráfica resultados pregunta 10” .....	184
Fig. 3.11 “Representación gráfica resultados pregunta 11” .....	185



Fig. 5.1 “Diseño básico del carro transportador” .....	189
--	-----

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO A: Anteproyecto de grado .....	145
ANEXO B: .Ubicación del cilindro de oxígeno .....	193
ANEXO C: Ubicación del cilindro de nitrógeno.....	193
ANEXO D: Estado actual de la rampa de acceso a los cilindros de nitrógeno .....	194
ANEXO E: Carro transportador único.....	194
ANEXO F: Ficha de observación al personal técnico de mantenimiento de VIPSA.....	195
ANEXO G: Encuesta para el personal técnico de mantenimiento de VIPSA.....	196
ANEXO H: Formato de la encuesta.....	197
ANEXO I: Nitrogen Service Cart.....	200
ANEXO J: Nitrogen Service Cart.....	201
ANEXO K: Oxygen trolley .....	202
ANEXO L: Oxygen trolley .....	203
ANEXO M: JIC 12-13-00 .....	209
ANEXO N: JIC 12-19-00 .....	209
ANEXO O: Hoja de seguridad de oxígeno .....	212
ANEXO P: Hoja de seguridad de nitrógeno.....	218
ANEXO Q: Autodesk Inventor .....	224
ANEXO R: Resultados de la simulación estática de la estructura mediante Autodesk Inventor.....	227
ANEXO S: Planos de construcción de carro transportador .....	232

## RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo, desarrollar un proceso de investigación para analizar las mejores alternativas de solución, a la necesidad de mejorar el transporte de cilindros de nitrógeno y oxígeno; desde su lugar de almacenamiento hacia la plataforma de aviones, que presenta el personal de mantenimiento de la Aerolínea VIP S.A. e implementar una solución técnica y eficiente para esta tarea.

La opinión de las personas de mantenimiento fue fundamental para conocer las verdaderas necesidades y requerimientos que el futuro operador de la herramienta puede tener, para hacer su trabajo más eficiente, rápido y cómodo posible. Tomando en cuenta, adicionalmente la investigación documental realizada, se concluyó que, la mejor forma de solventar este problema es construir e implementar en el departamento, dos carros transportadores de cilindros de gas comprimido.

Estas herramientas, serán diseñadas específicamente para trabajar bajo las condiciones que existen en una aerolínea obedeciendo normas de seguridad y operación en plataforma. Cada uno de los carros será destinado al transporte de un cilindro en especial; además incluirán herramientas y accesorios específicos para cumplir tareas de servicio en el avión para las cuales se requiera el uso de nitrógeno ó de oxígeno.

Al tener estas características, y estar contruidos especialmente para cumplir las metas antes mencionadas, los carros transportadores, que cuentan con un diseño moderno, estético y sobre todo funcional, se constituyen en la respuesta idónea que el personal de técnicos de mantenimiento de VIP S.A. requiere en su trabajo.

## SUMMARY

The present work has like objective, to deploy an investigate process to analyze the best choices of solve, to the need of improve the transport of nitrogen and oxygen cylinders; from their stowage place to the aircrafts' ramp; that the maintenance personnel of VIP S.A. airline presents; and implement a technical and efficient solve for this task.

The maintenance people opinion was essential to know the real need and requires that the future operator of these tools, could have, to do their work more efficient, quicker and comfortable as possible. Besides, taking on count the document investigation performed, concluded that the best way to solve this problem is, to build two transport cars of compressed gases cylinders and implement them in the maintenance department.

These tools will be designed specifically to work under the conditions that exist in an airline platform, obeying security and operation methods on ramp. Each one of the cars will be made up for the transport of just one special cylinder; besides they will include specifics hand tools and accessories to accomplish servicing tasks on the aircraft for which, the use of nitrogen or oxygen are required.

Having these characteristics and being built up especially for complete the objectives mentioned before, the transporter cars, which have a modern, esthetic and functional design, constitute the best answer for the issue, that the technical maintenance personal of VIP S.A. affront in their work.

## **CAPÍTULO I**

### **CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE DOS CARROS TRANSPORTADORES PARA LOS RECIPIENTES DE GAS COMPRIMIDO DE OXÍGENO Y NITRÓGENO QUE MANEJA LA AEROLÍNEA VIP S.A. EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO**

#### **1 Introducción**

##### **1.1 Antecedentes**

Al ser VIP S.A., una aerolínea en plena evolución y desarrollo; su actividad comercial está ampliamente sustentada con la operación, actualmente, de dos de sus tres aeronaves Dornier 328 (HC-CFC y HC-CFS); aviones que se encuentran al máximo de su capacidad operativa, gracias a la buena labor del personal de la empresa, y fundamentalmente del compromiso del área de mantenimiento, de priorizar siempre la aeronavegabilidad de los aviones por sobre cualquier circunstancia o eventualidad.

Para desempeñar las tareas de línea de vuelo y mantenimiento en las aeronaves; VIP S.A. cuenta con un extenso conjunto de equipos de apoyo en tierra; de los cuales se citarán los más comúnmente usados, los GSE (Ground Support Equipment) más utilizados son: Planta de voltaje DC o Ground Power Unit, escaleras de diversas dimensiones, remolcadores, barras de tiro, gatos hidráulicos, compresores de aire, eslingas de izamiento, drenadores de desechos, cilindros de oxígeno y nitrógeno, estos últimos, cuya movilización ha de ser mejorada con la construcción de carros transportadores que son objeto de esta investigación.

Además de los equipos mencionados en el párrafo anterior se puede detallar un amplio número de máquinas y herramientas contenidas en la bodega de mantenimiento, dispuestas para tareas ó trabajos específicos en las aeronaves.

El anteproyecto previamente desarrollado, se enfocó en un proceso especial dentro del servicio de oxígeno ó nitrógeno en los componentes del avión: su transporte. Dicha actividad no cuenta con una herramienta adecuada que preste funcionalidad, seguridad, ergonomía, y que sea capaz de transportar a más del cilindro recipiente, las herramientas necesarias para desempeñar las tareas que se relacionan con el uso de tal o cual gas. A partir de la indagación hecha en el anteproyecto, se logró verificar que el personal que labora en el área de mantenimiento conoce cuales son las tareas asociadas al uso de oxígeno y nitrógeno; además sabe como cumplirlas.

En base a la opinión de los técnicos, reflejada en las encuestas, se conoció que serían buenos aportes al desarrollo de las actividades de la empresa, tener un espacio específico designado y bien señalizado para almacenar los ya mencionados recipientes; además de encontrar un método idóneo para identificar los tanques vacíos y poder diferenciarlos de aquellos que contienen un determinado remanente de gas; incluyendo también un sistema de control de uso del gas contenido en cada cilindro.

Fundamentalmente, la investigación se enfocó en desarrollar, dos carros transportadores para oxígeno y nitrógeno; que satisfagan las necesidades del personal técnico de VIP S.A.; de tal manera que los mecánicos puedan desarrollar labores de servicio, teniendo a la mano las herramientas y materiales necesarios para dichos trabajos; optimizando de esta manera tiempo y energía del trabajador, aspectos importantes en el desempeño diario del técnico de mantenimiento.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Teniendo en cuenta que el manejo de cualquier recipiente de gas comprimido es sumamente delicado, pues el mal uso de estos elementos puede

ser causante de un fatal accidente ya que estos contenedores se transforman en proyectiles, si su válvula de seguridad se desprende, como también pueden ser causantes de una explosión (particularmente el oxígeno), sí este se almacena sin tomar en cuenta las normas de seguridad que rigen su manejo; es preciso disponer de una herramienta de transporte que satisfaga los requerimientos de una empresa aérea, cuyos estándares de operación se han mantenido en una escala superior, gracias al compromiso de su personal, por salvaguardar la condición aeronavegable de sus aviones.

Además, la creación de la mencionada herramienta, aportaría significativamente a la seguridad y manejo de los recipientes de gases comprimidos, la ergonomía del instrumento; ayudaría también a disminuir el esfuerzo físico requerido por el trabajador, para movilizar los tanques, así como el tiempo utilizado para cumplir los trabajos en el avión, pues el técnico tendría a la mano, toda una gama de herramientas y materiales para el efecto.

Considérese como una ventaja adicional, que la construcción de los transportadores sería una contribución importante al desarrollo, evolución y buen desempeño de las tareas de mantenimiento, no sólo basado en el profesionalismo de su personal técnico, sino también en el uso de un buen y adecuado equipo de apoyo en tierra.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Construir e implementar en el área de mantenimiento de la aerolínea VIP S.A., dos carros transportadores para los cilindros de oxígeno y nitrógeno, comprimidos con las que labora dando el servicio a sus aeronaves Dornier 328.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Recopilar la información necesaria para fundamentar el presente trabajo de graduación.

- Diseñar el modelo del transportador fundamentado en los cálculos necesarios para este objeto y con la misión de solventar todos los requerimientos reflejados en el anteproyecto previo a este trabajo de investigación.
- Desarrollar el proceso de construcción de los carros transportadores que son motivos de este proyecto.
- Ejecutar las debidas pruebas y evaluaciones al equipo que se ha de construir para solventar técnicamente las características con las cuales se ha diseñado el mismo.
- Generar los respectivos manuales de los carros transportadores tanto de seguridad, operación y mantenimiento.
- Incorporar las herramientas terminadas al conjunto de equipos de apoyo en tierra de la aerolínea para su normal desempeño en el trabajo.

#### **1.4 ALCANCE**

El presente proyecto de investigación está orientado al diseño, construcción e implementación de dos carros transportadores para movilizar cilindros de gas comprimido en el departamento de mantenimiento de VIP S.A. para de esta manera, hacer de la aerolínea en cuestión la principal beneficiada por este trabajo.

No está por demás señalar que el directamente favorecido de la herramienta, será el personal de técnicos de mantenimiento que labora diariamente en el taller y en la plataforma, apoyándose en un instrumento de transporte que solvete sus necesidades, que posea todo el material necesario y que además sea cómodo, funcional y estético. Las tareas se realizarán de mejor manera, con mayor seguridad y en menor tiempo; asegurando así una operación óptima en cuanto al desempeño de los aviones que la empresa posee.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En esta sección se podrán obtener nociones básicas sobre avión en general, conocimientos elementales del avión Dornier 328-100, sus principales equipos de apoyo en tierra, fundamentos de los sistemas de oxígeno y los elementos que se relacionan con el uso de nitrógeno del mencionado bimotor, y de las tareas de mantenimiento que comprenden el uso de cilindros de gas comprimido; además de datos adicionales sobre el manejo de tales gases.

##### 2.1.1 Avión en general

**Avión:** (del francés avion, y éste como forma aumentativa del latín avis, ave), también denominado aeroplano, es un aerodino de ala fija, o aeronave más pesada que el aire, provisto de alas y un cuerpo de carga, capaz de volar, propulsado siempre por uno o más motores, Según la definición de la OACI es un Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

En el caso de no tener motor se trataría de un planeador y en el caso de los que superan la velocidad del sonido se denominan aviones supersónicos.

Pueden clasificarse por su uso como aviones civiles (que pueden ser de carga, transporte de pasajeros, entrenamiento, sanitarios, contra incendios, etc.) y aviones militares (carga, transporte de tropas, cazas, bombarderos, de reconocimiento o espías, de reabastecimiento en vuelo, etc.).



También pueden clasificarse en función de su planta de potencia; aviones propulsados por motores a pistón, motores a reacción (turbojet, turbofán y turbohélice) ó propulsores (cohetes).

Su principio de funcionamiento se basa en la fuerza aerodinámica que actúa sobre las alas, haciendo que la misma produzca una sustentación. Esta se origina en la diferencia de presiones entre la parte superior e inferior del ala, producida por su forma especial.<sup>1</sup>



Figura 2.1. Avión Learjet 45

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Avión>

**Alas:** El ala es una superficie aerodinámica que le brinda sustentación al avión debido al efecto aerodinámico, provocado por la curvatura de la parte superior del ala (extradós) que hace que el aire que fluye por encima de esta se acelere y por lo tanto baje su presión (creando un efecto de succión), mientras que el aire que circula por debajo del ala (que en la mayoría de los casos es plana o con una curvatura menor y a la cual llamaremos intradós) mantiene la misma velocidad y presión del aire relativo, pero al mismo tiempo aumenta la sustentación ya que cuando este golpea la parte inferior del ala la impulsa hacia arriba manteniendo sustentado en el aire al avión y contrarrestando la acción de

---

<sup>1</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Avión>

la gravedad. En las alas también se encuentran los tanques de combustible. La razón por la cual están ubicados allí es que sirven de contrapesos cuando las alas comienzan a generar sustentación, sin estos contrapesos y en un avión cargado, las alas podrían desprenderse fácilmente durante el despegue. También en la mayoría de los aviones comerciales, el tren de aterrizaje principal se encuentra empotrado en el ala, así como también los soportes de los motores.

Hay varios tipos de alas para los aviones:

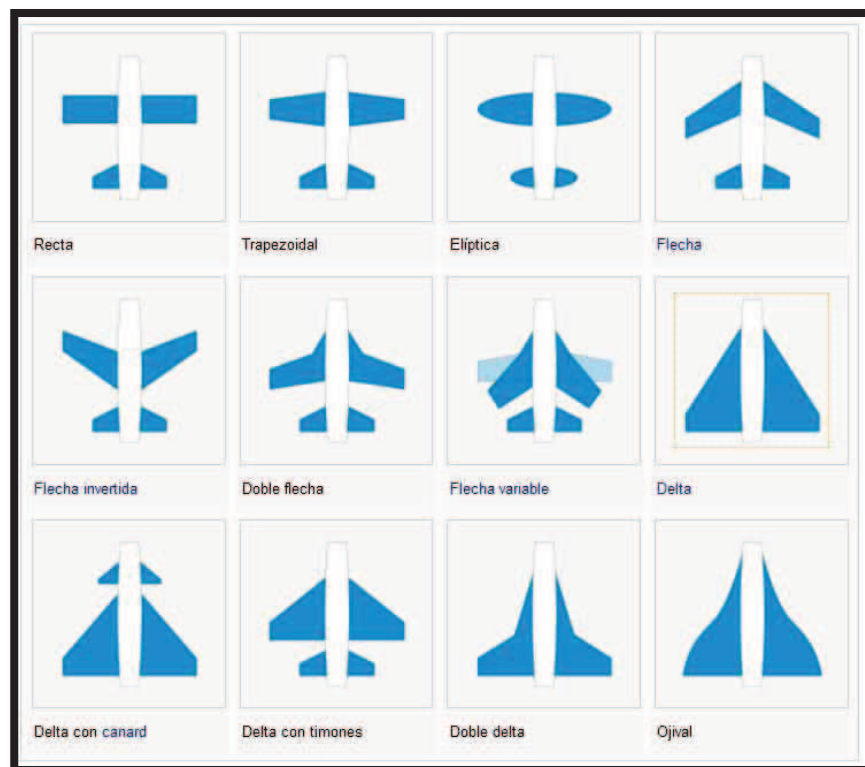


Figura 2.2. Tipos de formas de ala

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Alas>

**Superficies de control de vuelo:** En determinadas partes de un vuelo la forma del ala puede variar debido al uso de las superficies de control que se encuentran en las alas: los flaps, los alerones, los spoilers y los slats. Todas ellas son partes móviles que provocan distintos efectos en el curso del vuelo. Los flaps son dispositivos hipersustentadores que se encuentran ubicados en el borde de salida del ala, cuando están retraídos forman un solo cuerpo con el ala, los flaps son utilizados en ciertas maniobras (comúnmente el despegue y el aterrizaje), en

las cuales se extienden hacia atrás y abajo del ala a un determinado ángulo, curvándola así aún más. Esto provoca una reacción en la aerodinámica del ala que genera más sustentación, al hacer que el flujo laminar recorra más distancia desde el borde de ataque al borde de salida, y previene al mismo tiempo un desprendimiento prematuro de este, proveyendo así de más sustentación a bajas velocidades y altos ángulos de ataque, al mismo tiempo los flaps generan más resistencia en la superficie alar, por lo que es necesario contrarrestarla, ya sea aplicando más potencia a los motores o picando la nariz del avión. Los slats, al igual que los flaps, son dispositivos hipersustentadores, la diferencia está en que los slats se encuentran ubicados en el borde de ataque, y cuando son extendidos aumentan aún más la curvatura del ala, generando aún más sustentación.

Los alerones son superficies móviles que se encuentran en las puntas de las alas y sobre el borde de salida de estas. Son los encargados de provocar el desplazamiento del avión sobre su eje longitudinal al crear una descompensación aerodinámica de las alas, que es la que permite al avión girar, ya que cuando giramos el timón hacia la izquierda el alerón derecho baja, creando más sustentación en el ala derecha, y el alerón izquierdo sube, desprendiendo artificialmente el flujo laminar del ala izquierda y provocando una pérdida de sustentación en esta; lo inverso ocurre cuando giramos el timón hacia la derecha. Los spoilers son superficies móviles unidas a la parte superior del ala, su función es reducir la sustentación generada por el ala; cuando son extendidos, separan prematuramente el flujo de aire que recorre el extradós provocando que el ala entre en pérdida, una pérdida controlada podríamos decir.

La diferencia entre los spoilers y los frenos aerodinámicos es que estos últimos disminuyen la velocidad del avión al generar mayor resistencia pero sin afectar la sustentación, los spoilers en cambio afectan la sustentación, por lo cual se debe aumentar el ángulo de ataque del avión, lo cual generará mayor resistencia y por lo tanto una pérdida de velocidad. Los spoilers no deben ser usados en condiciones de vuelo adversas tales como turbulencia, vientos cruzados, otro tipo de fenómenos atmosféricos y un estado del tiempo crítico, ya que podrían afectar la seguridad del vuelo.

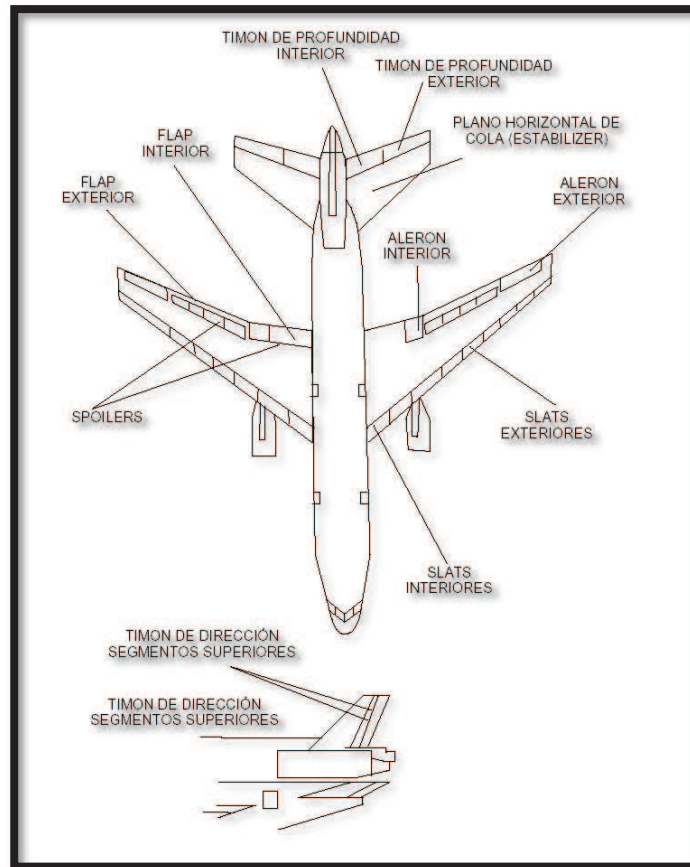


Figura 2.3. Superficies de control de vuelo

Fuente: Investigación documental

Tomado de: [http://escueladevuelo.iespana.es/aerodinamica\\_5.htm](http://escueladevuelo.iespana.es/aerodinamica_5.htm)

**Fuselaje:** El fuselaje es el cuerpo del avión al que se encuentran unidas las alas y los estabilizadores tanto horizontales como verticales. Su interior es hueco, para poder albergar en su interior a la cabina de pasajeros, la de mandos y los compartimentos de carga. Su tamaño, obviamente, vendrá determinado por el diseño de la aeronave. Existen tres tipos básicos de fuselaje: reticular, monocasco y semi-monocasco.

El primero de ellos se compone de tubos soldados entre sí que forman una estructura reticular. Estos tubos son los que soportan las cargas a las que se ve sometido el fuselaje pero, debido a que el resultado es poco aerodinámico, es necesario dotarle de un recubrimiento. Éste puede ser de tela, madera o metal y no soporta en absoluto ninguna carga estructural. Esta configuración se empleó en los primeros aviones y, en la actualidad, en aviación ligera donde las bajas

velocidades de vuelo permiten el empleo de estos materiales de revestimiento, siendo los ULM (ultraligeros) un ejemplo típico.

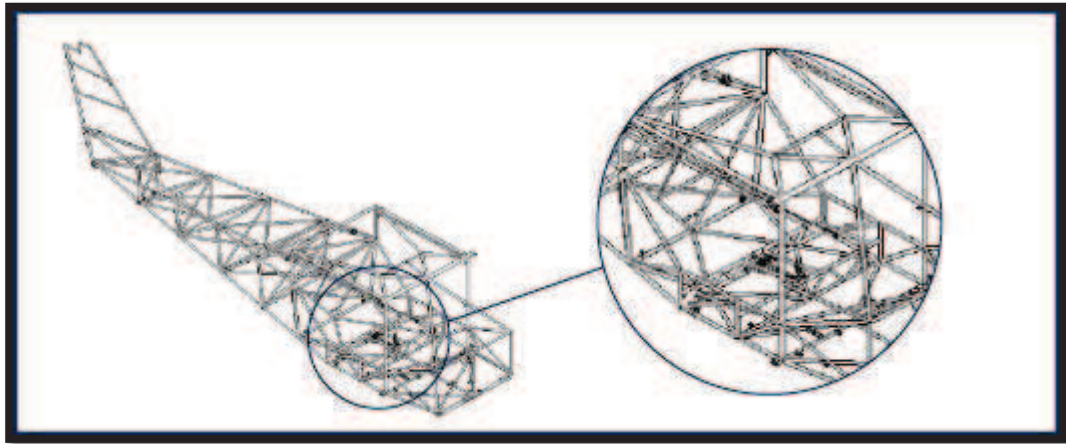


Figura 2.4. Fuselaje de tipo reticular

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://www.mundoaeronautico.es/Aeronaves.html>

En el diseño del fuselaje tipo monocasco, la forma tubular se consigue por medio de cuadernas circulares, que se sitúan a intervalos regulares que le proporcionan la rigidez y forma necesaria. Ésta es una configuración que deriva de la industria naval, por lo que, aunque estructuralmente soporta altas cargas, el peso final no la hace idónea para la aplicación aeronáutica. En este caso el revestimiento exterior sí que tiene un papel estructural, y suele estar compuesto a partir de planchas metálicas de cierto espesor, que acaban aumentando el peso final de la estructura. En la actualidad, esta configuración se encuentra en desuso y únicamente se emplea para la construcción de misiles y pequeños aparatos voladores que sirven de blanco aéreo para los aviones militares

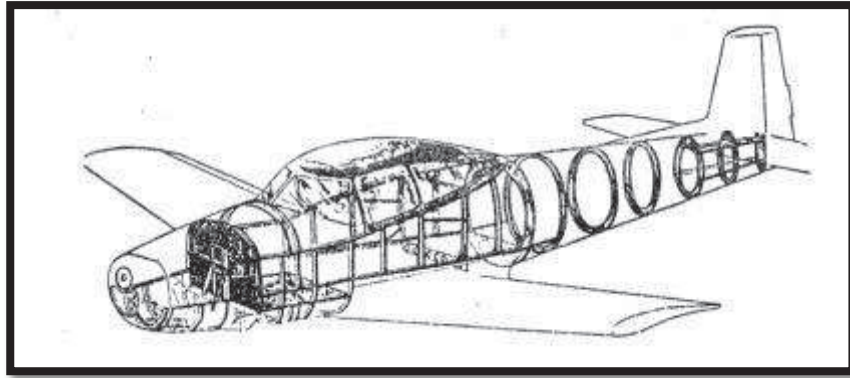


Figura 2.5. Fuselaje tipo monocasco

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://www.mundoaeronautico.es/Aeronaves.html>

La última configuración, y la más empleada en la actualidad en los grandes aviones comerciales, es la de semi-monocasco, la cual mejora las ventajas de los diseños anteriores. Por una parte se compone de cuadernas, al igual que el monocasco, pero esta vez las cuadernas se unen entre sí por medio de pequeñas vigas longitudinales, llamadas largueros y larguerillos. La función de estas vigas es la de reducir las cargas estructurales que debe soportar el revestimiento, lo que permite reducir su espesor y, por tanto, su peso.

Los largueros son vigas de mayor espesor que unen directamente las cuadernas para que formen una unidad. Los larguerillos, en cambio, son vigas intermedias, de menor tamaño, que conforman el fuselaje y que sirven de soporte para unir el revestimiento con el resto de la estructura.

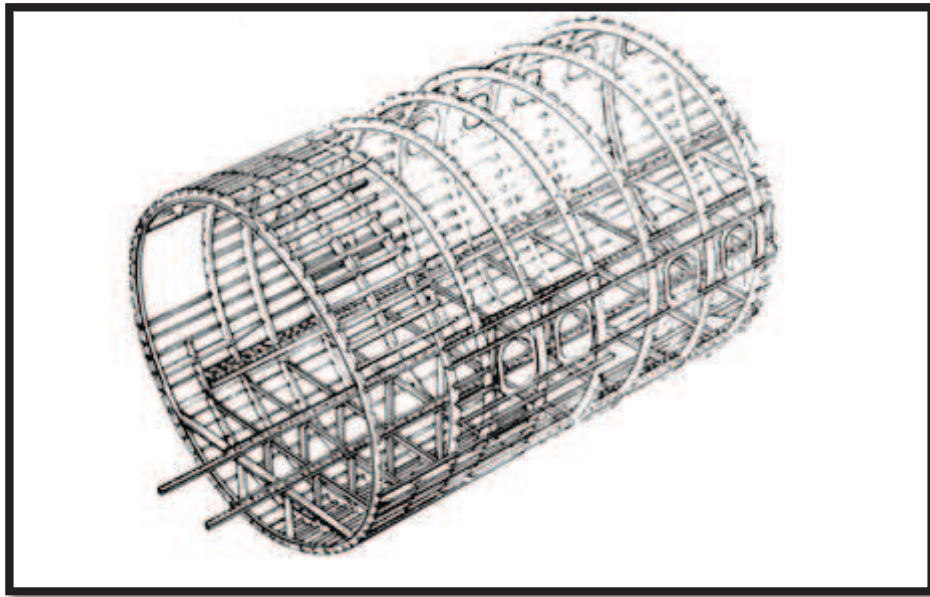


Figura 2.6. Fuselaje tipo semi-monocasco

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://www.mundoaeronautico.es/Aeronaves.html>

### **Empenaje:**

**Estabilizador horizontal:** Son 2 aletas más pequeñas que las alas, situadas en posición horizontal (generalmente en la parte trasera del avión), en el empenaje y en distintas posiciones y formas dependiendo del diseño, las cuales le brindan estabilidad y que apoyan al despegue y aterrizaje. En ellos se encuentran unas superficies de control muy importantes que son los elevadores (o también llamados timones de profundidad) con los cuales se controla la altitud del vuelo mediante el ascenso y descenso de estas superficies, que inclinarán el avión hacia adelante o atrás, es decir, el avión subirá o bajara a determinada altitud y estará en determinada posición con respecto al horizonte. A este efecto se le llama penetración o descenso, o movimiento de cabeceo.

**Estabilizador vertical:** Son unas aletas que se encuentran en posición vertical en la parte trasera del fuselaje (generalmente en la parte superior). Su número y forma deben ser determinadas por cálculos aeronáuticos según los requerimientos aerodinámicos y de diseño, que le brinda estabilidad al avión. En éste se encuentra una superficie de control muy importante, el timón de dirección, con el cual se tiene controlado el curso del vuelo mediante el movimiento hacia un

lado u otro de esta superficie, girando hacia el lado determinado sobre su propio eje debido a efectos aerodinámicos. Este efecto se denomina movimiento de guiñada.

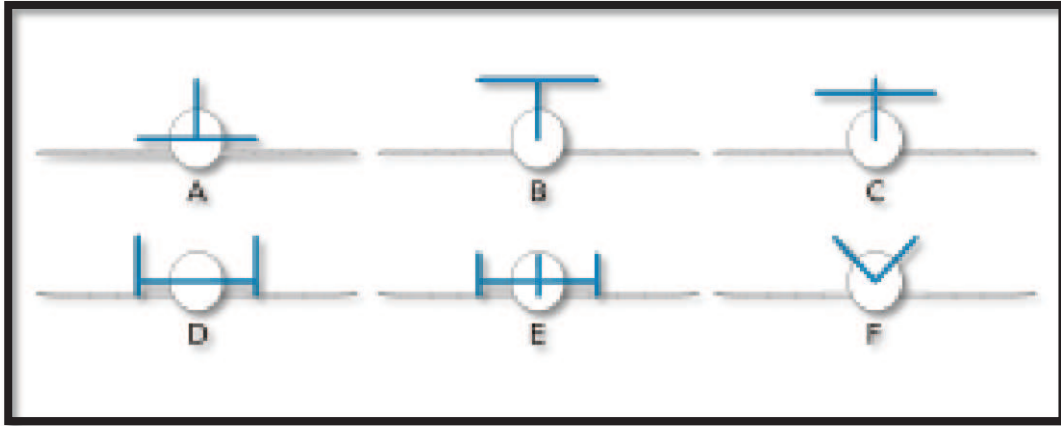


Figura 2.7. Tipos de formas de Empenaje

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/empenaje>

**Grupo motor:** Un motor aeronáutico o motor de aviación es aquel que se utiliza para la propulsión de aeronaves mediante la generación de una fuerza de empuje. Existen distintos tipos de motores de aviación aunque se dividen en dos clases básicas: motores recíprocos (o de pistón) y a reacción (donde se incluyen las turbinas).

**Motor a pistón:** Los motores de pistón son los más comunes en la aviación ligera. Este tipo de motor consta básicamente de cilindros, pistones, bielas y un cigüeñal. En el interior de cada cilindro, un pistón realiza un movimiento de arriba hacia abajo, movimiento que mediante una biela transmite al cigüeñal, de forma que el movimiento rectilíneo del pistón se convierte en movimiento giratorio del cigüeñal. En la parte superior del cilindro, se encuentran normalmente dos bujías, una o más válvulas de entrada de la mezcla, y una o más válvulas de salida de los gases quemados.<sup>1</sup>

<sup>1</sup><http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF31.html>



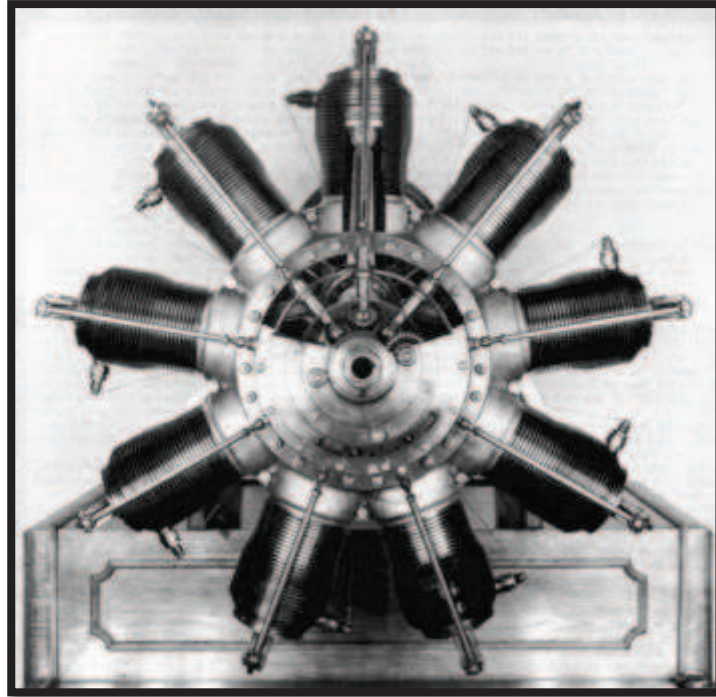


Figura 2.8. Motor a pistón

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://www.manualvuelo.com/SIF/SIF31.html>

**Turborreactor:** Los motores empleados hoy en día habitualmente en aviación comercial, aviones privados de largo alcance y helicópteros son turborreactores, debido a su gran entrega de potencia. Su funcionamiento es relativamente más simple que el de los motores recíprocos, sin embargo las técnicas de fabricación, componentes y materiales son mucho más complejos ya que están expuestos a elevadas temperaturas y condiciones de operación muy diferentes en cuanto a altitud, rendimiento, y velocidad interna de los mecanismos.

El núcleo de estos motores es una turbina de gas que, mediante la expansión de gases por combustión, produce un chorro de gas que propulsa la aeronave directamente o mueve otros mecanismos que generan el empuje propulsor.

Los turborreactores generalmente se dividen en zonas de componentes principales que van a lo largo del motor, desde la entrada hasta la salida del aire: en la zona de admisión se aloja por lo general una entrada o colector con un

compresor de baja compresión y un compresor de alta compresión, en la zona de combustión es donde se inyecta el combustible y se quema, en la cámara de combustión mezclado con el aire comprimido de la entrada; esto resulta en una alta entrega de flujo de gases que hace accionar finalmente una turbina (el "corazón" del motor). Por último en la salida se halla la tobera de escape que es la que dirige el flujo de gases producido por la combustión.

Los turbojet fueron los primeros motores a reacción empleados en la aviación comercial y militar. Presentaban una mayor potencia sin precedentes que permitieron el desarrollo de aviones más grandes que volaran a mayores altitudes y alta velocidad. Gracias a su concepto de turboacción, son los motores que popularmente se conocen como "motores de propulsión a chorro". Su forma estrecha y alargada a modo de barril o cigarro, permitía perfiles más aerodinámicos y diseños aeronáuticos más eficientes. A diferencia de los motores recíprocos, su potencia no se mide en caballos de fuerza producidos sino en libras de empuje, y la capacidad para producir empuje se ve afectada por altitudes mucho mayores que en los motores de pistón debido a la alta velocidad interna de operación y a la compresión del aire que impulsan.

La gran mayoría de los primeros tipos de turboreactor produce empuje centrífugo, debido a que la compresión del aire se hace mediante la centrifugación del aire que circula al interior del motor.

Hoy en día se encuentran en desuso por su elevada sonoridad y bajo rendimiento de combustible y solo se hallan en aviones antiguos y de tipo militar.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Turbo reactor>

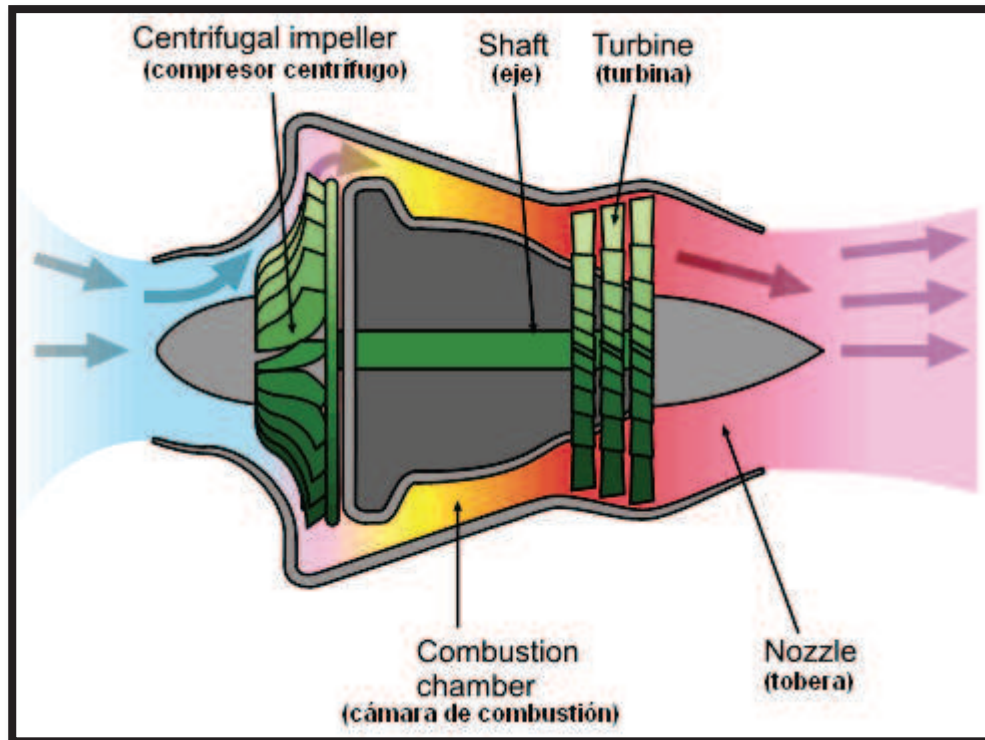


Figura 2.9 Motor turboreactor, compresor centrífugo

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Turborreactor>

**Turbofan:** En el motor turbofan (planta motriz turboventilante) los gases generados por la turbina son empleados mayoritariamente en accionar un ventilador (fan) situado en la parte frontal del sistema que produce la mayor parte del empuje, dejando para el chorro de gases de escape solo una parte del trabajo (aproximadamente el 30%).

Estos motores comenzaron a usar el sistema de flujo axial, que mantiene la corriente de aire comprimido presionada hacia el eje de la turbina, por lo que el aire sale propulsado con mayor velocidad y con menos tendencia a dispersarse de la corriente de salida. Esto incrementa notablemente la eficiencia.

Otro gran avance del Turbofan fue la introducción del sistema de doble flujo en el cual, el ventilador frontal es mucho más grande ya que permite que una corriente de aire circule a alta velocidad por las paredes externas del motor, sin ser comprimido o calentado por los componentes internos. Esto permite que este aire se mantenga frío y avance a una velocidad relativamente igual al aire caliente

del interior, haciendo que cuando los dos flujos se encuentren en la tobera de escape, formen un torrente que amplifica la magnitud del flujo de salida y a la vez lo convierte en un flujo más estrecho, aumentando la velocidad total del aire de salida. Este tipo de motor tiene una gran entrega de empuje, permitiendo el desarrollo de aviones con capacidad de carga y transporte de pasajeros mucho más grande, y al nivel que conocemos en la actualidad.

Es el motor utilizado por la mayoría de los aviones de reacción modernos por su elevado rendimiento y relativa economía de combustible respecto a un Turbojet.

Normalmente son motores de dos ejes, uno para la turbina de gas y otro para el ventilador.<sup>1</sup>

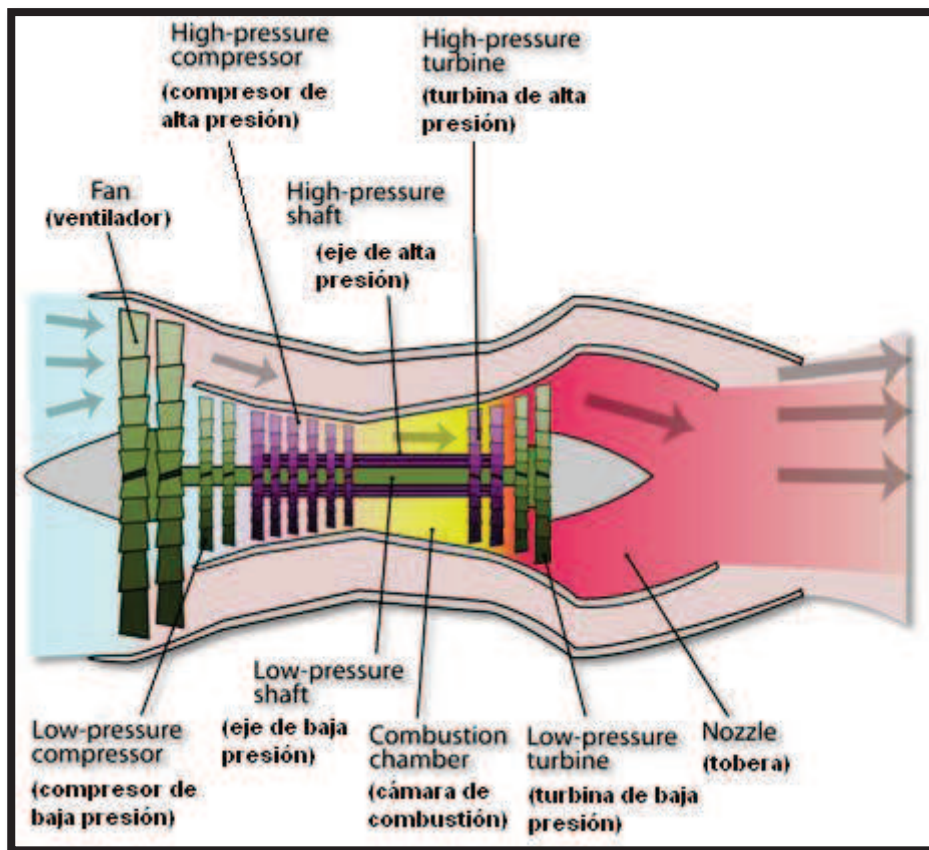


Figura 2.10. Motor turbofan, compresor axial

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Turbofan>

<sup>1</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Turbofan>

**Turbohélice:** También llamado turboprop. Estos motores no basan su ciclo operativo en la producción de potencia a partir del empuje de los gases que circulan a través de ellos, sino que la potencia que producen se usa para mover una hélice. De manera similar a los turbofan, los gases de la turbina se emplean en su totalidad para mover en este caso una hélice que genera el empuje necesario para propulsar la aeronave.

Esto se logra mediante una caja reductora de engranajes, ya que las velocidades de operación de un Turboprop son superiores a las 10.000 RPM, demasiado rápido para una hélice. Al igual que en la mayoría de motores recíprocos, los motores cuentan con gobernadores que mantienen fija la velocidad de la hélice y regulan el paso de sus palas (constant speed, variable pitch propeller). La potencia de los motores turbohélice se mide en **turbocaballos** o **SHP** (shafted horse power)

Presentan una gran economía de funcionamiento relativa a los turbofan, y permiten una potencia operativa intermedia entre los motores recíprocos y las turbinas, por lo que su uso se ve restringido a propulsar aviones con mayor autonomía, velocidad, tamaño y/o rendimiento que los que operan motores a pistón, pero que no llegan a ser tan veloces, grandes y autónomos que los que usan turbinas sin hélice.

Son exitosos al operar aviones de tipo regional que no han de cubrir grandes distancias y también se han convertido en una opción para incrementar la potencia de aviones de pistón.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Turbohélice>

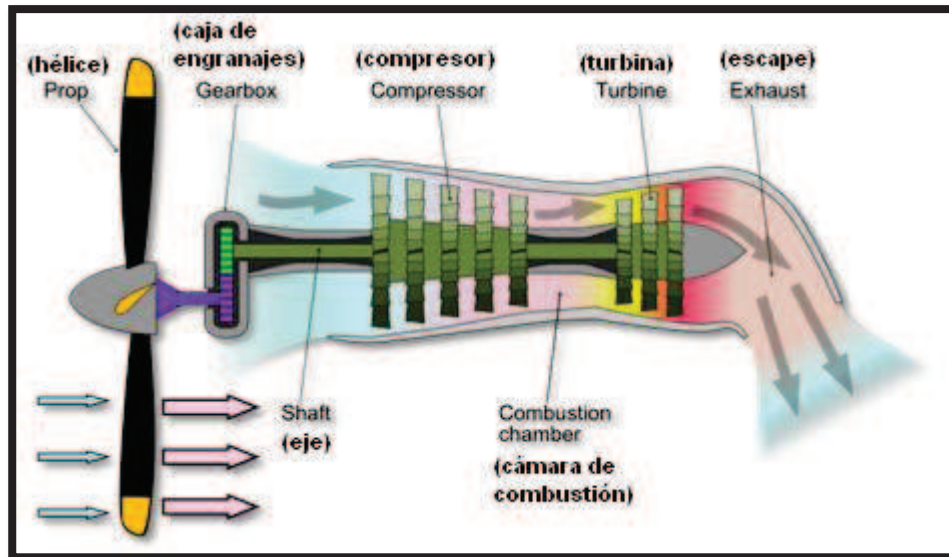


Figura 2.11. Motor turbohélice (turboprop)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Turbohélice>

**Tren de aterrizaje:** El tren de aterrizaje, es la parte de cualquier aeronave encargada de absorber la energía cinética producida por el contacto entre la aeronave y la pista durante la fase de aterrizaje.

En esta etapa, el tren debe absorber la energía cinética producida por el impacto. La cubierta es el primer elemento que absorbe tal impacto, pero no es suficiente; así el tren de aterrizaje debe poseer un sistema de amortiguación para poder disminuir el impacto. La velocidad de descenso de un avión en el aterrizaje, en el momento de impacto con el suelo, es decisiva para la absorción de trabajo de los amortiguadores. La expresión *energía de descenso* se emplea frecuentemente y es la energía cinética arbitrariamente asociada con la velocidad vertical. El sistema debe absorber la energía cinética, equivalente a la caída libre del peso del avión desde 80 cm. de altura. El peso total del avión, su distribución sobre las ruedas principales y la proa ó popa, la velocidad vertical de aterrizaje, la cantidad de unidades de ruedas, las dimensiones y presión de las cubiertas y otros, son los factores que influyen sobre la amortiguación del choque y ésta debe ser tal que la estructura del avión no esté expuesta a fuerzas excesivas. Entonces, la función del amortiguador del tren de aterrizaje es reducir la velocidad vertical del avión a cero, en tal forma que la reacción del suelo nunca

exceda de un cierto valor, generalmente un múltiplo del peso del avión, en el aterrizaje. Otra de las finalidades es permitir al avión que se desplace sobre tierra, tanto en carrera de despegue, aterrizaje, y trasladarse de un lugar a otro llamado comúnmente (TAXI) y para poder estar posado sobre tierra.<sup>1</sup>

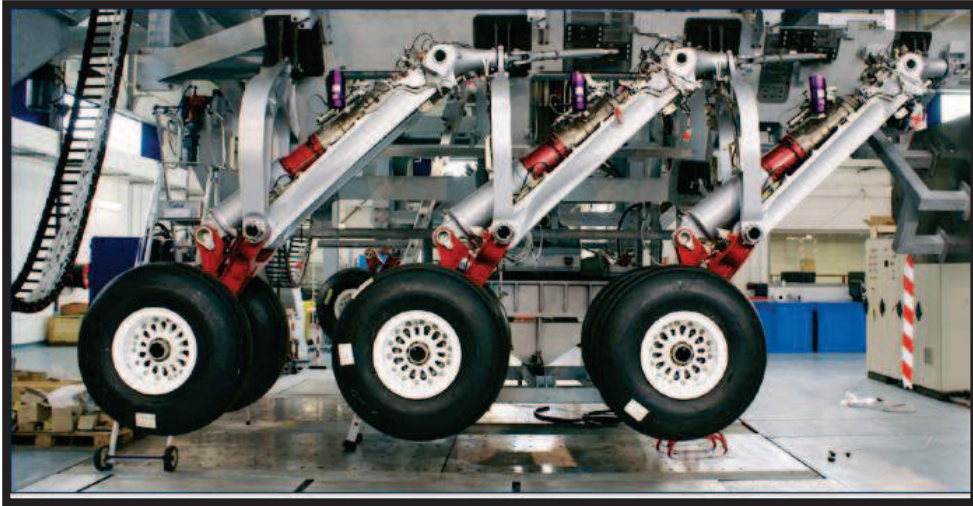


Figura 2.12. Tren de aterrizaje colocado en banco de prueba

Fuente: Investigación documental

Tomado de: [http://www.taringa.net/posts/info/2237675/\\_Por-que-no-se-queman-las-ruedas-de-los-aviones\\_.html](http://www.taringa.net/posts/info/2237675/_Por-que-no-se-queman-las-ruedas-de-los-aviones_.html)

### 2.1.2 Generalidades del avión Dornier 328-100 mod. 20



Figura 2.13. Avión Dornier 328-100 mod. 20 VIP S.A.

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Roberto Tobar

<sup>1</sup>[http://es.wikipedia.org/wiki/Tren\\_de\\_aterrizaje](http://es.wikipedia.org/wiki/Tren_de_aterrizaje)

El Dornier 328 es el avión más versátil, veloz y silencioso de su tipo, y cuenta con una cabina de mando con tecnología digital de tercera generación que nos permite cumplir con nuestro principal compromiso con el cliente, la seguridad. Adicionalmente, ésta aeronave ha sido diseñada para aterrizar en pistas cortas y soportar cambios de temperatura extremos, como las que encontramos en la geografía de nuestro país.

Tiene un desarrollo excepcional tanto en el despegue como en el aterrizaje lo que lo vuelve muy seguro para operar en pistas cortas. Esto se debe a la combinación de un poderoso motor con una hélice de palas relativamente largas.

El Dornier 328-100 posee una llamada “Cabina de Cristal” que hace referencia a un set completo de Pantallas de Video que proveen al piloto toda la información requerida para operar la aeronave. Este es un sistema conocido como PRIMUS 2000. Tanto el Comandante como el Primer Oficial poseen una PFD (Pantalla de Vuelo Primario por sus siglas en inglés). Además poseen otra pantalla MDF (Pantalla Multifunción) donde se puede monitorear la operación de cada sistema de la aeronave. La quinta pantalla se llama EICAS (Información de Motor y Sistema de Alerta de Tripulación, por sus siglas en inglés) donde se reproduce toda la información relevante de ambos motores además de advertir al piloto si ocurriese alguna falla en cualquier sistema de la aeronave. El Dornier 328 tiene instalados en la cabina de mando, los instrumentos tradicionales de navegación, pero además incluye un FMS (Sistema Director de Vuelo, por sus siglas en inglés).





Figura 2.14. Cabina Dornier 328-100

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

Incorpora un sistema de EGPWS (Sistema Electrónico de Advertencia de Cercanía al Terreno) que alerta la tripulación en caso de que la aeronave se encuentre demasiado cerca de cualquier accidente geográfico dándole tiempo suficiente para realizar una maniobra evasiva. Tiene incorporado además el sistema TCAS (Sistema de Evasión de Colisión con Trafico) que permite conocer la posición de todas las aeronaves circundantes con el fin de evitar cualquier posible colisión.<sup>1</sup>

### 2.1.3 Equipos de apoyo en tierra

El tecnólogo William Cadena en su trabajo de graduación expone que: “Equipos de apoyo se define como el conjunto de equipos o herramientas que prestan servicios al avión cuando está en tierra, los equipos de apoyo están identificados por los colores blanco o amarillo para su fácil visualización en pista y en cualquier condición climática”

---

<sup>1</sup> [www.vipe.com.ec](http://www.vipe.com.ec)

Entre los equipos de apoyo con los que cuenta VIP S.A. para el avión Do-328, se enumeran y describen los más importantes:

- GPU – Ground Power Unit (Unidad de poder en tierra), marca JET POWER modelo FILTER I
- Escaleras de varias dimensiones, sirven al personal de mantenimiento a realizar tareas de toda índole, tales como, inspección en motores, gaseo, trabajos sobre las alas del avión, inspecciones en el conjunto de empenaje, etc.
- Remolcador marca TUG modelo MA50-1FC
- Barra de tiro marca TRONAIR especialmente diseñado para remolcar al avión Dornier 328.
- Gatos hidráulicos para diversos propósitos como elevación de trenes para cambio de llantas y levantamiento de la aeronave.
- Cilindros de oxígeno y nitrógeno que permiten que el personal suministre de oxígeno al sistema del avión, y de nitrógeno a las ruedas y amortiguadores de los trenes de aterrizaje. Estos elementos son difíciles de transportar dadas su forma, tamaño, peso y volumen; por lo que es determinante la posesión y uso de un transportador para movilizarlos y servir de estos gases al avión.

#### **2.1.4 Fundamentos y operación del sistema de oxígeno del Do-328**

A continuación se describirá el sistema de oxígeno del avión Dornier 328-100, sus componentes, descripción y operación; obtenidos del Manual de Entrenamiento Básico de este avión (*Dornier 328 TRAINING MANUAL Line/Base Maintenance*), en el que se señala:

##### **LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES:**

Los componentes descritos a continuación, corresponden a la configuración Standard. Hay, adicionalmente configuraciones disponibles con 2180ltrs. (77ft<sup>3</sup>), 3256ltrs. (115ft<sup>3</sup>), y, 5436ltrs. (192ft<sup>3</sup>).

## ALMACENAMIENTO:

El almacenamiento provee una noción sobre acumulación del gas oxígeno de alta presión, de forma segura, lejos de los combustibles y lubricantes, los cuales pueden causar una explosión.

### Cilindro de oxígeno de 1415 litros (50ft<sup>3</sup>).

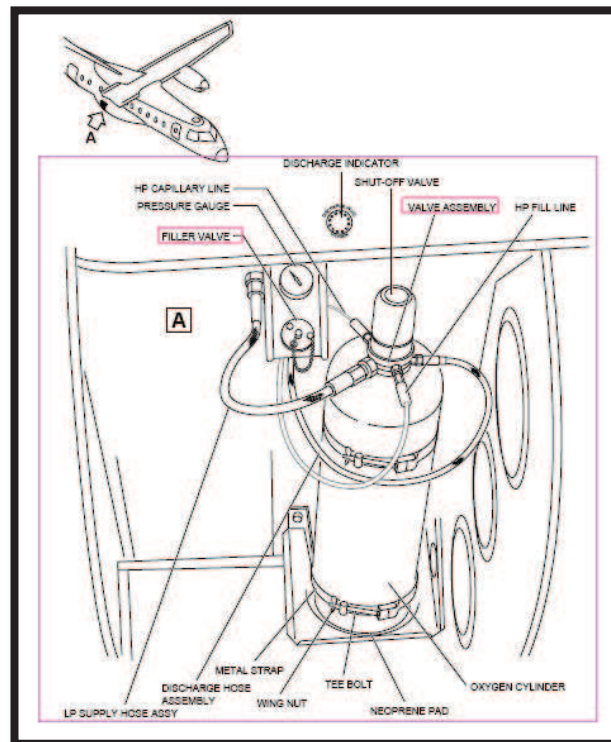


Figura 2.15. Recipiente de oxígeno del avión Do-328

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Un cilindro de oxígeno de 1415 litros (50ft<sup>3</sup>) para almacenamiento de gas oxígeno de alta presión está instalado en el compartimento de oxígeno en el carenado del tren de aterrizaje principal derecho. Este cilindro tiene una carcasa de aluminio sin uniones, con una protección muy fuerte compuesta de KEVLAR. Una agarradera dispuesta en uno de los extremos del cilindro, permite la conexión de un conjunto de válvulas.

El cilindro está asentado en una almohadilla de neopreno y asegurado con brackets en la estructura de la aeronave, mediante dos abrazaderas metálicas, con pernos y arandelas.

Por razones de seguridad el compartimiento de oxígeno está fuera del área presurizada y separada de los otros compartimientos.

### Conjunto de válvulas:

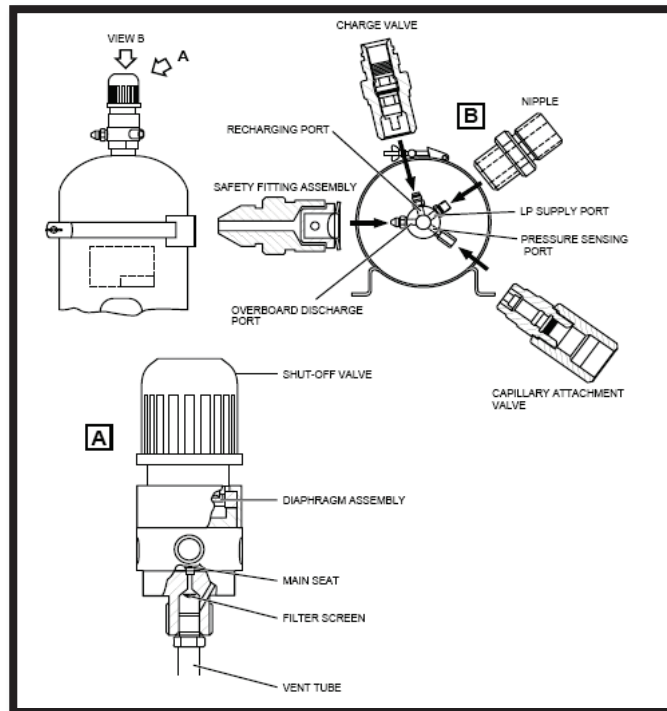


Figura 2.16. Conjunto de válvulas

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Una válvula está instalada en el cuello del cilindro de oxígeno, su propósito principal es reducir la presión del cilindro, de 1850psig a 70psig para las mascarillas de tripulación, tomas de primeros auxilios y el regulador de oxígeno de pasajeros.

Esto abarca:

### Válvula Shut-off:

La válvula shut-off gira (on/off) para aislar el sistema al momento de cambiar el cilindro, o de hacer mantenimiento del sistema. Tiene una perilla en la parte superior del conjunto de válvulas.

Girando la perilla en sentido horario cerrará la válvula, y ventilará la presión aguas abajo a través del regulador hacia la atmósfera. Girándola en sentido anti-horario, abrirá la válvula. Esta válvula es de lenta apertura para prevenir que una presión perjudicial dañe el sistema.

#### Conjunto del diafragma:

El conjunto del diafragma censa la presión, y balancea la fuerza de esta, con la fuerza del resorte para mantenerla regulada. Si la presión excede la cantidad regulada, el diafragma se levantará permitiendo al asiento modular el flujo, hasta que se ejecute por completo el cerrado de la válvula shut-off.

#### Válvula de alivio:

La válvula de alivio se abre entre 90 y 100psig y descarga oxígeno a la atmósfera si la presión regulada asciende debido a una fuga o mal funcionamiento del regulador. Como resultado, la presión del sistema no puede exceder 100psig.

#### Tubo de ventilación:

El tubo de ventilación previene cualquier condensación dentro del cilindro, desde los pasajes de entrada al conjunto de válvulas cuando el cilindro está colocado al revés (boca abajo).

#### Malla filtrante:

La malla filtrante es una red cuadrículada de 200 orificios, de acero inoxidable con un rango de 74µm. La malla filtrará partículas de 74µm o mayores.

#### Asentamiento primario:

El asentamiento primario sella el oxígeno de alta presión en el cilindro, contra fugas mediante la fuerza del resorte.

#### Puerto de suministro de baja presión (LP):

El puerto de suministro de baja presión está identificado por las letras LP. Tiene una boquilla la cual permite la conexión de un conjunto de mangueras de suministro para la distribución del oxígeno hacia la tripulación y el de baja presión para los pasajeros.

#### Puerto sensor de presión:

El puerto sensor de presión está identificado por las letras HP. Tiene una conexión hacia una válvula capilar, la cual permite la conexión del indicador de presión y un sensor combinado de presión/temperatura.

La válvula está asentada contra fugas mediante la presión del resorte y la del cilindro. Cuando la conexión de la válvula capilar está ajustada la válvula esta suelta, permitiendo el paso de la presión hacia el sensor de presión/temperatura.

#### Puerto de descarga hacia el exterior:

El puerto está identificado con la palabra SAFETY. Tiene un conector de seguridad el cual permite la conexión del conjunto de mangueras de descarga hacia el indicador de descarga el cual muestra que el cilindro se ha aliviado.

Sí la presión dentro del cilindro de oxígeno se incrementa debido a alta temperatura, un disco fusible dentro del cuerpo del conector de seguridad se quema permitiendo que el contenido se descargue.

Los rangos de ruptura del disco son:

- 2575 a 2775psig a 21°C (70°F)
- 2250psig mínimo a 71°C (160°F)

#### Puerto de recarga:

El puerto de recarga está identificado por las letras HP. Tiene un conector para válvula check, el cual permite la conexión de una línea de llenado de alta presión HP desde la válvula de llenado. El cilindro es recargado a través de este puerto.

La válvula requiere una presión diferencial positiva de aproximadamente 80psig para admitir que el oxígeno fluya dentro del cilindro.

La válvula de carga está asentada contra fuga con la ayuda de una válvula de resorte y la presión del cilindro cuando no está en uso.

Válvula de llenado:

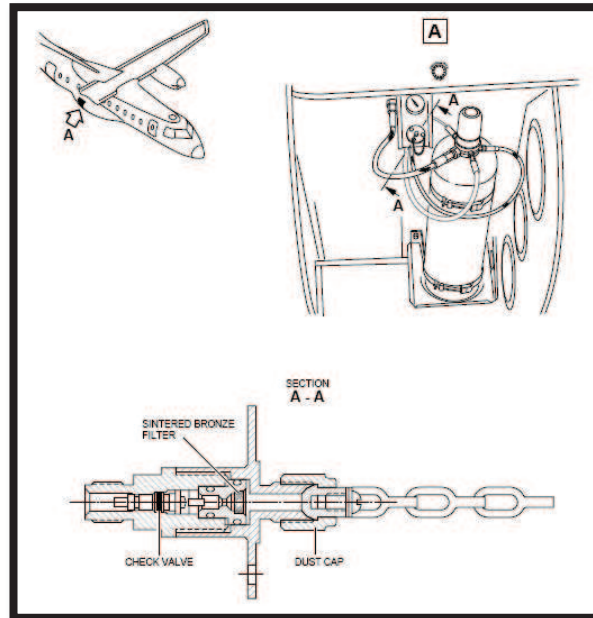


Figura 2.17. Válvula de llenado

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Una válvula de llenado está instalada en el compartimento de oxígeno para facilitar la recarga del cilindro de oxígeno. Está conectada al lado de alta presión del regulador con la línea de llenado HP y tiene una válvula check para prevenir fugas cuando el adaptador de carga es removido.

La válvula tiene un filtro de bronce sinterizado para prevenir el ingreso de materiales extraños, y una tapa contra polvo conectada a una pequeña cadena para evitar pérdidas, esta tapa actúa también como un sello en el caso de que la válvula fugue.

La válvula tiene una brida montante y está conectada con tres tornillos.

#### Indicador de Presión:

Un instrumento indicador de presión (manómetro) está instalado en el compartimiento de oxígeno para mostrar la presión dentro del cilindro. Está conectado al lado de alta presión del regulador.

#### Línea de llenado HP:

La línea de llenado de oxígeno, a alta presión, conecta el cilindro de oxígeno a la válvula remota de llenado. Está hecha de un tubo cobre con uniones soldadas con plata.

#### Línea capilar de alta presión:

La línea capilar de alta presión conecta el indicador de presión al lado de alta presión del regulador del cilindro de oxígeno. Está hecho de tubo de cobre con extremos conectados de bronce, soldados con plata.

#### Conjunto de mangueras de descarga:

El conjunto de mangueras de descarga conecta el indicador externo de descarga al puerto de descarga fuera de borda en el conjunto de válvulas del cilindro.

#### Conjunto de mangueras de suministro LP:

El conjunto de mangueras de suministro conecta los conductos de distribución hacia tripulación y pasajeros, con el puerto de suministro LP en el conjunto de válvulas del cilindro.

#### SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN:

##### Oxígeno para tripulación:

El sistema de distribución, reparte el oxígeno de baja presión a la tripulación para respirar. Este consiste de los siguientes componentes:

- Válvula de sellado.
- Válvula de lanzadera
- Válvula de separación



- Máscaras de tripulación
- Vaso para máscara
- Retenedor de máscara
- Válvula de salida para tripulación
- Visores contra humo.

Válvula de sellado:

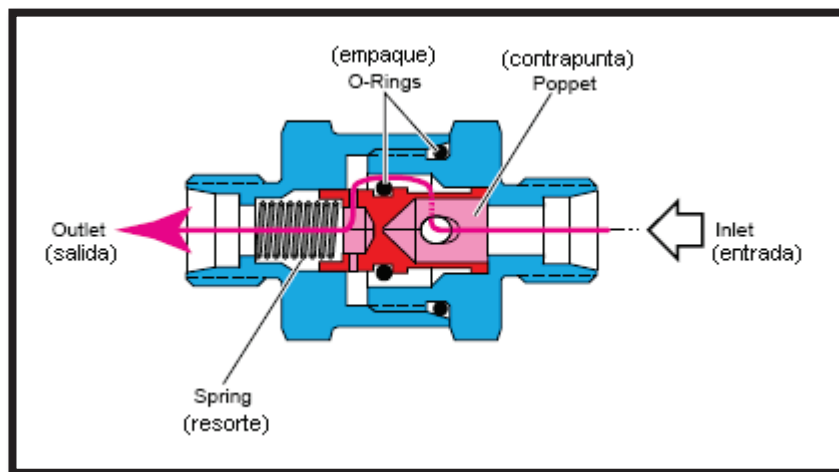


Figura 2.18. Válvula de sellado

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

La válvula de sellado previene la pérdida de flujo de oxígeno si una línea de distribución a tripulación se rompe. Una válvula es instalada en cada línea duplicada a la del flujo de oxígeno.

La válvula está diseñada de tal manera que si una línea se rompe o tiene una fuga la diferencia de presión entre los puertos de entrada y salida, causarán que la válvula selle el lado con menor presión.

Bajo operación normal, una contrapunta en la válvula está asegurada en posición abierta, contra la fuerza de un resorte mediante la presión de oxígeno entrante. Si una línea se rompe aguas abajo de la válvula la rata de flujo en la salida se incrementará causando que un mayor flujo de oxígeno pase a la contrapunta. Esto significa que si hay menos presión para mantener la

contrapunta abierta contra el resorte la válvula cerrará para sellar la sección de tubería por donde hay fuga.

El otro extremo de este tramo será sellado mediante la válvula de lanzadera.

### Válvula de lanzadera:

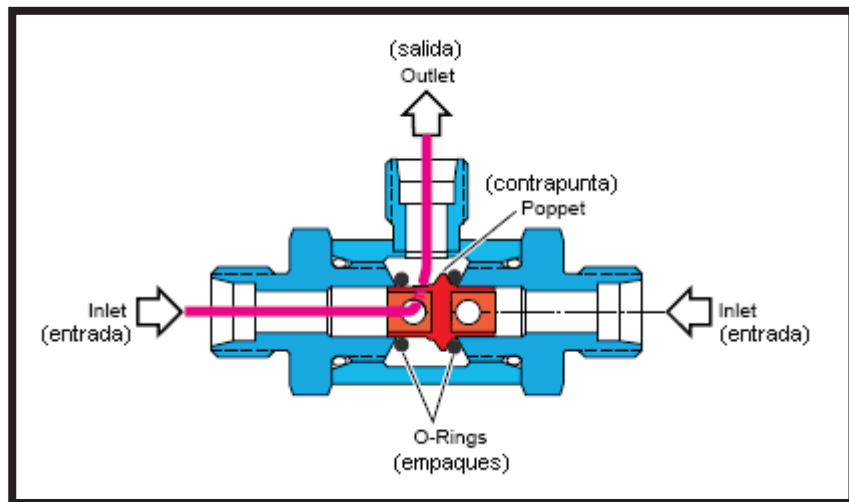


Figura 2.19. Válvula de lanzadera

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

La válvula de lanzadera opera en conjunto con la válvula de sellado. Si la válvula de sellado opera para cerrar un lado de una línea rota, la válvula de lanzadera operará para cerrar el otro extremo de esa tubería. Así el área afectada está cerrada por ambos lados.

La válvula de lanzadera es una válvula de contrapunta simple de dos entradas y una salida. Bajo operación normal la contrapunta se mantiene en posición central mediante una presión igual en ambas entradas.

Si la válvula de sellado opera para cerrar un tubo roto la presión de oxígeno en la entrada de un extremo de la válvula de lanzadera será cero. Esta diferencia de presión de entrada en la válvula de lanzadera causará que la contrapunta selle

el lado con menor presión. La sección por donde hay fuga está ahora completamente sellada en ambos extremos.

Válvula de separación:

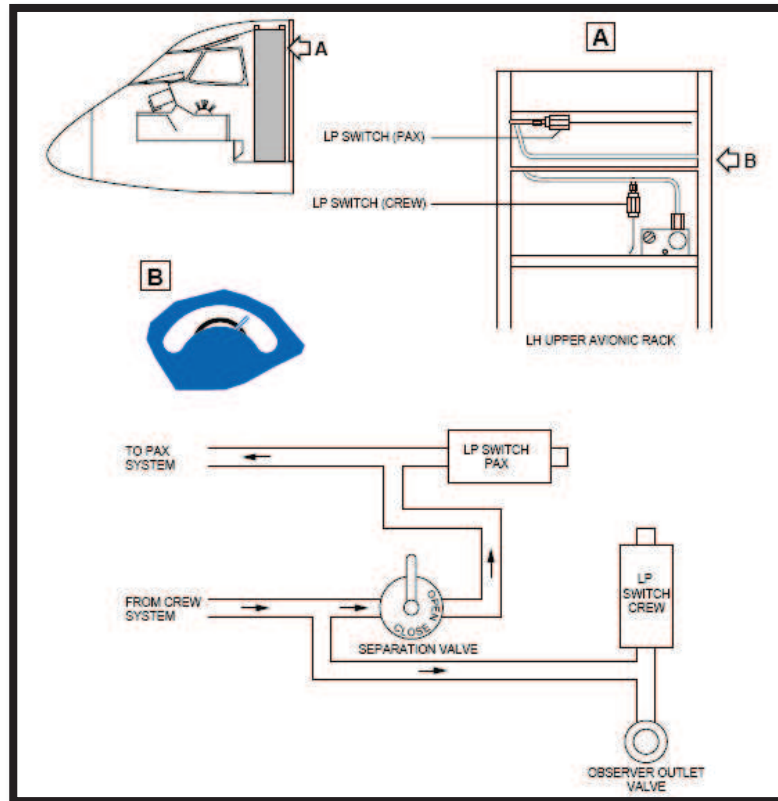


Figura 2.20. Válvula de separación

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

La válvula de separación provee un acoplamiento entre el sistema de tripulación y el sistema de pasajeros en el desafortunado caso de que ambas líneas de pasajeros se hayan roto. La válvula de separación es una válvula shut-off simple operada mecánicamente. La entrada es alimentada dentro de las tuberías de suministro de oxígeno para tripulación; y la salida está conectada a las cañerías de pasajeros.

Una manija en la válvula puede ser girada 45 grados hacia la posición CLOSED u OPEN marcadas en el cuerpo de la válvula.

En la posición CLOSED, los sistemas de pasajeros y tripulación son suministrados por sus cañerías de distribución individuales. En la posición OPEN, el sistema de pasajeros es suministrado con oxígeno vía las líneas de tripulación. En este modo el sistema de pasajeros no será compensado por altitud.

Puesto que la presión en las líneas de tripulación (70psig) que se reduce a las máscaras antes de respirar, es mayor que la requerida por los pasajeros (entre 2 y 42psig), un orificio se encuentra en la válvula de separación para prevenir presión excesiva en las máscaras de pasajeros.

Para operación normal la válvula es sellada en la posición CLOSED con alambre de freno. Este puede ser roto fácilmente para permitir que la válvula se mueva a la posición OPEN en una emergencia. El alambre de freno sirve como un dispositivo anunciador que muestra que la válvula ha sido operada.

#### Máscara de tripulación:

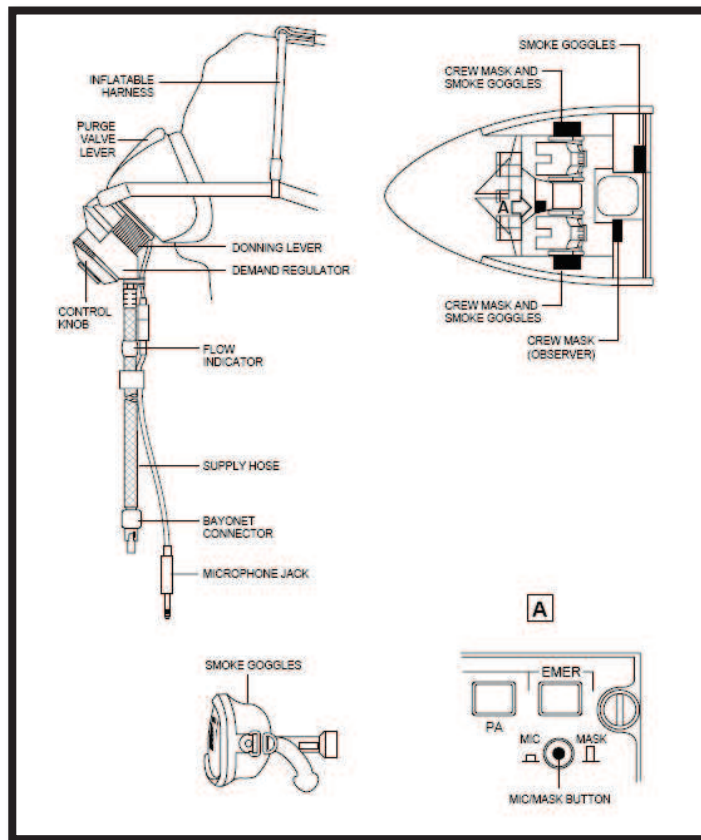


Figura 2.21. Máscara de oxígeno para tripulación

Fuente: Investigación documental

Tres máscaras de oxígeno de aplicación rápida están instaladas en el compartimiento de vuelo para la tripulación, están conectadas a un arnés hueco, el cual se infla mediante la presión de la máscara de oxígeno para facilitar, rápida aplicación y confort.

Las máscaras de tripulación de vuelo están almacenadas en paneles laterales y mantenidas en su lugar por un retenedor plástico. La máscara del observador está almacenada en el rack aviónico izquierdo.

Cada máscara puede ser aplicada en cinco segundos y suministra oxígeno inmediatamente.

#### Regulador de demanda:

El regulador de demanda está instalado al frente de la máscara y se le suministra oxígeno vía una manguera flexible, con un indicador de flujo integral y un conector de micrófono. La manguera está conectada a la salida para tripulación con un conector de bayoneta.

Una perilla con una aguja dentada, en el frente del regulador puede girarse en sentido horario o anti-horario para seleccionar modo de operación deseado.

- NORMAL: Provee mezcla aire/oxígeno dependiendo de la altitud.
- 100%: Provee oxígeno al 100% por inhalación, sin importar la altitud.
- EMER: Provee oxígeno al 100% con sobre-presión para prevenir que entre humo a los visores.

#### Válvula de purga:

Una válvula de purga en la máscara permite flujo de oxígeno hacia los visores para repeler cualquier agente irritante.

Un nivel en la parte superior de la pieza de nariz está conectado a una válvula simple en la cámara de la máscara. Cuando los visores están colocados

se asientan en el nivel, el cual abre la válvula y el oxígeno fluye dentro de ellos para repeler agentes extraños e irritantes.

#### Nivelador de aplicación:

Un nivelador grande y rojo en el lado izquierdo de la máscara permite al usuario colocársela rápidamente con una mano.

Cuando el nivelador está presionado el suministro de oxígeno alimenta a la banda de cabeza causando que el arnés se infle. Cuando el arnés está colocado sobre la cabeza, el nivelador se suelta y la banda se desinfla y relaja alrededor de la cabeza del usuario para darle un ajuste confortable.

#### Indicador de flujo:

Un indicador de flujo está instalado en línea con la manguera de suministro. El indicador tiene un tubo transparente con un anillo indicador. Cuando la manguera está conectada a la válvula de salida, y el oxígeno de baja presión está disponible en la máscara, una banda verde será visible en el tubo transparente.

Sí la banda se desconecta o, el abastecimiento de oxígeno para o cae bajo el mínimo, un indicador naranja será visible en el tubo para advertir al usuario que el oxígeno no está llegando a la máscara.

#### Micrófono:

Se provee de un micrófono para permitir al piloto llevar a cabo una comunicación normal mientras usa la máscara de oxígeno. Está conectada al sistema de comunicación mediante un plug de micrófono en el extremo de la manguera de provisión de oxígeno.

Para usar cada micrófono de la máscara, el botón MIC/MASK en la unidad de control de audio respectiva (consola central LH/RH) debe estar presionado.

#### Vaso para máscara:

El propósito de este elemento es proveer un punto de almacenamiento y protección para la máscara de oxígeno del observador. Está instalado en el rack aviónico del lado izquierdo.

#### Retenedor para máscara:

Su propósito es dar un sentido de apoyo para las máscaras de oxígeno en su caja de almacenaje cuando no están en uso. Están localizadas en la cabina de pilotos, compartimentos laterales izquierdo y derecho.

Los bordes internos de los retenedores están formados para ajustarse al perímetro de la máscara, de manera que cuando estén cerrados, la máscara se mantenga firme entre ellos. Así como ofrecen soporte, aseguran un acceso rápido y fácil para la tripulación.

#### Válvula de salida para la tripulación:

La válvula de salida ofrece una conexión entre una máscara de oxígeno al suministro de oxígeno para propósito de primeros auxilios.

Las válvulas tienen un fitting de bayoneta con un dispositivo de seguro semi-positivo para prevenir una desconexión inadvertida.

Al contrario de las válvulas de pasajeros y auxiliar de cabina, las de tripulación no tienen cubierta contra polvo.

#### Visores contra humo:

Están provistos para protección contra humo y gas tóxico. Están suministrados con oxígeno desde la máscara para prevenir la entrada de cualquier clase de gas o humo. La lente de una sola pieza de policarbonato es resistente a la abrasión en su parte externa y tratada con un agente anti-empañante en su interior. Una banda elástica está prevista para mantener el visor en la posición de la cabeza del usuario.

Los visores están diseñados de manera que cuando están colocados, automáticamente activan la válvula de purga en la pieza facial de la máscara, esto permite que el oxígeno fluya dentro de los visores para repeler cualquier agente irritante.

#### Líneas de suministro LP:

Las líneas de suministro de aleación de aluminio distribuyen el oxígeno de baja presión desde los cilindros hacia:

- Las máscaras de tripulación.
- Las salidas para primeros auxilios en el compartimento de pasajeros.
- La salida en el compartimento de tripulación.

Las líneas de tripulación están duplicadas en el área del disco de ruptura para asegurar un suministro de oxígeno en caso de que una de las líneas se rompa o falle por alguna razón.

#### Oxígeno para pasajeros:

El sistema de oxígeno para pasajeros les da a los usuarios un suministro de oxígeno si hay una pérdida de presión en cabina a gran altura para propósitos de primeros auxilios de enfermedades por altura.

El oxígeno es suministrado a los pasajeros vía máscaras de emergencias las cuales caen automáticamente sobre una altitud dada. El sistema de pasajeros puede ser operado también manualmente por la tripulación y puede ser aislado cuando no se requiera.

El oxígeno de baja presión es suministrado desde el conjunto regulador en el cilindro recipiente hacia los pasajeros por medio de tubos rígidos de aluminio.

Máscaras de oxígeno de caída libre son activadas automáticamente por un switch de altitud si la aeronave sufre una descompresión la cual cause una altitud de cabina superior a 13800ft  $\pm$ 700ft. El switch energiza una válvula solenoide la cual abre la línea de suministro desde el regulador de compensación de altitud hacia las máscaras.



El regulador surte oxígeno a las máscaras de caída libre a una presión entre 0 y 51psi relativa a la altitud.

El sistema de suministro se apaga mediante una válvula de solenoide, cuando la altitud de cabina desciende bajo los 10000ft.

El sistema puede también ser operado manualmente mediante el switch “DROP-OUT” en el panel de oxígeno localizado en el panel de sobre cabeza o aislado completamente por el switch “PAX-MASTER”.

Switch de altitud:

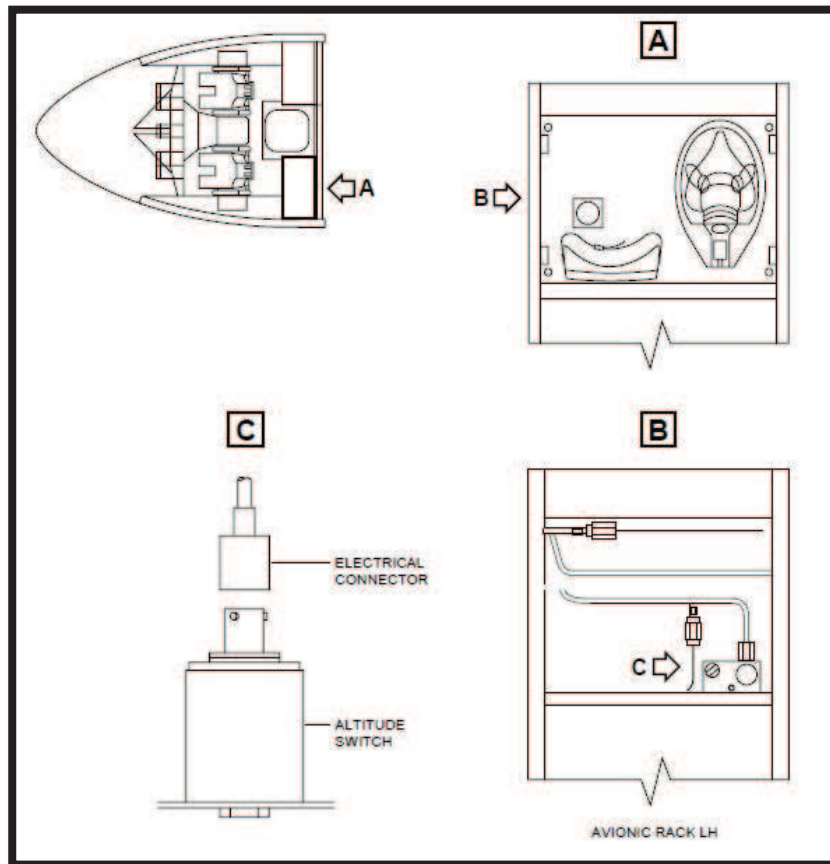


Figura 2.22. Switch de altitud

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

El switch de altitud monitorea la presión/altitud y conmuta el suministro de potencia de la válvula de solenoide, la cual controla el surtido de oxígeno hacia las unidades de oxígeno de caída libre.

El switch tiene un aneroide bajo configuración que está conectado a un conjunto de contactos eléctricos. Los contactos cambian con el incremento de la altitud (la presurización de cabina desciende) a 13800ft  $\pm$ 700ft y vuelven a cambiar cuando la altitud de cabina está bajo 10000ft.

Sí la aeronave sufre una descompresión que cause una altitud de cabina superior a 13800ft  $\pm$ 700ft, los contactos del interruptor cierran un circuito el cual opera la válvula de solenoide y causan que las máscaras de oxígeno de pasajeros caigan.

Cuando el avión desciende bajo los 10000ft los contactos se abrirán para detener el suministro eléctrico hacia la válvula de solenoide. La válvula se cerrará y el oxígeno suministrado a las máscaras se detendrá.

Un filtro protege la entrada de altitud de cabina hacia el switch de la presencia de polvo.

Reguladores compensadores de altitud:

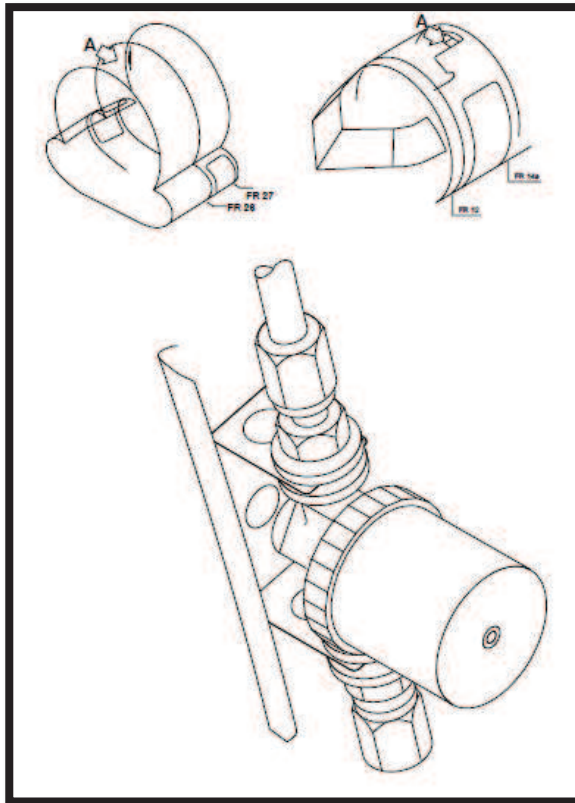


Figura 2.23. Regulador compensador de altitud

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Los reguladores compensadores de altitud abastecen el flujo de presión para abrir las unidades de caída y regulan la presión de oxígeno a las máscaras de pasajeros, relacionándola con la altitud.

Aneroides en el interior de los reguladores se expanden y contraen con un cambio en la altitud, para regular el flujo de oxígeno a través de la válvula hacia las unidades de caída libre.

Las ratas de flujo aproximado se muestran a continuación:

Tabla 2.1. Ratas de flujo de oxígeno

<b>ALTITUD</b>	<b>PRESIÓN DE SALIDA</b>	<b>FLUJO MÍNIMO</b>
Feet (ft)	Kpa (psig)	Liter (US gal)
40 000	290 (42)	105,98 (28)
30 000	227 (33)	68,13 (18)
20 000	138 (20)	37,85 (10)

15 000	76 (11)	9,84 (2,6)
10 000	14 (2)	2,01 (0,53)

Fuente: Do-328 – Training Manual ATA 35

Elaborado por: Roberto Tobar

### Válvula de solenoide 4MO y 15MO

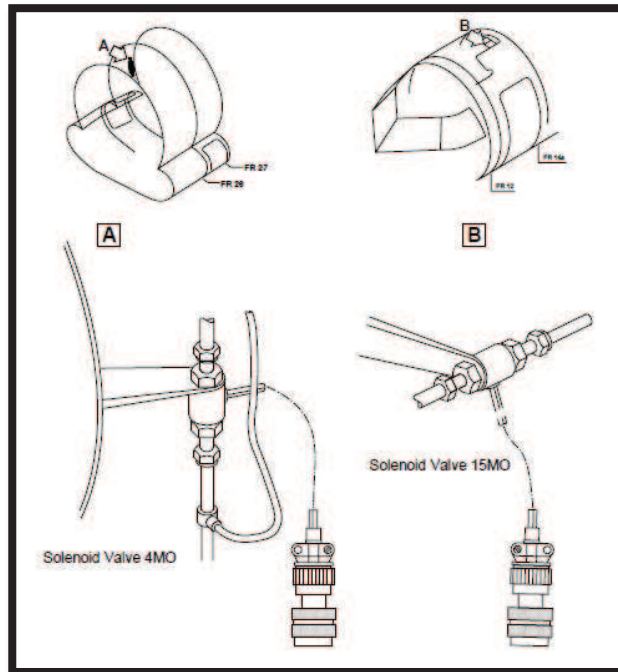


Figura 2.24. Válvulas de solenoide 4MO y 15MO

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Las válvula de solenoide 4MO y 15MO controlan el abastecimiento de oxígeno al regulador compensador de altitud. Están operados por un solenoide el cual es energizado y des energizado por potencia eléctrica, controlada por el switch de altitud o el interruptor “DROP-OUT”

En la condición de des energizado, el núcleo del solenoide, que sirve como asiento de la válvula se mantiene cerrado mediante el resorte. Cuando las válvulas están energizadas el núcleo se mueve contra la tensión del resorte para abrir las válvulas.

### Válvula de sello:

La válvula de sello previene la pérdida de flujo de oxígeno si una línea de distribución para pasajeros se rompe. Cuatro válvulas de sello están instaladas, unas instaladas en un patrón de flujo posterior al área de ruptura dada con una dirección de trabajo desde atrás hacia adelante; y unas instaladas en un patrón de flujo delante del área de ruptura dada con una dirección de trabajo desde adelante hacia atrás.

### Válvula de lanzadera con resorte:

La válvula de lanzadera opera en conjunto con la válvula de sello. Si la válvula de sello opera para cerrar un lado de la línea rota, la válvula de lanzadera opera para cerrar el otro extremo de esa línea para aislar por ambos lados la línea defectuosa.

Durante operación normal el pistón de la válvula es unida por un resorte en su punto medio. Presiones diferenciales altas entre ambos lados causan que el pistón se cierre del lado con la presión más baja.

Si el sistema de pasajeros se rompe, el pistón en la válvula será movido por la presión diferencial residual entre el lado roto y el lado intacto del área dañada, la cual previene cualquier fuga de oxígeno hacia el ambiente.

### Unidades de caída libre:

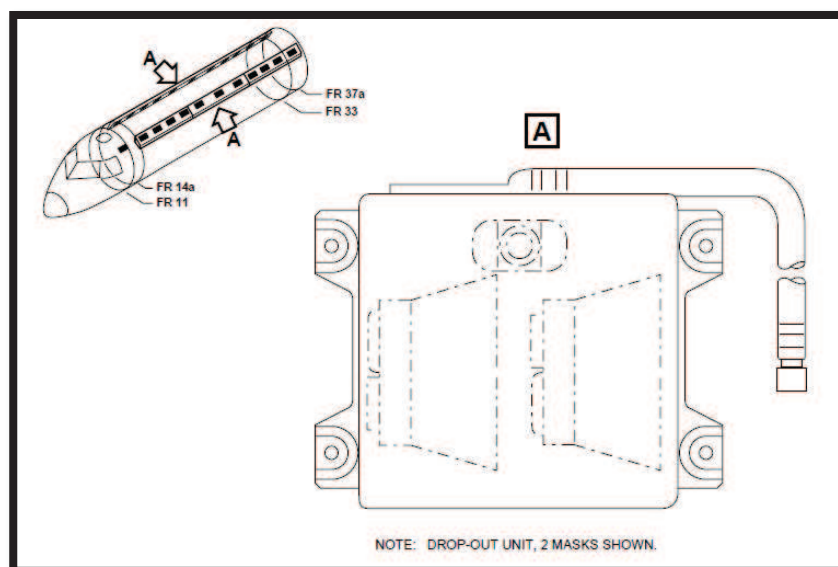


Figura 2.25. Unidades de caída libre

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Las unidades de caída libre albergan las máscaras de oxígeno de pasajeros, y están instaladas sobre sus asientos en la unidad de servicio personal (personal service unit – PSU). Las unidades en los lados, izquierdo y derecho del compartimento de pasajeros tienen dos máscaras. Una unidad con una única máscara para la auxiliar de cabina está instalada en el área superior del asiento de auxiliar.

Las unidades consisten de un contenedor de aluminio con una compuerta y mecanismo de seguro. Dentro del contenedor está un múltiple moldeado, de nylon conectado a las líneas de distribución de oxígeno de pasajeros.

Cada máscara está conectada por una manguera flexible para oxígeno hacia el múltiple, y a la vez hacia un gancho de disparo que tiene un pin de liberación en el otro extremo, este pin está conectado al múltiple de nylon.

Cuando la presión de carga de oxígeno es aplicada al múltiple, el mecanismo de seguro se liberará y la compuerta se abrirá permitiendo a las máscaras caer. Cuando el pasajero hala la máscara para colocársela el gancho de disparo halará el pin de liberación del múltiple, lo cual permitirá que la presión de oxígeno fluya hacia la máscara.

El seguro puede también ser operado manualmente para obtener acceso a la unidad cuando el múltiple no está presurizado con oxígeno. Esto se realiza al insertar una varilla delgada dentro del agujero en la compuerta y presionando para liberar el seguro.

Un orificio en las líneas de distribución previene que el mecanismo de seguro sea liberado en caso de que una presión entre a las líneas debido a una fuga interna después de la válvula de solenoide.

Máscaras de primeros auxilios:

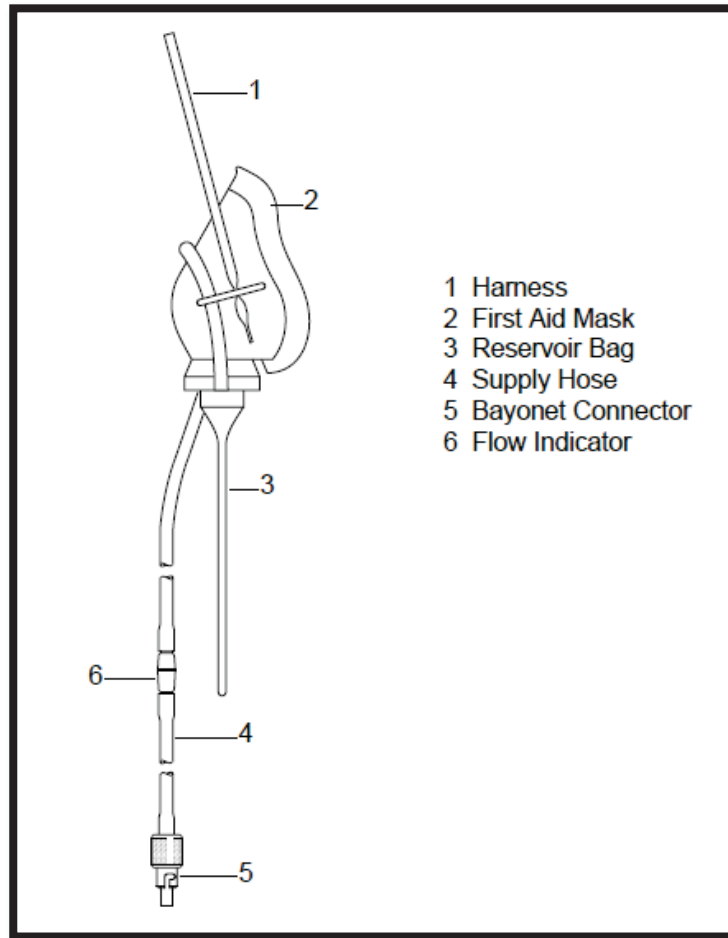


Figura 2.26. Máscara de oxígeno para primeros auxilios

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Tres máscaras de oxígeno están instaladas en el compartimiento de pasajeros para propósitos de primeros auxilios, vértigo, etc. Están almacenadas en el primer rack del avión.

La máscara tiene un cono facial con bolsa reservorio, arnés, manguera flexible de suministro de oxígeno con un indicador integral de flujo y un conector tipo bayoneta de giro on/off para conectar dentro de la salida de primeros auxilios más cercana.

Puertos de salida para primeros auxilios:

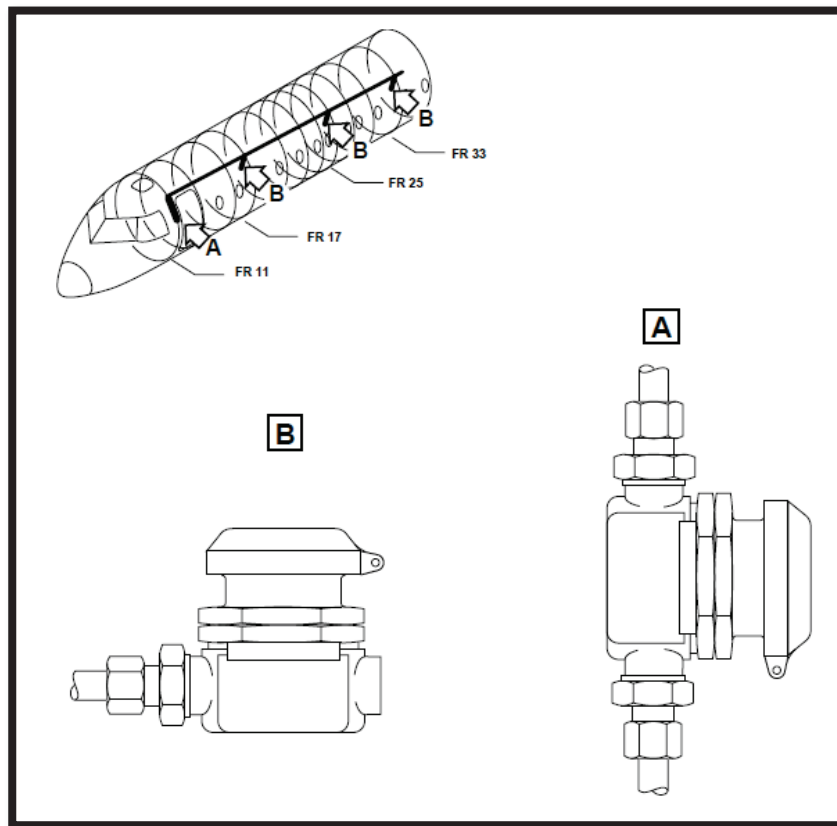


Figura 2.27. Puertos de salida de oxígeno para primeros auxilios

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

Cuatro válvulas de salida están instaladas en el compartimento de pasajeros para conexión de una máscara para primeros auxilios en el abastecimiento de oxígeno de tripulación para propósitos tales como vértigo, mareo, falta de aire, etc.

Las válvulas tienen un conector de tipo bayoneta con un dispositivo de seguro semi-positivo para prevenir desconexión accidental.

La posición de las válvulas y la longitud de la manguera de abasto en las máscaras para primeros auxilios aseguran que cualquier pasajero pueda ser tratado en su asiento.



Hay tres salidas instaladas en pasillo central y una sobre el asiento de la auxiliar de cabina, cerca de la puerta de entrada.

#### Máscara de demostración:

La máscara de demostración es una ayuda para mostrar a los pasajeros el uso correcto de las máscaras de oxígeno. Es una unidad no funcional.

#### Conjuntos de mangueras:

Los conjuntos de mangueras están hechos de nomex reforzado envuelto en una manguera de teflón con un tubo interno no-conductivo. Conectores de aluminio ligero están enganchados a la manguera. Estos conjuntos instalados para conectar las líneas de abastecimiento montadas en el PSU hacia las de alimentación cruzada, están equipadas con conectores en ambos extremos.

#### Válvula de alivio de presión:

La válvula de alivio de presión está instalada para permitir que las válvulas de sello delanteras se re-abran luego de ser cerradas por el flujo de carga en el modo conectado y para permanecer abiertas durante el subsiguiente suministro.

#### OPERACIÓN:

##### Oxígeno para tripulación:

Operación normal:

Cuando la válvula de cierre en el cilindro de oxígeno está abierta, el oxígeno de alta presión de 1850psig fluye a través del reductor de presión en el cuello del cilindro, donde es reducido a 70psig. Este oxígeno a baja presión luego continúa desde el reductor de presión hacia los reguladores de demanda de las tres máscaras de tripulación vía las dos válvulas de sello y la válvula de lanzadera.

Al mismo tiempo el oxígeno de baja presión es alimentado a

- La válvula de solenoide (sistema de pasajeros)

- Las cuatro válvulas de salida para primeros auxilios.

Sí una fuga ocurre en el disco indicador de ruptura, donde las líneas capilares están duplicadas, las válvulas de sello se abrirán en conjunto con la válvula de lanzadera para cerrar la sección por donde está la fuga y mantener el abastecimiento por la línea existente.

Con suministro de oxígeno en las máscaras, la tripulación tiene tres modos de flujo a escoger mediante un switch selector en la máscara:

- NORMAL OPERATION: Provee mezcla aire/oxígeno dependiendo la altitud
- 100% MODE: Provee oxígeno al 100% por inhalación, independientemente de la altitud.
- OVERPRESSURE: Provee oxígeno al 100% con sobre presión para prevenir que humo o gases entren a la máscara o a los visores.

#### Oxígeno para pasajeros:

Pérdida de presión en cabina a grandes alturas:

Sí la aeronave sufre una pérdida de presión en cabina y la altitud de cabina se incrementa sobre los 13800ft  $\pm$ 700ft, los contactos en el switch de altitud 7MO cambian de C/NC a C/NO.

Esto causa que 28VDC desde la barra "BUS 1 2PP" vía el disyuntor 1MO energicen las válvulas de solenoide 4MO y 15MO.

El oxígeno de alta presión de 1800psig puede ahora fluir desde el cilindro recipiente hacia el conjunto de válvulas en el cuello de la botella donde es reducido a 70psig. Desde ahí el oxígeno a presión reducida se abastece vía las válvulas de solenoide 4MO y 15MO, y al regulador compensador de altitud hacia las unidades de caída libre para pasajeros a través del múltiple. La presión de oxígeno opera el mecanismo de seguro en el múltiple y las máscaras caen.

Operación manual:

Si el sistema de caída libre no se despliega debido a una falla en el switch de altitud, la tripulación puede operar el sistema de pasajeros al ajustar el interruptor “DROP-OUT” 3MO a “MAN”. Esto causa que 28VDC desde la barra “BUS 1 2PP” se desvíe del switch de altitud 7MO y energice las válvulas de solenoide 4MO y 15MO directamente.

Modo conectado:

Sí el sistema de oxígeno de pasajeros sigue fallando luego de la operación manual, los sistemas de tripulación y pasajeros pueden ser acoplados juntos en el modo conectado. Esto se realiza al mover una palanca en la válvula de separación hacia la posición OPEN. Esto permite que el oxígeno fluya desde el sistema de tripulación hacia las unidades de caída libre.

Dado que la presión en las líneas para tripulación mayor que la presión en las líneas para pasajeros, un pequeño orificio está localizado en la válvula de separación para ventilar el exceso de presión para prevenir flujo excesivo a las máscaras de pasajeros.

Cuando el sistema de pasajeros opera en el modo conectado no será compensado por la altitud.

Aislando al sistema de pasajeros:

Hay veces, cuando puede ser necesario o deseable desactivar el sistema de pasajeros, por ejemplo:

- Aterrizaje en campos por sobre los 13000ft
- Operación sin pasajeros
- Desactivación del sistema de pasajeros luego de una activación del mismo.

Cuando el pulsador “PAX-MASTER” 2MO está ajustado a OFF, el suministro de potencia a las válvulas de solenoide 4MO y 15MO se detiene.

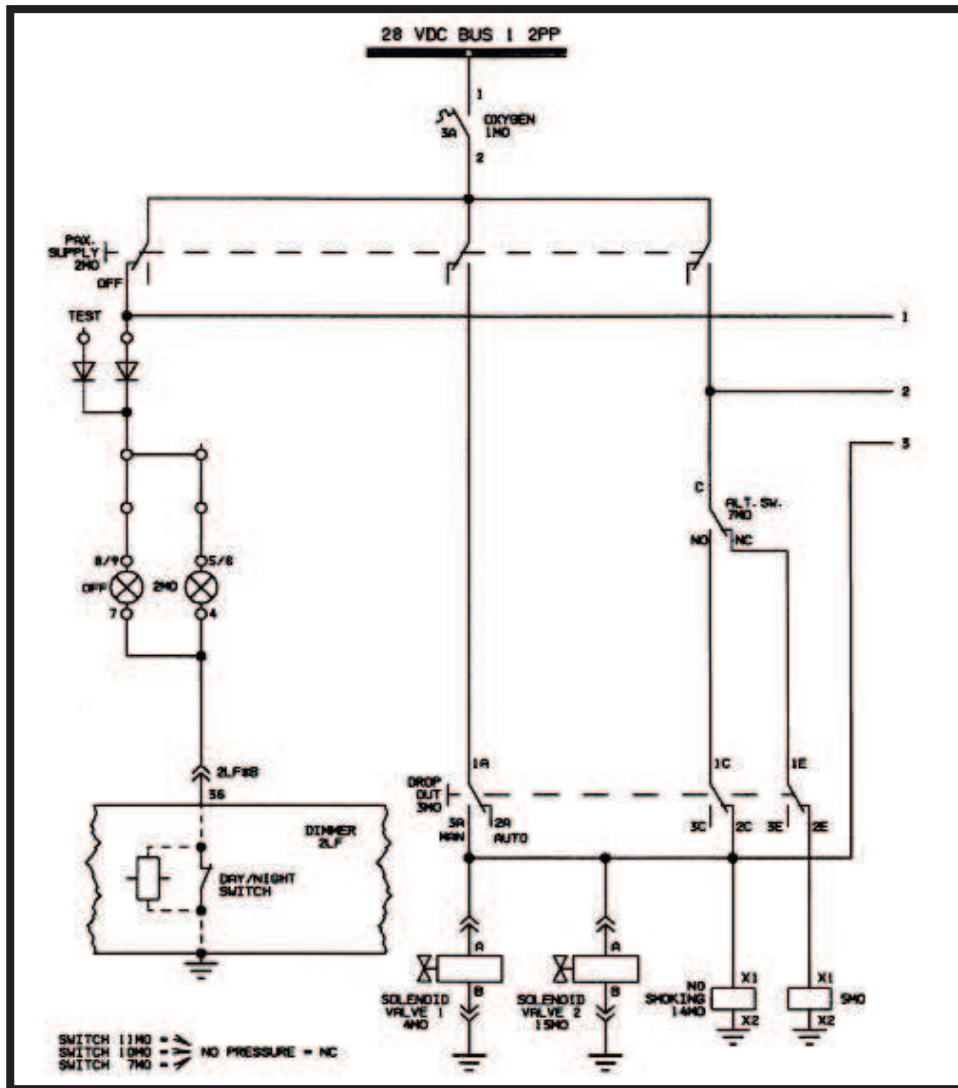


Figura 2.28. Circuito de operación sistema de oxígeno (1 de 2)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

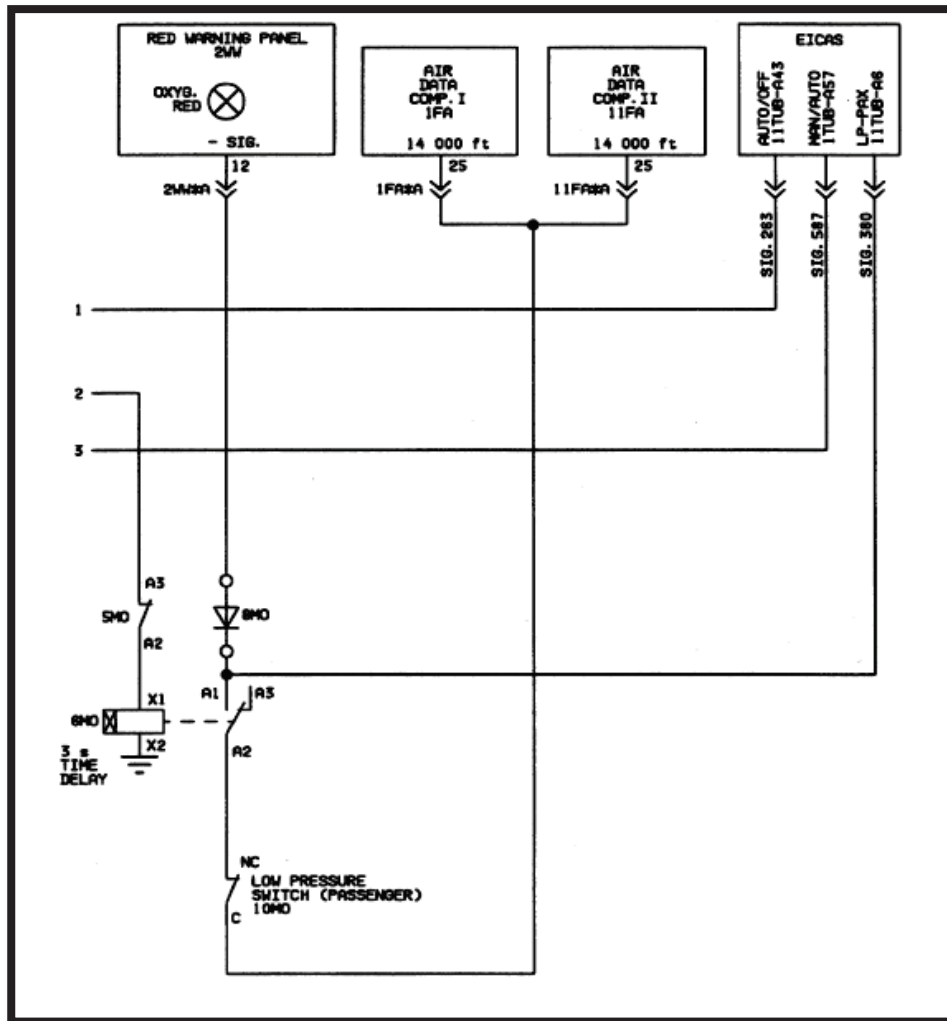


Figura 2.29. Circuito de operación sistema de oxígeno (2 de 2)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

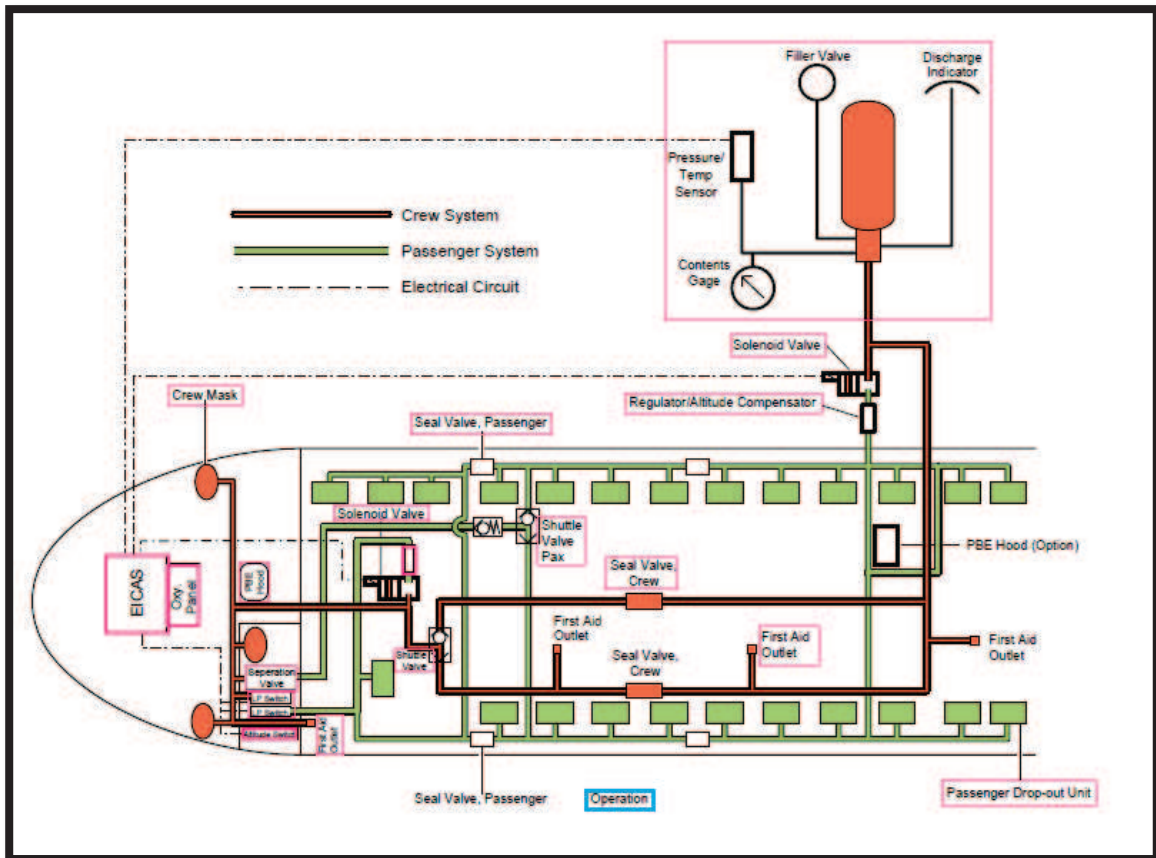


Figura 2.30. Esquema localización componentes del sistema de oxígeno Do-328

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

## INDICACIÓN:

### LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES

#### Interruptores de baja presión 11MO (tripulación), 10MO (pasajeros):

Los interruptores de baja presión operan con una presión aplicada a un diafragma blando el cual ejerce una fuerza en un resorte a través de una platina de presión.

Nota: La presión del sistema de tripulación es regulada en cada máscara individualmente, y la presión en las líneas es constante de 70psig. La presión en el sistema de pasajeros es regulada en el regulador compensador de altitud, y, en las líneas varía entre 2 y 42 psig dependiendo de la altitud de cabina.

Esta es la razón de porque los interruptores de baja presión 10MO y 11MO operan a diferentes presiones.

#### Sensor de presión/temperatura 12MO:

El sensor de presión/temperatura comprende un elemento de silicón piezo-resistivo montado en un cabezal para alta presión. El chip está protegido del medio ambiente por un diafragma de acero inoxidable. La cavidad entre el chip y el diafragma es llenado con aceite halocarbon para transferencia de presión.

El sensor de temperatura comprende un elemento de silicón en estado sólido directamente reforzado a la carcasa del sensor y totalmente independiente al elemento de presión.

El sensor está proveído con 28VDC y provee dos salidas separadas:

- Señal de temperatura de 1 a 5VDC
- Señal de presión 1 a 10VDC.

La compensación de temperatura se requiere para prevenir indicaciones erróneas porque el cilindro de oxígeno está instalado fuera del área presurizada y climatizada y mantenida en un extenso rango de temperatura.

Los efectos de la temperatura en el sistema causan que el conjunto de indicadores sea anulado a altas temperaturas, e ilegible a bajas temperaturas.

#### Indicador de presión:

Un indicador de presión está instalado en el compartimiento de oxígeno para indicar la presión dentro del cilindro. Está conectado al lado de alta presión del conjunto regulador.

La conexión de entrada del indicador es medida para prevenir daños debido a una rápida presurización.

El dial es calibrado desde 0 a 2000psi en incrementos de 100psi, con una marca de "FULL" a 1850psi. El área entre 1850 y 2000 psi está marcada en rojo para indicar sobrecarga.

#### Indicador de descarga externo:

Un indicador de descarga está instalado para indicar que el cilindro de oxígeno se ha descargado debido a una sobrepresión. Esta instalado en la piel del avío detrás de la bahía del tren principal derecho, sobre el compartimiento de oxígeno y conectado vía una manguera flexible al puerto de descarga externo del conjunto de válvulas del cilindro oxígeno.

Un disco verde que se mantiene en posición mediante un anillo retenedor en el cuerpo del indicador es visible cuando la presión del sistema es normal. Si hay presión no deseada, el disco y el retenedor serán expulsados por el oxígeno descargado y quedará expuesto el indicador rojo.

La sobrepresión puede ser causada por un sobre calentamiento del cilindro o por una recarga incorrecta.

#### Indicador de flujo:

Indicadores de flujo mecánicos están instalados en la manguera de suministro de las máscaras de oxígeno de tripulación y pasajeros. Los indicadores muestran verde para flujo y rojo cuando no existe flujo.

### OPERACIÓN:

#### Cantidad de oxígeno en el cilindro:

El sensor de presión/temperatura 12MO provee señales análogas al EICAS para establecer la capacidad del cilindro de oxígeno luego de haber sido corregido por temperatura.

La cantidad de oxígeno en el cilindro es indicada en la página "CPCS/OXYGEN" del EICAS. Los punteros y las lecturas digitales tienen el siguiente color:



- 0% a 20% rojo
- 21% a 80% ámbar
- 81% a 110% blanco
- 111% a 120% ámbar
- > 121% rojo

Si la cantidad en el cilindro de oxígeno cae bajo el 80% el mensaje de “OXYQTYLOW” en el campo del CAS se encenderá..

Cuando el sensor de temperatura está defectuoso el mensaje “OXYQTYFAIL” en el campo del CAS, el mensaje “FAIL” y una “X” roja en la escala de cantidad en la página “CPCS/OXYGEN” del EICAS se encienden.

#### Advertencia a tripulación de baja presión:

Cuando la presión del sistema de tripulación cae bajo 33psi y sigue disminuyendo, el interruptor de baja presión 11MO cierra sus contactos. Tierra es conectada el panel rojo de advertencias (red warning panel), y el mensaje “CREWPRESSLOW” en la página “CPCS/OXYGEN” del EICAS se encienden.

#### Modo de sistema de pasajeros”

Cuando el pulsador “PAX-MASTER” 2MO está en posición OFF, 28VDC son suministrados hacia el EICAS. El campo OFF en el pulsador “PAX-MASTER” 2MO se enciende. Adicionalmente son visibles los mensajes “OXYPAX OFF” en el campo CAS y “PAX OFF” en la página “CPCS/OXYGEN” del EICAS.

Si el pulsador “PAX-MASTER” 2MO está en ON y el interruptor “DROP-OUT” 3MO está en posición AUTO, el mensaje “PAX AUTO” en la página “CPCS/OXYGEN” del EICAS aparecerá.

#### Advertencia de baja presión de pasajeros:

Cuando el sistema de pasajeros es activado sea por el interruptor de altitud 7MO o por el interruptor “DROP-OUT” 3MO, el relé 5MO se des-energiza. Así que el relé 6MO se des-energiza con un desfase de tres segundos para evitar que la

alarma de baja presión se active durante la pase de carga de la presión. Los contactos del interruptor de baja presión 10MO se abren con presión del sistema.

Sí esta presión cae bajo los 1,5psi y menos, sobre los 14000ft, los contactos del interruptor de baja presión 10MO se cierran y la tierra se conecta al panel rojo de advertencias (red warning panel), y al EICAS. La advertencia OXYGEN en el red warning panel y el mensaje “PAXPRSSLOW” en la página “CPCS/OXYGEN” del EICAS se encienden.

#### Operación en campos de gran altitud:

Para evitar actuaciones inadvertidas del sistema de caída libre al aproximarse a campos con altitudes sobre los 13000ft el mensaje “OXYDROPOUT AUTO” en el campo del CAS se enciende. Esto recuerda a la tripulación de vuelo interrumpir el suministro a los pasajeros mediante el pulsador “PAX-MASTER” 2MO: El mensaje se enciende cuando:

- La altura del campo de aterrizaje está sobre 13000ft.
- La altitud de vuelo está bajo 15000ft.
- La presión del compartimiento de pasajeros esta sobre 9000ft.

#### “Micro Air Data Computer” (MADC)

La “micro air data computer” 1FA (11FA) provee una interrupción cuando la altitud de vuelo está bajo los 14000ft para suprimir la advertencia de baja presión a esta altitud.

Esto es debido a que una falla en el suministro de oxígeno de pasajeros bajo 14000ft no es crítica, y no se desea una alerta innecesaria a la tripulación de cabina pues incrementaría la ya existente gran carga de trabajo cuando se recupera de una descompresión.

Luces de información a los pasajeros:

Cuando el sistema de pasajeros es activado manualmente por el interruptor “DROP-OUT” 3MO, o, automáticamente por el interruptor de altitud 7MO, el relé 14MO se energiza. Así que la luz de “NO SMOKING” se encenderá.

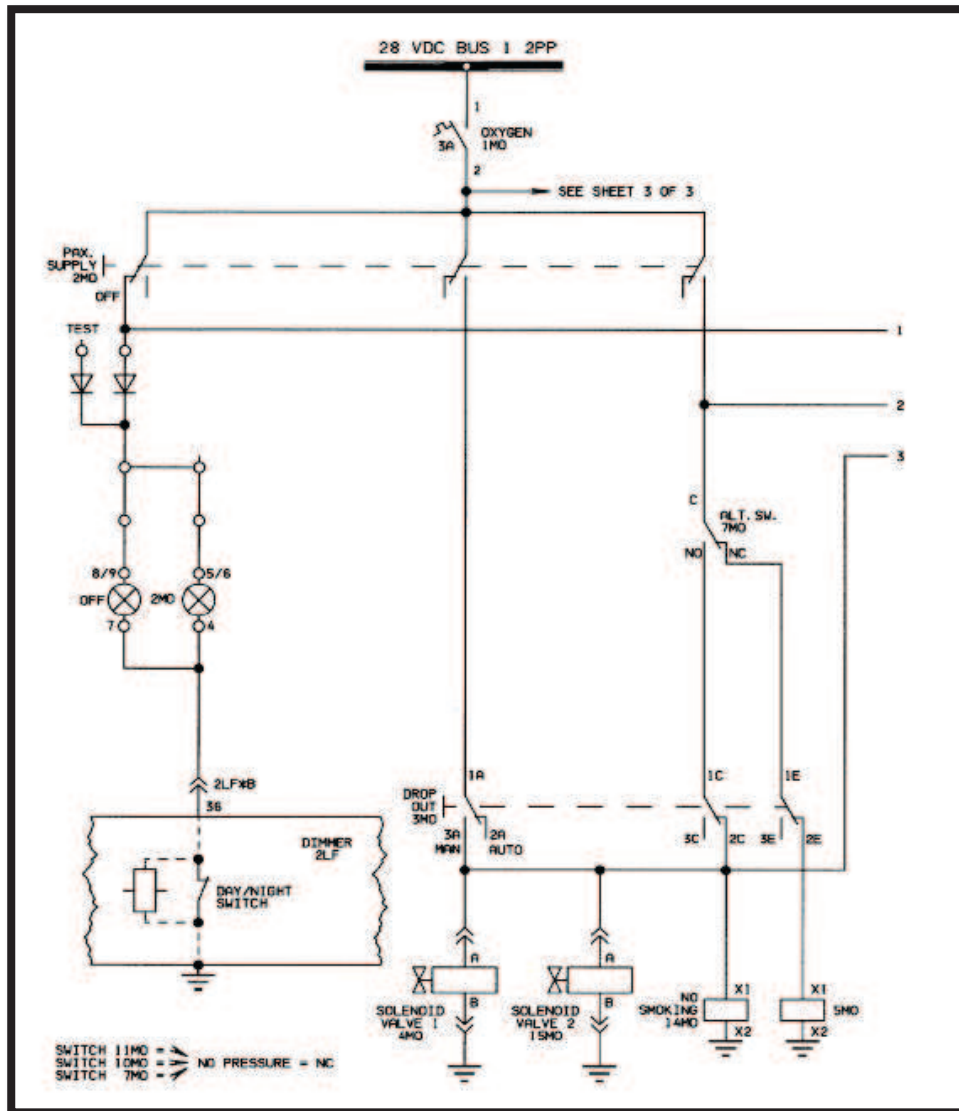


Figura 2.31. Circuito de indicación del sistema de oxígeno Do-328 (1 de 2)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

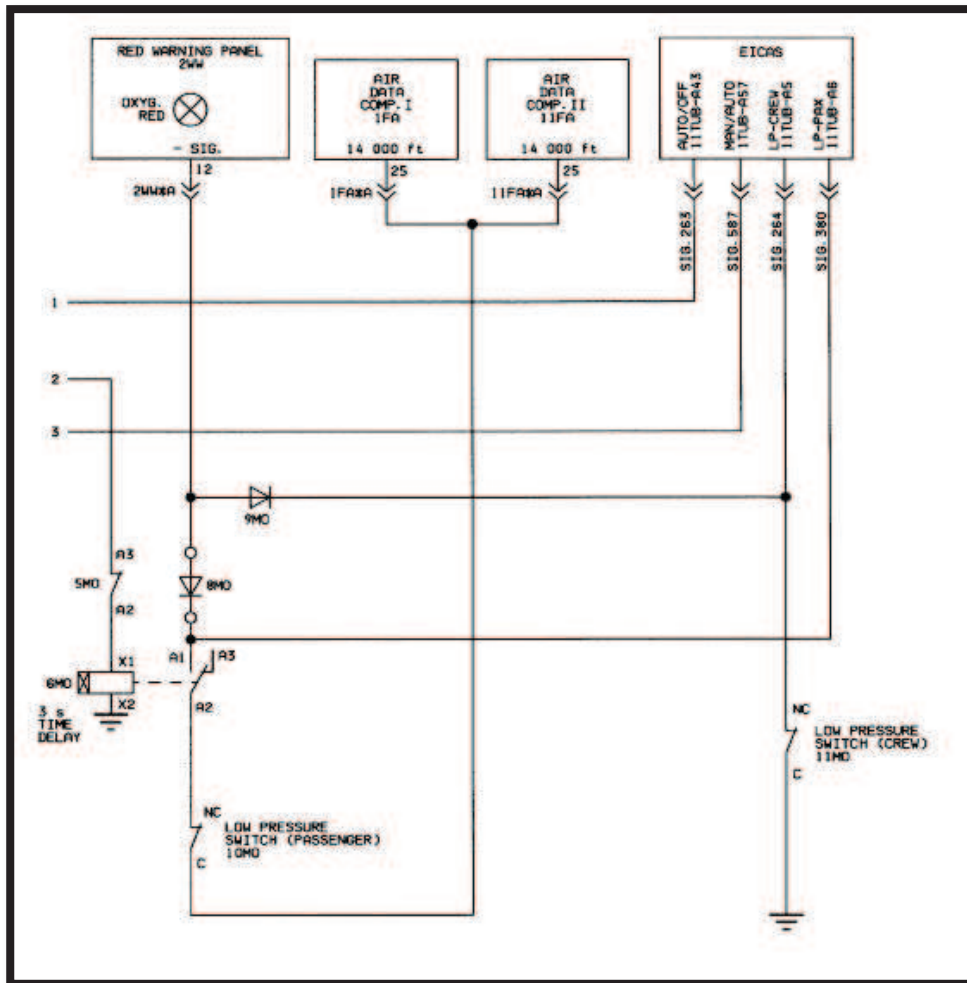


Figura 2.32. Circuito de indicación sistema de oxígeno Do-328 (2 de 2)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

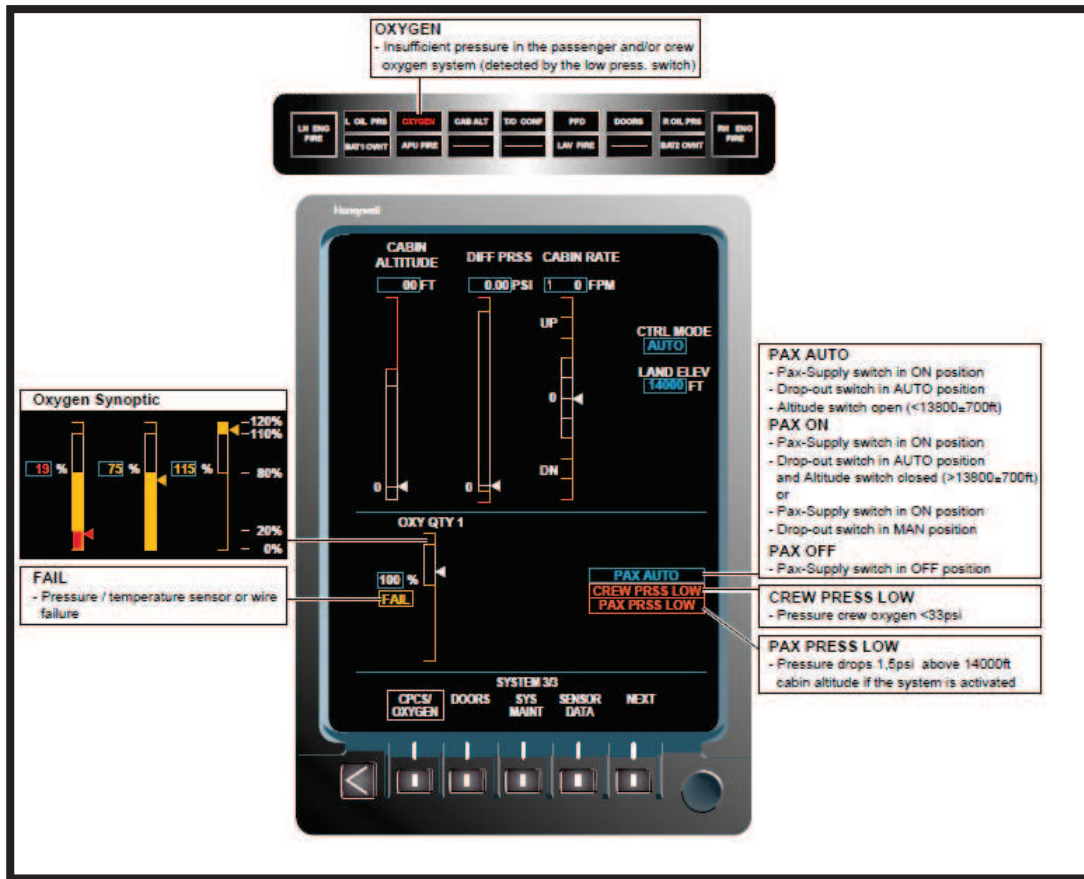


Figura 2.33. Descripción mensajes en la página “CPCS/OXYGEN” en MFD (MultiFunction Display)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

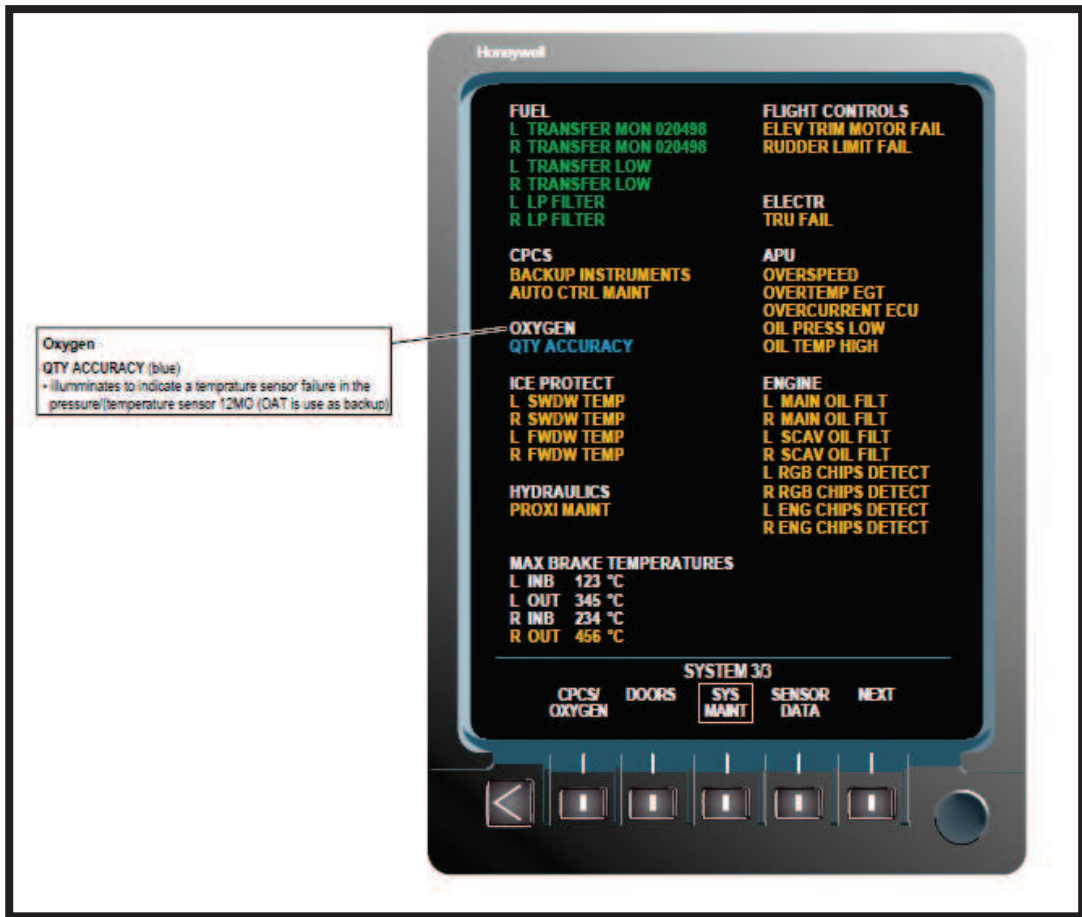


Figura 2.34. Descripción mensajes página "SYSMAINT" en el MFD (MultiFunction Display)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

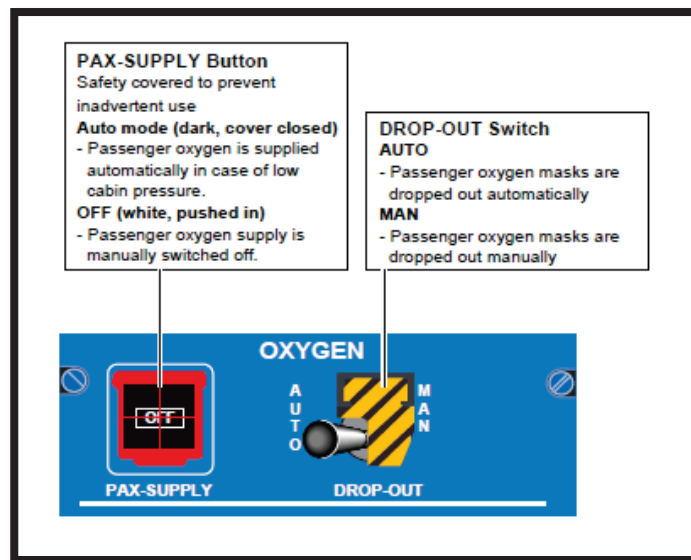


Figura 2.35. Panel de oxígeno en OVERHEAD PANEL

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 35

## 2.1.5 Elementos del avión Dornier 328 que se relacionan con el uso de nitrógeno

### Tren de aterrizaje principal:

#### Absorbedor de impactos del tren de aterrizaje principal:

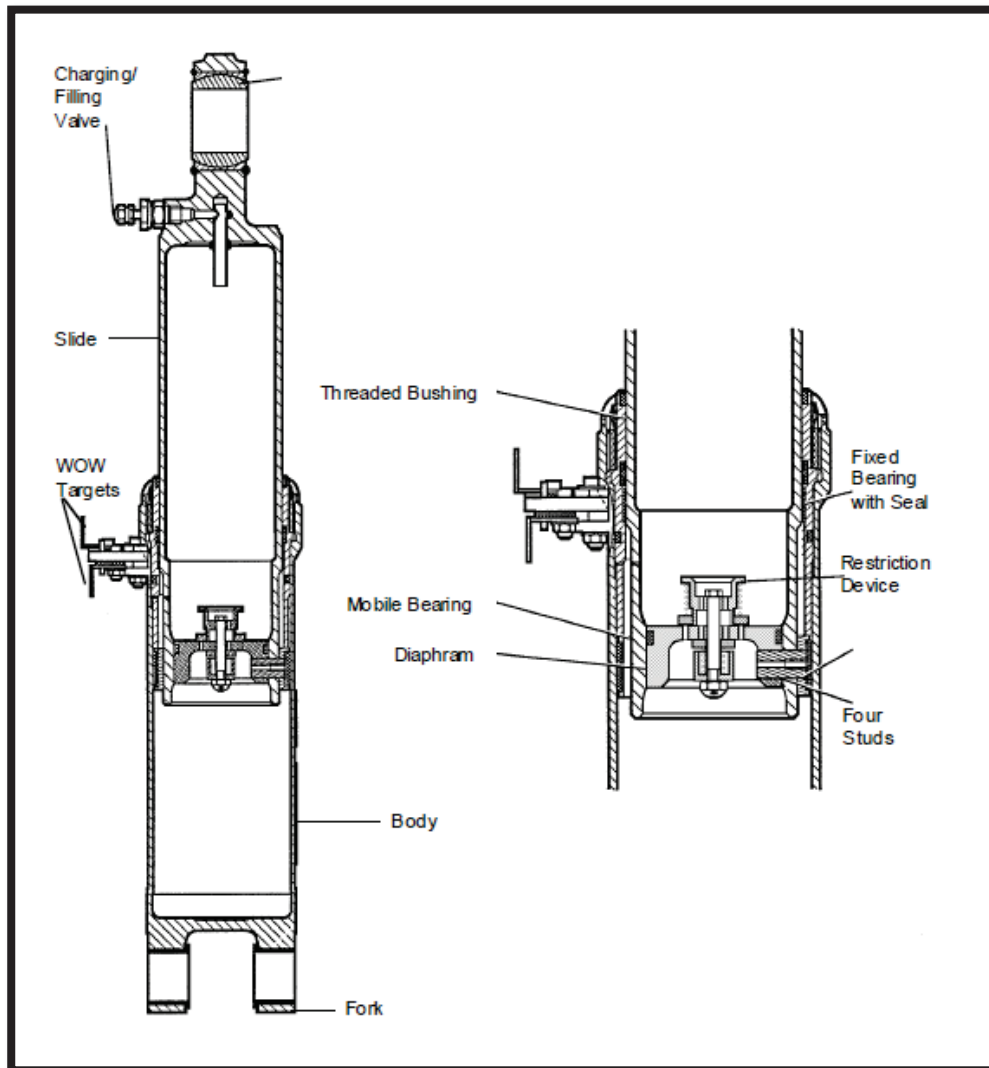


Figura 2.36. Absorbedor de impactos del tren de aterrizaje principal

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 32

El absorbedor de impacto óleo-neumático está instalado entre la parte superior de la pierna del tren de aterrizaje principal y el brazo trasero.

La absorción de energía es lograda mediante un sistema de cámara simple, consiste en una cámara de compresión de nitrógeno y un dispositivo de diafragma. Este último controla el flujo de fluido a través de orificios de descarga calibrados y controla la expansión de nitrógeno mediante válvulas de resorte. Las válvulas de resorte del dispositivo de diafragma también previenen el desarrollo de una emulsión aceite/gas cuando el tren se retrae. Se proveen varios rangos de descarga para compresión y expansión.

Un sistema sellante dinámico consiste en un conjunto de un sello de baja y un sello de alta presión, que forman un sello del pistón doble. Un escariador está incorporado para minimizar el daño y desgaste de las superficies deslizantes, causados por contaminantes. Una válvula de carga y relleno estándar está instalada en la punta del tubo pistón.

El extremo superior del absorbedor de impactos está conectado a la pierna del tren de aterrizaje principal, por un punto de conexión formado por una extensión del tubo pistón forjada integralmente. El punto de conexión está equipado con un rodamiento esférico. El extremo inferior está conectado al brazo trasero por una unión universal.

Los pines de los rodamientos superior e inferior del absorbedor de impactos tienen ejes huecos en los cuales, una varilla restrictora (equipo de apoyo en tierra) puede ser insertada. La varilla restrictora previene que el absorbedor de impacto se extienda cuando el tren está en gatos desde el punto de elevación de la pierna.

Dos platinas objetivas para los sensores de proximidad "WOW" (Weight On Wheels) de la pierna del tren de aterrizaje principal están instaladas en la pared del cilindro de absorbedor de impactos. Cuando el peso del avión está sobre los trenes, el amortiguador se comprime y las platinas se mueven lejos de los sensores "WOW". Cuando el avión deja el suelo, el absorbedor se extiende y las platinas están alineadas con los sensores "WOW".



## OPERACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE PRINCIPAL:

### Sensores de proximidad de peso sobre ruedas (Wheight On Wheels - WOW):

Cuando la aeronave está en tierra el absorbedor de impacto se comprime y las platinas se mueven lejos de los sensores WOW. Cuando el avión despegue el absorbedor se extiende y las platinas se mueven directamente a la superficie frontal de los sensores de proximidad "WOW". El tren no puede retraerse hasta que todos los sensores "WOW" informen a la PSEU (Proximity Switch Electronic Unit) que el tren está fuera del piso.

### Retracción del tren:

Cuando el tren es ajustado "arriba", presión hidráulica se aplica al actuador de liberación del seguro abajo. El actuador extiende y empuja a la manivela descentrada. Esta, gira el mecanismo de seguro abajo fuera de su posición y tira la extensión de la unión universal del montante lateral. Los brazos superior e inferior del montante lateral se mueven fuera de su alineación y el tren queda libre para retraerse.

Las platinas objetivas del seguro debajo de los sensores de proximidad rotan fuera de su lugar e indican a la PSEU que el tren está desbloqueado. El pistón del actuador del tren de aterrizaje principal se retrae y hala a la pierna del MLG (Main Landing Gear). El movimiento del montante principal causa que los laterales se doblen hacia arriba. Cuando el tren está totalmente retraído, el montante lateral se ha doblado y está almacenado en paralelo al montante principal. El tren está asegurado arriba cuando el rodillo de seguro arriba en los seguros de la pierna del MLG se encuentra dentro del fuselaje. Un sensor de proximidad en el seguro de arriba envía una señal a la PSEU de que el tren está arriba y asegurado.

### Extensión del tren:

Cuando el tren es seleccionado "abajo", presión hidráulica es aplicada al mecanismo de liberación de seguro arriba y la pierna es liberada. El pistón del actuador del MLG se extiende y empuja la pierna del MLG. El tren se extiende y el

movimiento de la pierna del MLG desdobra los brazos superior e inferior del montante lateral.

Cuando el tren está totalmente extendido, dos resortes rompen el montante secundario y la manivela descentrada a su condición fuera de centro. Esta posición está limitada mediante un tope mecánico interno y mantenido por resorte. Debido a que el montante externo está conectado a una extensión de la unión universal del montante lateral, la junta se bloquea. Esto efectivamente bloquea al montante lateral completo en una línea recta, cuando la condición descentrada es alcanzada. Las platinas objetivas rotan hacia la superficie frontal de los sensores de proximidad de seguro abajo, indicando que el tren está abajo y asegurado.

#### Puertas:

Con el tren abajo y asegurado, la puerta inferior está en posición de vista externa, y las puertas del medio y superior están dobladas hacia arriba. Cuando el tren se retrae, el movimiento de la pierna del MLG se transmite a la puerta inferior por una varilla simple. Esta puerta es halada hacia el fuselaje y las puertas media y superior la siguen.

Cuando el tren está totalmente retraído, la puerta inferior es presionada firmemente contra topes ajustable delante y en la parte trasera del fuselaje. Un tope ajustable en la puerta superior hace contacto con la pierna del MLG.

### **Tren de aterrizaje de nariz**

#### Montante amortiguador del tren de aterrizaje:

El montante amortiguador óleo-neumático de doble acción es un sistema de cámara simple de descarga, que consiste en una cámara de compresión con nitrógeno, y un dispositivo de descarga. El mecanismo completo está sostenido del cuerpo del montante, en el pistón absorbedor de impactos que se desliza dentro de un tubo central. El dispositivo de descarga controla el flujo del fluido a través de orificios calibrados para descarga, y controla la expansión del nitrógeno por las válvulas de retención. Están provistos diferentes rangos de descarga para compresión y extensión.

El sistema de sello dinámico y el dispositivo de descarga están localizados al fondo del tubo central. El sistema sellante consiste en un sello de alta y un sello de baja presión que forman un sello de pistón tipo doble. Un raspador es incorporado para minimizar el daño y el desgaste de las superficies causadas por contaminantes. Una válvula de llenado y carga estándar está instalada en la cabeza del tubo central. Un tubo de retorno al fondo del pistón permite el regreso libre del flujo de aceite hidráulico desde la cámara de nitrógeno, a través del dispositivo de descarga, cuando el tren se extiende.

Un dispositivo de centrado para llanta de nariz de tipo biela seguidora es parte integral del montante amortiguador. Está formado por dos bielas, una localizada en la parte inferior del tubo central y la otra en la parte superior del pistón. El dispositivo centra las ruedas de nariz cuando el montante amortiguador no soporta cargas. El sistema de centrado puede ser ajustado en un rango de  $\pm 1^\circ$ , mediante el dispositivo excéntrico localizado en la cabeza del montante amortiguador. El diseño de las bielas permite a las ruedas de nariz centrarse para cualquier ángulo de direccionamiento o remolque. Dos sensores de proximidad de peso sobre ruedas "WOW" están atornillados en la parte central trasera de la pierna. El pistón del montante amortiguador actúa como los objetivos de los sensores. Cuando el peso de la aeronave está sobre el tren, el absorbedor de impactos se comprime y el pistón cubre los sensores "WOW". Cuando el avión se eleva el absorbedor de impacto se extiende y el pistón descubre los sensores "WOW". El sensor se usa para informar a varios sistemas del avión del estatus tierra/en vuelo.

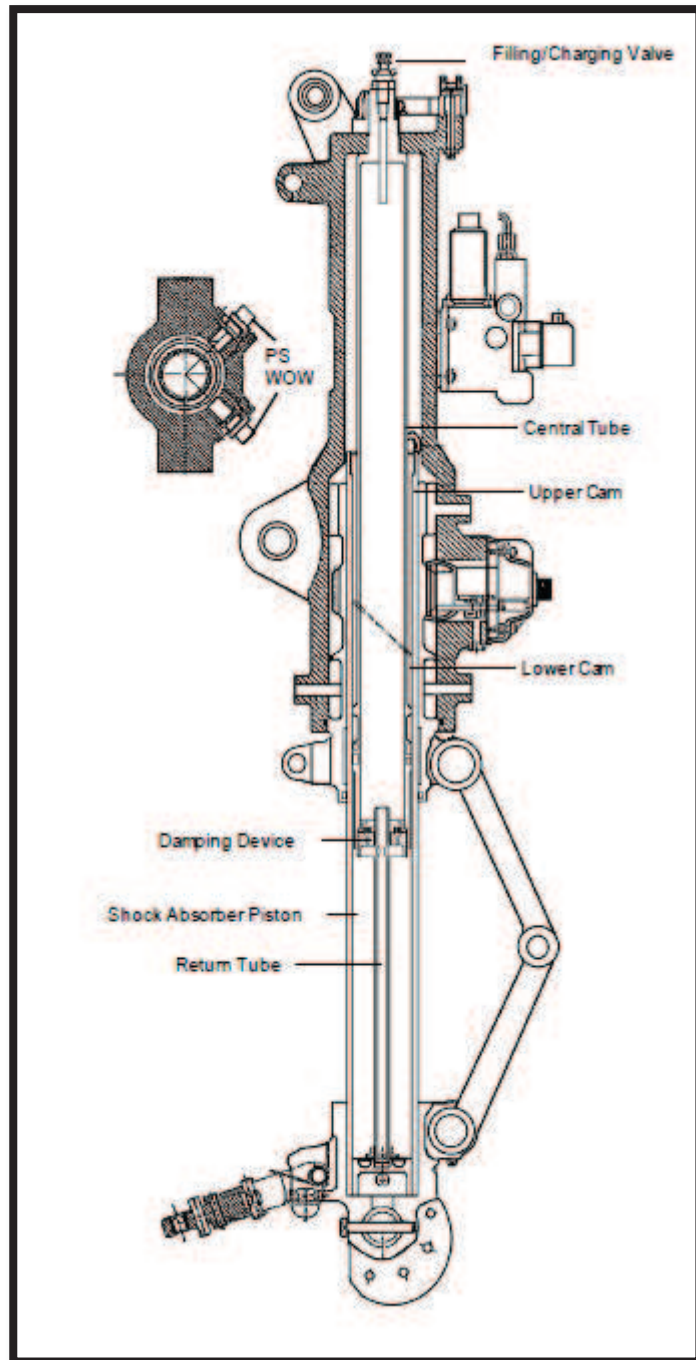


Figura 2.37. Montante amortiguador del tren de aterrizaje de nariz

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 32

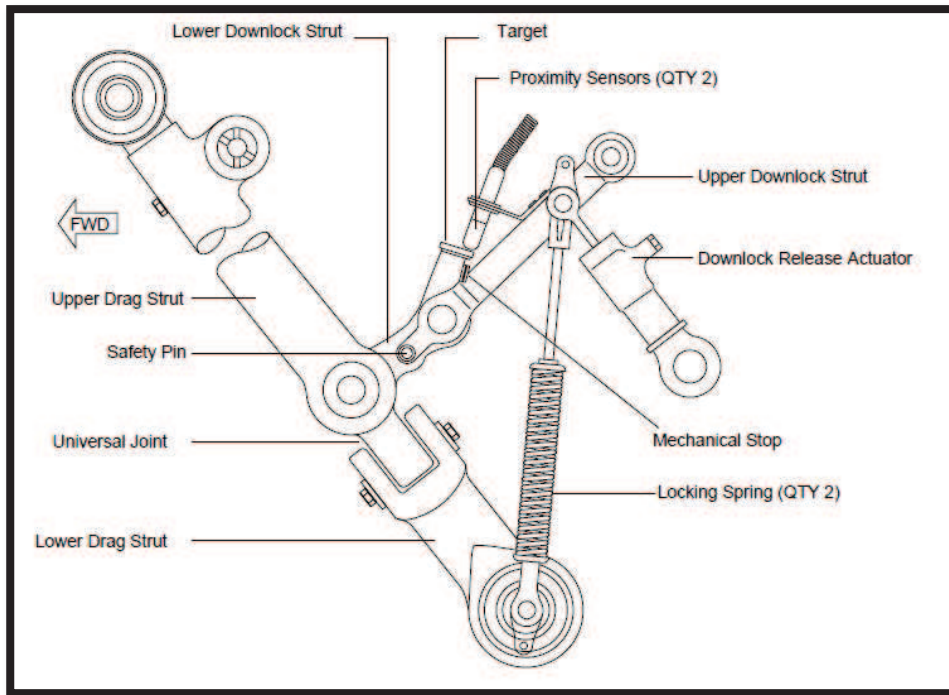


Figura 2.38. Componentes superiores del tren de aterrizaje de nariz

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 32

La pierna del tren de aterrizaje de nariz “NLG” (NoseLandingGear) está abrazada en la posición extendida, mediante montante de resistencia entre el fuselaje y la pierna. El montante de resistencia consiste en dos secciones de montante de aleación ligera conectada con una unión universal.

La sección principal superior es montado como eje al fuselaje por dos pines pivotes corriendo en rodamientos esféricos. El extremo inferior ó sección inferior está conectado al lado delantero de la pierna del “NLG”. Las dos secciones montantes están aseguradas en su posición por el conjunto de montante de seguro abajo, y se dobla hacia arriba cuando el tren se retrae.

## OPERACIÓN DEL TREN DE ATERRIZAJE DE NARIZ

### Sensores de proximidad de peso sobre ruedas

Cuando la aeronave está en tierra el montante amortiguador se comprime y el pistón se usa como objetivo para los sensores de proximidad “WOW”. Cuando el avión despegue el montante amortiguador se extiende y el pistón se desliza

fuera del alcance de los sensores “WOW”. El tren no puede ser retraído hasta que los sensores “WOW” indiquen que el tren está en el aire.

#### Retracción del tren de aterrizaje de nariz:

Cuando el tren es selectado “arriba”, presión hidráulica se aplica al actuador de liberación del seguro abajo. Esto mueve el mecanismo de seguro abajo fuera de la posición sobre centro. Las secciones superior e inferior del montante de resistencia se mueven fuera de su alineamiento y el tren queda libre para retraerse.

El pistón del actuador del tren de aterrizaje de nariz “NLG” (Nose Landing Gear) extiende y empuja a la pierna del “NLG” sobre su eje pivote. El movimiento de la pierna causa que el montante de resistencia se doble hacia arriba. Cuando el tren está totalmente retraído, el montante amortiguador se ha doblado y guardado en paralelo a la pierna del “NLG”. El tren se bloquea arriba cuando el rodillo de seguro arriba en la pierna del “NLG” asegura al seguro sobre el fuselaje. Un sensor de proximidad en el seguro arriba indica que el tren está arriba y asegurado.

#### Extensión del tren de aterrizaje de nariz:

Cuando el tren es seleccionado “abajo”, es aplicada presión hidráulica al mecanismo de liberación del seguro arriba y la pierna se libera. El pistón del actuador del “NLG” retrae y hala a la pierna del “NLG” sobre el punto pivote. El tren se extiende y el movimiento de la pierna desdobra las secciones superior e inferior del montante de resistencia.

Cuando el tren está totalmente extendido, dos resortes rompen los dos brazos del montante de seguro abajo dentro de la condición sobre centro. La posición sobre centro está limitada por un tope mecánico interno y mantenido por los resortes. Debido a que el brazo inferior del montante de seguro abajo, está conectado a una extensión de la unión universal del montante de resistencia, la unión se bloquea. Esto efectivamente asegura el montante de resistencia completo en una línea recta cuando la condición sobre centro sea conseguido. La

alineación de los dos sensores de proximidad de seguro abajo indican que el tren esta abajo y asegurado.

## Ruedas

Cada pierna de tren de aterrizaje está equipada con dos ruedas

Tabla 2.2. Tipos de ruedas usadas en el avión Do-328

LandingGear	Wheel Size	Tire Size
NoseWheels	19.5 x 6.75 inch Split wheels	19.5 x 6.78-8
MainWheels	24 x 7.7 inch C-type Split wheels	-24 x 7.7 (normal flotation) -25.5 x 8.75-10 (high flotation)

Fuente: Do-328 – Training Manual ATA 32

Elaborado por: Roberto Tobar

### Ruedas de nariz:

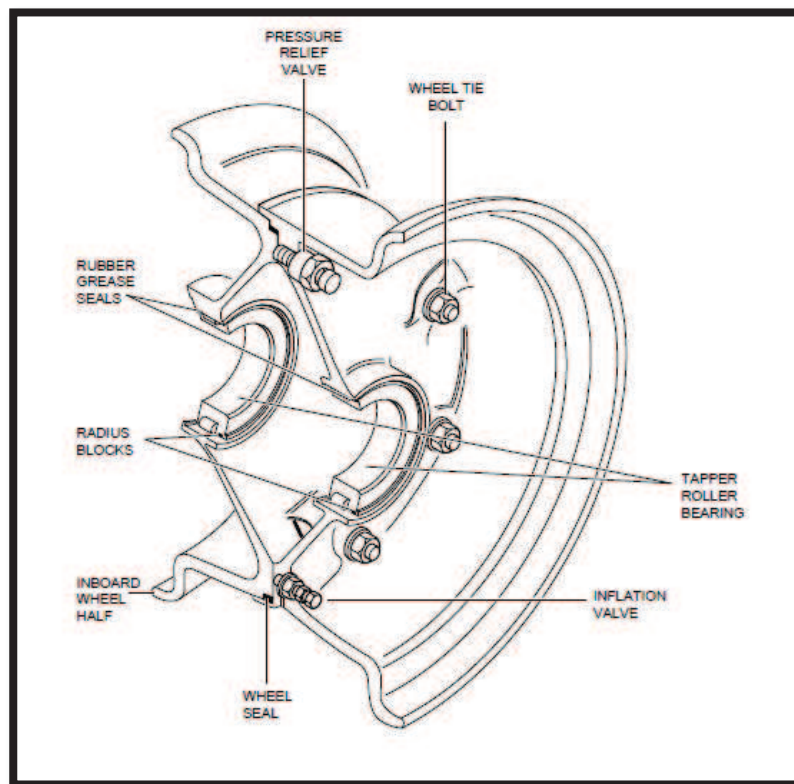


Figura 2.39. Tambor de rueda de nariz (mitades interna y externa)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 32

Las ruedas gemelas de nariz, son ruedas divididas de 19.5 x 6.75 pulgadas manufacturadas de aluminio forjado. Las mitades de la rueda están unidas por ocho pernos. Un sello preformado está instalado en una ranura anular entre las dos mitades para retener la presión en la llanta tubular. La mitad externa de la rueda está diseñada para romperse y liberar la presión de la llanta desde 225 a 275psi. Esto previene fragmentación explosiva de la rueda debido a la excesiva presión de inflado.

Cada rueda corre en dos cojinetes de rodillos cónicos. Los rodamientos se asientan en dos cavidades dentro de los cubos de la rueda. Sellos de grasa de caucho moldeado y anillos retenedores, previenen el ingreso de contaminante y mantienen el rodamiento lubricado.

#### Rueda principal:

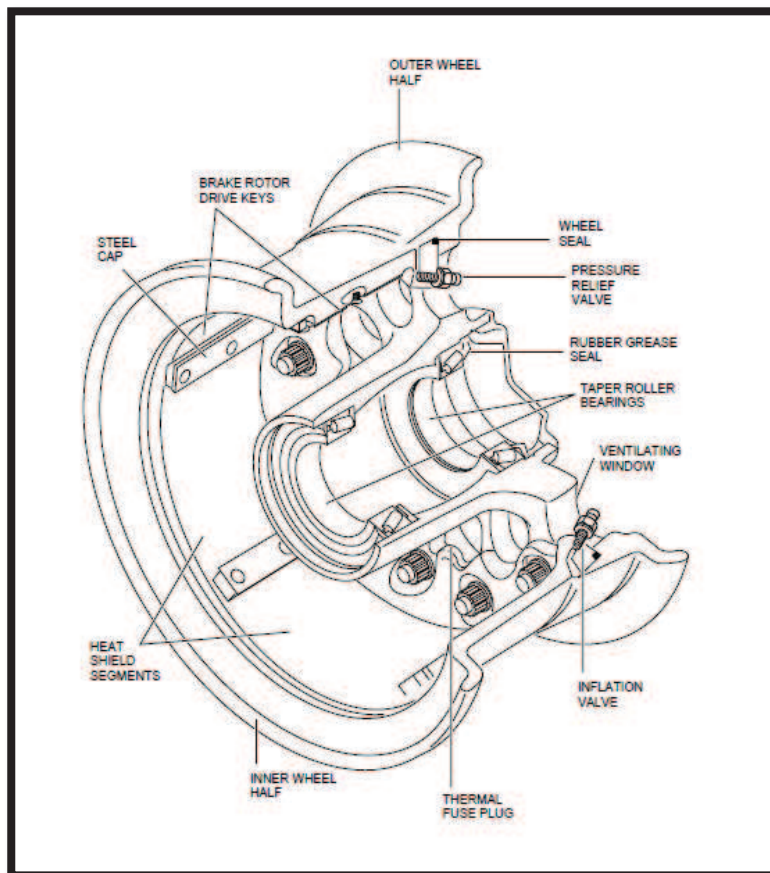


Figura 2.40. Tambor de rueda principal (mitades interna y externa)

Fuente: Investigación documental

Tomado de: Dornier 328 Training Manual – ATA 32



Las ruedas principales son de 24 x 7.7 pulgadas tipo-C divididas y manufacturadas de aluminio forjado. Las mitades de la rueda están unidas por diez pernos. Un sello preformado está instalado en una ranura anular entre las dos mitades para retener la presión en la llanta tubular. La mitad interna de cada rueda se provee con:

- Un válvula de inflado de llanta
- Una válvula de alivio de presión
- Tres tapones fusibles térmicos.
- Cinco láminas de temperatura de acero inoxidable.
- Cinco llaves de manejo del rotor de freno con tapas atornilladas de acero.

Nótese que aunque las válvulas y los tapones fusibles están instaladas en la mitad interna de cada rueda, con accesos a través de las ventanas de ventilación de la mitad externa.

La válvula de alivio de presión está diseñada para romperse y liberar la presión desde 225 a 275psi. Esto previene la fragmentación explosiva de la rueda debida a la presión de inflado excesiva.

Los fusibles térmicos protegen contra el peligro de una falla de llantas y ruedas, debidos a condiciones anormales de frenado por el calor producido en el proceso. Los fusibles contienen una aleación la cual se derrite sí la temperatura de la rueda llega a 177°C (351°F). Esto permite la rápida evacuación de aire desde la cámara antes de que la temperatura cause la explosión de la rueda o de la llanta.

#### **2.1.6 Tareas de mantenimiento que conllevan al uso de cilindros de gas comprimido.**

Las tareas de mantenimiento que se relacionan con el uso y transporte de cilindros de oxígeno y/o nitrógeno al avión Dornier 328, están especificadas en el Manual de mantenimiento de la aeronave “AMM” (Aircraft Maintenance Manual)

dentro de las cartas de instrucciones de trabajo “JIC” (Job InstructionsCards); del ATA 12 – Servicing (Servicios).

En ellas tenemos en orden de secuencia:

- 12-13-00: TIRES AND LANDING GEAR REPLENISHMENT – MATERIAL AND AIRCRAFT HANDLING. (Rellenado de llantas y trenes de aterrizaje – materiales y manejo de la aeronave).
- 12-13-10: TIRES FOR CONDITION, PRESSURE CHECK AND INFLATION – SERVICING. (Llantas por condición, chequeo de presión e inflado – Servicio).
- 12-13-32: MAIN LANDING GEAR SHOCK ABORBER REPLENISHMENT – SERVICING. (Rellenado del absorbedor de impactos del tren de aterrizaje principal – Servicio).
- 12-13-42: NOSE LANDING GEAR SHOCK STRUT REPLENISHMENT – SERVICING. (Rellenado del montante amortiguador del tren de aterrizaje de nariz – Servicio).
- 12-19-00: OXYGEN SYSTEM SERVICING – MATERIAL AND AIRCRAFT HANDLING. (Servicio del sistema de oxígeno – Materiales y manejo de la aeronave).
- 12-19-01: OXYGENSYSTEM – SERVICING (Sistema de oxígeno – Servicio).

Todas estas tareas fueron anexadas en la investigación del anteproyecto previo a este trabajo de graduación, en ellas constan todos los procesos descritos en las JIC del avión Dornier 328.

### **2.1.7 Datos técnicos sobre el oxígeno y nitrógeno**

Para referirnos a la descripción y datos técnicos sobre estos gases se tomará la información de las hojas de seguridad de materiales que dispone la empresa AGA, donde dice:

### Oxígeno:

De símbolo O<sub>2</sub>, es un gas usado en combinación con gas combustible para: corte y soldadura oxiacetilénica, enderezado con llama , enriquecimiento de llamas en formas diversas, acelera la quema de los gases combustibles para la obtención de una concentración mayor de calor.

Es un gas incoloro y sin olor. Es aproximadamente 1.1 veces más pesado que el aire y ligeramente soluble en agua y alcohol. El oxígeno solo, no es inflamable, pero alimenta la combustión. El peligro físico más grave asociado con escapes de este gas se relaciona con su poder oxidante. Reacciona violentamente con materias combustibles y puede causar fuego ó explosión.

Altas concentraciones de este gas (80% o más) ocasiona al individuo después de 17-24 horas de exposición, congestión nasal, náusea, mareo, tos, dolor de garganta, hipotermia, problemas respiratorios, dolor en el pecho y pérdida de la visión. Respirar oxígeno puro a presión baja puede causar daño a los pulmones; afecta al sistema nervioso causando mareo, mala coordinación, sensación de hormigueo, molestia en los ojos y oídos, contorciones musculares, pérdida de conocimiento y convulsiones.

Antes de su uso, mueva los cilindros utilizando porta cilindros o montacargas. No los haga rodar, ni los arrastre en posición horizontal. Evite que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro, o contra otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados, como por el baúl de un carro, camioneta o van. Para descargarlos del camión use rodillo de caucho.

Durante su uso no ocupe adaptadores, herramientas que generen chispas, ni caliente el cilindro para aumentar el grado de descarga del producto. No use aceites o grasas en los ajustadores o en el equipo de manejo de gas. Inspeccione el sistema para escapes usando agua y jabón. No intente encajar objetos como alicates, destornilladores, palancas, etc., en la válvula, ya que puede dañarla, causando un escape. Use válvula de contención o de retroceso de llama para prevenir contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión, al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de presión baja (<200bar –

3000psig). Jamás descargue el contenido del cilindro hacia ninguna persona, equipo, fuente de ignición, material incompatible, o a la atmósfera. Si al usarlo experimenta alguna dificultad en el funcionamiento de la válvula del cilindro, discontinuar el uso y llamar al fabricante. No ponga el cilindro como parte de un circuito eléctrico.

Después de su uso cierre la válvula principal del cilindro. Marque los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACÍO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula. No deben ser reutilizados cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego. En estos casos notifique al proveedor, para recibir instrucciones.

#### Nitrógeno:

De símbolo  $N_2$ , se usa para protección contra el fuego y explosiones, industria química y metalúrgica, procesamiento de aceites y grasas vegetales, mantenimiento de ambientes en atmósferas inertes para ciertos propósitos, limpieza y secado de focos en la fabricación de lámparas, secado y prueba en tuberías, en manipulación de soluciones para revelar películas de color, embalaje y almacenaje de productos susceptibles a pérdidas de calidad.

Nitrógeno es un gas inerte, incoloro, que no tiene olor. El peligro primordial a la salud asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento del oxígeno.

Es un asfixiante simple. El nitrógeno no es tóxico pero puede causar asfixia al desplazar el oxígeno del aire. La exposición a una atmósfera deficiente de oxígeno (<19.5%) puede causar mareo, náusea, vómito, depresión, salivación excesiva, disminución de agudeza mental, pérdida de conocimiento y muerte. Exposición a atmósferas que contengan una cantidad de oxígeno menor al 10%, pueden causar pérdida del conocimiento sin dar aviso y tan rápidamente que el individuo no tendrá tiempo de protegerse, movimientos convulsivos, colapso respiratorio, lesiones graves o muerte.

Antes de su uso, mueva los cilindros utilizando carro porta cilindros o montacargas. No los haga rodar, ni los arrastre en posición horizontal. Evite que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro, o contra superficies. No se deben transportar en espacios cerrados, como por ejemplo el baúl de un carro, camioneta o van. Para descargarlos del camión use rodillo de caucho.

Durante su uso, no ocupe adaptadores, herramientas que generen chispas, ni caliente el cilindro para aumentar el grado de descarga del producto. Use válvula de contención o de retroceso de llama para prevenir contraflujo peligroso al sistema. Use un regulador para reducir la presión, al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de presión baja (<200bar – 3000psig). Jamás descargue el contenido del cilindro hacia ninguna persona, equipo, fuente de ignición, material incompatible, o a la atmósfera. No use aceites o grasas en los ajustadores o en el equipo de manejo de gas. Inspeccione el sistema para escapes usando agua y jabón. No intente encajar objetos como alicates, destornilladores, palancas, etc. en la válvula, ya que puede dañarla, causando un escape. Si el usuario experimenta alguna dificultad en el funcionamiento de la válvula del cilindro, discontinuar el uso y llamar al fabricante. No ponga el cilindro como parte de un circuito eléctrico.

Después de su uso, cierre la válvula principal del cilindro. Cierre firmemente las válvulas. Marque los cilindros vacíos con una etiqueta que diga “VACÍO”. Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula. No deben ser reutilizados cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego. En estos casos notifique al proveedor, para recibir instrucciones.

Para mayor información técnica sobre el uso, almacenamiento, transporte, incompatibilidad y otros datos relacionados con oxígeno y nitrógeno; favor referirse a los anexos “O” para oxígeno; y anexo “P” para nitrógeno.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 DISEÑO**

El diseño se define como la concepción original de un objeto u obra destinados a su construcción ó producción en serie.

Con el objetivo de aportar una herramienta eficiente, ergonómica y funcional; destinada al transporte de cilindros recipientes de gas comprimido al conjunto de equipos de apoyo en tierra de la Aerolínea VIP S.A., se ha de diseñar un carrito transportador que cumpla con las necesidades de los técnicos de mantenimiento de la empresa, así como también con las nociones elementales de seguridad que se observan en el Manual General de Mantenimiento (AMM) y en las Hojas de Seguridad del Material tanto de oxígeno como de nitrógeno.

Mas allá de la valiosa información recopilada en el anteproyecto previo a este documento; en donde los técnicos dieron su opinión en cuanto a las necesidades de material y herramienta necesaria para cumplir como las tareas relacionadas al uso de los gases comprimidos descritos anteriormente; se consultaron los manuales de mantenimiento para conocer todas y cada una de las citadas tareas de servicio en el avión, para de esta manera tener conocimiento del verdadero alcance que va a tener la herramienta dentro de las actividades laborales en la empresa.

Una vez culminada esta investigación se procedió a utilizar como herramienta de diseño el software “Autodesk INVENTOR”, herramienta informática que ayudará a plasmar las ideas y requerimientos del personal, en un modelo de tres dimensiones del producto terminado; es decir que en este

programa se construirá el carrito transportador con sus debidos anexos y puntos extras para posteriormente continuar con su construcción.

El software “Autodesk INVENTOR” se describe brevemente en el anexo “Q”.

### 3.1.1 Proceso de diseño del carro transportador

Como medida de inicio del proceso de diseño del transportador se realizó un primero bosquejo del mismo, cuya única referencia dimensional sería el alto del cilindro y su diámetro; a partir de eso y con nociones técnicas de operación y seguridad para su manejo, resultó un esquema que se denominará el pre-diseño del transportador; cuya imagen es la siguiente.

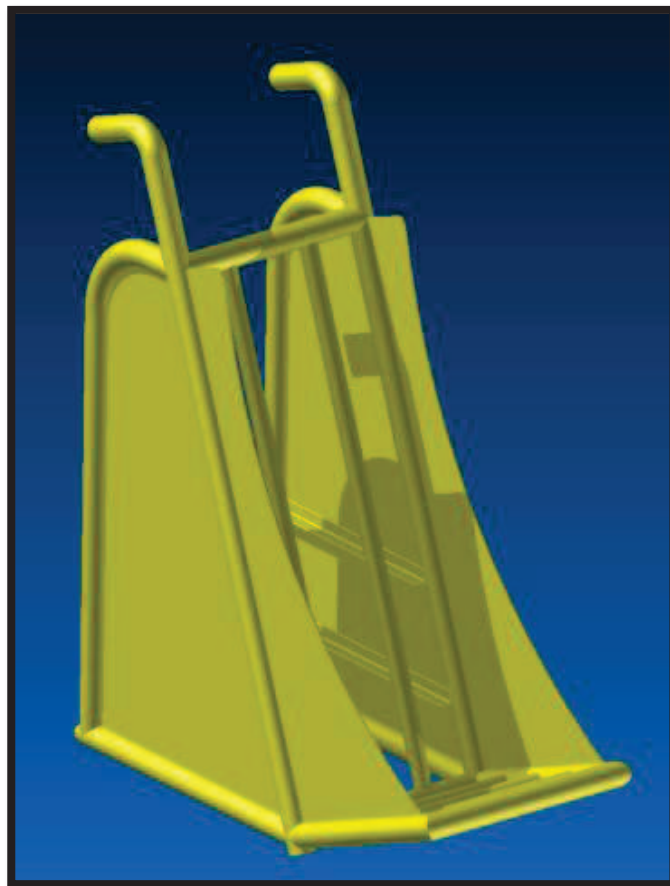


Figura 3.1 Pre-diseño del carro transportador

Fuente: Investigación bibliográfica

Elaborado por: Ing. F. Manjarrés

En el siguiente gráfico explicativo, se muestra el diseño del elemento transportador separado en sus piezas compositivas, de esta manera podremos ver que partes forman el transportador. Los planos del diseño junto con las dimensiones de todo el elemento constan en el anexo “R”

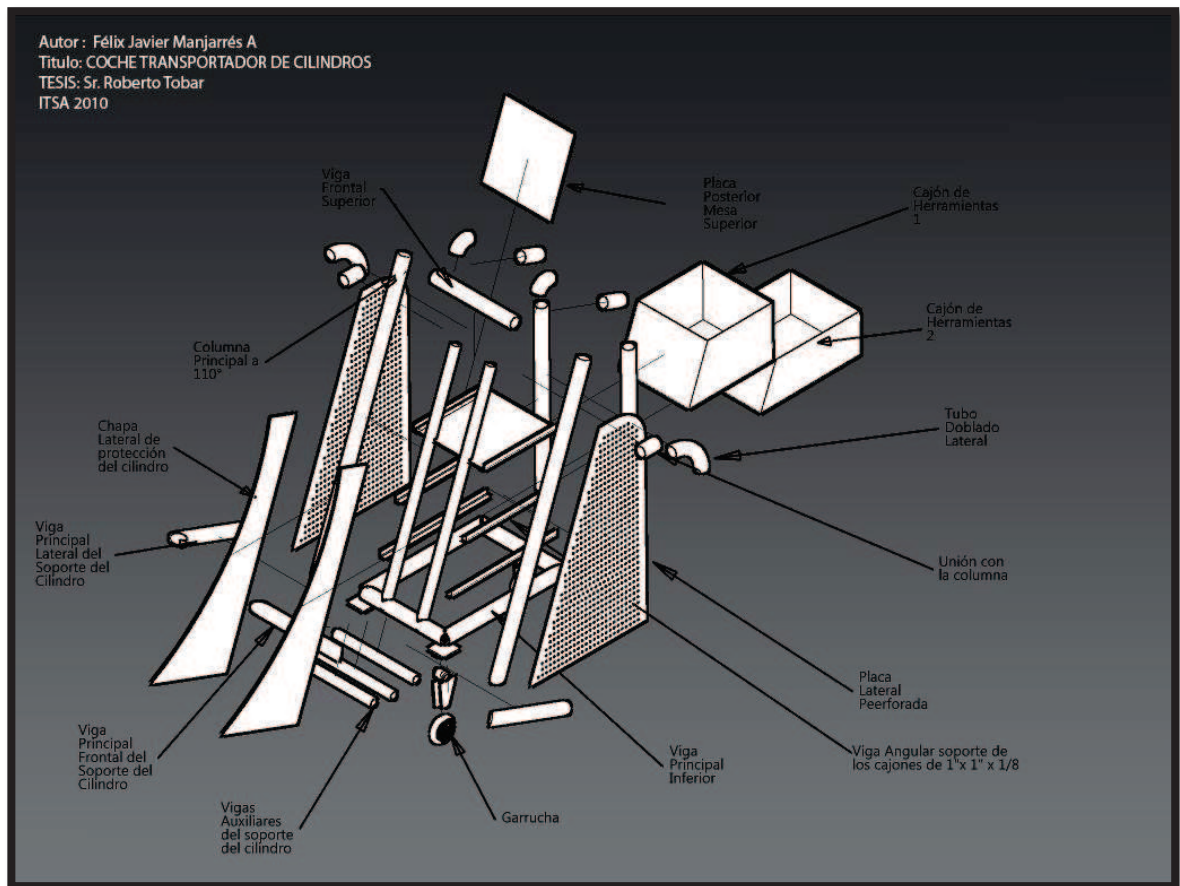


Figura 3.2 Esquema de partes del carro transportador

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Ing. F. Manjarrés

A este pre-diseño hubo que hacerle varias observaciones para optimizar su funcionalidad y eficiencia dentro del trabajo; debido a esto se hicieron las recomendaciones descritas a continuación.

- Sería más seguro para el manejo del transportador que los mangos para agarrar el carro sean de mayor longitud.



- Se necesita ubicar un espacio para enrollar la manguera dispuesta para entregar el gas desde los cilindros hacia los sistemas o elementos del avión.
- Para disponer de las herramientas y materiales necesarios para las tareas de mantenimiento en el avión se requiere uno o dos cajones integrados en el transportador.
- La parte inferior del transportador, es decir la base donde se asentará el cilindro recipiente de gas, debería tener una estructura tubular, o más bien ser diseñada como una lámina metálica para posibilitar la colocación del recipiente dentro del carro.
- Se necesita un dispositivo para asegurar el cilindro dentro del transportador y así prevenir la eventual caída del mismo; y para no utilizar la usual cadena, se ha de buscar un nuevo método para el efecto.
- Según el dato del conjunto formado entre el carro, las herramientas y el cilindro se decidirá poner 3 o 4 ruedas para su movilización, y obtener mayor estabilidad en el transporte.

A partir de todas estas observaciones; el modelo resultante junto con todas las modificaciones realizadas se vería de la siguiente manera:



Figura 3.3 Diseño final del carro transportador

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Ing. F. Manjarrés

Al desarrollar un modelo de estas características podremos solventar todas las necesidades que se manifestaron en las encuestas y recomendaciones realizadas anteriormente; logrando de esta manera obtener una herramienta funcional y eficiente para realizar el trabajo.

## 3.2 ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN LA ESTRUCTURA

### 3.2.1 Análisis de esfuerzos con Autodesk Inventor

#### Información de proyecto

##### Propiedades físicas

Tabla 3.1: Propiedades físicas del proyecto

Masa	56,700 kg
Área	80926,644 mm <sup>2</sup>
Volumen	13075,823 mm <sup>3</sup>
Centro de gravedad	x=-234,414 mm y=398,693 mm z=200,744 mm

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Roberto Tobar

#### Simulación: 1

##### Material

Tabla 3.2: Generalidades sobre la simulación de concentración de esfuerzos

Nombre	Acero dulce	
General	Densidad de masa	7,860 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	207,000 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345,000 MPa
Tensión	Módulo de Young	220,000 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,275 su
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0,0000120 su/c
	Conductividad térmica	56,000 W/( m K )
	Calor específico	0,460 J/( kg K )
Nombre(s) de pieza	ANSI 1 1_2 x 0.145 00000001.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000003.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000004.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000005.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000007.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000008.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000010.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000011.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000012.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000013.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000014.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000015.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000016.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000017.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000019.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000020.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000024.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000025.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000026.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000027.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000028.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000029.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000030.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000031.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000032.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000033.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000034.ipt	

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Roberto Tobar

### Secciones transversales

Tabla 3.3: Secciones transversales

Propiedades básicas	Área de sección (a)	515,778 mm <sup>2</sup>
Propiedades mecánicas	Momento de inercia (I <sub>x</sub> )	128987,802 mm <sup>4</sup>
	Momento de inercia (I <sub>y</sub> )	128987,802 mm <sup>4</sup>
	Módulo de rigidez de torsión (J)	257975,605 mm <sup>4</sup>
	Módulo de sección de torsión (W <sub>z</sub> )	10691,074 mm <sup>3</sup>
Nombre(s) de pieza	ANSI 1 1_2 x 0.145 00000001.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000003.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000004.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000005.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000007.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000008.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000010.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000011.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000012.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000013.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000014.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000015.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000016.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000017.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000019.ipt, ANSI 1 1_2 x 0.145 00000020.ipt	
Propiedades básicas	Área de sección (a)	412,144 mm <sup>2</sup>
Propiedades mecánicas	Momento de inercia (I <sub>x</sub> )	43957,597 mm <sup>4</sup>
	Momento de inercia (I <sub>y</sub> )	43957,597 mm <sup>4</sup>
	Módulo de rigidez de torsión (J)	87915,194 mm <sup>4</sup>
	Módulo de sección de torsión (W <sub>z</sub> )	5264,225 mm <sup>3</sup>
Nombre(s) de pieza	ANSI 1 x 0.179 00000024.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000025.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000026.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000027.ipt, ANSI 1 x 0.179 00000028.ipt	
Propiedades básicas	Área de sección (a)	152,552 mm <sup>2</sup>
Propiedades mecánicas	Momento de inercia (I <sub>x</sub> )	8907,769 mm <sup>4</sup>
	Momento de inercia (I <sub>y</sub> )	8907,769 mm <sup>4</sup>
	Módulo de rigidez de torsión (J)	543,775 mm <sup>4</sup>
	Módulo de sección de torsión (W <sub>z</sub> )	113,816 mm <sup>3</sup>
Nombre(s) de pieza	ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000029.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000030.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000031.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000032.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000033.ipt, ANSI L 1 x 1 x 1_8 00000034.ipt	

Fuente: Investigación documental  
Elaborado por: Roberto Tobar

### Modelo de viga

Tabla 3.4: Modelo de viga

Nodos	66
Vigas	
Tubos redondos	16
Tubos redondos	5
Ángulos	6

Fuente: Investigación documental  
Elaborado por: Roberto Tobar

### Vínculos rígidos

Tabla 3.5: Vínculos rígidos

Nombre	Desplazamiento			Rotación			Nodo padre	Nodo o nodos hijo
	Eje X	Eje Y	Eje Z	Eje X	Eje Y	Eje Z		
Vínculo rígido:1	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:56	Nodo:48
Vínculo rígido:2	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:57	Nodo:49
Vínculo rígido:3	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:55	Nodo:53
Vínculo rígido:4	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:59	Nodo:43
Vínculo rígido:5	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:58	Nodo:46
Vínculo rígido:6	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:60	Nodo:52
Vínculo rígido:7	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:62	Nodo:44
Vínculo rígido:8	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:63	Nodo:45
Vínculo rígido:9	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:61	Nodo:51
Vínculo rígido:10	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:65	Nodo:47
Vínculo rígido:11	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:66	Nodo:50
Vínculo rígido:12	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	fijo	Nodo:64	Nodo:54

Fuente: Investigación documental  
Elaborado por: Roberto Tobar

Los resultados de esta simulación se encuentran reflejados, junto a sus respectivos diagramas de concentración de esfuerzos, dentro del anexo “R”

### 3.2.2 Análisis de esfuerzos con cálculos manuales

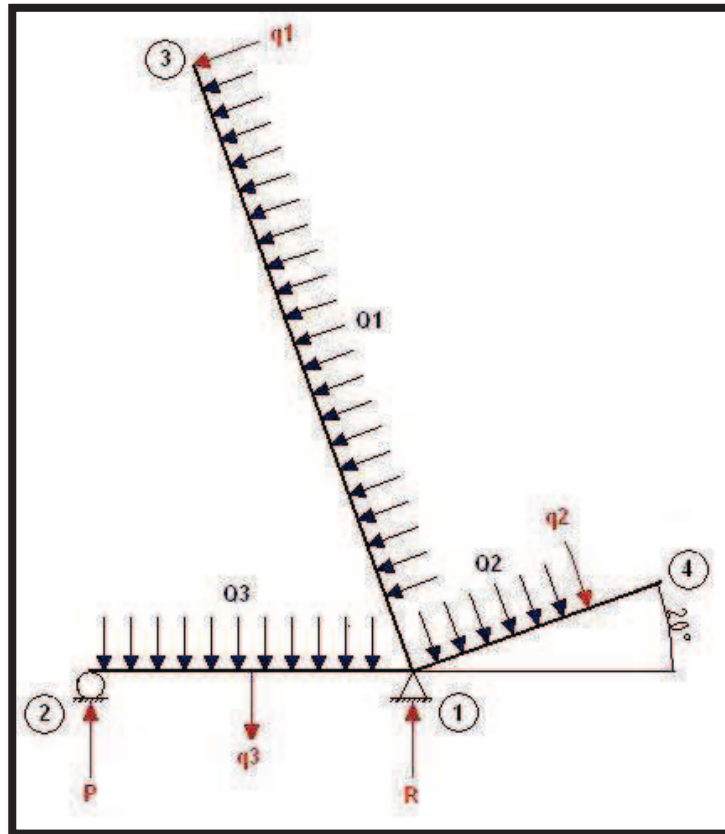


Figura 3.4: Distribución de cargas en la estructura  
Fuente: Investigación documental  
Editado por: Roberto Tobar

Siendo:  $L(1,2)= 60\text{cm}$   
 $L(1,4)= 35\text{cm}$   
 $l(1,3)= 120\text{cm}$

$m_1= 100\text{kg}$  (peso cilindro)  
 $m_2= 20\text{kg}$  (peso herramienta y accesorios)  
 $m_3= 100\text{kg}$  (peso estructura)

En la estructura:

$$Q_1 = mg_3 \sin 20$$

$$Q_1 = 100\text{kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 (\sin 20)$$

$$Q_1 = 335\text{N}$$

$$Q_2 = mg_3 (\cos 20)$$

$$Q_2 = 100\text{kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2 (\cos 20)$$

$$Q_2 = 920\text{N}$$

Distribuyendo la carga:

$$Q_1 = \frac{335\text{N}}{1,2\text{m}} = 279,316\text{ N/m}$$

Distribuyendo la carga:

$$Q_2 = \frac{920\text{N}}{0,35\text{m}} = 2631,14\text{ N/m}$$

$$Q_3 = mg_3$$

$$Q_3 = 100\text{kg} \cdot 9,8\text{ m/s}^2$$

$$Q_3 = 980\text{N}$$

Distribuyendo la carga:

$$Q_3 = \frac{980N}{0,6m} = 1633 N/m$$

Para los pesos adicionales:

$$q_1 = mg_1 \sin 20$$

$$q_1 = 335N$$

$$q_2 = mg_1 \cos 20$$

$$q_2 = 920N$$

$$q_3 = mg_2$$

$$q_3 = 20kg \cdot 9,8 m/s^2$$

$$q_3 = 196N$$

Realizando:

$$\sum M_R = 0$$

$$Q_1 \left( \frac{l_3}{2} \right) + q_1 \left( \frac{l_3}{2} \right) + Q_3 \left( \frac{l_1}{2} \right) + q_3 \left( \frac{l_1}{2} \right) - Q_2 \left( \frac{l_2}{2} \right) - q_2 \left( \frac{l_2}{2} \right) - S(l_1) = 0$$

$$2[335N(0,6m)] + 980N(0,3m) + 196N(0,3m) - 2[920N(0,175m)] = S(l_1)$$

$$402Nm + 294Nm + 58,8Nm - 322Nm = S(l_1)$$

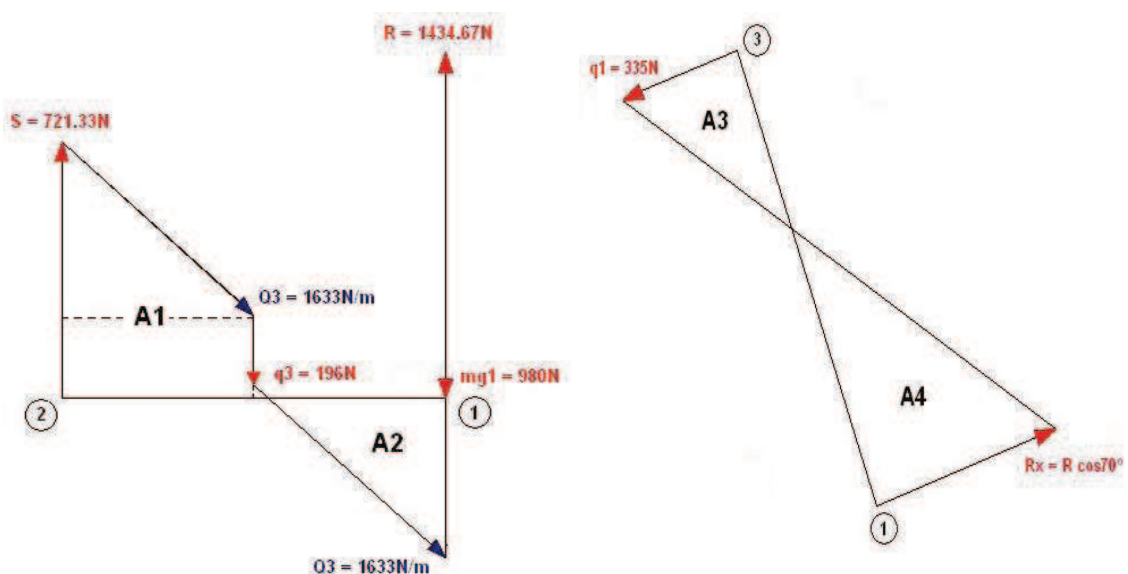
$$\frac{432,8Nm}{0,6m} = S = 721,33N$$

Entonces:

$$R + 721,33N = (980 + 196 + 980)N$$

$$R = 1434,67N$$

Realizando los diagramas de fuerza cortante, tenemos:



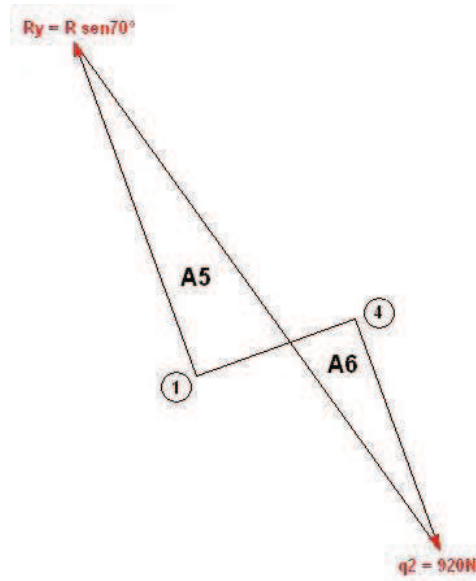


Figura 3.5: Diagramas de momentos

Fuente: Investigación documental

Editado por: Roberto Tobar

De donde:

$$A1 = \left( \frac{0.03m \cdot 36.03N}{2} \right) + (0.3m \cdot 234.4N) + \left( \frac{0.3m \cdot 490N}{2} \right) = 144.361Nm$$

$$A2 = \left( \frac{0.27m \cdot 490Nm}{2} \right) = 66.15Nm$$

$$A3 = \left( \frac{0.474m \cdot 335N}{2} \right) = 78.72Nm$$

$$A4 = \left( \frac{490N \cdot 0.724m}{2} \right) = 177.38Nm$$

$$A5 = \left( \frac{0.21m \cdot 1348.15N}{2} \right) = 282.112Nm$$

$$A6 = \left( \frac{0.14m \cdot 920N}{2} \right) = 64.4Nm$$

Por lo tanto:

$$\frac{Mmax}{Sxx} = \frac{Sy(acero)}{FS}$$

$$\frac{Mmax}{Sxx} = \frac{36ksi}{2} = 18ksi \approx klb/in^2$$

$$Mmax = 283.112Nm \approx 2505075lbf \cdot in$$

$$\therefore Sxx = \frac{2505.75lbf \cdot in^3}{18000lbf} = 0.139in^3 \approx 0.326in^3 \rightarrow \text{Perfil diámetro 1.5"}$$



### Esfuerzos en soldadura a tope:

$$\sigma = \frac{F}{h * l}$$

Donde: F = fuerza aplicada  
h = garganta de soldadura  
l = longitud de soldadura

$$\text{Así: } \sigma = \frac{980,665N}{0,01m * 0,1036m} = 933.935 \frac{N}{m^2} \rightarrow 933.9KPa$$

Comparando con la resistencia del electrodo 6011:

$$S_c = 939.9KPa \quad S_u = 413.6MPa$$

$S_c < S_u \therefore$  **El elemento resiste OK**

### Flexión en vigas:

Tomaremos en cuenta las vigas inferiores, que es el caso más crítico:

Como son dos vigas las que soportan 100kg, asumiremos en cada una 50kg

$$\sum F_y = 0 \quad v = R_1 + R_2 \quad R_1 = R_2 \rightarrow 2R_1 = v$$

$$\therefore R_1 = 245.17N \quad y \quad R_2 = -245.17N$$

$$M = R_1 * L/2$$

$$M = 49.03Nm$$

De aquí el diagrama de distribución de fuerzas será:

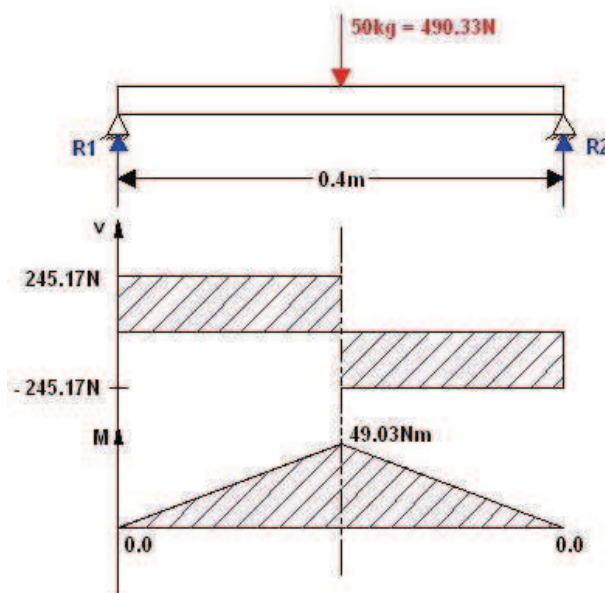


Figura 3.6: Diagramas de distribución de fuerzas

Fuente: Investigación documental

Editado por: Roberto Tobar

### 3.3 CONSTRUCCIÓN

#### 3.3.1 Adquisición

Para la construcción de los carros transportadores, primero se debió averiguar sobre los proveedores existentes para adquirir el material requerido, debido a que la empresa que distribuye a VIP, los cilindros de oxígeno y nitrógeno es AGA S.A., se comprará ahí las mangueras y los reguladores de presión; las herramientas y accesorios pueden conseguirse en SUPER CENTRO FERRETERO KYWY, lugar donde serán adquiridas todo ese conjunto; existen otros materiales que serán comprados en proveedores distintos y los agruparemos como VARIOS. De esta indagación, resulta la siguiente tabla:

Tabla 3.6. Lista de herramientas y accesorios para los transportadores

Descripción	Cantidad	Oxígeno	Nitrógeno	Proveedor
Manguera de presión	2	✓ (1)	✓ (1)	AGA S.A.
Regulador de presión	2	✓ (1)	✓ (1)	
Llaves mixtas (boca-corona)				S. C. F. KYWY
Acople para inflado de llantas	1	N/A	✓ (1)	
Gafas de seguridad	2	✓ (1)	✓ (1)	
Teflón	1	✓ (1)	N/A	
Llaves <i>Allen</i> de acceso a paneles	1	✓ (1)		
Ruedas fijas	4	✓ (2)	✓ (2)	
Ruedas móviles con freno	2	✓ (1)	✓ (1)	
Láminas de tol	N/A	✓	✓	VARIOS
Tubo de acero	N/A	✓	✓	
Desinfectante para manos	1	✓ (1)	N/A	
Acoples servicio amortiguadores	1	N/A	✓ (1)	
Líquido detector de fugas	2	✓ (1)	✓ (1)	

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Roberto Tobar M.

#### 3.3.2 Orden de construcción del carro transportador

- Preparación del material para la construcción
- Construcción de las vigas estructurales del carro

- Fabricación de las chapas y placas laterales del carro
- Construcción de los cajones de herramientas
- Ensamblaje del carro transportador.
- Pintura y acabados de la herramienta
- Equipar el carro con herramientas y accesorios.

Una vez adquiridos los materiales necesarios para la construcción del transportador, se utilizaron los equipos y maquinaria del taller mecánico del Ingeniero Joffre Coral.

### **3.3.3 Construcción de las vigas estructurales del carro.**

Cantidad: 17

Material: 50mm

Largo: Varias dimensiones

Para la construcción de estas vigas se utilizó un tubo de 50mm. Debido a que las vigas serán de varias dimensiones, se procedió a medir, marcar, cortar y pulir dos columnas principales de 1220mm de longitud; dos vigas para apoyo del cilindro de 1012mm; dos vigas laterales traseras de 810mm, cuatro vigas principales inferiores, dos de 448mm y dos de 585mm; de igual manera la viga frontal superior, la viga principal frontal del soporte del cilindro y las tres vigas auxiliares del soporte del cilindro miden 448mm; por último se construirán dos vigas principales laterales del soporte del cilindro de 400mm.

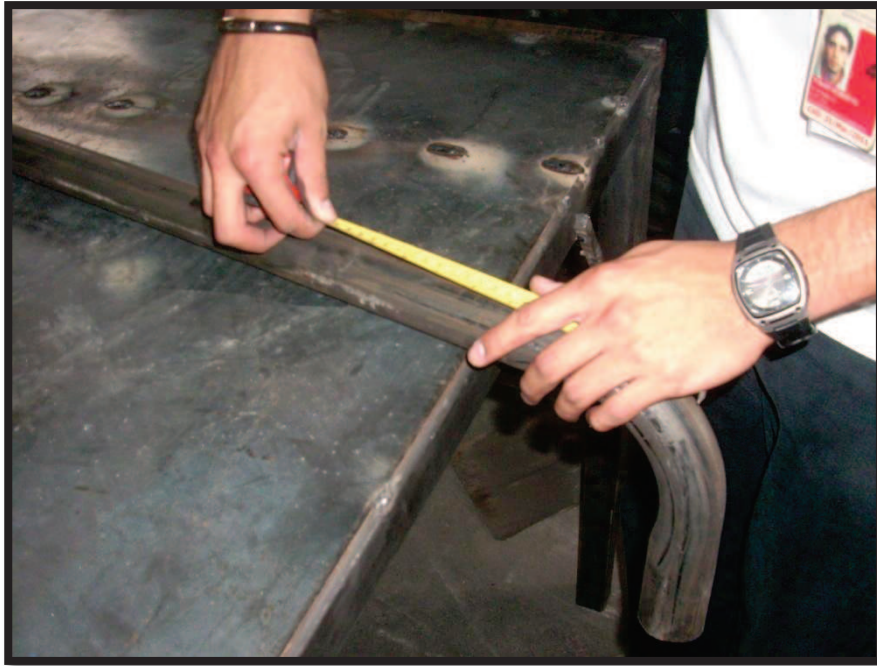


Figura 3.7 Medición y trazado de las vigas estructurales

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

A continuación se procedió a realizar el mismo proceso anterior con las uniones de las columnas y los tubos doblados laterales que serán unidos posteriormente; para el efecto, se contó con codos prefabricados



Figura 3.8 Corte de las vigas estructurales

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

Inmediatamente se fabricaron las cuatro vigas angulares para soporte de los cajones que serán dos de 413mm y dos de 344mm.



Figura 3.9 Pulido de la superficie cortada

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

### **3.3.4 Fabricación de las chapas y placas laterales del carro.**

Cantidad: 6

Material: Acero ASTM A-36

La construcción de la placa posterior de la mesa superior, la placa constitutiva de la mesa, las chapas laterales de protección del cilindro y las placas laterales perforadas se realizará usando el mismo proceso descrito anteriormente, que sería la medición, trazado, corte y pulido de las platinas. Las dimensiones y formas geométricas de cada placa se describen en los planos adjuntos en el anexo "R".



Figura 3.10 Medición y trazado de placas laterales

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

### **3.3.5 Construcción de los cajones de herramientas.**

Para este proceso se usarán las mismas platinas utilizadas en la construcción de chapas y placas. Así mismo su construcción obedecerá al proceso ya descrito en pasos preliminares al presente, adicionando la tarea de doblar las platinas de tol para darles la forma requerida; gracias a esto obtendremos dos cajones de herramientas de capacidades volumétricas distintas para acoplar en la parte posterior del transportador.



Figura 3.11 Cajones de herramientas construidos

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

### **3.3.6 Ensamblaje del carro transportador**

Para este objetivo, se ha de utilizar una soldadora eléctrica; pues aquí se unirán los tubos, que conforman las vigas de soporte, que conforman la estructura ó el esqueleto de los carros transportadores, las placas y chapas laterales. De esta manera el equipo estará terminado en su composición integral.



Figura 3.12 Soldadura de la estructura

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar



Figura 3.13 Carros transportadores y cajones de herramientas listos

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar



### 3.3.7 Pintura y acabados de la herramienta

Debido a que hasta antes de este paso se describió el proceso de construcción y ensamblaje de un carro transportador; cabe mencionar que el proceso se repetirá una segunda vez puesto que la idea original fue siempre construir dos transportadores. En este momento se diferenciarán ambos elementos, pues mediante el proceso de pintura se busca distinguir el carro diseñado para transportar el cilindro de nitrógeno con el color amarillo; y el que movilizará el oxígeno con el color verde. Seguidamente se instalarán las cuatro ruedas en cada transportador, quedando así casi listo para ponerlo a trabajar.



Figura 3.14 Herramientas terminadas

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

### 3.3.8 Equipar el carro con herramientas y accesorios

Teniendo el carro transportador construido, ensamblado y acabado; se procedió como último paso a anexar las herramientas y accesorios que fueron recomendados en la investigación previa, como material necesario para cumplir las tareas de servicio que requieren el uso de los cilindro de gas comprimido.



Figura 3.15 Coches listos y equipados

Fuente: Investigación de campo

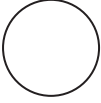



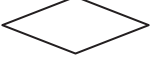
Editado por: Roberto Tobar

### 3.4 DIAGRAMAS DE PROCESO

Los diagramas de procesos están comprendidos por simbología que indica los pasos del proceso de construcción del carro transportador de cilindros de gas comprimido.

En la tabla mostrada a continuación se detalla la simbología que ha de ser utilizada para cada uno de los procesos de construcción.

Tabla 3.7. Simbología de los diagramas de proceso

N°	SIMBOLO	DEFINICION
1		Operación
2		Inspección o Comprobación
3		Ensamblaje
4		Conector
5		Continúa

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Roberto Tobar

### 3.4.1 DIAGRAMAS DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

En las líneas siguientes se presentan los distintos diagramas de proceso de construcción de cada una de las partes constitutivas de los carros transportadores.

### 3.4.2. DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIGAS ESTRUCTURALES DEL CARRO.

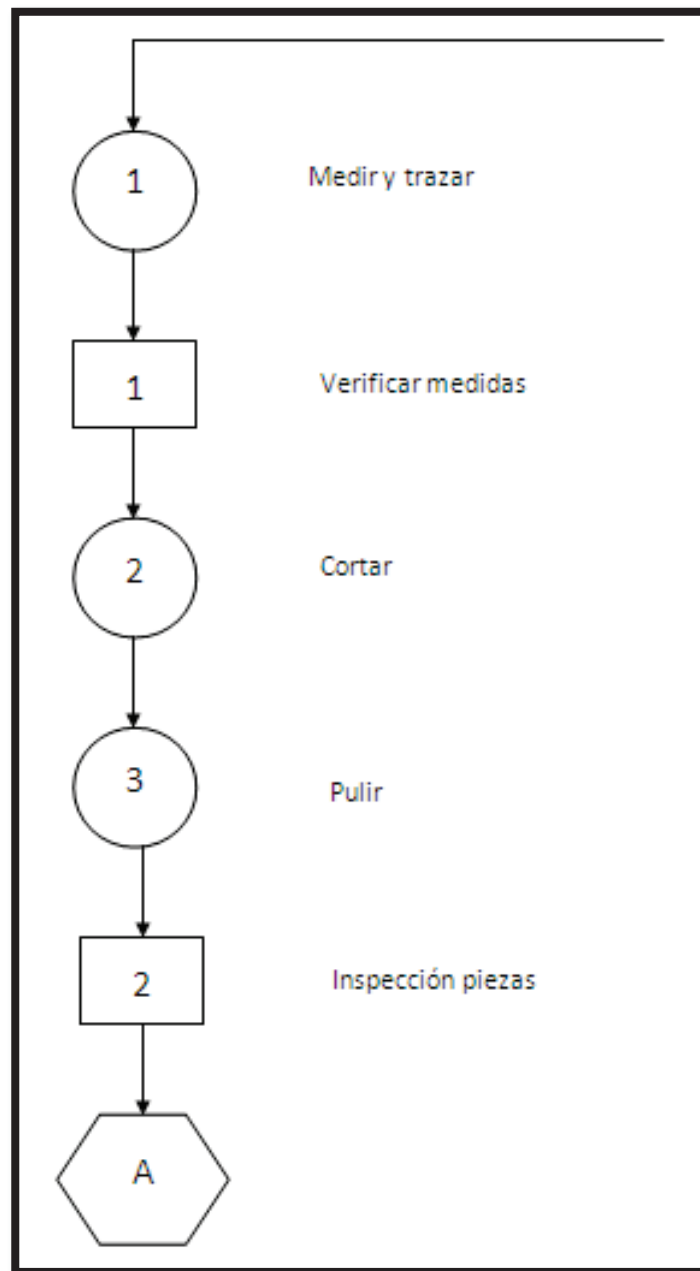


Figura 3.16 Diagrama de proceso de construcción de vigas estructurales

Fuente: Investigación documental

Editado por: Roberto Tobar

### 3.4.3. DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LAS CHAPAS Y PLACAS LATERALES DEL CARRO TRANSPORTADOR

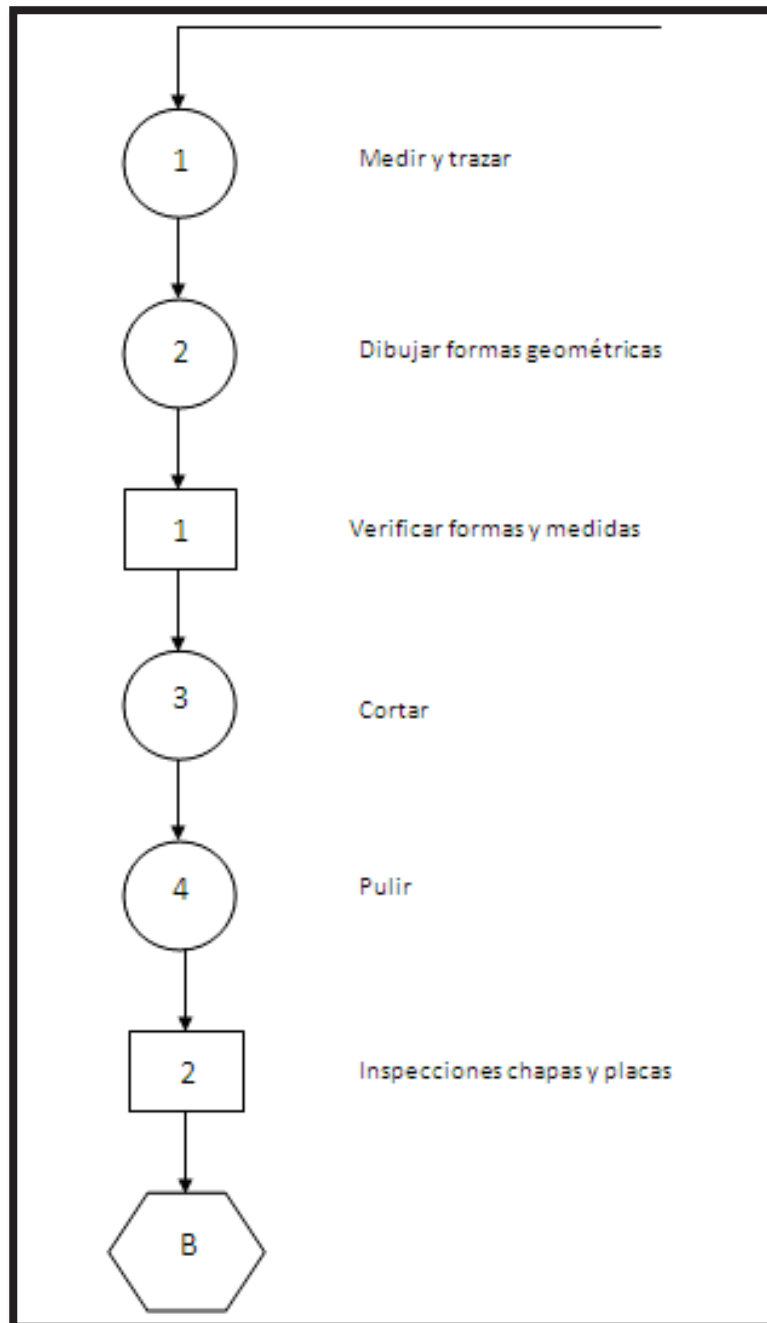


Figura 3.17 Diagrama de proceso de chapas y placas laterales

Fuente: Investigación documental

Editado por: Roberto Tobar

### 3.4.4. DIAGRAMA DE PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LOS CAJONES DE HERRAMIENTAS

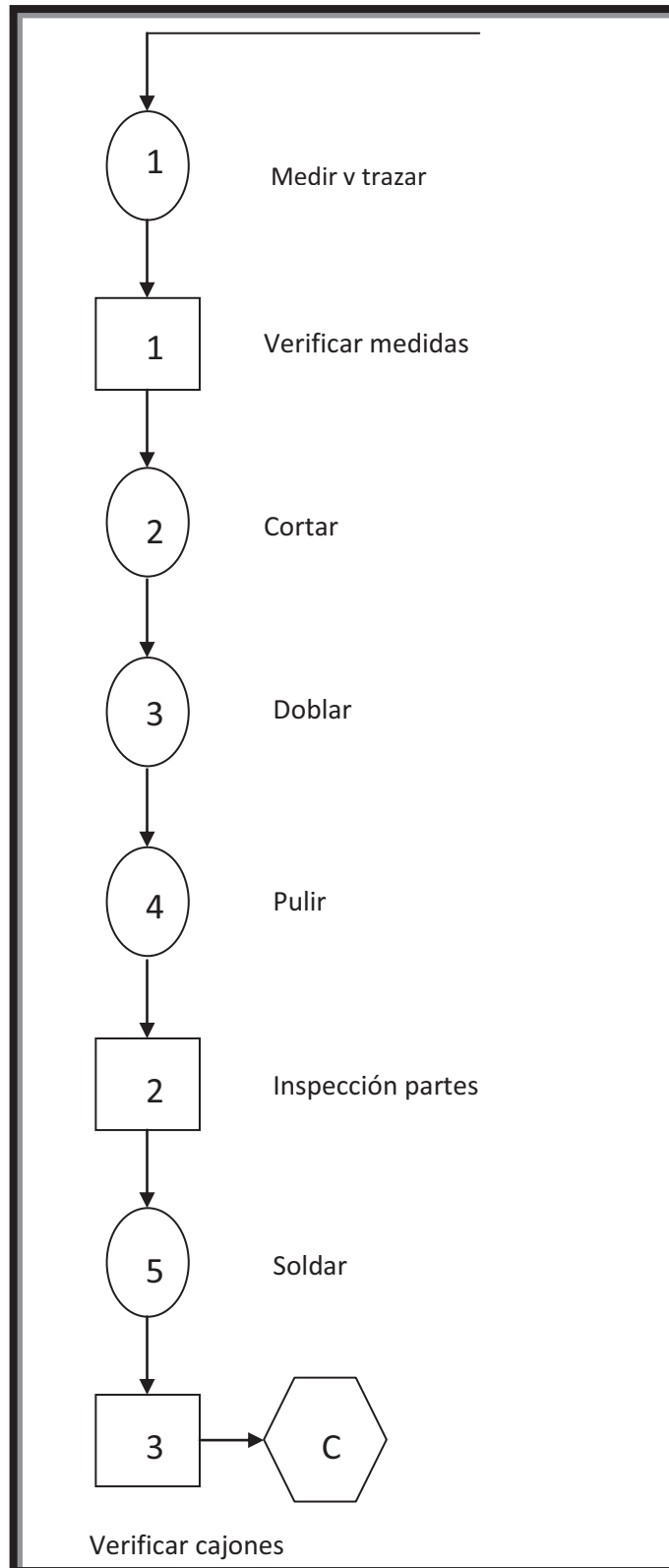


Figura 3.18 Diagrama de proceso de construcción de cajones de herramientas

Fuente: Investigación documental

Editado por: Roberto Tobar

### 3.4.5. DIAGRAMA DE PROCESO DE ENSAMBLAJE, PINTURA Y ACABADO DEL CARRO TRANSPORTADOR

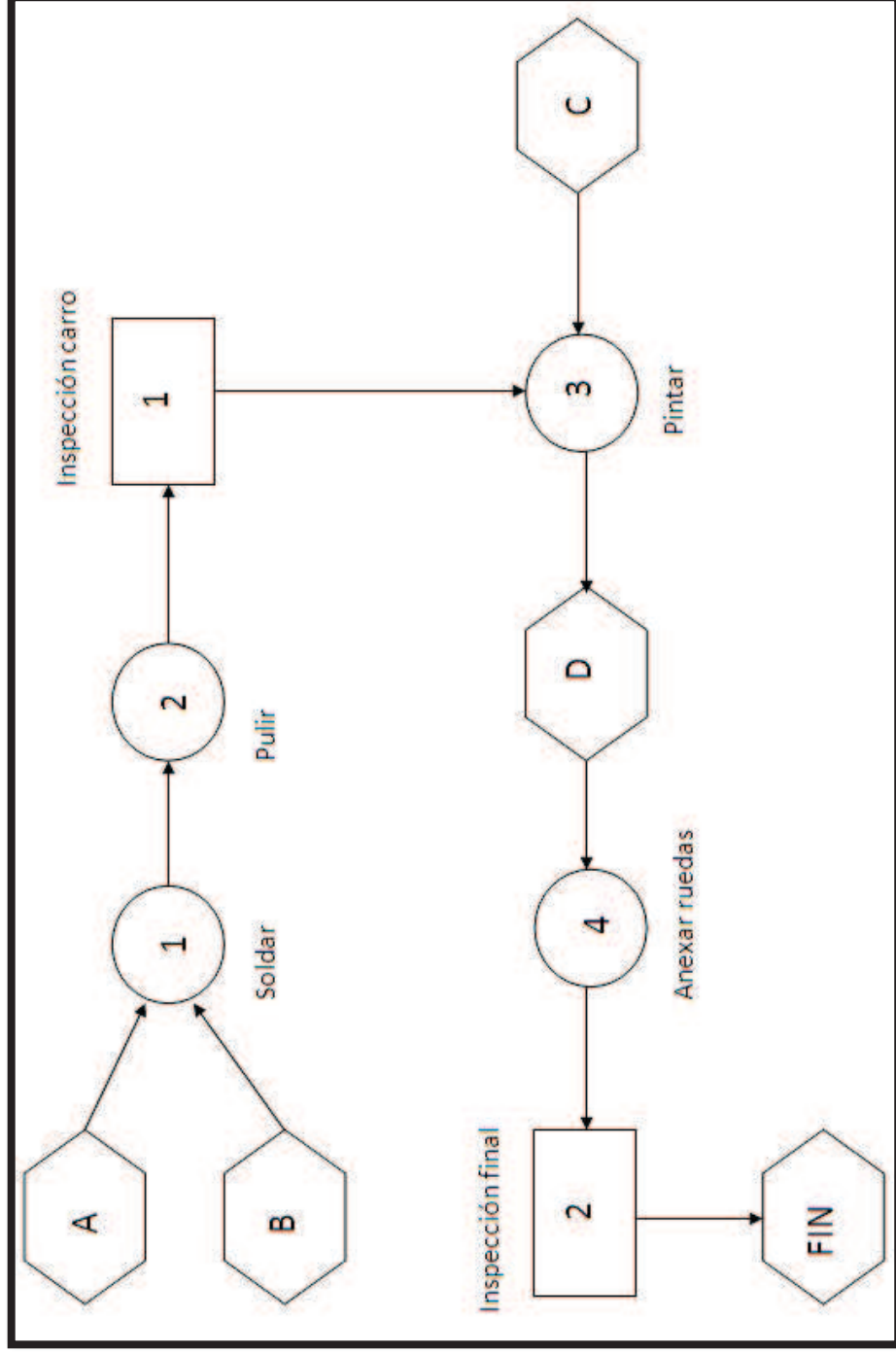


Figura 3.19 Diagrama de proceso de ensamble y terminado de los carros transportadores

Fuente: Investigación documental

Editado por: Roberto Tobar

### 3.5. CODIFICACIÓN DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS:

Tabla N° 3.8: Codificación de Maquinas

N°	MAQUINA	CARACTERÍSTICAS	CÓDIGO
1	Soldadora eléctrica	220v – 300A	M1
2	Amoladora	Eléctrica – 110v	M2
3	Sierra Eléctrica	110v	M3
4	Taladro de mano	Eléctrico 110v	M4
5	Esmeril	110v—3600rpm-1/2hp	M5
6	Cortadora de plasma	Eléctrica – 110v	M6
7	Compresor de aire	0-160 psi	M7

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Roberto Tobar

Tabla N° 3.9: Codificación de Herramientas

N°	HERRAMIENTA	CÓDIGO
1	Flexómetro	H1
2	Rayador	H2
3	Entenalla	H3
4	Desarmadores Philips y plano	H4
5	Playos de presión	H5
6	Brocas	H6
7	Martillo	H7
8	Llaves mixtas	H8
9	Escuadra	H9
10	Cinzel	H10
11	Piedra de corte	H11
12	Piedra de desbaste	H12
13	Pistola para pintura de presión	H13

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Roberto Tobar



### 3.6 TABULACIÓN DE PROCESOS

Tabla N° 3.10: Tabulación de procesos.

N°	PROCESO	CÓD. Y TIEMPOS EN HORAS				OBSERVACIONES
		M	T	H	T	
1	Limpiado de material					Desarrollado con thinner y trapo
2	Medidas y Trazado			H1 H2 H3 H7 H10	4	
3	Cortes	M2 M3 M6	5	H9 H11	-	
4	Esmerilado	M5	2			
5	Perforado	M4	1	H6	-	
6	Soldadura	M1	4	H5		
7	Pulido	M2 M5	1	H12	1	
8	Inspecciones y verificación de medidas			H1 H9	3	Después de cada trabajo.
9	Pintura	M7	2	H13	-	
10	Anexar ruedas			H4 H8	1	
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>M</b>	<b>15</b>	<b>H</b>	<b>9</b>	
	<b>TOTAL h/HOMBRE</b>	<b>24h/HOMBRE</b>				

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Roberto Tobar

### 3.7 PRUEBAS Y EVALUACIONES DEL CARRO TRANSPORTADOR

Al momento de terminar la construcción de los carros transportadores, y luego de haber sido equipados con todos sus accesorios; los equipos fueron llevados al área de mantenimiento de VIP S.A., para ser sometidos a las respectivas pruebas de funcionamiento y resistencia de sus componentes; de esta manera se recogieron los siguientes resultados:

Tabla N° 3.11: Pruebas y evaluaciones de los carros transportadores

<b>COMPONENTES</b>	<b>CONDICIÓN FAVORABLE</b>	<b>CONDICIÓN NO FAVORABLE</b>
Colocación del tanque de gas en el carro	✓	
Resistencia de la estructura al peso del cilindro	✓	
Funcionalidad de los cajones de herramientas	✓	
Libre movimiento del carro (ruedas)	✓	
Efectividad del dispositivo de freno	✓	

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Roberto Tobar

### 3.8 ELABORACIÓN DE MANUALES

Esta sección del trabajo describe las diferentes normas de seguridad que el personal técnico de mantenimiento VIP S.A. debe seguir para efectuar las tareas para las cuales fue diseñado el carro transportador; de la misma manera en este manual se dictan procedimientos tanto de operación del equipo, como de mantenimiento de sus partes principales.

Para este cometido, se han realizado dos manuales; descritos a continuación, que globalizan el contenido explicado anteriormente; aplicados a cada uno de los carros transportadores que se construyeron.


Tabla N°3.12: Lista de manuales para los carros transportadores

<b>N°</b>	<b>Manual</b>	<b>Código</b>
1	Manual general de mantenimiento del carro transportador de cilindros de nitrógeno.	MG-CT-N
2	Manual general de mantenimiento del carro transportador de cilindros de oxígeno	MG-CT-O

Fuente: Investigación documental

Elaborado por: Roberto Tobar

A continuación se muestra el contenido de los manuales mencionados:

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		Pág. 1 de 12
			<b>Código:</b> MG-CT-N
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar		<b>Revisión N°:</b> 001
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Ameida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>


**OBJETIVO:**

Entregar toda la información, que el operador del carro transportador de cilindros de nitrógeno requiere para familiarizarse en todo cuanto concierne a normas de seguridad, mantenimiento y operación del mencionado equipo.

**ALCANCE:**

El personal de mantenimiento de la Aerolínea VIP S.A., que incluye, a técnicos, ayudantes y pasantes, que desempeñan tareas de servicio de nitrógeno en los aviones Dornier 328 de la compañía; es el principal involucrado en el conocimiento y ejecución del contenido del presente manual, para obtener el mayor provecho de la herramienta en cuestión.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		<b>Pág. 2 de 12</b>
			<b>Código:</b>  MG-CT-N
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar.		<b>Revisión N°:</b> <b>001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>


**Índice General:**

**Capítulo 1:** Definiciones y Abreviaturas.....3  
**Capítulo 2:** Manual de Seguridad.....4  
**Capítulo 3:** Manual de Operación.....6  
**Capítulo 4;** Manual de Mantenimiento.....8

**Índice de figuras:**

**Figura 1:** Carro transportador de cilindros de nitrógeno.....11  
**Figura 2:** Partes constitutivas del carro transportador de cilindros de nitrógeno.....12

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		Pág. 3 de 12
			Código: MG-CT-N
	Elaborado por: Roberto Tobar		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

## CAPÍTULO 1

### DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**Carro:** Armazón con ruedas y sin varas que sirve para transportar personas u objetos.

**Cilindro de gas:** También llamado bombona, tanque o garrafa de gas según el país, es el sistema habitual de distribución del butano, propano y otros gases como el nitrógeno; a excepción del gas natural.

**Estructura:** Toda construcción destinada a soportar su propio peso y la presencia de acciones externas sin perder las condiciones de funcionalidad para las que fue concebida esta.

**M.M.:** Manual de Mantenimiento.

**M.O.:** Manual de Operación.


**M.S.:** Manual de Seguridad.

**Rodamiento:** Cojinete formado por dos cilindros concéntricos, entre los que se intercala una corona de bolas o rodillos que pueden girar libremente

**Rueda:** Pieza mecánica generalmente circular que sirve para mover de un lugar a otro un objeto.

**VIP:** Vuelos Internos Privados.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		Pág. 4 de 12
			Código: MG-CT-N
	Elaborado por: Roberto Tobar		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

## CAPÍTULO 2

### MANUAL DE SEGURIDAD

#### OBJETIVO:

Detallar las medidas de seguridad y prevenciones inherentes al manejo y operación del carro transportador de cilindros de nitrógeno, que el personal técnico de mantenimiento de VIP S.A. debe tomar en cuenta, previa, durante y posteriormente a su utilización.

#### PROPÓSITO

Salvaguardar la integridad física del técnico operador del carro transportador de cilindros de nitrógeno


#### PROCEDIMIENTO:

- Previamente a la realización del trabajo y el concerniente uso de esta herramienta, el operador del equipo deberá encontrarse familiarizado con la operación del mismo, para el efecto se ha de leer todas las instrucciones dadas en este manual.

#### **Normas de seguridad antes de la operación.**

- Chequear la condición de las ruedas, tanto móviles y fijas; sus rodamientos y mecanismos de freno.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_


	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		<b>Pág. 5 de 12</b>
			<b>Código: MG-CT-N</b>
	<b>Elaborado por: Roberto Tobar.</b>		<b>Revisión N°: 001</b>
	<b>Aprobado por: Carlos Almeida</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

- Inspeccionar la condición general de la estructura del coche por fisuras, rajaduras u otro daño que puede afectar su configuración geométrica, y por ende su resistencia al peso del cilindro.
- Posteriormente a la colocación del cilindro, en el soporte del carro transportador; verificar que este se mantenga bien asegurado mediante las correas de sujeción provistas.
- Asegurarse que las herramientas y accesorios del carro transportador residan dentro de los respectivos cajones; y que estén completos, en buenas condiciones y libres de la presencia de agentes contaminantes.

**Normas de seguridad, durante la operación**

- El operador debe asegurarse de usar todos los equipos de seguridad personal necesarios para realizar las diferentes tareas de servicio en las aeronaves.
- De la misma manera, al personal técnico, le corresponde usar únicamente las herramientas dispuestas dentro del equipo, debido a que estas, son las apropiadas para desempeñar las distintas tareas. **No olvidarse que al reabastecer oxígeno a la aeronaves, las manos y herramientas usadas por el operador deben estar limpias y, libres de grasas y lubricantes**
- Asegurar que el carro esté frenado antes de usarlo junto a las aeronaves, para evitar la posible caída del cilindro, o incluso el resbalamiento del transportador.
- Siempre tomar en cuenta que este carro tiene que ser utilizado solamente en los trabajos para los cuales fue diseñado.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		Pág. 6 de 12
			Código: MG-CT-N
	Elaborado por: Roberto Tobar.		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

### CAPÍTULO 3

#### MANUAL DE OPERACIÓN

##### OBJETIVO:

Instruir al personal de mantenimiento de la aerolínea VIP S.A. acerca de la utilización correcta de este equipo; para de esta manera desarrollar tareas de servicio con nitrógeno a las aeronaves sin riesgos tanto físicos, como materiales de la manera más eficiente posible.

##### ALCANCE:


El personal técnico de mantenimiento (señores técnicos, ayudantes y pasantes) de la aerolínea VIP S.A. serán los únicos encargados de ejecutar estas instrucciones de operación; para manejar el carro transportador, de manera segura y eficiente

##### PROCEDIMIENTO:

- Previamente a la operación del equipo, realizar los chequeos y tomar en cuenta las normas de seguridad provistas en el manual de seguridad del mismo.
- Para colocar el cilindro de nitrógeno sobre el carro transportador, hacerlo inclinar hacia adelante; de manera que la viga principal frontal del soporte, toque el suelo. En esta posición empujar el cilindro hasta que llegue a su lugar destinado y retornar al transportador a su posición original.


**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_



	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		Pág. 7 de 12
			Código: MG-CT-N
	Elaborado por: Roberto Tobar		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

- Asegurar el cilindro al carro transportador mediante las correas de sujeción provistas; de manera que estas abracen al contenedor, y lo ajusten en su posición correcta.
- Previo a realizar cualquier movimiento del coche, soltar siempre el mecanismo de freno de las ruedas.
- Por ninguna razón se debe mover el carro apoyado, únicamente en dos ruedas; hacerlo siempre sobre las tres.
- Una vez que el equipo se encuentre colocado junto a la aeronave, es mandatorio que el mecanismo de freno de las ruedas del coche sea accionado.
- Después de realizada la tarea en el avión, regresar el aparato a su lugar de almacenamiento designado; pudiendo el técnico, dejar sobre el coche, colocado el cilindro de nitrógeno; percatándose así mismo de presionar el freno.
- Para precautelar el tiempo de vida útil del equipo se sugiere no utilizarlo durante condiciones climáticas adversas

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		Pág. 8 de 12
			Código: MG-CT-N
	Elaborado por: Roberto Tobar		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

## CAPÍTULO 4

### MANUAL DE MANTENIMIENTO

**OBJETIVO:**

Definir los procedimientos especificados en este manual, para conservar las características originales del carro transportador; y de esta manera asegurarse que las tareas a realizar con esta unidad se desarrollen con altos estándares de seguridad

**ALCANCE:**

VIP S.A. será la entidad responsable de mantener este equipo en condiciones adecuadas, cumpliendo los requerimientos aplicables, contenidos en este manual; incluyendo los relacionados a su identificación y buen uso.


**PROCEDIMIENTO:**

**Inspecciones de mantenimiento:**

Estos procesos se desarrollarán previa y posteriormente al manejo del transportador e inmediatamente después de haber realizado algún trabajo de mantenimiento sobre este dispositivo.

- Chequeo visual de la condición de la estructura; por daños de pintura, deformación de su geometría, rayaduras, cortes, fisuras y corrosión del material.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_


	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		<b>Pág. 9 de 12</b>
			<b>Código:</b>  MG-CT-N
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar.		<b>Revisión N°:</b> <b>001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

- Chequeo visual de la condición de las ruedas del carro, tanto fijas y móviles; por deformación, libre giro de los rodamientos de la rueda, desgaste de la superficie de contacto con el terreno y mecanismos de frenado.
- Chequeo visual de la condición de los rodamientos de la rueda móvil (las cuales permiten girar al transportador), por deformación, libre movimiento y presencia de agentes contaminantes
- Chequeo visual de la condición de las correas de sujeción del cilindro al soporte del equipo; por seguridad en general, fijación de las correas a la estructura, correcto ajuste, segmentos deshilados o pérdida de alguna de ellas.
- Chequeo visual de herramientas y accesorios; por presencia, limpieza y buen estado. Asegurarse siempre que la herramienta a usarse se encuentre limpia.

**Procedimientos de mantenimiento mensual.**

- Engrase los rodamientos de la rueda móvil (la cual permite girar al transportador), usando grasa *Aeroshell grease 22*.
- Engrase los rodamientos del eje de rotación de las ruedas, tanto fijas y móvil; usando grasa *Aeroshell grease 22*.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		<b>Pág. 10 de 12</b>
			<b>Código:</b>  MG-CT-N
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar		<b>Revisión N°:</b> <b>001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

### **Acciones de reparación de los componentes del carro transportador**

#### **Cambio de ruedas:**

Para cambiar cualquiera de las tres ruedas del carro transportador siga las siguientes instrucciones.

- Remueva los pernos, arandelas y tuercas que sujetan las ruedas a la estructura del transportador.
- Extraiga la rueda o ruedas que requieran ser reemplazadas.
- Instale la, o las ruedas nuevas en su posición, y de acuerdo a la imagen de la figura 1.
- Asegure las ruedas a la unidad mediante los pernos, arandelas y tuercas extraídas anteriormente; y compruebe su resistencia al peso con y sin cilindro.

#### **Cambio de correas de sujeción:**

En caso de daño en las correas o perdida de alguna de ellas ejecutar los siguientes pasos.

- Remueva los remaches que unen el conjunto de las correas a la chapa lateral de protección del cilindro para extraerlas de su posición.
- Reemplazar estas correas, por otras originales y colocarlas en la posición adecuada para su instalación.
- Sujetar el conjunto de correas a la chapa lateral de protección del cilindro mediante remaches.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_



**MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO  
DEL CARRO TRANSPORTADOR DE  
CILINDROS DE NITRÓGENO**

Pág. 11 de 12

**Código:**  
MG-CT-N

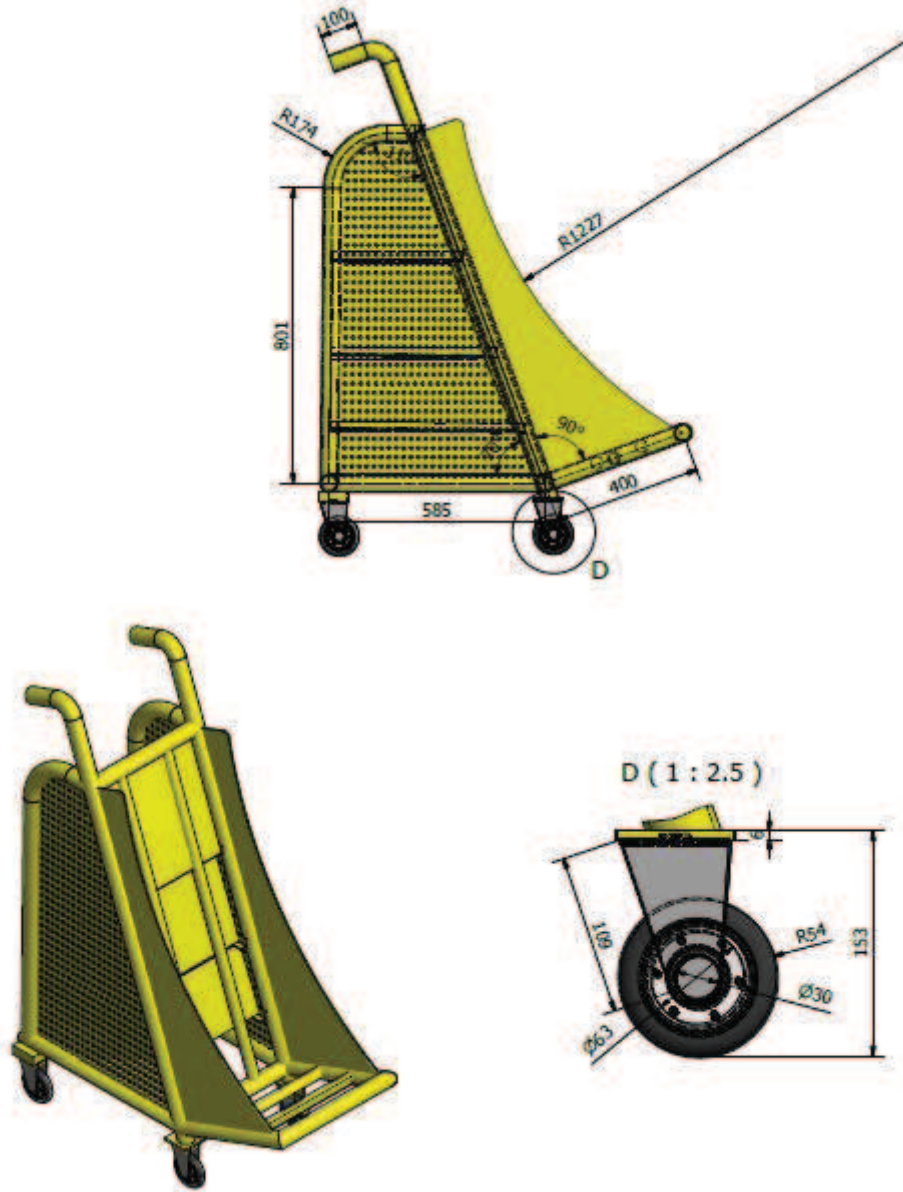
**Elaborado por:** Roberto Tobar

**Revisión N°:**  
001

**Aprobado por:** Carlos Almeida

**Fecha:**

**Fecha:**



**Figura 1. Carro transportador de cilindros de nitrógeno**

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_



**MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO  
DEL CARRO TRANSPORTADOR DE  
CILINDROS DE NITRÓGENO**

**Pág. 12 de 12**

**Código:  
MG-CT-N**

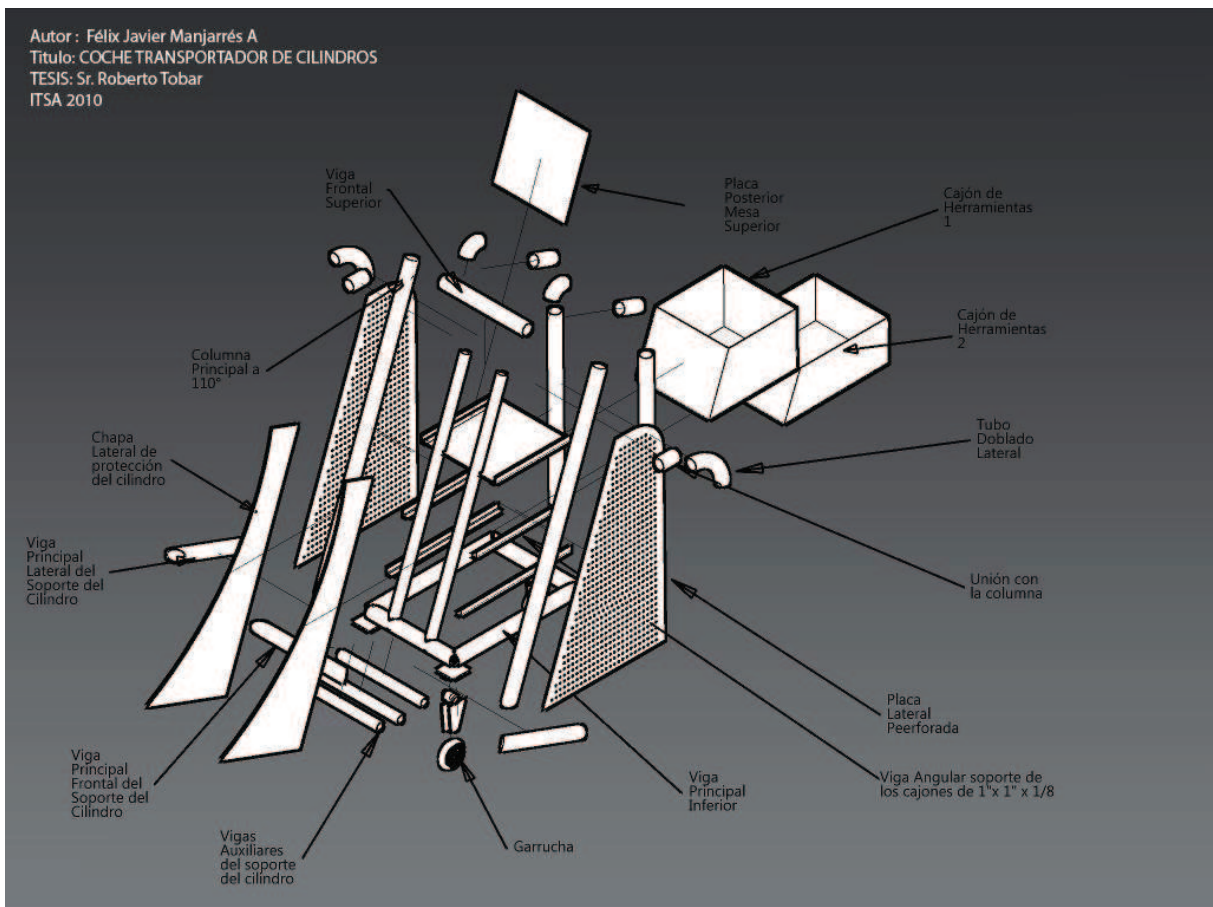
**Elaborado por: Roberto Tobar.**

**Revisión N°:  
001**

**Aprobado por: Carlos Almeida**


**Fecha:**

**Fecha:**



**Figura 2. Partes constitutivas del carro transportador de cilindros de nitrógeno**

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		Pág. 1 de 12
			<b>Código:</b> MG-CT-O
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar		<b>Revisión N°:</b> 001
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>


**OBJETIVO:**

Entregar toda la información, que el operador del carro transportador de cilindros de oxígeno requiere para familiarizarse en todo cuanto concierne a normas de seguridad, mantenimiento y operación del mencionado equipo.

**ALCANCE:**

El personal de mantenimiento de la Aerolínea VIP S.A., que incluye, a técnicos, ayudantes y pasantes, que desempeñan tareas de servicio de oxígeno en los aviones Dornier 328 de la compañía; es el principal involucrado en el conocimiento y ejecución del contenido del presente manual, para obtener el mayor provecho de la herramienta en cuestión.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		Pág. 2 de 12
			<b>Código:</b> MG-CT-O
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar.		<b>Revisión N°:</b> 001
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**Índice General:**


<b>Capítulo 1:</b> Definiciones y Abreviaturas.....	3
<b>Capítulo 2:</b> Manual de Seguridad.....	4
<b>Capítulo 3:</b> Manual de Operación.....	6
<b>Capítulo 4;</b> Manual de Mantenimiento.....	8

**Índice de figuras:**

<b>Figura 1:</b> Carro transportador de cilindros de oxígeno.....	11
<b>Figura 2:</b> Partes constitutivas del carro transportador de cilindros de oxígeno.....	12

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_



	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		Pág. 3 de 12
			Código: MG-CT-O
	Elaborado por: Roberto Tobar		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

## CAPÍTULO 1

### DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

**Carro:** Armazón con ruedas y sin varas que sirve para transportar personas u objetos.

**Cilindro de gas:** También llamado bombona, tanque o garrafa de gas según el país, es el sistema habitual de distribución del butano, propano y otros gases como el nitrógeno; a excepción del gas natural.

**Estructura:** Toda construcción destinada a soportar su propio peso y la presencia de acciones externas sin perder las condiciones de funcionalidad para las que fue concebida esta.

**M.M.:** Manual de Mantenimiento.

**M.O.:** Manual de Operación.


**M.S.:** Manual de Seguridad.

**Rodamiento:** Cojinete formado por dos cilindros concéntricos, entre los que se intercala una corona de bolas o rodillos que pueden girar libremente

**Rueda:** Pieza mecánica generalmente circular que sirve para mover de un lugar a otro un objeto.

**VIP:** Vuelos Internos Privados.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		<b>Pág. 4 de 12</b>
			<b>Código: MG-CT-O</b>
	<b>Elaborado por: Roberto Tobar</b>		<b>Revisión N°: 001</b>
	<b>Aprobado por: Carlos Almeida</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

## CAPÍTULO 2

### MANUAL DE SEGURIDAD

**OBJETIVO:**

Detallar las medidas de seguridad y prevenciones inherentes al manejo y operación del carro transportador de cilindros de oxígeno, que el personal técnico de mantenimiento de VIP S.A. debe tomar en cuenta, previa, durante y posteriormente a su utilización.

**PROPÓSITO:**

Salvaguardar la integridad física del técnico operador del carro transportador de cilindros de oxígeno.


**PROCEDIMIENTO:**

- Previamente a la realización del trabajo y el concerniente uso de esta herramienta, el operador del equipo deberá encontrarse familiarizado con la operación del mismo, para el efecto se ha de leer todas las instrucciones dadas en este manual.

**Normas de seguridad antes de la operación.**

- Chequear la condición de las ruedas, tanto móviles y fijas; sus rodamientos y mecanismos de freno.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_


	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE NITRÓGENO</b>		<b>Pág. 5 de 12</b>
			<b>Código: MG-CT-N</b>
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar.		<b>Revisión N°: 001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

- Inspeccionar la condición general de la estructura del coche por fisuras, rajaduras u otro daño que puede afectar su configuración geométrica, y por ende su resistencia al peso del cilindro.
- Posteriormente a la colocación del cilindro, en el soporte del carro transportador; verificar que este se mantenga bien asegurado mediante las correas de sujeción provistas.
- Asegurarse que las herramientas y accesorios del carro transportador residan dentro de los respectivos cajones; y que estén completos, en buenas condiciones y libres de la presencia de agentes contaminantes.
- **Asegúrese en todo momento que sus manos, herramientas y accesorios deben estar libres de grasas y contaminantes.**

**Normas de seguridad, durante la operación**

- El operador debe asegurarse de usar todos los equipos de seguridad personal necesarios para realizar las diferentes tareas de servicio en las aeronaves.
- De la misma manera, al personal técnico, le corresponde usar únicamente las herramientas dispuestas dentro del equipo, debido a que estas, son las apropiadas para desempeñar las distintas tareas.
- Asegurar que el carro esté frenado antes de usarlo junto a las aeronaves, para evitar la posible caída del cilindro, o incluso el resbalamiento del transportador.
- Siempre tomar en cuenta que este carro tiene que ser utilizado solamente en los trabajos para los cuales fue diseñado.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		Pág. 6 de 12
			Código: MG-CT-O
	Elaborado por: Roberto Tobar.		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

### CAPÍTULO 3

#### MANUAL DE OPERACIÓN

##### OBJETIVO:

Instruir al personal de mantenimiento de la aerolínea VIP S.A. acerca de la utilización correcta de este equipo; para de esta manera desarrollar tareas de servicio con oxígeno a las aeronaves sin riesgos tanto físicos, como materiales de la manera más eficiente posible.


##### ALCANCE:

El personal técnico de mantenimiento (señores técnicos, ayudantes y pasantes) de la aerolínea VIP S.A. serán los únicos encargados de ejecutar estas instrucciones de operación; para manejar el carro transportador, de manera segura y eficiente

##### PROCEDIMIENTO:


- Previamente a la operación del equipo, realizar los chequeos y tomar en cuenta las normas de seguridad provistas en el manual de seguridad del mismo.
- Para colocar el cilindro de oxígeno sobre el carro transportador, hacerlo inclinar hacia adelante; de manera que la viga principal frontal del soporte, toque el suelo. En esta posición empujar el cilindro hasta que llegue a su lugar destinado y retornar al transportador a su posición original.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		Pág. 7 de 12
			<b>Código: MG-CT-O</b>
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar		<b>Revisión N°: 001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

- Asegurar el cilindro al carro transportador mediante las correas de sujeción provistas; de manera que estas abracen al contenedor, y lo ajusten en su posición correcta.
- Previo a realizar cualquier movimiento del coche, soltar siempre el mecanismo de freno de las ruedas.
- Por ninguna razón se debe mover el carro apoyado, únicamente en dos ruedas; hacerlo siempre sobre las tres.
- Una vez que el equipo se encuentre colocado junto a la aeronave, es mandatorio que el mecanismo de freno de las ruedas del coche sea accionado.
- Después de realizada la tarea en el avión, regresar el aparato a su lugar de almacenamiento designado; pudiendo el técnico, dejar sobre el coche, colocado el cilindro de oxígeno; percatándose así mismo de presionar el freno.
- Para precautelar el tiempo de vida útil del equipo se sugiere no utilizarlo durante condiciones climáticas adversas

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		Pág. 8 de 12
			Código: MG-CT-O
	Elaborado por: Roberto Tobar		Revisión N°: 001
	Aprobado por: Carlos Almeida	Fecha:	Fecha:

## CAPÍTULO 4

### MANUAL DE MANTENIMIENTO

**OBJETIVO:**

Definir los procedimientos especificados en este manual, para conservar las características originales del carro transportador; y de esta manera asegurarse que las tareas a realizar con esta unidad se desarrollen con altos estándares de seguridad

**ALCANCE:**

VIP S.A. será la entidad responsable de mantener este equipo en condiciones adecuadas, cumpliendo los requerimientos aplicables, contenidos en este manual; incluyendo los relacionados a su identificación y buen uso.


**PROCEDIMIENTO:**

**Inspecciones de mantenimiento:**

Estos procesos se desarrollarán previa y posteriormente al manejo del transportador e inmediatamente después de haber realizado algún trabajo de mantenimiento sobre este dispositivo.

- Chequeo visual de la condición de la estructura; por daños de pintura, deformación de su geometría, rayaduras, cortes, fisuras y corrosión del material.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_


	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		<b>Pág. 9 de 12</b>
			<b>Código:</b>  MG-CT-O
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar.		<b>Revisión N°:</b> <b>001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

- Chequeo visual de la condición de las ruedas del carro, tanto fijas y móviles; por deformación, libre giro de los rodamientos de la rueda, desgaste de la superficie de contacto con el terreno y mecanismos de frenado.
- Chequeo visual de la condición de los rodamientos de la rueda móvil (las cuales permiten girar al transportador), por deformación, libre movimiento y presencia de agentes contaminantes
- Chequeo visual de la condición de las correas de sujeción del cilindro al soporte del equipo; por seguridad en general, fijación de las correas a la estructura, correcto ajuste, segmentos deshilados o pérdida de alguna de ellas.
- Chequeo visual de herramientas y accesorios; por presencia, limpieza, y buen estado. Asegurarse siempre que la herramienta a usarse se encuentre limpia.

**Procedimientos de mantenimiento mensual.**

- Engrase los rodamientos de la rueda móvil (la cual permite girar al transportador), usando grasa *Aeroshell grease 22*.
- Engrase los rodamientos del eje de rotación de las ruedas, tanto fijas y móvil; usando grasa *Aeroshell grease 22*.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_

	<b>MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DEL CARRO TRANSPORTADOR DE CILINDROS DE OXÍGENO</b>		<b>Pág. 10 de 12</b>
			<b>Código:</b>  MG-CT-O
	<b>Elaborado por:</b> Roberto Tobar		<b>Revisión N°:</b> <b>001</b>
	<b>Aprobado por:</b> Carlos Almeida	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

### **Acciones de reparación de los componentes del carro transportador**

#### **Cambio de ruedas:**

Para cambiar cualquiera de las tres ruedas del carro transportador siga las siguientes instrucciones.

- Remueva los pernos, arandelas y tuercas que sujetan las ruedas a la estructura del transportador.
- Extraiga la rueda o ruedas que requieran ser reemplazadas.
- Instale la, o las ruedas nuevas en su posición, y de acuerdo a la imagen de la figura 1.
- Asegure las ruedas a la unidad mediante los pernos, arandelas y tuercas extraídas anteriormente; y compruebe su resistencia al peso con y sin cilindro.

#### **Cambio de correas de sujeción:**

En caso de daño en las correas o pérdida de alguna de ellas ejecutar los siguientes pasos.

- Remueva los remaches que unen el conjunto de las correas a la chapa lateral de protección del cilindro para extraerlas de su posición.
- Reemplazar estas correas, por otras originales y colocarlas en la posición adecuada para su instalación.
- Sujetar el conjunto de correas a la chapa lateral de protección del cilindro mediante remaches.

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_





**MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO  
DEL CARRO TRANSPORTADOR DE  
CILINDROS DE OXÍGENO**

Pág. 11 de 12

**Código:**  
MG-CT-O

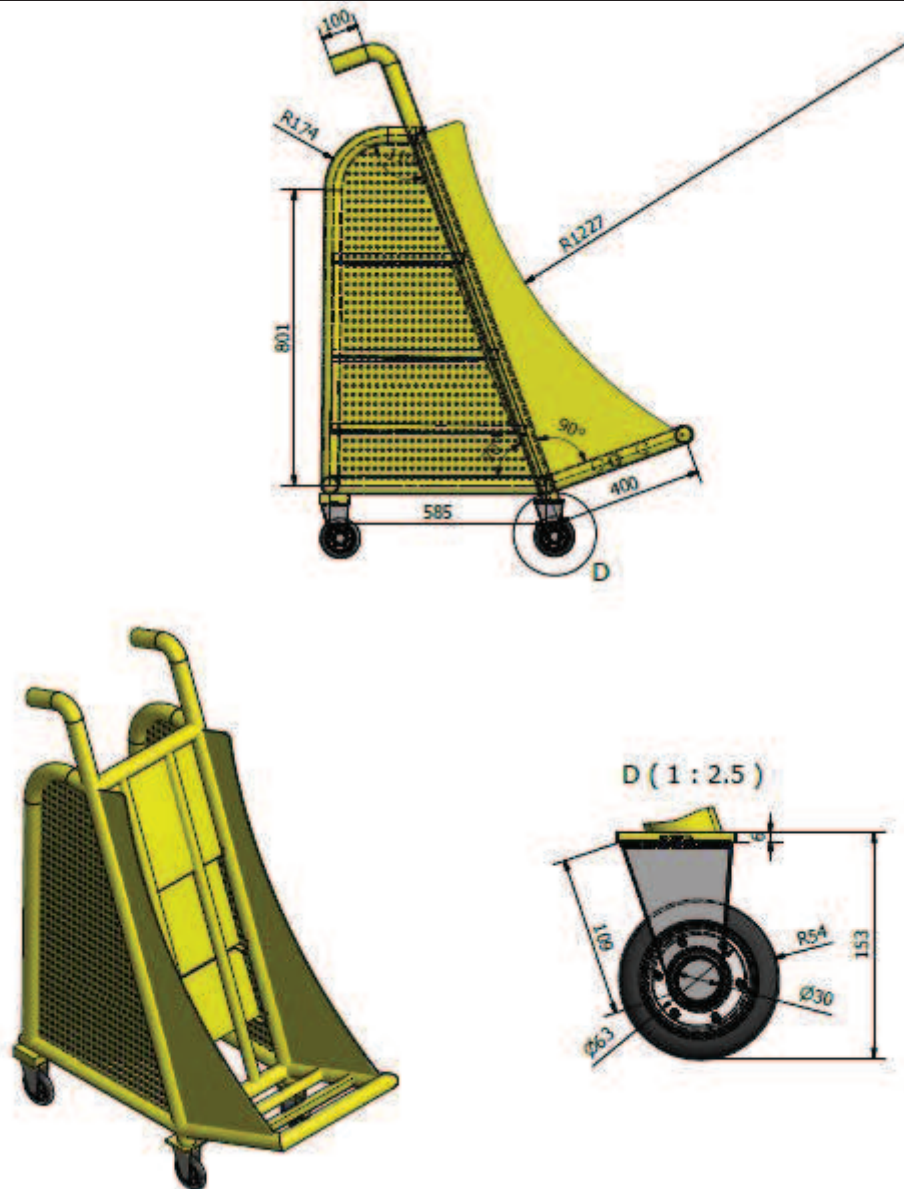
**Elaborado por:** Roberto Tobar

**Revisión N°:**  
001

**Aprobado por:** Carlos Almeida

**Fecha:**

**Fecha:**



**Figura 1. Carro transportador de cilindros de oxígeno**

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD** \_\_\_\_\_



**MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO  
DEL CARRO TRANSPORTADOR DE  
CILINDROS DE OXÍGENO**

**Pág. 12 de 12**

**Código:  
MG-CT-O**

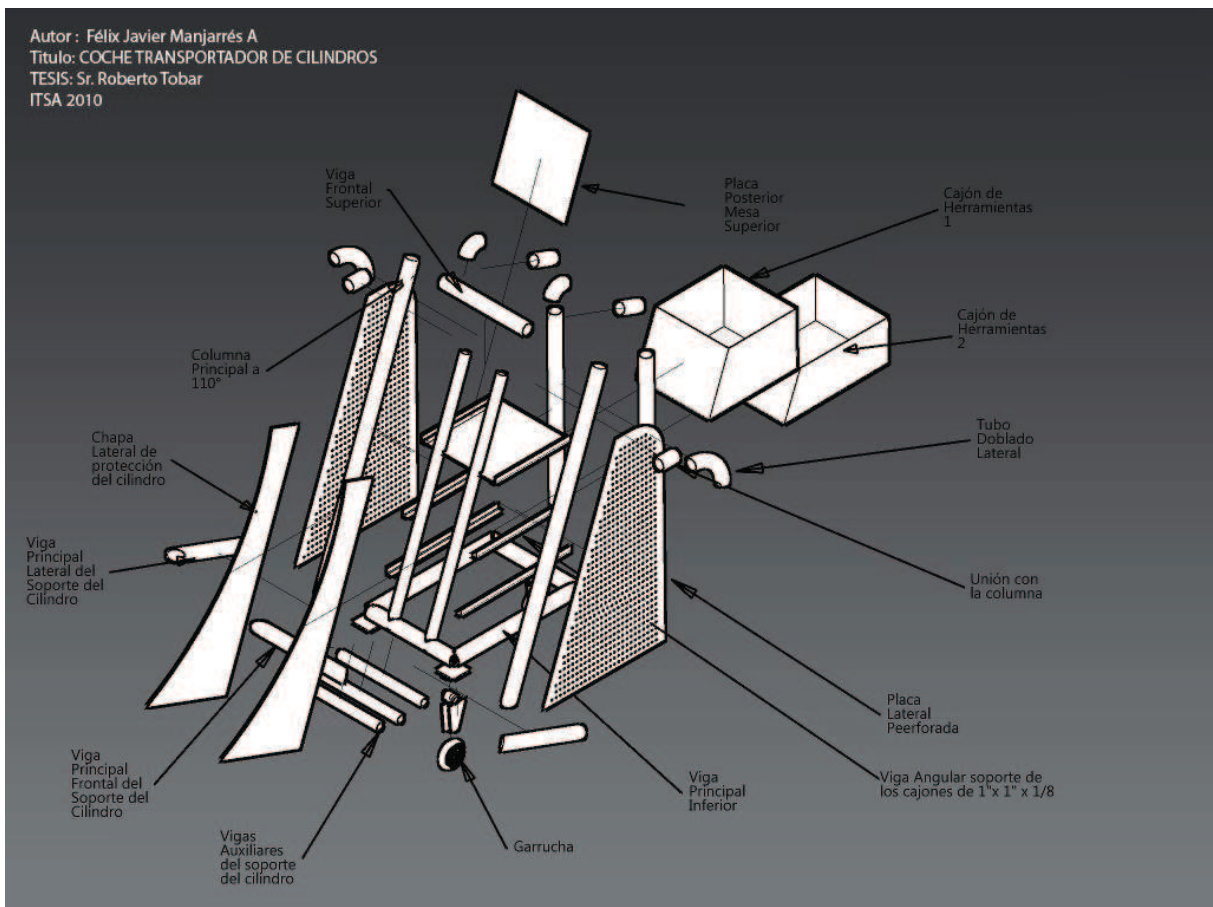
**Elaborado por: Roberto Tobar.**

**Revisión N°:  
001**

**Aprobado por: Carlos Almeida**

**Fecha:**

**Fecha:**



**Figura 2. Partes constitutivas del carro transportador de cilindros de oxígeno**

**FIRMA DE RESPONSABILIDAD \_\_\_\_\_**

### 3.9 PRESUPUESTO

El estudio de factibilidad económica de este proyecto aparece detallado en el texto del anteproyecto (ver anexo A). En este apartado, está claramente detallado los costos de cada uno de los materiales, herramientas y accesorios adquiridos; además del coste del equipo utilizado para la fabricación de cada uno de los carros transportadores.

#### 3.9.1. Cotizaciones

Para determinar el coste total de la construcción, equipamiento e implementación de los carros transportadores; se tomaron en cuenta los siguientes rubros:

- Costos primarios (material, y elementos adicionales adquiridos)
- Equipos, máquinas y herramientas (usadas en la construcción)
- Mano de obra
- Costos secundarios (material de oficina)

#### 3.9.2. Costos primarios

Encuéntrese, enumerados todos los materiales adquiridos para el proyecto.

Tabla 3.13 Costos primarios

Nº	MATERIALES	CANT.	PRECIO UNIT.(USD)	SUBTOTAL
1	Tubería de 50mm	20m	5.00	100.00
2	Plancha de tol	4	12.00	48.00
3	Plancha perforada	2	15.00	15.00
4	Llaves mixtas (medidas pequeñas)	4	4.65	18.60
5	Llaves mixtas (medidas grandes)	2	7.00	14.00
6	Acople para inflado de llantas	1	30.00	30.00
7	Teflón (rollos)	4	0.50	2.00
8	Llaves Allen	1	2.94	2.94
9	Gafas de seguridad	2	7.50	15.00
10	Desinfectante de manos	1	3.00	3.00
11	Acoples para servicio de nitrógeno	2	10.00	20.00

<b>12</b>	Líquido detector de fugas	1	5.00	5.00
<b>13</b>	Ruedas fijas	4	26.00	104.00
<b>14</b>	Ruedas móviles con freno	2	35.00	70.00
<b>15</b>	Manguera de oxígeno	3m	9.70	29.10
<b>16</b>	Reguladores de presión	2	108.16	216.32
<b>SUBTOTAL</b>				692.96
<b>12% I.V.A.</b>				83.16
<b>TOTAL</b>				776.12

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

### 3.9.3. Máquinas y herramientas

En este espacio, se hallan los costos relacionados con el uso de la maquinaria del taller, el espacio físico prestado para la construcción de los transportadores y la mano de obra del técnico industrial, que sirvió de guía y vital apoyo para su fabricación

Tabla 3.14 Máquinas y herramientas

<b>DETALLE</b>	<b>COSTO</b>
1. Alquiler de máquinas y herramientas	40 USD
2. Técnico Industrial	80USD
<b>TOTAL</b>	<b>120 USD</b>

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

### 3.9.4. Costos secundarios

Se describen aquí los materiales y recursos restantes que se usaron para el desarrollo del trabajo de graduación.

Tabla 3.15 Costos secundarios

<b>N.</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>COSTO</b>
<b>1</b>	Aranceles de Graduación.	120 USD
<b>2</b>	Suministros de oficina.	25 USD
<b>3</b>	Transporte.	35 USD
<b>4</b>	Impresiones e Internet	40 USD
<b>5</b>	Empastados, Anillados y CD del proyecto.	40 USD
<b>6</b>	Varios	8.7 USD
<b>TOTAL</b>		<b>268.7 USD</b>

Fuente: Investigación de campo

Editado por: Roberto Tobar

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES.**

- En base a la investigación documental realizada para este trabajo de graduación, se recopiló información sobre las nociones básicas que se deben saber sobre un avión en general, varios datos elementales que describen al avión Dornier 328-100; se profundizó en la descripción y localización de los componentes, operación y modos de indicación del sistema de oxígeno del Do-328, así como también de los elementos que utilizan nitrógeno para su actividad, quedaron puntualizadas las tareas de mantenimiento que involucran el uso de nitrógeno u oxígeno y se incluyó además información sobre el correcto manejo de los gases antes expuestos.
  
- A partir de las medidas básicas y peso de un cilindro de gas comprimido (ya sea oxígeno o nitrógeno); la necesidad de transportarlos sobre una superficie bastante abrasiva (plataforma de aeropuerto), el requerimiento fundamental de que estas herramientas posean un diseño fuerte, cómodo y eficiente; sumado a los requerimientos del personal involucrado en lo que concierne a material y herramienta complementaria para dar servicio a las aeronaves; se compiló todos estos vértices para dar forma a una herramienta diferente a las del mercado común y que sobre todo cubre a cabalidad las expectativas de una aerolínea como VIP S.A.
  
- Con la invaluable ayuda del señor técnico industrial, se llegó a completar el proceso de construcción de los dos carros transportadores; siguiendo muy

de cerca el modelo presente en los planos realizados durante el diseño de estas herramientas y tomando en cuenta el tipo de material que se encuentra en el mercado industrial del país; para darle forma a la estructura de los coches fabricados.

- Al ejecutar las pruebas y evaluaciones de funcionamiento de los transportadores, se ha concluido que dichos equipos cumplen satisfactoriamente con las expectativas que se tenían desde que la idea de fabricarlos fue concebida.
- Gracias al apoyo de los señores inspectores de control de calidad de la empresa; se generaron los respectivos manuales de seguridad, operación y mantenimiento para cada uno de los carros. Esto, realizado así, debido a la exigencia de la aerolínea por incluir los manuales dentro del MGM de VIP S.A.
- De esta manera, y una vez expuestas todas las ideas anteriores se han incorporado ambas herramientas al grupo de Equipos de apoyo en tierra con los que cuenta la aerolínea VIP S.A.; para desempeñar las actividades para las que fueron creadas de manera ágil, cómoda y eficiente.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Al momento de colocar los cilindros recipientes de gas sobre las bases de los transportadores; es recomendable, hacerlo sobre una superficie horizontal y contando con un dispositivo de bloqueo al avance de las ruedas delanteras; para evitar movimiento innecesario del carro.
- Como se dicta en los manuales de operación de los coches, es válido recalcar que, para alargar la vida útil del equipo, se recomienda no usarlo durante condiciones meteorológicas adversas.

- Dado que los conjuntos de mangueras y reguladores de presión, son accesorios de cada carro transportador, una recomendación importante es, siempre dejar estos conjuntos dentro de su cajón de almacenamiento y no instalados en las botellas contenedoras del gas.



## GLOSARIO

### A

Aleación: “Aleación, sustancia compuesta por dos o más metales. Las aleaciones, al igual que los metales puros, poseen brillo metálico y conducen bien el calor y la electricidad, aunque por lo general no tan bien como los metales por los que están formadas. Las sustancias que contienen un metal y ciertos no metales, particularmente las que contienen carbono, también se llaman aleaciones. La más importante entre estas últimas es el acero. El acero de carbono simple contiene aproximadamente un 0,5% de manganeso, hasta un 0,8% de carbono, y el resto de hierro.”<sup>1</sup>

Alteración: “Sustituir alguna parte o dispositivo de una aeronave mediante el reemplazo de una unidad de equipamiento o sistema por otra de diferente tipo que no sea parte del diseño tipo original de la aeronave tal como está descrito en las especificaciones de la misma (Hoja de Especificaciones del Certificado Tipo, Lista de Equipamiento aprobado del fabricante)”.<sup>2</sup>

Aneroide: Elemento sensor de presión que no usa algún fluido.

Análogo: “Dicho de un aparato o de un instrumento de medida: Que la representa mediante variables continuas, análogas a las magnitudes correspondientes.”<sup>3</sup>

### B

Biela: “En las máquinas, barra que sirve para transformar el movimiento de vaivén en otro de rotación, o viceversa.”<sup>4</sup>

Bimotor: Avión provisto de dos motores

Boquilla: Orificio de salida de un recipiente.

Brida: “Reborde circular en el extremo de los tubos metálicos para acoplar unos a otros con tornillos o roblones.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - aleación

<sup>2</sup> Legislación Aeronáutica. RDAC Parte 001. Definiciones y Abreviaturas

<sup>3</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - análogo

<sup>4</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - biela

## C

Capilar: Refiriéndose a un tubo, muy estrecho como el cabello

Capota: Cubierta plegadiza que permite el acceso a diferentes elementos en el avión.

Carenado: “Estructura aerodinámica que se añade a la carrocería de un móvil, con el fin de reducir al máximo la resistencia que ofrece el aire a su avance.”<sup>2</sup>

Chaveta: “Clavo hendido en casi toda su longitud que se remacha separando las dos mitades de su punta. Clavija que se pone en el agujero de una barra e impide que se salgan las piezas que la barra sujeta”.<sup>3</sup>

Cinética: “Energía cinética, es la energía que un objeto posee debido a su movimiento. La energía cinética depende de la masa y la velocidad del objeto según la ecuación:  $E = (1/2)mv^2$ ”<sup>4</sup>

Cojinete: “Pieza o conjunto de piezas en que se apoya y gira el eje de un mecanismo.”<sup>5</sup>

Complemento: “Cosa, circunstancia o cualidad que se agrega a algo para completarla. Plenitud, integridad a la que llega una cosa”.<sup>6</sup>

Condensación: “Proceso en el que la materia pasa a una forma más densa, como ocurre en la licuefacción del vapor. La condensación es el resultado de la reducción de temperatura causada por la eliminación del calor latente de evaporación; a veces se denomina condensado al líquido resultante del proceso.”<sup>7</sup>

Cuaderna: Cada una de las piezas curvas cuya base o parte inferior encaja en largueros y desde allí arrancan a derecha e izquierda, en dos ramas simétricas, formando como las costillas del casco.

---

<sup>1</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - brida

<sup>2</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Editores SALVAT Tomo. 3

<sup>3</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Editores SALVAT Tomo. 4

<sup>4</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium – energía cinética

<sup>5</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - cojinete

<sup>6</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Editores SALVAT Tomo. 3

<sup>7</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - condensación

## D

Deficiencia: “Cualquier imperfección con una gravedad, cuantía o intensidad suficientes para ser perceptible, pero que no da lugar a un verdadero deterioro con respecto a los requisitos de uso, normales o razonablemente previstos”.<sup>1</sup>

Descompresión: Proceso de reducción de la presión a la que ha estado sometido una aeronave

Desempeñar: “Cumplir aquello a lo que uno está obligado. Ejercer un cargo, servicio, función o empleo para lo que fue pensado realizar”.<sup>2</sup>

Diafragma: “En micrófonos, manómetros, etc., lámina metálica fina y elástica que se deforma por la acción de las variaciones de la presión del aire.”<sup>3</sup>

## E

Eficiencia: “Se define como la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. No debe confundirse con eficacia que se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera”.<sup>4</sup>

Emulsión: “Dispersión de un líquido en otro no miscible con él.”<sup>5</sup>

Engrasar: “Untar con grasa, aceites o cualquier agente lubricante un mecanismo o sus elementos constitutivos”.<sup>6</sup>

Ergonomía: “Término con que se designa la moderna ciencia del mejoramiento de las condiciones del trabajo humano en función de las facultades y limitaciones reales de los hombres que trabajan. La ergonomía se propone la adaptación óptima de la vida de trabajo –operaciones físicas, máquinas, sistemas de mecanismos, métodos de organización, medio ambiente laboral- a las exigencias biológicas, físicas y psíquicas de los trabajadores”.<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> [www.matematicasypoesia.com.es/GlosarioCal/glosarioCalD.htm](http://www.matematicasypoesia.com.es/GlosarioCal/glosarioCalD.htm)

<sup>2</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 4

<sup>3</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - diafragma

<sup>4</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 4

<sup>5</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - emulsión

<sup>6</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 4

<sup>7</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 4

Escariador: Herramienta que sirve para raspar superficies que están en contacto y liberarlas de agentes contaminantes

Eslinga: Amarra provista de ganchos para levantar grandes pesos.

Estándar: “El término estándar, de origen inglés, tiene como significado primario moderno “lo que es establecido por la autoridad, la costumbre o el consentimiento general”, en este sentido se utiliza como sinónimo de norma. Son una serie de lineamientos técnicos detallados, destinados a establecer uniformidad en el desarrollo de procesos técnicos”.<sup>1</sup>

## F

Factibilidad: “Significa que un proyecto a realizarse puede ser hecho, que es posible llevarlo a cabo o que es realizable en la realidad y se espera que su resultado sea exitoso o satisfaga las necesidades de quienes requieren tal producto o servicio”.<sup>2</sup>

Funcional: “Se dice de todo aquello en cuyo diseño u organización se ha atendido, sobre todo, a la facilidad, utilidad y comodidad de su empleo. Dicho de una obra o de una técnica: Eficazmente adecuada a sus fines.”<sup>3</sup>

## I

Implementar: “Desarrollar o llevar a cabo un programa o actividad. Poner a realizar su función a un aparato diseñado para un determinado efecto, mediante un procedimiento o plan definido previamente”.<sup>4</sup>

Inferir: “Se define como el proceso de indagar y recabar información en base a supuestos, que permiten el esclarecimiento de datos, situaciones, etc. Llegar a una conclusión o resultado”.<sup>5</sup>

---

<sup>1</sup> infoteca.semarnat.gob.mx/website/diccionario/diccionario\_e.html

<sup>2</sup> es.wikipedia.org/wiki/Factibilidad

<sup>3</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - funcional

<sup>4</sup> es.wiktionary.org/wiki/implementar

<sup>5</sup> es.wiktionary.org/wiki/inferir

Inspección: “Evaluación de la conformidad por medio de observación y dictamen, acompañada cuando sea apropiado por medición, ensayo/prueba o comparación con patrones”.<sup>1</sup>

Instalar: “Colocar en un lugar, edificio o móvil los servicios, enceres o elementos que en él se hayan de utilizar”.<sup>2</sup>

Izar: Hacer subir algo tirando de la cuerda de la que está colgado.

## **M**

Minucioso: “Que se fija en los detalles”.<sup>3</sup>

Monoplano: “Un monoplano es un avión que consta de una sola ala que le proporciona la elevación suficiente para el vuelo, a diferencia de los biplanos y triplanos; los cuales poseen dos y tres alas respectivamente”.<sup>4</sup>

Montante: Parte estructural de un mecanismo, destinada a soportar tanto cargas externas como el peso del mecanismo en sí.

## **O**

Optimizar: “Mejorar el rendimiento de algo. Buscar la mejor manera de realizar una actividad”.<sup>5</sup>

## **P**

Pivote: “Extremo cilíndrico o puntiagudo de una pieza, donde se apoya o inserta otra, bien con carácter fijo o bien de manera que una de ellas pueda girar u oscilar con facilidad respecto de la otra.”<sup>6</sup>

Purga: “Residuos que en algunas operaciones industriales o en los artefactos se acumulan y se han de eliminar o expeler.”<sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> [www.gost-soex.ru/es/DICCIONARIO-DE-TERMINOS-DE-CERTIFICACION.shtml](http://www.gost-soex.ru/es/DICCIONARIO-DE-TERMINOS-DE-CERTIFICACION.shtml)

<sup>2</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 7

<sup>3</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 8

<sup>4</sup> [es.wikipedia.org/wiki/Monoplano](http://es.wikipedia.org/wiki/Monoplano)

<sup>5</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 9

<sup>6</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - pivote

<sup>7</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - purga

## R

Rampa: “Una rampa es un elemento arquitectónico que tiene la funcionalidad de circunvalar parcialmente dos planos distintos, de modo que éstos posean una relativa diferencia de altitud en determinado espacio”.<sup>1</sup>

Rata: “Parte proporcional. Variación por unidad de tiempo.”<sup>2</sup>

Recargar: Volver a cargar, cargar de nuevo.

Relé: “Conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor. Un relé está formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán. Éste requiere una corriente de sólo unos cientos de miliamperios generada por una tensión de sólo unos voltios, mientras que los contactos pueden estar sometidos a una tensión de cientos de voltios y soportar el paso de decenas de amperios. Por tanto, el conmutador permite que una corriente y tensión pequeñas controlen una corriente y tensión mayores.”<sup>3</sup>

Remoción: “Agitar o mover repetidamente una cosa dándole vueltas. Cambiar o mover una cosa de sitio”<sup>4</sup>.

Reparación: “Acción para garantizar que el bien este listo para el servicio después de una falla. Acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista”.<sup>5</sup>

Rodamiento: “Un rodamiento también denominado rulimán, rolinera, rúleman, cojinete, balinera, balero o rodaje, es un elemento mecánico que reduce la fricción entre un eje y las piezas conectadas a éste, que le sirve de apoyo y facilita su desplazamiento”.<sup>6</sup>

---

<sup>1</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 10

<sup>2</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - rata

<sup>3</sup> **Microsoft Encarta 2009**, Biblioteca Premium - relé

<sup>4</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario**. Editores SALVAT Tomo. 11

<sup>5</sup> [www.mailxmail.com/curso-gestion-mantenimiento-hospitalario-segunda-parte/terminos-tecnicos-mantenimiento](http://www.mailxmail.com/curso-gestion-mantenimiento-hospitalario-segunda-parte/terminos-tecnicos-mantenimiento)

<sup>6</sup> [es.wikipedia.org/wiki/Rodamiento](http://es.wikipedia.org/wiki/Rodamiento)

## S

Seguridad: “Dicho de un mecanismo: Que asegura algún buen funcionamiento, precaviendo que este falle, se frustre o se violente.”<sup>1</sup>

Solenoides: “Bobina cilíndrica de hilo conductor arrollado de manera que la corriente eléctrica produzca un intenso campo magnético.”<sup>2</sup>

Stock: “Cantidad de insumos existentes en una entidad. La cantidad de bienes que dispone una empresa, este término se utiliza generalmente para referirse a los productos almacenados”.<sup>3</sup>

Sustentación: “La sustentación producida en un ala o superficie aerodinámica es directamente proporcional al área total expuesta al flujo de aire y al cuadrado de la velocidad con que ese flujo incide en el ala. Cuando un avión está manteniendo la altura, la sustentación producida por las alas y otras partes del fuselaje se equilibra con su peso total. Hasta ciertos límites, cuando aumenta el ángulo de ataque y la velocidad de vuelo se mantiene constante, el avión ascenderá; si, por el contrario, baja el morro del avión, disminuyendo así el ángulo de ataque, perderá sustentación y comenzará a descender.”<sup>4</sup>

## ABREVIATURAS Y SIGLAS

**AMM**: Aircraft Maintenance Manual (Manual de Mantenimiento de la Aeronave).

**ATA**: Aviation Transport Administration.

**ATC**: Air Traffic Control.

**CPCS**: Cabin Pressure Control System.

**DGAC**: Dirección General de Aviación Civil.

**DME**: Distance Measurement Equipment.

---

<sup>1</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - seguridad

<sup>2</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - solenoide

<sup>3</sup> [www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home\\_28/recursos/01\\_general/09052008/glosario.jsp](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home_28/recursos/01_general/09052008/glosario.jsp)

<sup>4</sup> Microsoft Encarta 2009, Biblioteca Premium - sustentación

**DO-328:** Dornier 328.

**EGPWS:** Enhanced Ground Proximity Warning System

**EICAS:** Electronic Indicating and Crew Alerting System

**FMS:** Flight Management System

**GPU:** Ground Power Unit

**ITEM:** Illustrated Tool and Equipment Manual.

**ITSA:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

**JIC:** Job Instruction Cards (Cartas de Instrucción de Trabajo).

**MADC:** Micro Air Data Computer

**MFD:** Multi Function Display

**MLG:** Main Landing Gear.

**MGM:** Manual General de Mantenimiento.

**NLG:** Nose Landing Gear.

**OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.

**PFD:** Primary Flight Display.

**PSU:** Passenger Service Unit.

**PSEU:** Proximity Switch Electronic Unit

**RDAC:** Regulaciones de la Aviación Civil.

**RWP:** Red Warning Panel

**SCADTA:** Sociedad Colombo- Alemana de Transportes Aéreos.

**TCAS:** Traffic Alert and Collision Avoidance System



**VIPSA:** Vuelos Internos Privados Sociedad Anónima.

**WOW:** Weight On Wheels

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- **AVCRAFT.** (1992), Dornier 328. "Aircraft Maintenance Manual – Job Instructions Cards ATA 12", Rev. 23, Wessling – Alemania.
- **AVCRAFT.** (1992), Dornier 328. "Aircraft Maintenance Manual – Job Instructions Cards ATA 32", Rev. 23, Wessling – Alemania.
- **AVCRAFT.** (1992), Dornier 328. "Aircraft Maintenance Manual – Job Instructions Cards ATA 35", Rev. 23, Wessling - Alemania
- **VIP S.A.** (2009), "Curso de Adiestramiento Básico", Quito, Área de capacitación.
- **VIP S.A.** (1991), "Manual General de Mantenimiento de Vuelos Internos Privados VIP S.A.", Quito, Biblioteca técnica.
- **Legislación Aeronáutica.** RDAC parte 001. "Definiciones y Abreviaturas"
- **Legislación Aeronáutica.** RDAC parte 043. "Mantenimiento, mantenimiento preventivo, reconstrucción y alteraciones"
- **AVCRAFT.** (1997), Dornier 328. "Training manual", Wessling - Alemania
- **AVCRAFT.** (1992), Dornier 328. "Aircraft Maintenance Manual –Illustrated Tool and Equipment List", Rev. 14, Wessling – Alemania.
- **DAIMLER-BENZ AEROSPACE.** (1995), "Dornier 328 Standard Specification Manual", Rev. 4, Wessling – Alemania.
- **INTER-AMERICAN AIR FORCES ACADEMY.** (2001), "Dictionary of technical and military terms", Mayo 2001, Lackland, Base Aérea Lackland Texas.
- **SALVAT.** (1976), Enciclopedia SALVAT Diccionario, 3ra. Edición, Barcelona – España, SALVAT Editores.
- **Microsoft.** (2009), Biblioteca Premium. Enciclopedia Encarta, V16.0.0.1117, Redmond, Washington USA, Microsoft Corp.

## PÁGINAS WEB

- <http://es.wikipedia.org/wiki/>
- [www.eubca.edu.uy/diccionario/letra\\_m.htm](http://www.eubca.edu.uy/diccionario/letra_m.htm)
- [www.termoarcilla.com/definiciones.asp](http://www.termoarcilla.com/definiciones.asp)
- [www.yoteca.com/pg/glosario-de-aeronautica.asp](http://www.yoteca.com/pg/glosario-de-aeronautica.asp)
- [www.matematicasypoesia.com.es/GlosarioCal/glosarioCalD.htm](http://www.matematicasypoesia.com.es/GlosarioCal/glosarioCalD.htm)
- [infoteca.semarnat.gob.mx/website/diccionario/diccionario\\_e.html](http://infoteca.semarnat.gob.mx/website/diccionario/diccionario_e.html)
- [www.gost-soex.ru/es/DICCIONARIO-DE-TERMINOS-DE-CERTIFICACION.shtml](http://www.gost-soex.ru/es/DICCIONARIO-DE-TERMINOS-DE-CERTIFICACION.shtml)
- [www.mailxmail.com/curso-gestion-mantenimiento-hospitalario-segunda-parte/terminos-tecnicos-mantenimiento](http://www.mailxmail.com/curso-gestion-mantenimiento-hospitalario-segunda-parte/terminos-tecnicos-mantenimiento)
- [www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home\\_28/recursos/01\\_general/09052008/glosario.jsp](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/hermesoft/portallG/home_28/recursos/01_general/09052008/glosario.jsp)

**ANEXO A**  
**ANTEPROYECTO**

**CAPÍTULO I**  
**“EL PROBLEMA”**

**1.1. Planteamiento del problema**

“El inicio de la aviación nacional arranca desde el año 1911, cuando en Guayaquil jóvenes entusiastas organizan el Club Guayas de Tiro y Aviación. El primer avión comprado por el Club llega al país el 29 de septiembre de 1913; es un monoplano tipo "2 Dalmistro", que se lo bautizó con el nombre de "Patria 1". Con la llegada del "Telégrafo 1", el 9 de agosto de 1920, adquirido por la Empresa del Diario "El Telégrafo" de Guayaquil, se vislumbra un mejor horizonte para el desarrollo de la aviación nacional.

Por Decreto Ejecutivo de 9 de agosto de 1946, se crea la DGAC: Dirección General de Aviación Civil Ecuatoriana, como entidad adscrita a la Comandancia General de Aeronáutica del Ministerio de Defensa Nacional.

En cuanto al desenvolvimiento de la aviación comercial en el Ecuador, podemos realizar la siguiente síntesis histórica:

Los primeros servicios de transporte aéreo público doméstico tienen su origen en 1935, cuando la compañía "Sociedad Colombo- Alemana de Transportes Aéreos, SCADTA" fue la primera aerolínea que prestara servicios en el interior del país.

La compañía PANAGRA, por contrato suscrito con el Gobierno, fue una de las primeras en realizar vuelos domésticos entre Quito, Guayaquil, Cuenca, Loja, Manta y Esmeraldas. Sus servicios se extendieron hasta 1959.

En abril de 1946, se iniciaron vuelos comerciales entre Guayaquil y Quito por parte de la Compañía ANDESA.

AREA además, llegó a explotar los servicios de transporte aéreo internacional de pasajeros en la ruta: Quito-Guayaquil-Bogotá-Miami. Esta empresa fue la primera compañía nacional en introducir aviones a reacción COMET IV para el servicio internacional. Así mismo, para los vuelos domésticos, iniciados con aviones pequeños y Douglas DC-3, adquirió un Fairchild F-27, nuevo de fábrica, turbohélice, el cual desafortunadamente tuvo un desastroso accidente en el cerro Atacazo el 7 de septiembre de 1960. De donde el gobierno de ese entonces, decide suspender las operaciones de la compañía por un tiempo.

Otra compañía de la época fue "LIA", cuya actividad fue muy breve en el transporte de pasajeros entre Quito y Guayaquil utilizando un avión de dos pisos, que causó curiosidad entre los usuarios.

En la década del sesenta se formaron SAN y SAETA, quienes volaban en las rutas Cuenca-Guayaquil, Guayaquil-Quito, Cuenca-- Quito y desde el Ecuador continental hacia Galápagos; SAETA en aquel momento había concretado una exitosa operación internacional, incluyendo la que realizaba dentro del Pacto Andino entre Caracas-Bogotá-Quito y Lima, operando aviones Vickers Viscount, Caravelle y Boeing 727. Pasado el tiempo contó con aviones Airbus A320 y 310, Boeing 737-200, a más de los Boeing 727-200 y 100.

Especial mención merece la compañía TAME, que en la actualidad es la más grande empresa de servicio doméstico la cual fue fundada en diciembre de 1962. Entre las compañías nacionales de servicio internacional de pasajeros, correo y carga, necesariamente debemos citar a ECUATORIANA DE AVIACIÓN que se fundó el 1° de febrero de 1957, su operación inicial unía Santiago-Lima-Guayaquil-Quito-Cali- Panamá y Miami, empleando un avión Curtiss C-46. El 31 de julio de 1974 entró en una etapa de expansión con la compra de aeronaves Boeing 707; más tarde operó con aviones AIRBUS de última generación.

Ecuatoriana operaba una apreciable red de rutas, que incluía Miami, Nueva York, Los Ángeles, Bogotá, Panamá, Caracas y México, hacia el norte y, Lima, Santiago y Buenos Aires hacia el sur.

Con esta breve reseña histórica, podemos afirmar que la aviación civil ecuatoriana, nutriéndose en un pasado vigoroso, se enfrenta a los grandes retos de la aviación comercial moderna con fe y optimismo.”<sup>1</sup>

“La línea aérea Vuelos Internos Privados VIP S.A. es una empresa que conduce el servicio de transporte aéreo público, doméstico regular y no regular, e internacional no regular de pasajeros, carga y correo en forma combinada, y está autorizada de acuerdo a su certificado de operador aéreo AOC 121-021; está ubicada en la República del Ecuador, en la ciudad de Quito, Av. Amazonas N49-161 y Juan Holguín; con los siguientes antecedentes:

En septiembre del año 1997, la empresa CLUB VIP empezó las operaciones aéreas en el Ecuador, como operador privado, con dos aeronaves Dornier 328-100. En ese momento CLUB VIP operaba entre las ciudades de Quito y Guayaquil, Cuenca y Guayaquil, y, entre Quito y Salinas. Eventualmente se volaba entre Quito y la ciudad de Bahía de Caráquez, y, entre Quito y Esmeraldas, con los socios del club.

En el año 1999 el CLUB VIP deja de ser un operador privado y se crea la compañía Vuelos Internos Privados VIP S.A. En el año 2003 SYNERGY GROUP CORP. compra parte del paquete accionario de VIP S.A., y en el año 2005 la totalidad de las acciones. Desde el 2005 hasta el 2006 se adquieren tres aeronaves Dornier 328-100 (D328) con las que opera en la actualidad: HC-CFC *Da Vinci*, HC-CFI *Galileo*, HC-CFS *Copérnico*”.<sup>2</sup>

Siendo VIP una empresa en pleno desarrollo, el departamento de mantenimiento posee un gran stock de equipo y herramienta, necesaria para los procedimientos en sus Do-328; pero aún insuficiente para cumplir a cabalidad los estándares que observa el fabricante de los mencionados bimotores. En tal razón se ha

---

<sup>1</sup> **Reseña histórica de la Aviación Comercial del Ecuador.** Autor Desconocido.

<sup>2</sup> **Folleto Didáctico de Adiestramiento Básico VIP S.A.** Área de capacitación VIP S.A.

observado que **los procesos de almacenamiento y transporte de oxígeno y nitrógeno en los aviones Do-328, discrepan con los requerimientos técnicos de seguridad, establecidos en los manuales técnicos de nuestros aviones.**

De esta manera se muestran condiciones inseguras de trabajo que pueden conducir a probables incidentes o accidentes en el futuro; lo que implicaría, resultados deficientes, trabajos mal realizados o mayor tiempo en la ejecución de los procesos técnicos. Para sobrellevar este inconveniente se analizará como incrementar las herramientas y/o equipos convenientes en el taller de mantenimiento de VIP, para asegurar las operaciones de las aeronaves.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cómo incrementar la seguridad de los procedimientos técnicos de almacenamiento y transporte de oxígeno y nitrógeno de los aviones Dornier 328-100, de la empresa VIP S.A., mediante la implementación de herramienta y/o equipo propicio para el efecto?

## **1.3. Justificación e Importancia**

VIP posee un amplio conjunto de herramientas y equipo técnico en su taller de mantenimiento, de las cuales se puede citar unidades de medición, reparación, alarma, prevención, mantenimiento, servicio, etc., aparte de la herramienta personal con la que cuenta cada miembro trabajador de mantenimiento, y, los repuestos y materiales consumibles que se encuentran almacenados en bodega.

Gracias a esto, el grupo de mantenimiento realiza cualquier trabajo necesario para asegurar la aeronavegabilidad de sus aeronaves; de entre ellos se han descubierto, algunas que no cumplen en su totalidad con las normas de seguridad creadas para este objeto; por causas tales como, la inexistencia de ciertas herramientas especiales, soportes, montantes, transportadores, o unidades de chequeo; que ayudarían a que los trabajos se realicen con mayor eficiencia, de forma más segura y en un menor tiempo; cumpliendo así, las especificaciones que nos piden las Job Instructions Cards (JIC), del Do-328.

De todo esto nace la importancia de implementar los instrumentos idóneos para cumplir con las JIC de los aviones, y así preservar su condición aeronavegable para ofrecer un servicio de mayor calidad a los usuarios de esta aerolínea, y contribuir con el desarrollo de la empresa y de su personal técnico.

#### **1.4. Objetivos.**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Estudiar las diferentes causas del índice actual de seguridad en los procedimientos técnicos de almacenamiento y transporte de oxígeno y nitrógeno de los aviones Dornier 328-100 de VIP, para de esta manera, encontrar las mejores opciones de respuesta y lograr desarrollar la alternativa más viable.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

- Fundamentar el presente trabajo de investigación con todos los datos descubiertos, a partir de una buena investigación de campo.
- Identificar cuáles son, y cómo se realizan los procedimientos técnicos de servicio en las aeronaves Do-328.
- Considerar las mejores alternativas para solventar los inconvenientes en los procedimientos antes estudiados.
- Implementar una solución técnica y eficiente, a un procedimiento en particular, dentro de las tareas de mantenimiento y servicio de las aeronaves Do-328

#### **1.5. Alcance**

Este trabajo de investigación está enfocado a optimizar el índice de seguridad en los procesos de almacenamiento y transporte, de oxígeno y nitrógeno, que se realizan a las aeronaves Do-328 de la aerolínea VIP S.A.; con el objetivo de contribuir a la seguridad y mejor desempeño de las tareas técnicas que realiza la empresa, siendo esta, la principal beneficiada del presente proyecto investigativo.



## CAPÍTULO II

### “PLAN METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN”

#### 2.1. Modalidad básica de la investigación.

Para este proceso investigativo se desarrollará una modalidad de investigación de campo, no participante, puesto que serán observados el taller de mantenimiento de VIP, y la bodega de materiales, pues es allí donde se encuentran las deficiencias que se desean mejorar; y donde el investigador podrá observar y recopilar información necesaria para efectuar este trabajo. Además se efectuará investigación bibliográfica documental con el fin de compilar datos oportunos que complementen la investigación, y ayuden al autor del presente trabajo, a solventarla.

#### 2.2. Tipos de Investigación

Se empleará investigación no experimental debido a que las variables de este problema son evidentes y, han ocurrido a través del tiempo, por esta razón se sabe que existen procesos en los que no se cumplen a cabalidad con los requisitos técnicos necesarios.

Dado que se analizará el resultado de optimizar la seguridad en los procesos estudiados, creando herramientas adecuadas para el efecto, se cumplirá con una investigación cuasi-experimental.

#### 2.3. Niveles de investigación

Exploratorio: Se utilizará este nivel de investigación para familiarizarse con el problema y sus causas más probables, dentro del taller de mantenimiento y la

bodega de materiales; además de obtener la mayor cantidad de información para el proceso investigativo.

Descriptiva: Se ensayará este nivel de investigación, puesto que permitirá comparar la situación actual de los procesos de mantenimiento; y la posibilidad de crear herramientas que optimicen el factor seguridad en ellos. Además se podrá analizar los efectos de los nuevos procedimientos.

#### **2.4. Universo, Población y Muestra.**

Universo: Se tomará al personal de la empresa VIP S.A., como conjunto universo.

Población: El tamaño de la población será definido como la totalidad del personal del área de mantenimiento de VIP.

Muestra: Puesto que la cantidad de personal del área de mantenimiento no es excesiva, tomaremos la totalidad de esta, como tamaño de muestra.

#### **2.5. Recolección de datos.**

Con el objeto de recolectar la mayor cantidad de datos útiles para la ejecución de este plan de investigación, se tomarán en cuenta varias fuentes de información, de las cuales se enfatizan las siguientes:

- Conocimiento y contribución técnica del cuerpo de aerotécnicos y auxiliares que laboran en mantenimiento.
- Refuerzo bibliográfico obtenido de manuales, órdenes técnicas, cartas de instrucciones de trabajo (JIC's), Internet y otras, las cuales se encuentran oportunamente disponibles.

Se estima que toda esta información es válida y fiable, por lo cual, se eliminará cualquier posibilidad de discrepancias que desmientan la confiabilidad de la información conseguida.

##### **2.5.1. Técnicas de recopilación de datos**

Bibliográfica: Esta técnica permitirá recoger un gran conjunto de datos importantes para que el autor obtenga un amplio conocimiento sobre el tema que se ha de investigar. Dicho apoyo documental se encontrará en trabajos de graduación de anteriores promociones de tecnólogos, manuales de mantenimiento, cartas de instrucciones trabajo (JIC's), libros, Internet, etc.; todo esto con la visión de realizar un marco teórico bien fundamentado.

De campo:

- Observación: Se desarrollará dentro del área de mantenimiento de VIP, esto es, taller de mantenimiento, plataforma de aviones y bodega; en donde se tendrá contacto directo con el problema y con el personal que labora en dichos lugares.
- Cuestionarios: Se programará un conjunto de encuestas (auto administradas) para la plantilla de técnicos, auxiliares y encargados de bodega; con las cuales se dará total apertura para que los consultados dispongan del tiempo suficiente para responder los cuestionarios de forma pertinente y honesta.

## **2.6. Procesamiento de la información**

El procesamiento de datos se efectuará mediante el uso de herramientas estadísticas con el apoyo del computador, utilizando alguno de los programas estadísticos que hoy fácilmente se encuentran en el mercado. Para esto se realizarán los siguientes pasos:

- Obtener la información necesaria de la población o muestra.
- Definir las variables para ordenar los datos obtenidos.
- Definir las herramientas estadísticas y el programa de computador que se ha de utilizar.
- Introducir los datos en el programa y obtener los resultados.

## **2.7. Análisis e Interpretación de resultados**

Para esto, se interpretarán los hallazgos relacionados con el problema de investigación, los objetivos propuestos, y las teorías planteadas en el marco teórico, con el fin de evaluar si las alternativas de solución al problema confirman la teoría, o no.

## **2.8. Conclusiones y recomendaciones de la investigación**

Una vez concluido el proceso de investigación, se obtendrán conclusiones y recomendaciones, que contribuirán a la seguridad de los procesos técnicos que se realizan en VIP S.A.

## **CAPITULO III**

### **EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1. Marco Teórico**

##### **3.1.1. Antecedentes de la investigación:**

Al momento de observar los diferentes procesos de serviciado, que se realizan para dar mantenimiento a nuestros aviones, se encontró la necesidad de utilizar determinadas herramientas especiales para cada efecto; estas herramientas comprenden máquinas simples, máquinas eléctricas, soportes, montantes, transportadores, cajas de chequeo, probadores de condición, etc. Dichos instrumentos están almacenados en la bodega de VIP, pero otro grupo de ellos, no funcionan adecuadamente, o no existen; razón por la cual el trabajo puede demorar, o realizarse de una manera poco segura.

Centrándose en los procesos de serviciado de oxígeno y nitrógeno de este avión, se ha podido constatar que se los realiza minuciosamente y casi sin problemas técnicos, pues a pesar de pequeños detalles que serán analizados posteriormente, los trabajos de rellenado de oxígeno en el sistema del avión, el chequeo de presión e inflado de las llantas o el serviciado de nitrógeno en los shock-struts de los trenes de aterrizaje se cumplen de acuerdo a lo que estipula el

AMM - Aircraft Maintenance Manual (Manual de mantenimiento de la aeronave), dentro de las JIC - Job Instructions Cards (tarjetas de instrucciones de trabajo), con referencia No. 12-13-10 (Tires for condition, pressure check and inflation), 12-13-32 (Main landing gear shock-strut – Replenish with aircraft on jacks), 12-13-42 (Nose landing gear shock-strut – Replenish with aircraft on jacks), 12-19-01 (Oxygen system – Servicing). Sin embargo, al analizar la manera de almacenar y transportar los cilindros de estos gases de alta presión, fueron encontradas algunas discrepancias.

Entre las divergencias encontradas se han de citar las siguientes:

- El cilindro de oxígeno se encuentra almacenado dentro de una bodega aparte de la que almacena materiales como grasa, aceite u otras sustancias peligrosas; pero se encuentra ubicado junto a los materiales que el personal de limpieza utiliza para realizar su trabajo en el avión o infraestructura de la empresa (ver Anexo No.1).
- El anexo No. 2 demuestra que los cilindros de nitrógeno se encuentran almacenados en la bodega de llantas del avión, si bien es cierto, en este lugar los cilindros no están expuestos a peligro de explosión o alta temperatura; pero tampoco es el lugar adecuado para ubicar estos elementos.
- La rampa por donde se deben sacar los cilindros de nitrógeno, desde la bodega de llantas hacia el exterior, se encuentra deteriorada por el continuo uso y el material (inadecuado) del que ésta se conforma como se puede observar en el anexo No. 3.
- Los cilindros que se encuentran vacíos no son marcados con ninguna etiqueta que los identifique, por tanto estos se mezclan y confunden con los tanques que contienen algún remanente de gas en su interior.
- La empresa posee únicamente un transportador para los cilindros, tanto de nitrógeno como de oxígeno, dicho carro no ofrece garantías de seguridad en el momento de trasladar los tanques hacia la plataforma de aviones. (ver Anexo No. 4)

- El conector que surte nitrógeno desde la botella hacia la válvula de inflado de las llantas no realiza una conexión eficiente debido al desgaste que sufre el material por su normal uso.

Todas estas causas contribuyen a que el proceso de almacenamiento de nitrógeno y oxígeno constituya una situación peligrosa para el desempeño de las operaciones de mantenimiento de la empresa; y que el transporte de los cilindros se realice de manera insegura, cosa que desemboca en demora del trabajo, inseguridad en el proceso y falta de ergonomía del elemento transportador.

### 3.1.2. Fundamentación teórica

**Accidente:** “Cualquier suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionada por un agente externo involuntario, da lugar a una lesión corporal. La amplitud de los términos de esta definición obliga a tener presente que los diferentes tipos de accidentes se hallan condicionados por múltiples fenómenos de carácter imprevisible e incontrolable”.<sup>1</sup>

**Aeronave:** “Cualquier artilugio con capacidad para despegar, aterrizar y navegar por la atmósfera, siendo éste capaz de transportar personas, animales o cosas. Según la OACI, aeronave es Toda máquina que puede desplazarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones del mismo contra la superficie de la tierra.

Existen dos tipos de aeronave:

Los aeróstatos, que son más livianos que el aire, fueron los primeros en ser desarrollados, ya que su principio de elevación los hacía mucho más asequibles al nivel científico y tecnológico de la época -el siglo XIX. Los aeróstatos se elevan de acuerdo con el principio de Arquímedes, y se caracterizan por contener un fluido gaseoso de menor densidad que el aire. En este grupo se encuentran los dirigibles y globos aerostáticos.

---

<sup>1</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Salvat Editores. Tomo 1

Los aerodinos son aeronaves más pesadas que el aire, y son las únicas capaces de generar sustentación. Dicho de otra manera: sólo una aeronave más pesada que el aire es capaz de generar sustentación -un aerodino”<sup>1</sup>.

**Aeronavegabilidad:** “Aptitud técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura, de tal manera que:

a) Cumpla con su Certificado Tipo.

b) Que exista la seguridad o integridad física, incluyendo sus partes, componentes y subsistemas, su capacidad de ejecución y sus características de empleo.

c) Que la aeronave lleve una operación efectiva en cuanto al uso (corrosión, rotura, pérdida de fluidos, etc.), hasta su próximo mantenimiento”.<sup>2</sup>

**Almacenar:** “Poner o guardar las cosas en almacén. Reunir o guardar cosas”.<sup>3</sup>

**AMM:** “Manual de mantenimiento de la aeronave, por sus siglas en inglés. Aircraft Maintenance Manual”.

**Bodega:** “Establecimiento, generalmente industrial, que sirve de almacén donde se deposita material, equipo, herramienta, etc”.<sup>4</sup>

**Tanque de gas de alta presión:** Depósito que guarda en su interior un gas comprimido a alta presión, por lo general presurizado con 3000 psi.

**Discrepar:** “Dicho de una cosa: Desdecir de otra, diferenciarse, ser desigual. Dicho de una persona: Disentir del parecer o de la conducta de otra”.<sup>5</sup>

**Herramienta:** “Instrumento, por lo común de hierro o acero, con que trabajan los artesanos. Conjunto de estos instrumentos”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Aeronave>

<sup>2</sup> **Legislación Aeronáutica. RDAC Parte 001.** Definiciones y Abreviaturas

<sup>3</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 1

<sup>4</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 2

<sup>5</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 4

**Implementar:** “Poner en funcionamiento, aplicar métodos, medidas, etc., para llevar algo a cabo”.<sup>2</sup>

**Incidente:** “Suceso inesperado, no planeado que no implique lesión personal pero sí daños a la propiedad”.<sup>3</sup>

**Incrementar:** “Aumentar, Dar mayor extensión, número o materia a algo. Adelantar o mejorar en conveniencias, empleos o riquezas”.<sup>4</sup>

**Inflar:** Hinchar algo con aire u otro gas, normalmente gaseoso.

**JIC:** Tarjetas de instrucciones de trabajo, po sus siglas en inglés. Job Instructions Cards

**Llanta:** “Pieza metálica central de una rueda, sobre la que se monta el neumático. Cerco de goma que cubre la rueda de los vehículos para suavizar el movimiento”.<sup>5</sup>

**Mantenimiento:** “Efecto de mantener o mantenerse. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, maquinaria, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente”.<sup>6</sup>

**Manual:** “Guía de uso de un sistema de clasificación u otro tipo de lenguaje documental, que proporciona instrucciones, procedimientos, criterios de aplicación, glosarios y ejemplos. Los manuales o guías de uso de los sistemas de clasificación siguen la ordenación de símbolos de éstos, y proporcionan

---

<sup>1</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 7

<sup>2</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 7

<sup>3</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 7

<sup>4</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 7

<sup>5</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Llanta>

<sup>6</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 8



instrucciones y criterios específicos para resolver situaciones dudosas o que ofrecen más de una solución posible”.<sup>1</sup>

**Máquina:** “Artificio para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza. Conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado. - **de vapor.** La que funciona por la fuerza expansiva del vapor de agua. - **eléctrica.** Artificio destinado a producir electricidad o aprovecharla en usos industriales. - **herramienta.** La que por procedimientos mecánicos hace funcionar una herramienta, sustituyendo el trabajo del operario. - **hidráulica.** La que se mueve por la acción del agua. - **neumática.** Aparato para extraer de un espacio cerrado aire u otro gas”.<sup>2</sup>

**Montante:** Elemento estructural diseñado para sostener un dispositivo, unidad o cualquier aparato cuyo transporte necesita un vehículo que facilite esta tarea o su permanencia de manera segura.

**Nitrógeno:** “Elemento químico de núm. atómico. 7. Gas abundante en la corteza terrestre, constituye las cuatro quintas partes del aire atmosférico en su forma molecular N<sub>2</sub>, y está presente en todos los seres vivos. Inerte, incoloro, inodoro e insípido, se licua a muy baja temperatura.”<sup>3</sup>

**Optimizar:** “Buscar la mejor manera de realizar una actividad”.<sup>4</sup>

**Oxígeno:** “Elemento químico de núm. atómico. 8. Muy abundante en la corteza terrestre, constituye casi una quinta parte del aire atmosférico en su forma molecular O<sub>2</sub>. Forma parte del agua, de los óxidos, de casi todos los ácidos y sustancias orgánicas, y está presente en todos los seres vivos. Gas más pesado

---

<sup>1</sup> [www.eubca.edu.uy/diccionario/letra\\_m.htm](http://www.eubca.edu.uy/diccionario/letra_m.htm)

<sup>2</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 8

<sup>3</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 9

<sup>4</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 9

que el aire, incoloro, inodoro, insípido y muy reactivo, es esencial para la respiración y activa los procesos de combustión.”<sup>1</sup>

**Peligroso/a:** “Que tiene riesgo o puede ocasionar daño. Dicho de una persona: Que puede causar daño o cometer actos delictivos”. <sup>2</sup>

**Presión:** “Acción y efecto de apretar o comprimir. Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie. Su unidad en el Sistema Internacional es el *pascal*. - **atmosférica.** La que ejerce la atmósfera sobre todos los objetos inmersos en ella. Su valor normal al nivel del mar es de 760 mm Hg o 1013 mbar.”<sup>3</sup>

**Proceso:** “Es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan o suceden (alternativa o simultáneamente) con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice”.<sup>4</sup>

**Rellenar:** “Volver a llenar algo. Llenar enteramente. Cubrir con el material necesario espacios en donde son requeridos.”<sup>5</sup>

**Requerir:** “Intimar, avisar o hacer saber una cosa con autoridad pública. Necesitar o hacer necesaria alguna cosa. Solicitar, pretender”.<sup>6</sup>

**Rueda:** “Pieza mecánica en forma de disco que gira alrededor de un eje. - **dentada.** La que en su periferia tiene dientes para funcionar en un engranaje. - **libre.** La que estando ordinariamente conectada con el mecanismo propulsor, se desconecta para que ruede libremente.” <sup>7</sup>

---

<sup>1</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 9

<sup>2</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 10

<sup>3</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 10

<sup>4</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 10

<sup>5</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 10

<sup>6</sup> **Enciclopedia SALVAT Diccionario.** Salvat Editores. Tomo 11

<sup>7</sup> [es.wikipedia.org/wiki/Rueda](https://es.wikipedia.org/wiki/Rueda)

**Seguridad:** “Cualidad de seguro. Dicho de un mecanismo: Que asegura algún buen funcionamiento, precaviendo que este falle, se frustre o se violente.”<sup>1</sup>

**Shock-strut:** “Amortiguador. Que amortigua. Dispositivo que sirve para compensar y disminuir el efecto de choques, sacudidas o movimientos bruscos en aparatos mecánicos.”<sup>2</sup>

**Sistema:** “Es un conjunto de dispositivos que ordenadamente relacionados entre sí contribuyen a determinado objeto o propósito.”<sup>3</sup>

**Situación:** “Disposición de una cosa respecto del lugar que ocupa. Estado o constitución de las cosas y personas. Conjunto de factores o circunstancias que afectan a alguien o algo en un determinado momento”.<sup>4</sup>

**Soporte:** “Apoyo o sostén. Elemento estructural, por lo general de acero o madera y más o menos esbelto, que resiste principalmente esfuerzos de compresión y contiene determinado objeto”.<sup>5</sup>

**Transportador:** Elemento estructural diseñado para transportar un aparato o dispositivo que dado su peso o forma requieren de un carro adecuado para llevarlo de un lugar a otro.

**Tren de aterrizaje:** “Dispositivo compuesto por ruedas que amortigua el contacto de la aeronave con el suelo en un aterrizaje y le permite seguir rodando por la zona de maniobras”.<sup>6</sup>

### 3.1.3 Fundamentación Legal.

Para este efecto, se captó la información valedera de las Regulaciones de la Dirección de Aviación Civil (RDAC) que dicen:

---

<sup>1</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Salvat Editores. Tomo 11

<sup>2</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Salvat Editores. Tomo 1

<sup>3</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Salvat Editores. Tomo 11

<sup>4</sup> Enciclopedia SALVAT Diccionario. Salvat Editores. Tomo 11

<sup>5</sup> [www.termoarcilla.com/definiciones.asp](http://www.termoarcilla.com/definiciones.asp)

<sup>6</sup> [www.yoteca.com/pg/glosario-de-aeronautica.asp](http://www.yoteca.com/pg/glosario-de-aeronautica.asp)

## RDAC PARTE 043

### MANTENIMIENTO, MANTENIMIENTO PREVENTIVO, RECONSTRUCCIONES Y ALTERACIONES.

“Apéndice “A”: Alteraciones mayores, reparaciones mayores y mantenimiento preventivo.

Literal “c”: Mantenimiento preventivo:

Este tipo de mantenimiento está limitado a los siguientes trabajos, si no involucra operaciones complejas:

1. Desmontaje, instalación y reparación de neumáticos del tren de aterrizaje.
2. Reemplazo de cuerdas de amortiguación elásticas del tren de aterrizaje.
3. Mantenimiento de los amortiguadores del tren de aterrizaje por recarga de aceite, aire o ambos.
4. Mantenimiento, limpieza y engrasado de los rodamientos de las ruedas del tren de aterrizaje.
5. Reemplazo: de alambres de seguridad, elementos de frenado o chavetas.
6. La lubricación que no requiere desmontaje de elementos no estructurales tales como tapas de inspección, carenado del motor, cubiertas y capotas.
7. Realizar parches simples de tela que no requieren refuerzos de costura o el retiro de las superficies de control o partes estructurales. En el caso de globos, la realización de pequeñas reparaciones de tela a la cubierta (de acuerdo con las instrucciones del fabricante del globo), sin requerir reparaciones o reemplazos de cinta de carga.
8. Llenado de fluido hidráulico en el reservorio respectivo.
9. Terminación y revestimiento de: fuselaje, canastas del globo, superficies del grupo de alas (excluyendo balanceo de superficies de control), carenajes, capotas, tapas de tren de aterrizaje, cabina, o interior de la cabina cuando no se requiere la remoción o desmontaje de cualquier estructura primaria o sistema operativo.
10. Aplicación de materiales de protección o preservantes a componentes sin desmontaje de cualquier estructura primaria o sistema operativo que esté

relacionado, y donde tal revestimiento de protección no esté prohibido o no sea contrario a buenas prácticas.

11. Reparación de tapicería u accesorios decorativos del interior de la cabina de pasajeros, cabina de pilotos o interior de canasta de globo, cuando la reparación no requiere desmontaje de ninguna estructura principal, sistema operativo o interfiera con un sistema operativo o afecte la estructura principal de la aeronave.
12. Realizar reparaciones pequeñas simples de carenajes placas de recubrimiento, cubiertas, pequeños parches y refuerzos que no cambien el perfil como para no inferir en el adecuado flujo de aire.
13. Reemplazo de las ventanas laterales donde el trabajo no interfiere con la estructura o cualquier sistema operativo tal como controles, equipo eléctrico, etc.
14. Reemplazo de los cinturones de seguridad.
15. Reemplazo de las asientos o partes de estos aprobados para las aeronaves, no involucrando el desmontaje de cualquier estructura primaria o sistema operativo.
16. Caza fallas de averías y reparación de los circuitos dañados en el cableado de luces de aterrizaje.
17. Reemplazo de lámparas, reflectores y lentes de las luces de posición y aterrizaje.
18. Reemplazo de las ruedas y skies cuando no se involucre el cómputo del peso y balance.
19. Reemplazo de cualquier tapa que no requiera remoción de la hélice o desconexión de los sistemas de controles de vuelo.
20. Reemplazo o limpieza de bujías, control y calibración entre electrodos.
21. Reemplazo de cualquier conexión de mangueras excepto as conexiones hidráulicas.
22. Reemplazo de las líneas de combustible prefabricadas.
23. Limpieza o reemplazo de los elementos del filtro de aceite y combustible.
24. Reemplazo y mantenimiento de baterías.
25. Limpieza del quemador piloto y de las toberas principales, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del globo.

26. Reemplazo o ajuste de las fijaciones estándar no estructurales que tienen incidencia en las operaciones.
27. El intercambio de las canastas de los globos y quemadores cuando la canasta o quemador está diseñada como intercambiable en los datos del certificado tipo de globos y las canastas y quemadores están específicamente diseñados para retiro e instalación rápidos.
28. La instalación de un dispositivo para evitar la pérdida de combustible y para reducir el diámetro de la toma de llenado del tanque de combustible siempre que el dispositivo especificado forme parte de las hojas de datos técnicos del certificado tipo de la aeronave, dadas por el fabricante y que éste haya dado instrucciones aprobadas por el Director General para la instalación del dispositivo especificado y que dicha instalación no comprenda el desarmado de la toma existente de llenado del tanque.
29. Remoción, chequeo y reemplazo de los detectores de partículas magnéticas.
30. Las tareas de inspección y mantenimiento prescritas e identificadas específicamente como mantenimiento preventivo en un certificado tipo de categoría primaria o inspección especial aprobada del titular del certificado tipo suplementario y programa de mantenimiento preventivo cuando se realiza en una aeronave de categoría primaria si:
  - (i) Se ha realizado por el titular de al menos de un certificado de piloto privado emitido bajo la RDAC Parte 61, quien es el propietario registrado (incluyendo los copropietarios) de la aeronave afectada y quien posee un certificado de competencia para las aeronaves afectadas (1) emitido por una escuela aprobada bajo la Sección 147.21 (e); (2) emitido por el poseedor del certificado de producción para una aeronave de categoría primaria que tiene un programa especial de entrenamiento aprobado bajo la Sección 21.24; o (3) emitido por otra entidad que tiene un curso aprobado por el Director General.
  - (ii) Las inspecciones y tareas de mantenimiento se realizan de acuerdo con las instrucciones contenidas por la inspección especial y programa de mantenimiento preventivo aprobado como parte del diseño tipo de aeronaves o diseño tipo suplementario.

31. Remover o reemplazar los dispositivos ubicados en el panel de comunicación y navegación montados en el panel frontal auto contenidos que emplean conectores que conectan la unidad que es instalada dentro del panel de instrumentos, (excluyendo los sistemas de control de vuelo automático, transponders y equipo de medición de distancia DME). La unidad aprobada debe estar diseñada para que fácilmente y en varias ocasiones pueda ser removida y reemplazada, y las instrucciones pertinentes deben estar disponibles. Antes del uso previsto de las unidades, y un chequeo operacional debe ser realizado de acuerdo con las secciones aplicables de la Parte 91 de estas RDAC.
32. Actualizar las bases de datos software de navegación (ATC) de control de tránsito aéreo en un panel de instrumentos auto contenido (excluyendo aquellos sistemas de control de vuelo automático, transponders y equipo de medición de distancia DME sin desmontar la unidad e instrucciones pertinentes son proveídas. Antes del uso esperado de la unidad, un chequeo operacional, debe ser realizado de acuerdo con las secciones aplicables de la Parte 91 de estas RDAC.”<sup>1</sup>

Adicionalmente se complementó esta fundamentación, con los datos pertinentes obtenidos del Manual General de Mantenimiento (MGM) de VIP S.A., el cual dice en su capítulo 10:

MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO  
CAPITULO 10: REPUESTOS

10.12 MANEJO DE CILINDROS DE GASES COMPRIMIDOS

A. Generalidades

“Los procedimientos que a continuación se detallan constituyen precauciones elementales relacionadas a la operación y utilización de recipientes con contenido de gases (oxígeno, nitrógeno, etc) que se utilizan

---

<sup>1</sup> **Legislación Aeronáutica. RDAC Parte 043.** Mantenimiento, mantenimiento preventivo, reconstrucción y aletraciones.

para trabajos complementarios a las operaciones de mantenimiento en las aeronaves de VIP S.A.

Todas las botellas deben estar en posición segura todo el tiempo para prevenir cualquier impacto que podría causar la rotura del cuerpo de la válvula: el escape rápido del gas convierte a la botella en un proyectil fatal.

#### B. Recomendaciones de seguridad

1. Identificar claramente los espacios para la ubicación de los recipientes con contenido de gases, procurando suficiente ventilación y alejados de ambientes donde se almacenan grasas y lubricantes.
2. Colocar anuncios de NO FUMAR en sitios estratégicos dentro de las instalaciones.
3. Instalar extintores de fuego y químicos debidamente chequeados, identificados y verificados, en sitios estratégicos para la eventualidad de algún incidente en el manejo de recipientes con contenido de gases y como consecuencia se suscite algún conato de incendio.
4. El personal de bodega deberá mantener las debidas precauciones en la manipulación de las botellas de oxígeno, observando los espacios y anuncios adecuados para su ubicación dentro de las instalaciones.
5. El personal de mantenimiento de aviones que deba utilizar los botellones de nitrógeno para el uso en labores específicas deberá prever que los elementos complementarios para el trabajo (reguladores de presión, mangueras, etc.) estén en buen estado.
6. Mantener todas las partes del sistema, válvulas, cilindros, acoples y reguladores limpios.
7. Para el caso de recarga de Oxígeno en la botella de la aeronave:
  - Deberán observarse las precauciones establecidas en el Manual de Mantenimiento de la Aeronave (AMM) Cap. 12.
  - Las manos, los materiales y herramientas a utilizarse deberán estar libre de grasa o lubricantes.
8. La responsabilidad de la verificación y mantenimiento adecuado de los elementos y recipientes con contenido de gases recae en el Jefe de Mantenimiento.



9. Igualmente el Jefe de Mantenimiento es el responsable por el cumplimiento de las recomendaciones de seguridad contra los riesgos en el manejo y trabajo con recipientes con contenidos de gases tanto en plataforma como en talleres.”<sup>1</sup>

### **3.2. Modalidad básica de la investigación**

#### De campo:

Ejecutada primeramente en el taller de mantenimiento de VIP S.A., en el cual se encontró una gran cantidad de herramientas y equipo especializado para realizar algunas tareas de mantenimiento, varios de estos dispositivos se hallan deteriorados, no se utilizan y otras que la empresa debería poseer, no existen. En segundo lugar se visitó la bodega de materiales de la empresa, y se evidenció que la botella de oxígeno de alta presión que se encontraba en turno de uso estaba junto a los casilleros del personal de limpieza, mientras que las demás botellas se encontraban en una bodega diferente sin ninguna señalización, ni una marca que las identifique como vacías o llenas. Al observar la bodega de llantas se encontró dos cilindros de nitrógeno, de la misma manera que el caso anterior, sin señalización ni identificación alguna. Se pudo deducir que una botella estaba llena pues mantenía el sello de seguridad de la empresa proveedora, y la otra estaba en uso pues tenía conectada la manguera de suministro. Siguiendo la indagación se constató el estado real del carro transportador de cilindros del cual se concluye, no ofrece mayor garantía de seguridad. Se reconoció también el problema de accesibilidad a la bodega de llantas por un preocupante deterioro de la plataforma de entrada hacia la misma. Por último se recorrió la plataforma de aviones, en donde se distinguieron varios equipos de apoyo en tierra dispuestos para el servicio de las aeronaves.

#### Bibliográfica documental:

Esta investigación realizada en la biblioteca del ITSA arrojó como resultado un solo trabajo de graduación concerniente al transporte de cilindros de gas de alta

---

<sup>1</sup> **Biblioteca Técnica VIP S.A.** Manual General Mantenimiento VIP S.A.

presión enfocado hacia el equipo de apoyo en tierra de la institución, (ITSA); realizado por un estudiante, tiempo antes de la iniciación del presente proyecto.

La información recopilada de la biblioteca técnica de VIP S.A. permitió conocer las diferentes tareas de mantenimiento relacionadas al uso de gases comprimidos, la descripción y operación de los respectivos sistemas y las regulaciones existentes dentro de los estatutos internos de la empresa para estas actividades.

Todo lo encontrado en fuentes bibliográficas secundarias como diccionarios, libros técnicos, Internet, etc.; han servido para sustentar un marco teórico adecuado para la ejecución del presente trabajo.

### **3.3. Tipos de investigación**

#### No experimental:

Se cumplió con investigación de tipo no experimental debido a que gracias a la observación de los problemas de manejo de gases comprimidos en la empresa VIP S.A., se pudo descubrir varias de las razones que los causan y analizar los efectos que estos han provocado a través del tiempo.

#### Cuasi-experimental:

Al encontrar las diferentes causas y los distintos efectos que han resultado del problema antes mencionado, se ha de analizar las consecuencias que traería, el optimizar el factor seguridad en los procesos de mantenimiento relacionados con el manejo de gases comprimidos. Por todo esto se cumplió un tipo de investigación cuasi-experimental.

### **3.4. Niveles de investigación**

#### Exploratorio:

Se cumplió con este nivel de investigación pues el autor se familiarizó con la situación actual de la empresa en cuanto a manejo de cilindros de gas de alta presión y las principales causas que ocasionan el problema encontrado; además le permitió obtener información necesaria en manuales, hojas técnicas y datos adicionales de la empresa, sobre las actividades involucradas dentro de este problema; para sustentar una investigación solvente y real.

#### Descriptivo:

Se lo realizó a medida que el investigador iba detallando todos los factores que contribuían al índice actual de seguridad en el manejo de recipientes con contenido de gases, dando así una visión global sobre el presente estado del proceso anteriormente mencionado. Por otra parte se analizó las posibles alternativas de solución a la dificultad encontrada, y los efectos que estas causarían en el entorno de la empresa.

### **3.5. Universo, Población y Muestra**

#### Universo:

El universo de esta investigación es la aerolínea Vuelos Internos Privados VIP S.A., pues esta es la principal beneficiada de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación.

#### Población:

El departamento de mantenimiento de VIP S.A., el cual es el directamente involucrado en las tareas de mantenimiento preventivo de las aeronaves fue asumido como la población del proyecto.

#### Muestra:

El tamaño de muestra está dado por el 100% de la población, debido a que el número de trabajadores que laboran en este departamento no es muy extenso, por tanto la recolección de datos fue extendida sin problema a todos los técnicos de mantenimiento de VIP S.A.

### **3.6. Recolección de datos**

En cuanto a recolección de datos, se acopió mucha información sobre los antecedentes de la investigación mediante la observación de las tareas de mantenimiento, los procesos de almacenamiento y la forma de transporte de los gases comprimidos. Para recabar mayor cantidad de datos oportunos se contó

con la ayuda y criterio técnico de la gran mayoría de trabajadores del departamento de mantenimiento, así como de juicios dados sobre el tema por parte del personal de jefaturas y gerencia de la citada sección.

En cuanto a referencias bibliográficas, se tomó en consideración las regulaciones de la autoridad aeronáutica del país, los manuales que rigen los procedimientos dentro de la empresa, el manual de mantenimiento, y otro material recogido de varias páginas web de internet.

### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos:**

#### **Observación**

A través de la observación directa en la plataforma de aviones y las bodegas de materiales de VIPSA, se hizo evidente la inseguridad y los procesos inadecuados en cuanto al almacenamiento y transporte de los gases comprimidos que se utilizan para las tareas de mantenimiento, se pudo conocer la forma actual y el lugar en donde son colocados el cilindro de nitrógeno y el de oxígeno; como se administra su uso e identifica su condición (estas últimas de manera casi nula); la herramienta que se usa para transportar los cilindros y su estado actual. En resumen a través de esta técnica de investigación se logró tener un panorama amplio y verídico sobre el entorno real que envuelve al problema descrito en partes anteriores y los puntos en los que el autor puede trabajar para solucionarlo.

#### **Encuesta**

El cuestionario auto administrado constituye un método muy eficaz para recolectar la información necesaria de parte de los empleados de la empresa, puesto que de esta manera no se entorpecerá su trabajo en el taller o plataforma; debido a que al momento de responder este cuestionario, el encuestado tendrá todo el tiempo necesario para llenar el formulario con las repuestas mas honestas y exactas posibles, de acuerdo a su criterio personal.

### **3.7. Procesamiento de la información:**

Para transformar la información obtenida a través de las distintas técnicas de investigación, utilizadas por el autor; en datos estadísticos necesarios para el análisis y las conclusiones que han de resultar producto de este proceso, se realizó lo siguiente:

- Tabulación de los datos.
- Codificación de los datos.
- Representación gráfica de los resultados.

De esta manera se obtuvieron resultados porcentuales que reflejan el juicio de los empleados del área de mantenimiento de una manera global, acerca de las preguntas que se plantearon en las encuestas.

### **3.8. Análisis e interpretación de los resultados.**

#### **Observación:**

A partir de la observación de los procesos de manejo de gases comprimidos que se utilizan en la empresa se puede visualizar que hay una deficiencia en el factor seguridad al momento de trasladar los cilindros desde la bodega hacia la plataforma donde se encuentran parqueadas las aeronaves, se están utilizando herramientas que, a pesar de que ayudan a desempeñar las tareas, no son las adecuadas para el trabajo. Además de que la empresa no tiene un lugar específico donde almacenar los contenedores de los mencionados gases.

#### **Encuesta:**

### **ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **Pregunta No.1:**

¿Ha realizado alguna vez, servicio de oxígeno o nitrógeno en cualquier componente del avión que se relacione con su uso?

Tabla 3.1. Tabulación de datos de pregunta No. 1

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
SI	16	100	100
NO	0	0	0
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

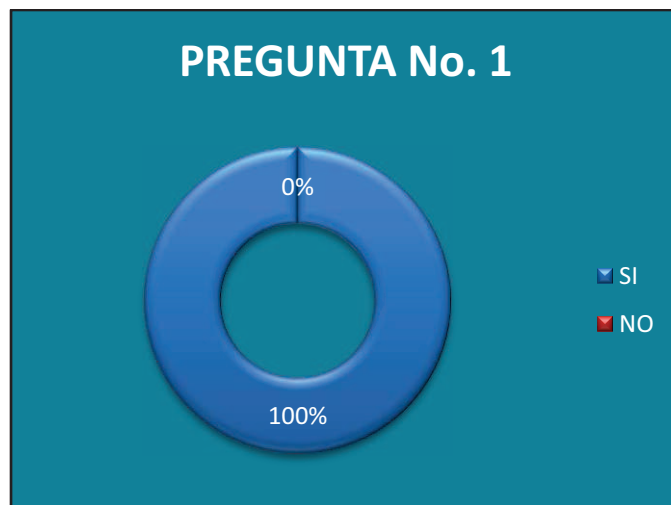


Figura 3.1. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 1

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

### **Análisis estadístico de los datos:**

La totalidad de los aerotécnicos de la empresa (100%) han realizado alguna vez servicio de nitrógeno u oxígeno en el avión.

### **Interpretación de los resultados:**

Todo el personal conoce la manera técnica de realizar esta tarea y de la misma manera, sabe cual es el equipo, material y tiempo necesario para cumplirla.

### **Pregunta No. 2**

En su opinión, ¿cómo calificaría el proceso de serviciado de oxígeno y nitrógeno que realiza el personal técnico de mantenimiento de la empresa?

Tabla 3.2. Tabulación de datos de pregunta No. 2

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
BIEN REALIZADO	10	62,5	62,5
SE LO REALIZA, PERO SUELEN OMITIRSE PASOS	4	25	25
MAL REALIZADO	2	12,5	12,5
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

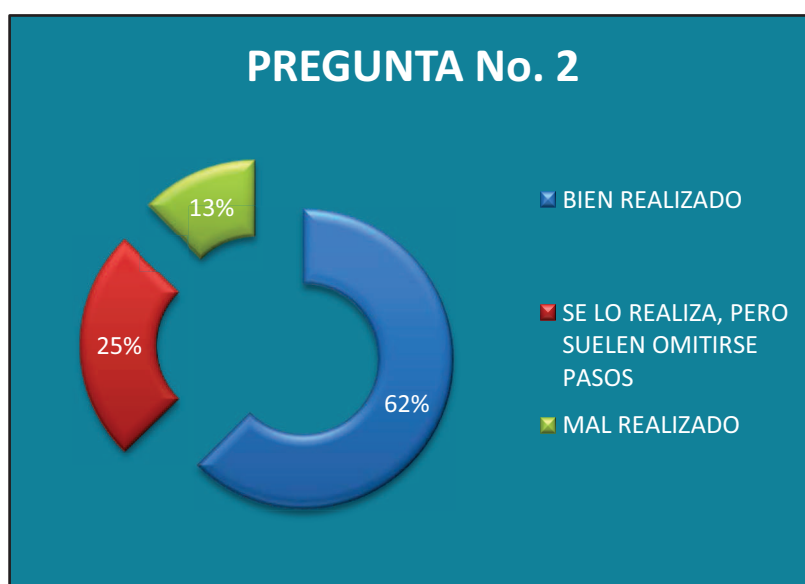


Figura 3.2. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 2

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

### Análisis estadístico de los datos:

El 62% de los encuestados, es decir diez técnicos respondieron que el proceso se lo realiza de acuerdo a las especificaciones técnicas; un 25% de ellos (cuatro personas), dicen que suelen omitirse pasos dictados en las cartas de trabajo, y 2 empleados equivalentes al 13% del total creen que este proceso se encuentra mal realizado.

### Interpretación de los resultados:

La mayoría estadística del personal coincide en que la tarea se realiza de manera adecuada y siguiendo los procesos establecidos, pero una cantidad considerable de empleados piensa que hay pasos de las JIC que no se observan durante su realización, o que el proceso no se está cumpliendo debidamente; por lo cual existe la necesidad de satisfacer la inconformidad de este 38% de técnicos encuestados.

### Pregunta No. 3

¿Cree que la empresa posee todo el material, herramienta y/o equipo necesario para realizar las tareas antes mencionadas?

Tabla 3.3. Tabulación de datos de pregunta No. 3

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
SI	8	50	50
NO	8	50	50
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar



Figura 3.3. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 3



Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

### **Análisis estadístico de los datos:**

Así como un 50% de la población estadística de los consultados, creen que la empresa cuenta con todo el equipo necesario para realizar las tareas que abordan el problema, el otro 50% determina que no poseen todo del material y/o equipo requerido para cumplir a cabalidad las tareas de servicio de gases comprimidos en el Dornier 328.

### **Interpretación de los resultados**

Aunque la mitad del personal cree que la empresa posee un completo contingente de herramienta y equipo; se debe cumplir a satisfacción las inquietudes sobre material faltante que denuncia la otra mitad de técnicos de la institución.

### **Pregunta No. 4**

¿Qué opinión tiene sobre el estado actual del material, herramienta y equipo mencionado en la pregunta anterior?

Tabla 3.4. Tabulación de datos de pregunta No. 4

<b>CATEGORIA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE [%]</b>	<b>PORCENTAJE VALIDO [%]</b>
EXCELENTE ESTADO	1	6,25	6,25
BUEN ESTADO, PERO SE LO PUEDE MEJORAR	12	75	75
MAL ESTADO, ES IMPERATIVA SU RENOVACIÓN	3	18,75	18,75
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

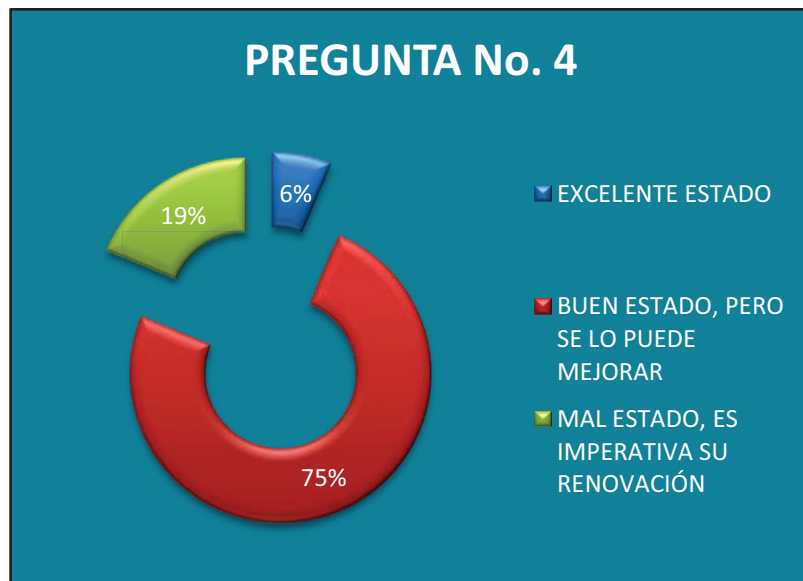


Figura 3.4. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 4

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

#### **Análisis estadístico de los datos:**

Un 6% de la población correspondiente a una (1) persona, manifiesta que nuestro equipo esta en excelente estado; 12 técnicos, cuya opinión representa el 75% de los consultados dicen que el material está en buen estado, pero se lo puede mejorar y un 19%, que refleja la respuesta de 3 encuestados determinan que dichas herramientas se encuentran en mal estado y es imperativa su renovación.

#### **Interpretación de los resultados:**

Al observar que el 94% de los empleados de mantenimiento de VIPSA consideran que el actual conjunto de material, herramienta y equipo que posee la aerolínea puede ser mejorado e incluso renovado para mejorar las tareas de mantenimiento, se concluye, existente, una necesidad prioritaria de solventar este requerimiento.

#### **Pregunta No. 5**

¿Conoce usted la forma actual de almacenar e identificar los recipientes de gases comprimidos llenos y vacíos que la empresa utiliza?, ¿se podría mejorar este registro?

Tabla 3.5. Tabulación de datos de pregunta No. 5

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
CONOZCO EL PROCESO, Y ESTA MUY BIEN	1	6,25	6,25
LO CONOZCO PERO PODRÍA MEJORARSE	14	87,5	87,5
NO SE COMO SE REALIZA ESTE REGISTRO	1	6,25	6,25
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

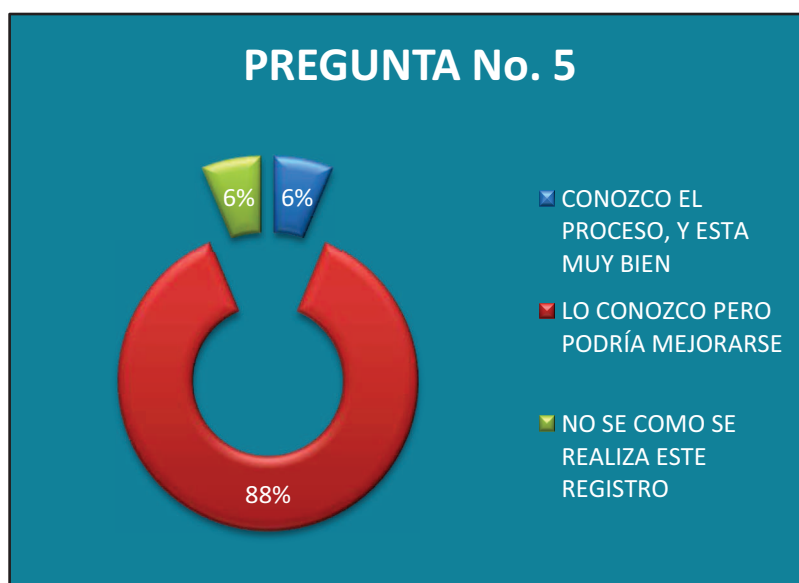


Figura 3.5. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 5

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

### Análisis estadístico de los datos:

Al igual que un 6% del total se pronunció diciendo que conoce el proceso de registro y lo acepta como bueno, una cantidad igual cuyo valor representa a un (1) técnico no sabe como se realiza este registro. Por el contrario el 88% restante, es

decir 14 personas saben como registrar estos productos, pero consideran que es posible su mejoramiento.

### **Interpretación de los resultados:**

Al conocer la opinión mayoritaria de ese 88% de encuestados que piensan, que la manera de almacenar, y la forma de registrar los cilindros llenos y vacíos que maneja la empresa puede ser mejorado; se abre una puerta hacia el mejoramiento de los procesos en la aerolínea.

### **Pregunta No. 6**

Considerando que el almacenamiento y transporte de estos recipientes constituyen un gran aporte a la seguridad de las operaciones de nuestras aeronaves, ¿piensa que sería útil una actualización del MGM, en la sección “Manejo de recipientes de gases comprimidos”; la cual permita estandarizar los procedimientos antes mencionados?

Tabla 3.6. Tabulación de datos de pregunta No. 6

<b>CATEGORIA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE [%]</b>	<b>PORCENTAJE VALIDO [%]</b>
SERÍA ÚTIL UNA REVISIÓN EN EL MGM	11	68,75	68,75
NO SERÍA DE UTILIDAD	5	31,25	31,25
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

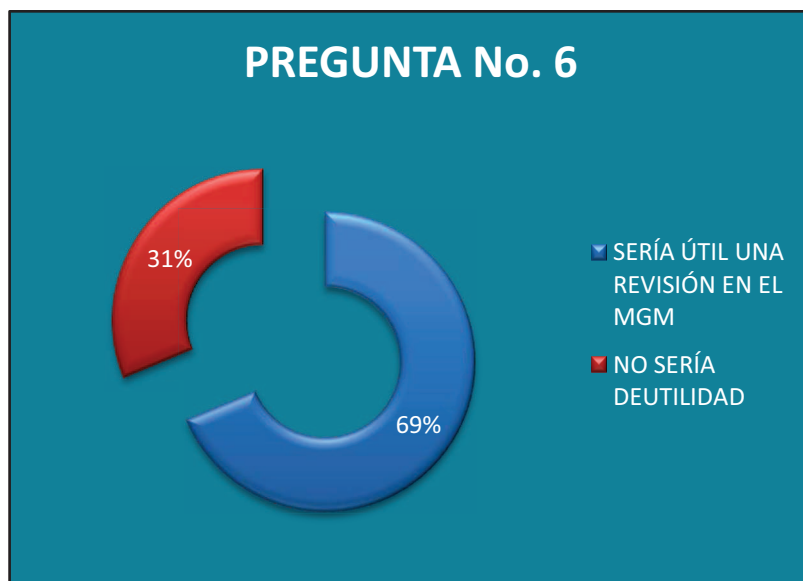


Figura 3.6. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 6

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

#### **Análisis estadístico de los datos:**

Hay once (11) personas, que representan el 69% de la totalidad del grupo de mantenimiento de VIPSA, porcentaje que cree útil la revisión del MGM de la empresa en lo que se refiere a “manejo de recipientes de gas comprimido”; frente a un 31%, es decir cinco (5) técnicos que creen que esto no ayudaría en el futuro.

#### **Interpretación de los resultados:**

Mientras este treinta y un por ciento de la población cree que no se necesita una revisión del MGM; más de la mitad del personal considera que esto sería de gran ayuda, dado que de esta manera, se podrán estandarizar los procesos internos dentro del capítulo de gases comprimidos.

#### **Pregunta No. 7**

De ser posible, ¿piensa que designar un espacio físico específico y bien señalado para almacenar los cilindros de oxígeno y nitrógeno que posee la empresa, ayudaría al orden y organización del material necesario para mantenimiento de las aeronaves?

Tabla 3.7. Tabulación de datos de pregunta No. 7

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
SERÍA UN BUEN APORTE	16	100	100
NO AYUDARÍA	0	0	0
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar



Figura 3.7. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 7

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

#### **Análisis estadístico de los datos:**

A esta pregunta, la totalidad de los aerotécnicos consultados respondieron que sería un buen aporte designar un espacio físico, específico y bien señalizado para almacenar los recipientes de gas comprimido.

#### **Interpretación de los resultados:**

Al analizar las contestaciones a esta pregunta, se concluye, imperativa la gestión para encontrar un espacio adecuado en donde colocar los cilindros de oxígeno y nitrógeno que maneja esta empresa.

### Pregunta No. 8

¿Cree que el transportador de los cilindros de gas, que actualmente posee la empresa, ofrece garantías tanto de seguridad como de ergonomía para realizar el trabajo?

Tabla 3.8. Tabulación de datos de pregunta No. 8

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
SI OFRECE LAS GARANTÍAS DE SEGURIDAD	2	12,5	12,5
SE PUEDE MEJORAR CON EL EQUIPO ADECUADO	14	87,5	87,5
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

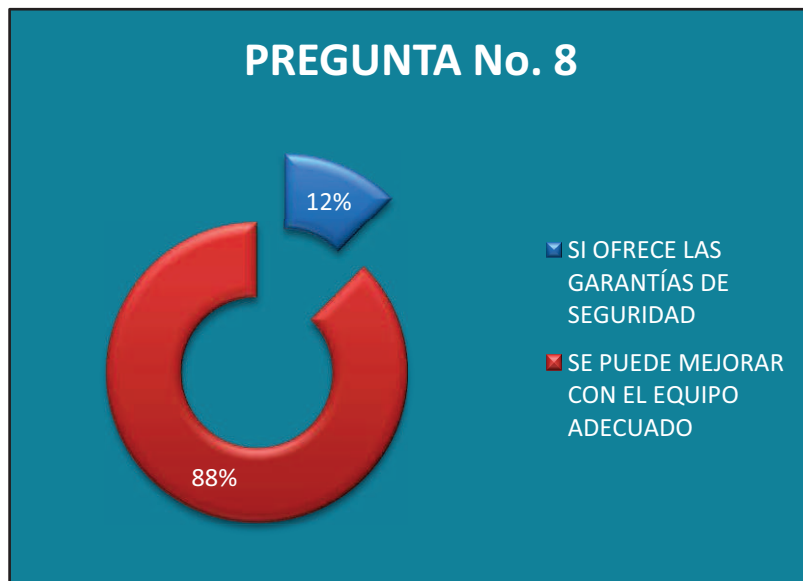


Figura 3.8. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 8

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

### Análisis estadístico de los datos:

Frente a un 12%, (2 personas), que opinan que el actual transportador encargado de llevar consigo el recipiente de oxígeno ó el de nitrógeno, ofrece garantías de

seguridad y ergonomía suficientes; hay un 88% de encuestados, es decir 14 personas, que creen que este equipo se puede mejorar con un transportador mas adecuado.

**Interpretación de los resultados:**

Dada la diferencia entre los dos grupos de opinión en esta pregunta, se puede decir que el mejoramiento del transportador de recipientes de gas comprimido que usa mantenimiento para sus tareas es otro de los puntos enfáticos para solucionar el problema, motivo de esta investigación.

**Pregunta No. 9**

Si se pudiera incluir todo el material necesario para realizar el servicio tanto de oxígeno como de nitrógeno de la aeronave en un mismo carro transportador; ¿cree que el trabajo sería realizado más rápido y de forma más eficiente?

Tabla 3.9. Tabulación de datos de pregunta No. 9

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
SI	10	62,5	62,5
NO	6	37,5	37,5
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar



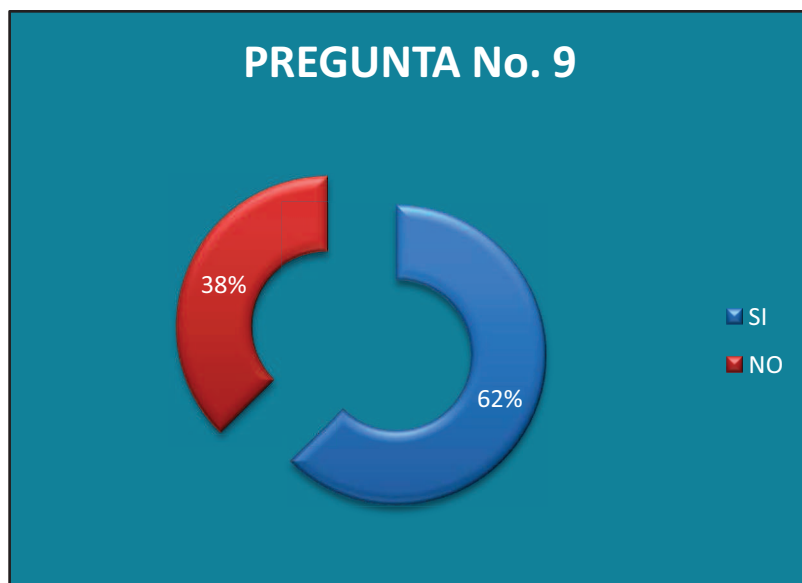


Figura 3.9. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 9

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

#### **Análisis estadístico de los datos:**

El 38% del total preguntado, equivalente a 6 personas consideran que incluir el material necesario dentro del transportador no ayudaría en las tareas de mantenimiento, pero los 10 técnicos restantes que aparecen como el 62% del total piensa que dada esta condición se mejoraría el trabajo en eficiencia y tiempo de realización.

#### **Interpretación de los resultados:**

Si acogemos la opinión del 62% de los encuestados, un aporte a la eficiencia y optimización del tiempo de trabajo en las tareas con gases comprimidos, es la inclusión del material necesario para esto. Como dato adicional se conoció que el 38% sobrante respondió negativamente, pues piensan que tener en el mismo transportador ambos cilindros de gas no sería útil ni necesario para cumplir con las tareas requeridas en los Dornier 328.

#### **Pregunta No. 10**

¿Qué herramientas o materiales incluiría usted a su criterio dentro de este carro transportador?

Tabla 3.10. Tabulación de datos de pregunta No. 10

	CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
1	CONJUNTO DE MANGUERAS Y MANÓMETROS	15	93,75	93,75
2	LLAVES MIXTAS DE MEDIDAS ESPECÍFICAS, NECESARIAS PARA LA TAREA	15	93,75	93,75
5	ACOPLES PARA INFLADO DE LLANTAS	15	93,75	93,75
10	GAFAS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	15	93,75	93,75
4	ACOPLES PARA SERVICIAR AMORTIGUADORES	14	87,5	87,5
7	CARTAS DE TRABAJO	14	87,5	87,5
9	DESINFECTANTE PARA MANOS	14	87,5	87,5
3	TEFLÓN	13	81,25	81,25
8	GUANTES QUIRÚRGICOS	13	81,25	81,25
6	LLAVES DE PICO	12	75	75
11	CINTA ADHESIVA	11	68,75	68,75
12	OTROS	5	31,25	31,25

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar



Figura 3.10. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 10

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

#### **Análisis estadístico de los datos:**

Para analizar los datos recogidos en esta pregunta, agruparemos los elementos según su nivel de aceptación entre los técnicos encuestados. De esta manera tenemos: Las categorías No. 1, 2, 5 y 10 alcanzaron un 93.75% de aceptación; las categorías No.4, 7 y 9, el 87.5%; por su parte, las categorías No. 3 y 8 consiguieron un 81.25% de votación; de ahí la categoría No. 6 obtuvo el 75%, la No. 11 el 68.75% y la No. 12, el 31,25%.

#### **Interpretación de los datos:**

Para saber que elementos incluir dentro del conjunto de transportador de recipientes de gases comprimidos, y de acuerdo al nivel de votación de los examinados, las herramientas y materiales que deberían ser contenidos en este equipo serían: El conjunto de mangueras y manómetros, llaves mixtas para desempeñar las tareas, acoples tanto para inflar llantas como para dar servicio a los amortiguadores, gafas de seguridad, cartas de trabajo, desinfectante para manos y teflón. En la categoría de “otros” los cuestionados tuvieron el espacio para incluir a su criterio elementos que no constaban en la lista, de ahí los más frecuentes y tomados en cuenta para ser incluidos fueron: Líquido detector de fugas, tarjetas de identificación, control de uso y remanente de los recipientes y llaves de acceso a los paneles.

### Pregunta No. 11

¿Cree que sería apropiado tener un transportador para cada recipiente de gas comprimido, es decir, uno para transportar oxígeno y otro para nitrógeno?

Tabla 3.11. Tabulación de datos de pregunta No. 11

CATEGORIA	FRECUENCIA	PORCENTAJE [%]	PORCENTAJE VALIDO [%]
SI, SERÍA MAS ADECUADO	16	100	100
NO SERVIRÍA	0	0	0
TOTAL	16	100	100

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

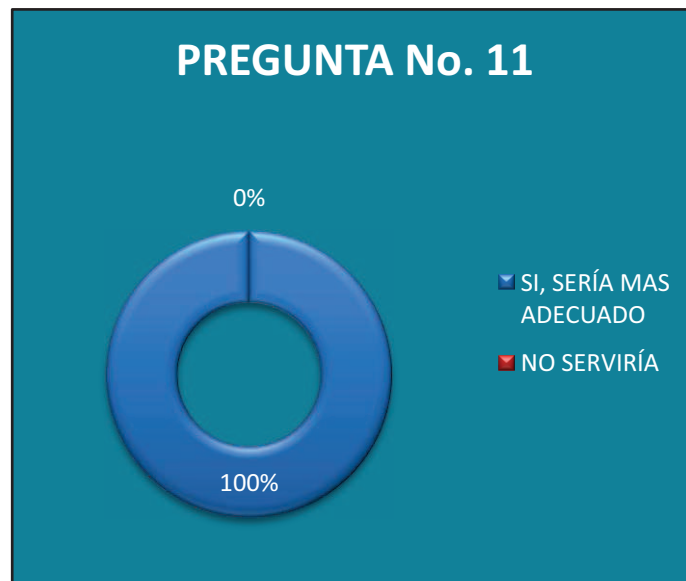


Figura 3.11. Gráfico representativo de los resultados de la pregunta No. 11

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

### **Análisis de los datos:**

El 100% de los empleados de mantenimiento de VISPA piensan que sería lo más adecuado, tener un transportador independiente para cada gas comprimido que maneja el departamento.

### **Interpretación de los resultados:**

Debido a que el tener un solo carro transportador para los dos cilindros se ha vuelto un tanto incomodo, y, usar el mismo carro para transportar ambos cilindros a la vez es inútil; la mejor alternativa sería tener un carro para llevar el recipiente de nitrógeno, y otro para el cilindro de oxígeno.

## **3.9. Conclusiones y recomendaciones de la investigación**

### **CONCLUSIONES:**

- Se logró compilar gran cantidad de datos pertinentes con relación al manejo de gases comprimidos, tanto en la empresa objeto de la investigación como en general en la industria; así como criterios y opiniones valederos para sostener un sondeo del personal, las cuales ayudaron a encontrar alternativas de solución al problema.
- La realidad sobre este problema dentro de VIPSA es que el personal de mantenimiento conoce como se realizan los procesos de servicio mencionados en reiteradas ocasiones, también reconocen que los pasos descritos en las JIC no se cumplen en su totalidad, y, que aún con el stock de material, equipo y herramienta existente en la empresa, hay algunas cosas que no poseen; por lo tanto es necesaria la innovación del equipo requerido para este trabajo.
- A través de esta indagación se ha concluido que para mejorar el almacenamiento y transporte de los recipientes de oxígeno y nitrógeno que maneja VIPSA, se encontraron alternativas tales como gestionar un espacio físico adecuado para acopiar los cilindros recipientes de gas, crear un método más adecuado de registro de los contenedores llenos y vacíos, desarrollar una revisión del MGM de la empresa en el capítulo de “Manejo

de recipientes de gas comprimido” e innovar el modo de transportar los cilindros de gas hacia la plataforma de aviones, a través de un carro transportador exclusivo para cada tipo de recipiente.

- Si buscamos solventar este problema mediante un método técnico y eficiente que se enfoque al perfil de la carrera escogida por el autor, un carro transportador que ofrezca garantías de seguridad y ergonomía al empleado sería la alternativa más viable.

### RECOMENDACIONES:

- Con respecto a la implementación del carro transportador para los recipientes de gas comprimido, se recomienda incluir en el mismo, las herramientas y materiales adicionales para cumplir con las cartas de trabajo referentes a los gases mencionados.
- Los materiales recomendados para incluir dentro de cada transportador son:

Tabla 3.12. Lista de material a incluirse en los transportadores

Descripción	Oxígeno	Nitrógeno
Mangueras y manómetros	✓	✓
Llaves mixtas	✓	✓
Acoples para llantas y amortiguadores		✓
Gafas de seguridad	✓	✓
Cartas de trabajo	✓	✓
Desinfectante de manos	✓	
Teflón	✓	
Líquido detector de fugas	✓	✓
Tarjeta de control de uso y remanente	✓	✓
Llaves de acceso a los paneles	✓	

Fuente: Personal técnico de mantenimiento de VIPSA

Elaborado por: Roberto Tobar.

- De igual manera es aconsejable que la empresa posea un transportador para acarrear el cilindro de oxígeno y otro para las tareas con nitrógeno.

## **CAPITULO IV**

### **DENUNCIA DEL TEMA**

*“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE DOS CARROS TRANSPORTADORES PARA LOS RECIPIENTES DE GAS COMPRIMIDO DE OXÍGENO Y NITRÓGENO QUE MANEJA LA AEROLINEA VIP S.A. EN EL AREA DE MANTENIMIENTO”*

#### **5. Factibilidad del tema**

##### **5.2. FACTIBILIDAD TECNICA:**

Dentro de la factibilidad técnica se encuentra que tanto la gestión del espacio físico para almacenar debidamente los recipientes de gas, como, la construcción del carro transportador son viables para su ejecución debido a que, en primera parte la gestión se deberá realizar conjuntamente con el señor Alexis Sánchez Jefe de Control de Calidad, el señor Fernando Torres Jefe de Mantenimiento, el señor Milton Miranda Jefe de Bodega Aeronáutica y el señor Carlos Almeida, Gerente de mantenimiento; quienes de antemano y gracias al diario desarrollo del trabajo con los aviones, tienen conocimiento de la necesidad de designar un lugar especial para este efecto. En segundo lugar para la construcción de los carros transportadores se analizarán factores en el diseño tales como: material constitutivo, peso, ergonomía, seguridad, dimensiones, esfuerzos a los que van a estar sometidos, etc., para que de esta manera podamos asegurar que nuestra herramienta cumpla eficientemente con la tarea para la cual será construida.

##### Esquema preliminar del diseño de los carros transportadores

Aquí tenemos un bosquejo básico del diseño estructural de los carros transportadores, debido a que dichos carros serán utilizados para transportar cilindros de gas de las mismas características físicas; sólo se muestra el diseño de uno de ellos, pues serán similares.



Figura 5.1: Diseño básico del carro transportador

Fuente: SERVIMAC

Elaborado por: Roberto Tobar

Cabe destacar que esta imagen es una base preliminar del diseño final del carro transportador, pues los mismos serán construidos para transportar un solo cilindro, además que en este modelo falta la caja de herramientas que se ha de incorporar (en lugar de la bandeja mostrada). Luego de realizar esta modificación el diseño será el ideal y definitivo para ser construido.



### 5.3. FACTIBILIDAD LEGAL



Quito, 20 de diciembre 2009

Ing.  
Guillermo Trujillo  
Director de Carrera de Mecánica  
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO  
Latacunga - Ecuador

De mis consideraciones,

El señor Roberto Alfredo Tobar Molina quien se encuentra trabajando en esta aerolínea como Auxiliar de Mantenimiento, ha podido observar la deficiencia que tiene la empresa en el manejo de Gases Comprimidos en el área de mantenimiento.

La solución a este problema sería un aporte importante para el desarrollo de las actividades de mantenimiento; cabe indicar que existe la ventaja de que Roberto es empleado de esta empresa, por lo tanto recomiendo que este proyecto sea desarrollado por él.

Por la favorable atención que se digne en dar a la presente, anticipo mi agradecimiento,

Atentamente,

Carlos Almeida  
GERENTE DE MANTENIMIENTO  
Vuelos Internos Privados VIP S. A.



Administración y Ventas Quito Av. Amazonas 7797 y Juan Holguín Telf.: 3301 080 / 3301 521 / 3960 600  
Operaciones y Mantenimiento Quito Av. Amazonas N49-225 y Juan Holguín Telf.: 3301 080  
Terminal VIP S.A. Aeropuerto Quito Reservas PBX: 1800 VIP-VIP / 09 9662 - 408 / 09 9730 - 124  
Terminal VIP S.A. Aeropuerto Salinas Reservas PBX: (04) 2688 - 580 / 09 9660 - 638 / 09 9891 - 444 Operaciones: 2395 - 907  
Terminal VIP S.A. Aeropuerto Coca Reservas PBX: (06) 2881 - 452 / (06) 2881 - 453  
Terminal VIP S.A. Aeropuerto Lago Agrio Reservas PBX: (06) 2830 - 333 / (06) 2831 - 141

www.vipec.com



#### **5.4. FACTIBILIDAD OPERACIONAL**

- De acuerdo a las Job Instruction Cards (JIC) del avión Dornier 328-100, según las ATA's No. 12-13-00 "Tires and landing gear replenishment – Material and aircraft handling", 12-19-00 "Oxygen system servicing – Material and aircraft handling" y 12-19-01 "Oxygen system – servicing", se refieren al uso de un transportador de oxígeno o nitrógeno como un "Support Equipment" (Equipo de apoyo) necesario para las mencionadas tareas de mantenimiento.
- De igual manera el Illustrated Tool and Equipment Manual (ITEM), de esta aeronave, menciona al "Oxygen trolley" y al "Nitrogen Service Cart", como parte del equipo de apoyo en tierra que el personal de mantenimiento debe poseer.

La creación de un proceso más adecuado para el registro de los cilindros que la empresa usa, así como también de su identificación al encontrarse llenos o vacíos es factible dado que para este proceso el mismo personal de mantenimiento puede encontrar la vía mas eficiente y de esta manera desarrollar mejor sus actividades.

La revisión del MGM en el capítulo de manejo de gases comprimidos ha de ser enfocado en este proyecto como un alcance del mismo dado que para llevarse a cabo se necesita la participación tanto de los representantes de la empresa como de la Autoridad Aeronáutica que rige en nuestro país.

#### **5.5. FACTIBILIDAD ECONÓMICA**

Para concluir que nuestro carro transportador es factible se incluye una lista de precios aproximada de los elementos necesarios para construirlo y equiparlo con todo el material adicional que se ha de incluir.

Tabla 5.1. Lista de precios

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
Materia prima para estructura	N/A	150
Bisagras	6	10
Herramientas y máquinas	N/A	80
Ruedas guías	4	80
Ruedas fijas	4	96
Llaves mixtas	KIT	25
Acople para inflado de llantas	1	25
Manguera de presión	2	50
Manómetros	4	50
Guantes quirúrgicos	CAJA	12
Gafas de seguridad industrial	2	34
Llaves allen	KIT	10
Acople para amortiguadores	2	25
Mano de obra de construcción	N/A	100
Gastos varios imprevistos	N/A	60
Diseño del transportador a computadora	N/A	30
Diseño Señalética	N/A	20
<b>TOTAL</b>	<b>-</b>	<b>857</b>

Fuente: Investigación documental

Elaborador por: Roberto Tobar

## **ANEXO B:**

Ubicación del cilindro de oxígeno



Fuente: Bodega empleados de limpieza

Elaborado por: Roberto Tobar

## **ANEXO C:**

Ubicación del cilindro de nitrógeno



Fuente: Bodega de almacenamiento de llantas

Elaborado por: Roberto Tobar

#### **ANEXO D:**

Estado actual de la rampa de acceso a los cilindros de nitrógeno



Fuente: Bodega de almacenamiento de llantas  
Elaborado: Roberto Tobar

#### **ANEXO E:**

Carro transportador único



Fuente: Instalaciones VIP S.A.  
Elaborado por: Roberto Tobar



## ANEXO F:

### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

#### FICHA DE OBSERVACIÓN AL PERSONAL TÉCNICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE VIP S.A.

##### DATOS INFORMATIVOS:

**CARRERA:** MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

**Lugar:** Quito – Ecuador (Instalaciones de Mantenimiento VIP S.A.)

**Fecha:** 12-11-2009

**Observador:** Roberto Tobar

##### OBJETIVOS:

- Observar el desenvolvimiento del personal técnico de la empresa al desempeñar tareas de mantenimiento referentes al uso de gases comprimidos.
- Observar la disposición, estado actual y existencia del material y equipo necesario para las mencionadas tareas.

##### OBSERVACIONES:

Las tareas de mantenimiento que se relacionan al uso de recipientes de gas comprimido (oxígeno y nitrógeno) se las realiza conforme estipulan las cartas de trabajo, sin embargo se encuentran discrepancias en la manera de almacenar (inadecuada), en el método de identificación de los recipientes (inexistente), accesibilidad (deficiente), transporte (no ofrece solvencia en cuanto a seguridad y ergonomía) razón por la cual se ve que dar una respuesta a este problema mejoraría las operaciones del departamento de mantenimiento y consecuentemente la de sus aeronaves.

**Jefe de Mantenimiento VIP S.A.**

**Sr. Roberto Tobar**



## ANEXO G:

### ENCUESTA PARA PERSONAL TÉCNICO DEL AREA DE MANTENIMIENTO DE VIP S.A.

#### DATOS INFORMATIVOS:

**CARRERA:** MECÁNICA AERONÁUTICA – MOTORES

**Lugar:** Quito – Ecuador (Instalaciones de Mantenimiento VIP S.A.)

**Fecha:** 16-11-2009

**Encuestador:** Roberto Tobar.

#### ENCUESTA PARA LOS AEROTECNICOS DEL AREA DE MANTENIMIENTO.

**Objetivo:** Indagar sobre el criterio de los aerotécnicos que trabajan en el área de mantenimiento de aviones Dornier 328-100 acerca del mejoramiento de los procesos de mantenimiento en la empresa.

Jefe de Mantenimiento VIP S.A.

Sr. Roberto Tobar

## ANEXO H:

### INSTITUTO TECNOLOGICO SUPERIOR AERONAUTICO I.T.S.A.

#### ENCUESTA PARA EL PERSONAL TECNICO DE MANTENIMIENTO DE VIP S.A.

No sin antes agradecerle la colaboración prestada al responder esta encuesta, y así contribuir con información valiosa para la realización del trabajo de graduación; pido por favor, tomarse el tiempo necesario y encerrar en un círculo el literal correspondiente a la respuesta que usted escoja.

1. ¿Ha realizado alguna vez, servicio de oxígeno o nitrógeno en cualquier componente del avión que se relacione con su uso?
  - A. Si
  - B. No
  
2. En su opinión, ¿cómo calificaría el proceso de serviciado de oxígeno y nitrógeno que realiza el personal técnico de mantenimiento de la empresa?
  - A. Bien realizado
  - B. Se lo realiza, pero suelen omitirse pasos
  - C. No se cumplen los procedimientos
  
3. ¿Cree que la empresa posee todo el material, herramienta y/o equipo necesario para realizar las tareas antes mencionadas?
  - A. Si
  - B. No
  
4. ¿Qué opinión tiene sobre el estado actual del material, herramienta y equipo mencionado en la pregunta anterior?
  - A. Excelente estado.
  - B. Buen estado, pero se lo puede mejorar
  - C. Mal estado, es imperativa su renovación
  
5. ¿Conoce usted la forma actual de almacenar e identificar los recipientes de gases comprimidos llenos y vacíos que la empresa utiliza?, ¿se podría mejorar este registro?
  - A. Conozco el proceso, y está muy bien
  - B. Lo conozco pero podría mejorarse



- C. No sé como se realiza este registro
6. Considerando que el almacenamiento y transporte de estos recipientes constituyen un gran aporte a la seguridad de las operaciones de nuestras aeronaves, ¿piensa que sería útil una actualización del MGM, en la sección “Manejo de recipientes de gases comprimidos”; la cual permita estandarizar los procedimientos antes mencionados?
- A. Sería útil una revisión en el MGM.
  - B. No sería de utilidad.
7. De ser posible, ¿piensa que designar un espacio físico específico y bien señalizado para almacenar los cilindros de oxígeno y nitrógeno que posee la empresa, ayudaría al orden y organización del material necesario para mantenimiento de las aeronaves?
- A. Sería un buen aporte
  - B. No ayudaría
8. ¿Cree que el transportador de los cilindros de gas, que actualmente posee la empresa, ofrece garantías tanto de seguridad como de ergonomía para realizar el trabajo?
- A. Si ofrece las garantías de seguridad
  - B. Se puede mejorar con el equipo adecuado
9. Si se pudiera incluir todo el material necesario para realizar el servicio tanto de oxígeno como de nitrógeno de la aeronave en un mismo carro transportador; ¿cree que el trabajo sería realizado más rápido y de forma más eficiente?
- A. Sí
  - B. No.
10. ¿Qué herramientas o materiales incluiría usted a su criterio dentro de este carro transportador?
- A. Conjunto de mangueras y manómetros.
  - B. Llaves mixtas de medidas específicas, necesarias para la tarea
  - C. Teflón
  - D. Acoples para servir amortiguadores
  - E. Acoples para inflado de llantas
  - F. Llaves de pico
  - G. Cartas de trabajo

- H. Guantes quirúrgicos
- I. Desinfectante para manos
- J. Gafas de seguridad industrial
- K. Cinta adhesiva
- L. \_\_\_\_\_
- M. \_\_\_\_\_
- N. \_\_\_\_\_
- O. \_\_\_\_\_

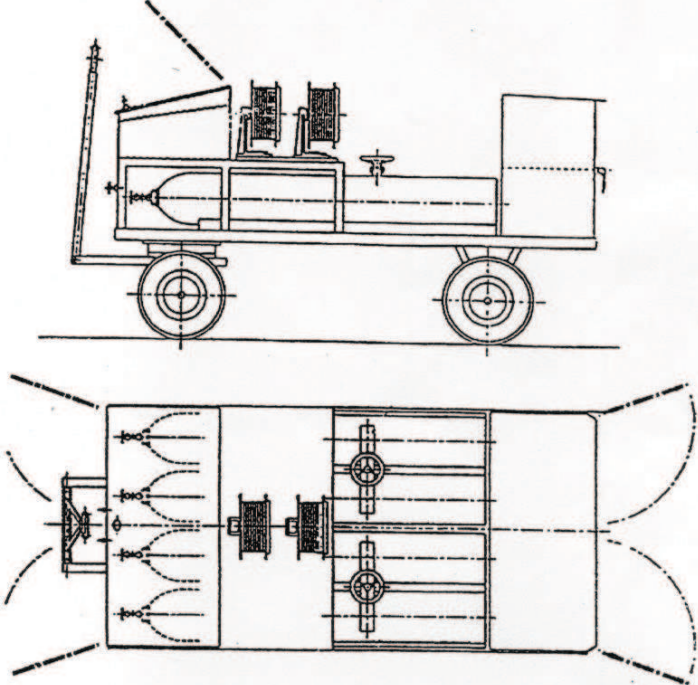
11. ¿Cree que sería apropiado tener un transportador para cada recipiente de gas comprimido, es decir, uno para transportar oxígeno y otro para nitrógeno?

- A. Si, sería más adecuado.
- B. No serviría

ANEXO I:

NITROGEN SERVICE CART

Dornier 328  
 Illustrated Tool and Equipment Manual

NITROGEN SERVICE CART		
<b>Part Number:</b> SC-11	<b>Manufacturer:</b> D2029 HYDRO GERÄTEBAU	<b>GSE Number</b> <b>12.3.01A</b>
<b>Task:</b> CHARGING OF SHOCK STRUTS AND HYDRAULIC ACCUMULATORS AND FOR FILLING TYRES	<b>Effectivity:</b> 328P 328J	<b>Chapter:</b> 12-12-20/-30/-32 12-13-10/-30/-32/-40/-42
		
<b>Technical Data:</b> PRESSURE RANGE: LOW: (0-2900 PSI) 0-200 bar HIGH: (24-4351 PSI) 1.7-300 bar DIMENSIONS: 2300x1000x1160 mm (90 x 40 x 46 in) WEIGHT: ..... kg	<b>Comments:</b> TRANSPORT CART WITH: USED WITH: GSE 12.3.02 -4 WHEELS -4 NITROGEN SUPPLY BOTTLES GSE 12.3.02A INCORPORATED	

CHAPTER 12

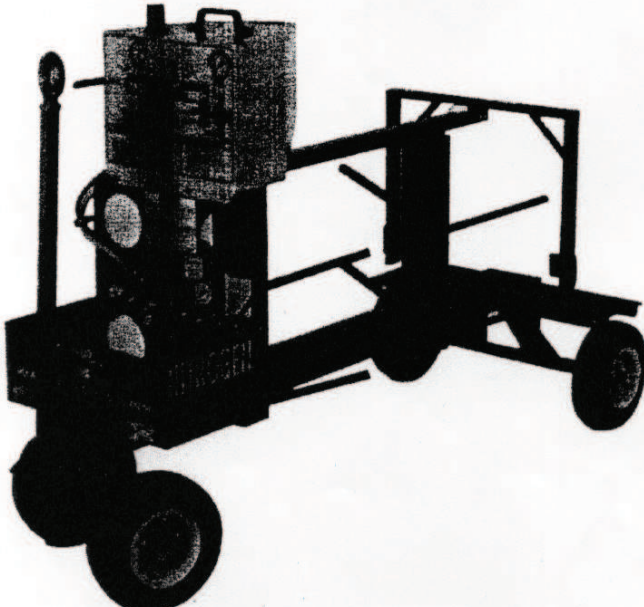
Page 2  
 Nov 20/01

Fuente: Biblioteca técnica VIP S.A.  
 Elaborado por: Roberto Tobar

ANEXO J:

NITROGEN SERVICE CART

Dornier 328  
 Illustrated Tool and Equipment Manual

NITROGEN SERVICE CART		
<b>Part Number:</b> 12-3104-0000-A	<b>Manufacturer:</b> 59603 TRONAIR	<b>GSE Number</b> <b>12.3.01B</b>
<b>Task:</b> CHARGING OF SHOCK STRUTS AND HYDRAULIC ACCUMULATORS AND FOR FILLING TYRES	<b>Effectivity:</b> 328P 328J	<b>Chapter:</b> 12-12-20/-30/-32 12-13-10/-30/-32/-40/-42
		
<b>Technical Data:</b> PRESSURE RANGE: LOW: (0.2-34.5 bar) 3-500 PSI HIGH: (1.7-276 bar) 25-4000 PSI DIMENSIONS: 1854 x 838 x 940 mm (73 x 33 x 37 in) WEIGHT: (270 lbs) 122 kg (GSE 12.3.02B INCLUDED WITHOUT BOTTLES)	<b>Comments:</b> TRANSPORT CART WITH: -WITH NITROGEN MANIFOLD -LOW AND HIGH PRESSURE REGULATORS -NITROGEN BOOSTER: 4000 PSI -4 BOTTLE CAPACITY NITROGEN SUPPLY BOTTLES NOT INCLUDED	<b>USED WITH:</b> GSE 12.3.02

CHAPTER 12

Page 3  
 Nov 20/01

Fuente: Biblioteca técnica VIP S.A.

Elaborado por: Roberto Tobar

ANEXO K:

OXYGEN TROLLEY

Dornier 328  
Illustrated Tool and Equipment Manual

OXYGEN TROLLEY

Part Number:  
12-3104-0000-A2

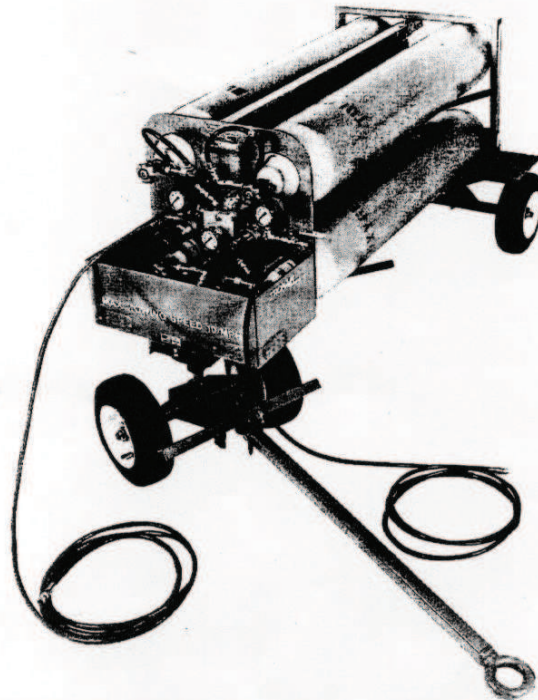
Manufacturer: 59603  
TRONAIR

GSE Number  
**35.3.01A**

Task:  
CHARGING OF OXYGEN SYSTEM

Effectivity:  
328P  
328J

Chapter:  
12-19-01



**Technical Data:**  
DIMENSIONS:  
(73x33x37 in) 838x1854x940 mm  
EMPTY WEIGHT: (225 lbs) 102 kg

**Comments:**  
WITH 4 WHEELS;  
WITH 4 OXYGEN CYLINDERS  
(Do228 STATE 12.3.01A)

TRANSPORT CART; TOWABLE  
USED WITH: GSE 35.3.02

CHAPTER 35

Page 1  
Mar 20/00

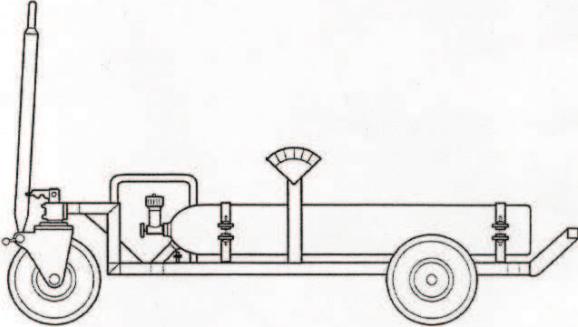
Fuente: Biblioteca técnica VIP S.A.  
Elaborado por: Roberto Tobar

# ANEXO L:

## OXYGEN TROLLEY

**Dornier 328**  
**Illustrated Tool and Equipment Manual**

OXYGEN TROLLEY		
<b>Part Number:</b> SC 04/2	<b>Manufacturer:</b> D2029 HYDRO GERÄTEBAU	<b>GSE Number</b> <b>35.3.01B</b>
<b>Task:</b> CHARGING OF OXYGEN SYSTEM	<b>Effectivity:</b> 328P 328J	<b>Chapter:</b> 12-19-01



<b>Technical Data:</b> DIMENSIONS: 2500x1145x800 mm (99 x 45 x 32 in) WEIGHT: ..... kg	<b>Comments:</b> -WITH 3 WHEELS -WITH 2 OXYGEN CYLINDERS (Do228 STATE 12.3.01B)	TRANSPORT CART; TOWABLE USED WITH: GSE 35.3.02
---	--	---

**CHAPTER 35**

Page 1a|  
Nov 20/01

Fuente: Biblioteca técnica VIP S.A.  
Elaborador por: Roberto Tobar

# ANEXO M

## JIC 12-13-00

Página 1 de 5

D1-12-13-00-500-801-A01-001

### TIRES AND LANDING GEAR REPLENISHMENT - MATERIAL AND AIRCRAFT HANDLING

#### 1. References

##### Data Modules

##### Chapter 32

00-30-32-500-YYY-YYY

12-12-00-500-YYY-YYY

12-13-10-610-YYY-YYY

12-13-32-610-YYY-YYY

12-13-42-610-YYY-YYY

##### Publications

#### 2. Required Persons

1

#### 3. Support Equipment

None

#### 4. Supplies

##### A. Consumable Material

Mat. No. 02-001 Hydraulic fluid

Mat. No. 05-071 Nitrogen

##### B. Expendable Parts

None

#### 5. Required Conditions

#### 6. Safety Conditions

#### 7. Procedure

##### A. General

This section provides servicing information and the general replenishment procedures for the tires, and the nose and main landing gear.

The procedures and information are broken down into:

- o Tires for condition, pressure check and inflation  
( 12-13-10-610-YYY-YYY )
- o Main landing-gear shock-strut - Replenishment with aircraft on jacks

file://C:\Documents and Settings\mantenimiento.vipsa\Escritorio\MANUALES\CAM... 28/04/2010

Fuente: Manual Multimedia CAMSIS Dornier 328-100

Elaborado por: Roberto Tobar

( 12-13-32-610-YYY-YYY)

- o Nose landing-gear shock-strut - Replenishment with aircraft on jacks ( 12-13-42-610-YYY-YYY).

This section also provides general information on:

- o Material specification and system/component capacities
- o General safety precautions and maintenance practices
- o Short description of the tires, and the landing gear shock struts.

A full description and operation of these components is provided in Chapter 32 - LANDING GEAR.

#### B. Material Specification and System/Component Capacities

The aircraft landing gear system is filled with (Mat. No. 05-071 dry nitrogen) and (Mat. No. 02-001 hydraulic fluid). The characteristics of this mineral-based hydraulic fluid is provided in 12-12-00-500-YYY-YYY. The tires are filled with (Mat. No. 05-071 dry nitrogen).

#### C. General Safety Precautions

Obey the general safety precautions when you work on the aircraft ( 00-30-32-500-YYY-YYY). Before you start the servicing procedures or any maintenance practice make sure you fully understand these personnel and technical safety precautions.

##### (1) Personnel Safety Precautions

- (a) OBEY THE PERSONNEL SAFETY PRECAUTIONS ( 12-12-00-500-YYY-YYY).
- (b) LET THE BRAKES AND THE WHEELS BECOME COOL BEFORE YOU GO NEAR THE LANDING GEAR.
- (c) DO NOT INFLATE HOT TIRES WITH COLD NITROGEN AS THIS MAY CAUSE THE TIRE TO BURST.
- (d) STAND AT AN ANGLE OF 90° TO THE CENTERLINE OF THE AXLE WHEN YOU INFLATE THE TIRES. A TIRE NORMALLY BURSTS ALONG THE BEAD.
- (e) FOLLOW THE DESCRIBED PROCEDURE STEPS. SHORT CUTS MAY BE DANGEROUS OR CAUSE DAMAGE.
- (f) IF YOU GET BRAKE DUST ON YOUR SKIN, WASH THE SKIN WITH SOAP

file://C:\Documents and Settings\mantenimiento.vipsa\Escritorio\MANUALES\CAM... 28/04/2010

Fuente: Manual Multimedia CAMSIS Dornier 328-100

Elaborado por: Roberto Tobar



AND WATER UNTIL ALL CONTAMINATION IS REMOVED.

- (g) WHEN YOU LET PRESSURIZED AIR, GAS OR FLUID OUT OF A VESSEL, DO NOT STAND IN A DIRECT LINE WITH THE VALVE.
- (h) HIGH PRESSURE AIR OR GAS THAT IS POINTED DIRECTLY ONTO THE SKIN IS DANGEROUS. THIS CAN CAUSE AIR BUBBLES IN YOUR BLOOD WHICH WILL KILL YOU.

(2) Technical Safety Precautions

- (a) OBEY THE TECHNICAL SAFETY PRECAUTIONS ( 12-12-00-500-YYY-YYY).
- (b) DO NOT OVERFILL OR OVERPRESSURIZE SYSTEMS OR COMPONENTS AS THIS WILL CAUSE DAMAGE.
- (c) MAKE SURE THE AREA AROUND THE AIRCRAFT IS CLEAR OF PERSONS AND EQUIPMENT WHEN THE AIRCRAFT IS ON THE GROUND AND:
  - o YOU LET THE PRESSURE OUT OF THE SHOCK STRUT OR
  - o YOU PRESSURIZE THE SHOCK STRUT, AS THE AIRCRAFT WILL MOVE.
- (d) AT TEMPERATURES ABOVE 500 °F, THE TIRE INNER LINER PRODUCES ISOPRENE GAS. THIS GAS IS HIGHLY VOLATILE AND CAN AUTO-IGNITE WITH A CONCENTRATION OF ONLY 11.25 PERCENT OXYGEN. THEREFORE, ALL BRAKED AIRCRAFT TIRES MUST BE INFLATED WITH NITROGEN, OF AT LEAST 95 PERCENT PURITY.

(3) Short Description

(a) General

The conventional tricycle-type landing gear is hydraulically powered. The nose landing gear retracts in a forward direction and the two main landing gears retract sideways into the lower fuselage center section. The aircraft main and the nose landing gear is supplied with twin wheels and tires.

(b) Tires and Wheels

The nose landing gear tires are of the tubeless type and are installed on 8 inch split rim wheels.

The tire inflation valve can be removed and replaced when the wheel and tire

file://C:\Documents and Settings\mantenimiento.vipsa\Escritorio\MANUALES\CAM... 28/04/2010

Fuente: Manual Multimedia CAMSIS Dornier 328-100  
Elaborado por: Roberto Tobar

is fully assembled without the use of special tools. Each nose gear wheel has an overinflation safety valve to prevent explosive fragmentation of the wheel if the tire is inflated more than the specified limit.

A tire change counter found on the flat area of the wheel flange is provided for the necessary stamp mark and indicates the number of tire changes.

The main landing gear tires are installed on 10 inch "C-Type" wheels. To allow aircraft operation from different types of airfield, two types of tubeless tires can be installed on the main gear wheels:

- o normal flotation
- or
- o high flotation.

The tire inflation valve can be removed and replaced when the wheel and tire is fully assembled without the use of special tools. Each main gear wheel has an overinflation safety valve and a tire change counter.

(4) Landing Gear The steerable nose landing gear has these main mechanical components:

- o shock strut
- o steering mechanism
- o towing device
- o jacking point
- o drag brace with downlock mechanism
- o door drive mechanism.

The main landing gear has these main mechanical components:

- o shock strut with trailing arm and wheel axle
- o side strut with downlock mechanism
- o door drive linkage.

The nose and main gear shock struts are filled with hydraulic fluid and dry nitrogen and absorb and dissipate the energy that is transmitted through the tires during taxiing, takeoff and landing. The three phases of operation are:

- o Fully Extended  
When the shock strut is fully extended, the compressed nitrogen in the shock strut exerts a force on the upper chamber area. This together with hydraulic fluid in the lower chamber maintains the shock strut in the fully extended condition when no external pressure is applied.

file://C:\Documents and Settings\mantenimiento.vipsa\Escritorio\MANUALES\CAM... 28/04/2010

Fuente: Manual Multimedia CAMSIS Dornier 328-100  
Elaborado por: Roberto Tobar

- Compression Stroke

On compression of the shock strut, the upper chamber volume is decreased which causes the nitrogen pressure to increase. Hydraulic fluid flows under pressure from the lower chamber through a damping restrictor before it enters into the upper chamber. The compression stroke is terminated when the pressure between the upper and the lower chamber is equalized or the loading on the shock strut is absorbed.

- Extension Stroke

Extension begins when the applied load has been absorbed by the shock strut. The compressed nitrogen in the upper chamber forces the hydraulic fluid back through the restrictor to be damped before entry into the lower chamber. Extension ceases when the pressure in both upper and lower chamber is equalized or when the shock strut is fully extended to the limiting stop.

To make sure the shock struts are serviceable, it is important that they do not have leaks and that the hydraulic fluid level and nitrogen pressure is correct.

# ANEXO N

## JIC 12-19-00

Página 1 de 3

D1-12-19-00-500-801-A01-001

### OXYGEN SYSTEM SERVICING - MATERIAL AND AIRCRAFT HANDLING

#### 1. References

##### Data Modules

00-30-01-500-YYY-YYY

00-30-35-500-YYY-YYY

##### Publications

#### 2. Required Persons

1

#### 3. Support Equipment

None

#### 4. Supplies

##### A. Consumable Material

Mat. No. 05-072 Oxygen

##### B. Expendable Parts

Ref. No.

#### 5. Required Conditions

#### 6. Safety Conditions

#### 7. Procedure

##### A. General

This subsection gives information on the replenishment procedures for the oxygen system.

The system supplies the passengers and the crew with gaseous breathing oxygen.

The oxygen stowage compartment with filler valve is found in the rear RH main landing gear fairing and is accessed through door 136-AV.

##### B. Material Specifications

The passenger and crew oxygen system must only be filled with aviator's gaseous breathing oxygen (GOX) of MIL-0-27210, TYPE 1 STANDARD (Mat. No. 05-072).

##### C. General Safety Precautions

file://C:\Documents and Settings\mantenimiento.vipsa\Escritorio\MANUALES\CAM... 28/04/2010

Fuente: Manual Multimedia CAMSIS Dornier 328-100  
Elaborado por: Roberto Tobar

Obey the general safety precautions when you work on the aircraft ( 00-30-01-500-YYY-YYY).

Obey the oxygen system safety precautions when you do the maintenance procedures ( 00-30-35-500-YYY-YYY).

Before you start the oxygen replenishment procedures, make sure you fully understand the human and technical safety precautions.

(1) Human Safety Precautions

- (a) KEEP ALL HYDROCARBONS (FUELS, LUBRICANTS, ETC.) AWAY FROM ALL SOURCES OF OXYGEN. OXYGEN BECOMES EXPLOSIVE NEAR HYDROCARBONS.
- (b) CLEAN THE TOOLS AND MAKE SURE YOUR HANDS ARE CLEAN TO PREVENT CONTAMINATION OF THE OXYGEN SYSTEM.
- (c) ONLY AUTHORIZED PERSONS ARE PERMITTED TO REPLENISH THE OXYGEN SYSTEM.
- (d) MAKE SURE THERE IS NO SMOKING, FLAME OR FLAMMABLE MATERIAL IN A RADIUS OF 20 m (66 ft) OF THE OXYGEN CHARGING STATION.
- (e) MAKE SURE THE WORK AREA IS CLEAN AND WELL VENTILATED BEFORE YOU DO THE REPLENISHMENT PROCEDURE.
- (f) THE DORNIER 328 IS DELIVERED WITH GREEN-COLORED OXYGEN BOTTLE(S). DUE TO DIFFERENT NATIONAL STANDARDS, IF THE BOTTLE(S) HAS (HAVE) BEEN REPLACED, IT(THEY) CAN BE OF A DIFFERENT COLOR. ALWAYS MAKE SURE YOU INSTALL BOTTLE(S) THAT CONTAIN THE SPECIFIED TYPE OF BREATHING OXYGEN.

(2) Technical Safety Precautions

- (a) PREVENT ALL MAINTENANCE PROCEDURES ON THE AIRCRAFT (REFUELING, REPAIR OF FUEL AND HYDRAULIC SYSTEMS).
- (b) USE ONLY THE EQUIPMENT WHICH IS SPECIALLY RESERVED FOR THE OXYGEN SYSTEM.
- (c) PREVENT CONNECTION/DISCONNECTION OF THE ELECTRICAL/HYDRAULIC GROUND POWER.

file://C:\Documents and Settings\mantenimiento.vipsa\Escritorio\MANUALES\CAM... 28/04/2010

Fuente: Manual Multimedia CAMSIS Dornier 328-100  
Elaborado por: Roberto Tobar

- (d) MAKE SURE THE AIRCRAFT ELECTRICAL POWER IS SWITCHED OFF BEFORE YOU DO THE REPLENISHMENT PROCEDURE.
- (e) IF THE OXYGEN PRESSURE IS LESS THAN 350 kPa (3.5 bar/50 psig) FOR 2 HOURS OR MORE THE BOTTLE(S) MUST BE REMOVED AND TESTED.
- (f) THE OXYGEN BOTTLE MUST BE SENT TO AN AUTHORIZED SHOP TO BE PURGED AND TESTED.

## ANEXO O

### HOJA DE SEGURIDAD DEL OXÍGENO



## HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (MSDS)

### OXÍGENO INDUSTRIAL

**Nota :** Las especificaciones contenidas en esta hoja de seguridad aplican también para oxígeno gaseoso, oxígeno ultra alta pureza, oxígeno aviator, oxígeno extra seco, oxígeno grado cero, oxígeno de investigación.

#### 1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Nombre del producto : Oxígeno

Familia química : No aplica

Nombre químico : Oxígeno

Fórmula : O<sub>2</sub>

Sinónimos : No aplica

Usos : Usado en combinación con gas combustible para: Corte y soldadura oxiacetilénica, enderezado con llama, temple por llama, limpieza por llama, enriquecimiento de llamas en formas diversas (mezcla oxicombustible), acelera la quema de los gases combustibles para la obtención de una concentración mayor de calor.

Fabricante :

**AGA S.A.**

Quito: Av. Pedro Vicente Maldonado 10499

Tel.: 1 800 242 427; 02 2673 011; 04 2101 050 las 24 horas los 365 días del año.

#### 2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES

COMPONENTE	% MOLAR	NUMERO CAS	LIMITES DE EXPOSICIÓN
Oxígeno	99.5-99.999%	7782-44-7	TLV : No aplica

#### 3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS

##### Resumen de emergencia

Oxígeno es un gas incoloro y sin olor. Es aproximadamente 1.1 veces más pesado que el aire y ligeramente soluble en agua y alcohol. El oxígeno solo, no es inflamable, pero alimenta la combustión. El peligro físico más grave asociado con escapes de este gas se relaciona con su poder oxidante. Reacciona violentamente con materias combustibles y puede causar fuego ó explosión.

##### Efectos potenciales para la salud

**Inhalación :** Altas concentraciones de este gas (80% o más) ocasiona al individuo después de 17-24 horas de exposición congestión nasal, náuseas, mareo, tos, dolor de garganta, hipotermia, problemas respiratorios, dolor en el pecho y pérdida de la visión. Respirar oxígeno puro a presión baja puede causar daño a los pulmones; afecta al sistema nervioso causando mareo, mala coordinación, sensación de hormigueo, molestia en los ojos y oídos, contorciones musculares, pérdida del conocimiento y convulsiones.

**Otros efectos perjudiciales a la salud :** Ninguno.

**Carcinogenicidad :** El oxígeno no está listado por la NTP, OSHA, o IARC.

#### 4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS

OXÍGENO INDUSTRIAL - O<sub>2</sub> MSDS

PÁGINA 1 DE 6

Fuente: [www.aga.com.ec](http://www.aga.com.ec)  
Editado por: Roberto Tobar

**Inhalación:** Remueva la víctima al aire fresco, lo más pronto posible. En caso de presión elevada, reduzca la presión del oxígeno a una atmósfera. El médico debe ser avisado de la exposición a altas concentraciones de oxígeno. Personal profesionalmente entrenado debe suministrar ayuda médica como la resucitación cardio-pulmonar, si es necesario. No es apropiado suministrar oxígeno suplemental.

**5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO**

**Punto de inflamación :** No aplica.  
**Temperatura de auto ignición :** No aplica.  
**Límites de Inflamabilidad :**  
**Inferior (LEL):** No aplica. **Superior (UEL):** No aplica.  
**Sensibilidad de explosión a un impacto mecánico:** No aplica.  
**Sensibilidad de explosión a una descarga eléctrica:** No aplica.

**Riesgo general**  
 Gas no inflamable. El oxígeno acelera la combustión. Materiales combustibles y algunos no combustibles se queman fácil en ambientes ricos en oxígeno. Cuando los cilindros se exponen a intenso calor o llamas, se pueden romper violentamente.

**Medios de extinción**  
 El oxígeno no es inflamable, pero sí es comburente. Se pueden utilizar todos los elementos extintores conocidos.

**Instrucciones para combatir incendios**  
 Evacuar a todo el personal de la zona peligrosa. Si es posible, cerrar la válvula de oxígeno el cual alimenta el fuego. Inmediatamente enfriar los cilindros, rociándolos con agua desde un lugar distante. Cuando estén fríos, mover los cilindros del área del incendio, si ya no hay peligro.

Si un camión que transporta cilindros está involucrado en un incendio, AISLE un área de 800 metros (1/2 milla) a la redonda.

**Equipo contra incendios**  
 Los socorristas o personal de rescate deben contar como mínimo con un aparato de respiración autosuficiente y protección personal completa, a prueba de fuego.

**6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE ACCIDENTAL**

En caso de escape evacuar a todo el personal de la zona afectada (hacia un lugar contrario a la dirección del viento). Aisle un área de 25 a 50 metros a la redonda. Monitoree el área afectada para asegurarse que la concentración de oxígeno no excede el 23.5%. Asegurar la adecuada ventilación en el área para reducir el nivel de oxígeno. Prevenir la entrada de producto en las alcantarillas, sótanos, o cualquier otro lugar donde la acumulación pudiera ser peligrosa. Si es posible intente cerrar la válvula ó mueva el cilindro hacia un lugar ventilado. Elimine fuentes de calor, ignición y sustancias combustibles.

**7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO**

**Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros**

**Antes de uso:** Mueva los cilindros utilizando carro porta cilindros o montacargas. No los haga rodar, ni los arrastre en posición horizontal. Evite que se caigan o golpeen violentamente uno contra otro, o contra otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados, como por



ejemplo el baúl de un carro, camioneta o van. Para descargarlos del camión use rodillo de caucho.

**Durante su uso:** No use adaptadores, herramientas que generen chispas, ni caliente el cilindro para aumentar el grado de descarga del producto. No use aceites o grasas en los ajustadores o en el equipo de manejo de gas. Inspeccione el sistema para escapes usando agua y jabón. No intente encender objetos como alicates, destornilladores, palancas, etc. en la válvula, ya que puede dañarla, causando un escape. Use válvula de contención o de retroceso de llama para prevenir contraflujo peligroso al sistema. Usar un regulador para reducir la presión, al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de presión baja (<200 bar - 3000 psig). Jamés descargue el contenido del cilindro hacia ninguna persona, equipo, fuente de ignición, material incompatible, o a la atmósfera. Si el usuario experimenta alguna dificultad en el funcionamiento de la válvula del cilindro discontinuar el uso y llamar al fabricante. No ponga el cilindro como parte de un circuito eléctrico.

**Después de uso:** Cierre la válvula principal del cilindro. Marque los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACÍO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula. No deben ser reutilizados cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego. En estos casos notifique al proveedor, para recibir instrucciones.

**Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de los cilindros**

Almacene los cilindros en posición vertical. Separe los cilindros vacíos de los llenos. Para esto use el sistema de inventario "primero en llegar, primero en salir", para prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por un largo período de tiempo.

El área de almacenamiento debe encontrarse delimitada, con el fin de evitar el paso de personal no autorizado, que puedan manipular de forma incorrecta el producto. Los cilindros deben ser almacenados en áreas secas, frescas y bien ventiladas, lejos de áreas congestionadas o salidas de emergencia. Así mismo deben estar separados de materiales combustibles e inflamables por una distancia mínima de 6 metros (20 pies) o con una barrera de material no combustible por lo menos de 1.5 metros (5 pies) de alta, que tenga un grado de resistencia a incendios de media hora. El área debe ser protegida, con el fin de prevenir ataques químicos o daños mecánicos, como corte o abrasión sobre la superficie del cilindro.

No permita que la temperatura en el área de almacenamiento exceda los 54 °C (130 °F), ni tampoco que entre en contacto con un sistema energizado eléctricamente. Señalice el área con letreros que indiquen "PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO", "NO FUMAR", y con avisos donde se muestre el tipo de peligro representado por el producto. El almacén debe contar con un extinguidor de fuego apropiado (por ejemplo, sistema de riego, extinguidores portátiles). Los cilindros no deben colocarse en sitios donde hagan parte de un circuito eléctrico. Cuando los cilindros de gas se utilicen en conjunto con soldadura eléctrica, no deben estar puestos a tierra ni tampoco se deben utilizar para conexiones a tierra; esto evita que el cilindro sea quemado por un arco eléctrico, afectando sus propiedades físicas o mecánicas.

**B. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

**Controles de ingeniería**

Proporcionar ventilación natural o mecánica, para asegurarse de prevenir atmósferas por encima del 23.5% de oxígeno.

**Protección respiratoria**

Es necesario mantener el nivel de oxígeno por debajo del 19.5% o por encima del 23.5 %. En caso de emergencia (en atmósferas deficientes de oxígeno) se debe utilizar equipo autónomo de respiración (SCBA) o máscaras con mangueras de aire y de presión directa. Los respiradores purificadores de aire no proveen suficiente protección.

**Vestuario protector**

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes industriales, verificando que estos estén libres de aceite y grasa; cascos ajustables de seguridad y botas con puntera de acero.

#### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Densidad de gas a 0°C (32°F), 1 atm: 1.326 kg/m<sup>3</sup> (0.083 lb/pie<sup>3</sup>)

Punto de ebullición a 1 atm: -183.0°C (-297.4°F)

Punto de congelación / fusión a 1 atm: -218.8°C (-361.8°F)

pH: No aplica.

Peso específico (aire = 1) a 21.1°C (70°F): 1.105

Peso molecular: 32.00

Solubilidad en agua vol/vol a 0°C (32°F) y 1 atm: 0.0491

Grado de expansión: No aplica.

Grado de evaporación (nBuAc = 1): No aplica.

Olor umbral: No aplica.

Volumen específico del gas (lb/ft<sup>3</sup>): 12.1

Presión de vapor a 21.1°C (70°F): No aplica.

Coefficiente de distribución agua / aceite: No aplica.

Apariencia y color: Gas incoloro y sin olor a presión y temperatura normal.

#### 10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

##### Estabilidad

El oxígeno es un gas estable

##### Condiciones a evitar

Ninguna.

##### Incompatibilidad

Oxígeno es incompatible con materiales combustibles y materiales inflamables, hidrocarburos clorinados, hidrazina, compuestos reducidos de boro, éter, fosfamina, tribromuro de fósforo, trióxido de fósforo, tetrafluoretileno, y compuestos que forman peróxidos fácilmente. Oxígeno puede formar compuestos explosivos cuando es expuesto a materiales combustibles, aceite, grasas y otros materiales hidrocarburos.

##### Reactividad

a) Productos de descomposición : Ninguno

b) Polimerización peligrosa : Ninguna

#### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

En concentración y presión atmosférica el oxígeno no posee toxicidad peligrosa. Infantes prematuros expuestos a altas concentraciones de oxígeno pueden sufrir eventualmente daño a la retina el cual puede progresar a un desgarro de retina y ceguera. Los daños en la retina también se pueden presentar en adultos expuestos al 100% de oxígeno puro por largo tiempo (24 a 48 horas). La exposición a oxígeno a dos o más atmósferas causa toxicidad al sistema nervioso central (CNS). Los síntomas incluyen: náusea, vómito, mareo o vértigo, contorciones musculares, visión borrosa, pérdida de conocimiento y ataques. A tres atmósferas, CNS toxicidad ocurre en menos de dos horas. Finalmente, a seis atmósferas toxicidad ocurrirá en solamente pocos minutos.

Capacidad irritante del material: Producto no irritante

Sensitización a materiales: El producto no causa sensitización en humanos

#### Efectos al sistema reproductivo

**Habilidad mutable:** No aplicable  
**Mutagenicidad:** Hay datos reportados para oxígeno; estos datos han sido obtenidos en estudios que exponen tejido específico de animales a concentraciones relativamente altas (80%) de oxígeno.  
**Embriotoxicidad:** Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para el oxígeno.  
**Teratogenicidad:** Efectos teratogénicos en humanos han sido reportado después de inhalar 12 pph de oxígeno por 10 minutos durante las 26-29 semanas de embarazo; estos efectos incluyen anomalías de desarrollo del sistema cardiovascular del feto. Exposición de hamsters embarazadas a 3-4 atmósferas de 100% de oxígeno por periodos de 2-3 horas produjeron efectos teratogénicos en un número pequeño, pero significativo de fetos. Una cuarta parte de las madres embarazadas desarrollaron síntomas del sistema nervioso central.  
**Toxicidad Reproductiva:** Ningún efecto de toxicidad reproductiva ha sido descrito para oxígeno.

**12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

No se espera ningún efecto ecológico. El oxígeno no está identificado como contaminante marino por el D.O.T

**13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN**

Regrese los cilindros vacíos al fabricante, para que este se encargue de su disposición final de acuerdo a lo establecido por la normatividad ambiental.

**14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE**

Número de Naciones Unidas : UN 1072  
 Clase de peligro D.O.T : 2.2  
 Rotulo y etiqueta D.O.T : "GAS NO INFLAMABLE NO TOXICO"  
 Riesgo secundario D.O.T : "COMBURENTE" División 5.1  
 Contaminante marino : El producto no está identificado como un contaminante marino por el D.O.T



**Información especial de embarque:** Los cilindros se deben transportar en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros de gas comprimido en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y deben ser descartados.

**15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

Para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos se deben tener en cuenta los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN 2-266:2000.

La identificación de cilindros que contienen gases industriales, se encuentra reseñada en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN 0441:84.

**16. INFORMACIÓN ADICIONAL**

En las zonas de almacenamiento de cilindros se debe contar con la siguiente información de riesgos :

**Código NFPA**

**Salud :** 0 "No es peligroso para la salud"

**Inflamabilidad :** 0 "No arde"  
**Reactividad :** 0 "Estable"  
**Peligro específico :** "Oxidante"



**Tipo de Conexión:** CGA 540.

**Recomendaciones de material:** Cobre, bronce, aleaciones de níquel y acero inoxidable.

Este tipo de seguridad es propiedad exclusiva de AGA S.A.  
Prohibida su reproducción total o parcial, con fines comerciales,  
por parte de personas ajenas a esta compañía.

## ANEXO P

### HOJA DE SEGURIDAD DE NITRÓGENO

			
<b>HOJA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL (MSDS)</b>			
<b>NITRÓGENO COMPRIMIDO</b>			
<b>Nota:</b> Las instrucciones contenidas en esta tarjeta de emergencia aplican también para Nitrógeno purificado, Nitrógeno alta pureza, Nitrógeno ultra alta pureza, Nitrógeno grado cero.			
<b>1. PRODUCTO QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA</b>			
Nombre del producto : Nitrógeno Familia química : Gas inerte Nombre químico : Nitrógeno Fórmula : N <sub>2</sub> Sinónimos : No aplica Usos : Protección contra el fuego y explosiones, industria química y metalúrgica, procesamiento de aceites y grasas vegetales, mantenimiento de ambientes en atmósferas inertes para ciertos propósitos, limpieza y secado de focos en la fabricación de lámparas, secado y prueba en tuberías, en manipulación de soluciones para revelar películas de color, embalaje y almacenaje de productos susceptibles a pérdidas de calidad.  Fabricante : <b>AGA S.A.</b> Quito: Av. Pedro Vicente Maldonado 10499 Tel : 1 800 242 427; 02 2673 011; 04 2101 060 las 24 horas los 365 días del año.			
<b>2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES</b>			
<b>COMPONENTE</b>	<b>% MOLAR</b>	<b>NUMERO CAS</b>	<b>LIMITES DE EXPOSICIÓN</b>
Nitrógeno	99.995-99.999%	7727-37-9	TLV : Gas asfixiante simple
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS</b>			
<b>Resumen de emergencia</b> Nitrógeno es un gas inerte, incoloro, que no tiene olor. El peligro primordial a la salud asociado con escapes de este gas es asfixia por desplazamiento del oxígeno.			
<b>Efectos potenciales para la salud</b> <b>Inhalación:</b> Asfixiante simple. El nitrógeno no es tóxico pero puede causar asfixia al desplazar el oxígeno del aire. La exposición a una atmósfera deficiente de oxígeno (<19.5%) puede causar mareo, náusea, vómito, depresión, salivación excesiva, disminución de agudeza mental, pérdida de conocimiento y muerte. Exposición a atmósferas que contengan una cantidad de oxígeno menor al 10%, pueden causar pérdida del conocimiento sin dar aviso y tan rápidamente que el individuo no tendrá tiempo de protegerse. Movimientos convulsivos, colapso respiratorio, lesiones graves o muerte. <b>Otros efectos perjudiciales a la salud:</b> Ninguno.			
<b>Carcinogenicidad:</b> El nitrógeno no está listado por la NTP, OSHA, o IARC.			
<b>4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS</b>			
<b>Inhalación:</b> Llevar a la persona expuesta a altas concentraciones de nitrógeno al aire libre lo antes posible. Solamente personal profesionalmente entrenado debe suministrar oxígeno.			
NITRÓGENO COMPRIMIDO - N <sub>2</sub> MSDS		PAGINA 1 DE 6	

Fuente: [www.aga.com.ec](http://www.aga.com.ec)  
Editado por: Roberto Tobar

suplementario y/o resucitación cardio-pulmonar, de ser necesario. Obtener asistencia médica inmediatamente.

#### 5. MEDIDAS CONTRA INCENDIO

**Punto de inflamación :** No aplica.

**Temperatura de auto ignición :** No aplica.

**Límites de Inflamabilidad :**

**Inferior (LEL):** No aplica. **Superior (UEL):** No aplica.

**Sensibilidad de explosión a un impacto mecánico:** No aplica.

**Sensibilidad de explosión a una descarga eléctrica:** No aplica.

#### Riesgo general

Gas no inflamable. Cuando los cilindros se exponen a intenso calor o llamas, pueden romperse violentamente.

#### Medios de extinción

El nitrógeno no es inflamable, ni tampoco comburente. Se pueden utilizar todos los elementos extintores conocidos.

#### Instrucciones para combatir incendios

El nitrógeno es un asfixiante simple. Si es posible, remover los cilindros de nitrógeno del incendio o enfriarlos con agua desde un lugar seguro. Algunos de los cilindros están provistos de válvulas con discos de ruptura que permiten evacuar el contenido de gas cuando son expuestos a altas temperaturas. La presión en el cilindro puede aumentar debido al calentamiento y puede romperse si los dispositivos de alivio de presión llegaran a fallar.

Si un camión que transporta cilindros con nitrógeno esta involucrado en un incendio, AISLE un área de 800 metros (1/2 milla) a la redonda.

#### Equipo contra incendios

Los socorristas o personal de rescate deben contar como mínimo con un aparato de respiración autosuficiente y protección personal completa, a prueba de fuego.

#### 6. MEDIDAS CONTRA ESCAPE ACCIDENTAL

En caso de escape evacuar a todo el personal de la zona afectada (hacia un lugar contrario a la dirección del viento). Aísle un área de 25 a 50 metros a la redonda. Localizar y sellar la fuente de escape del gas. Dejar que el gas se disipe. Monitorear el área para comprobar los niveles de oxígeno. La atmósfera debe tener un mínimo de 19.5% de oxígeno antes de permitir el acceso del personal con aparatos de respiración autosuficiente. Eliminar posibles fuentes de ignición. Ventilador el área encerrada o mover el cilindro con fuga a un área ventilada. Escapes sin control deben ser atendidos por personal profesionalmente entrenado usando un procedimiento establecido previamente.

#### 7. MANEJO Y ALMACENAMIENTO

##### Precauciones que deben tomarse durante el manejo de cilindros

**Antes de uso:** Mueva los cilindros utilizando carro porta cilindros o montacargas. No los haga rodar, ni los arrastre en posición horizontal. Evite que se caigan o golpeen violentamente uno

contra otro, o contra otras superficies. No se deben transportar en espacios cerrados, como por ejemplo el baúl de un carro, camioneta o van. Para descargarlos del camión use rodillo de caucho.

**Durante su uso:** No use adaptadores, herramientas que generen chispas, ni caliente el cilindro para aumentar el grado de descarga del producto. Use válvula de contención o de retroceso de flama para prevenir contraflujo peligroso al sistema. Use un regulador para reducir la presión, al conectar el cilindro a tuberías o sistemas de presión baja (<200 bar - 3000 psig). Jamés descargue el contenido del cilindro hacia ninguna persona, equipo, fuente de ignición, material incompatible, o a la atmósfera. No use aceites o grasas en los ajustadores o en el equipo de manejo de gas. Inspeccione el sistema para escapes usando agua y jabón. No intente encajar objetos como alicates, destornilladores, palancas, etc, en la válvula, ya que puede dañarla, causando un escape. Si el usuario experimenta alguna dificultad en el funcionamiento de la válvula del cilindro discontinuar el uso y llamar al fabricante. No ponga el cilindro como parte de un circuito eléctrico.

**Después de uso:** Cierre la válvula principal del cilindro. Cierre firmemente las válvulas. Marque los cilindros vacíos con una etiqueta que diga "VACIO". Los cilindros deben ser devueltos al proveedor con el protector de válvula. No deben ser reutilizados cilindros que presenten fugas, daños por corrosión o que hayan sido expuestos al fuego. En estos casos notifique al proveedor, para recibir instrucciones.

**Precauciones que deben tomarse para el almacenamiento de los cilindros**

Almacene los cilindros en posición vertical. Separe los cilindros vacíos de los llenos. Para esto use el sistema de inventario "el primero en llegar, primero en salir", para prevenir que los cilindros llenos sean almacenados por un largo periodo. Use solo envases y equipo (tubería, válvulas, conectores, etc.) diseñado para almacenar nitrógeno. Los cilindros pueden ser almacenados al descubierto, pero en tal caso, deben ser protegidos contra la intemperie y humedad para prevenir moho.

El área de almacenamiento debe encontrarse delimitada, con el fin de evitar el paso de personal no autorizado, que puedan manipular de forma incorrecta el producto. Almacene lejos de áreas con mucho tráfico; de salidas de emergencia; áreas de procesamiento y producción; alejado de ascensores, salidas de edificio, cuartos, y de pasillos principales que lleven a salidas. El área debe ser protegida, con el fin de prevenir ataques químicos o daños mecánicos, como corte o abrasión sobre la superficie del cilindro. No permita que la temperatura en el área de almacenamiento exceda los 54 °C (130 °F), ni tampoco que entre en contacto con un sistema energizado eléctricamente. Señalice el área con letreros que indiquen "PROHIBIDO EL PASO A PERSONAL NO AUTORIZADO", "NO FUMAR", y con avisos donde se muestre el tipo de peligro representado por el producto. El almacén debe contar con un extinguidor de fuego apropiado (por ejemplo, sistema de riego, extinguidores portátiles). Los cilindros no deben colocarse en sitios donde hagan parte de un circuito eléctrico. Cuando los cilindros de gas se utilicen en conjunto con soldadura eléctrica, no deben estar puestos a tierra ni tampoco se deben utilizar para conexiones a tierra; esto evita que el cilindro sea quemado por un arco eléctrico, afectando sus propiedades físicas o mecánicas.

**B. CONTROLES DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL**

**Controles de ingeniería**

Proporcionar ventilación natural o mecánica, para asegurarse de prevenir atmósferas deficientes en oxígeno abajo del 19.5%.

**Protección respiratoria**

Usar equipo autónomo de respiración (SCBA) o máscaras con mangueras de aire, de presión directa si el nivel de oxígeno está por debajo del 19.5%. Los purificadores de aire no proveen suficiente protección.

**Vestuario protector**

Para el manejo de cilindros es recomendable usar guantes industriales, verificando que estos estén libres de aceite y grasa; gafas ajustables de seguridad y botas con puntera de acero.

#### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Densidad de gas a 0°C (32°F), 1 atm: 1.153 kg/m<sup>3</sup> (0.072 lbs/ft<sup>3</sup>)

Punto de ebullición a 1 atm: -195.8°C (-320.4°F)

Punto de congelación / fusión a 1 atm: -210°C (-345.8°F)

pH: No aplica.

Peso específico (aire = 1) a 21.1°C (70°F): 0.906

Peso molecular: 28.01

Solubilidad en agua vol/vol a 0°C (32°F) y 1 atm: 0.023

Grado de expansión: No aplica.

Grado de evaporación (nBuAc = 1): No aplica.

Olor umbral: No aplica.

Volumen específico del gas (ft<sup>3</sup>/lb) : 13.8

Presión de vapor a 21.1°C (70°F): No aplica.

Coefficiente de distribución agua / aceite: No aplica.

Apariencia y color: Gas incoloro y sin olor.

#### 10. REACTIVIDAD Y ESTABILIDAD

##### Estabilidad

El nitrógeno es un gas estable

##### Incompatibilidad

Neodimio, litio, zirconio y ozono pueden reaccionar con nitrógeno lentamente a temperatura ambiente (16°C). Calcio, estroncio, bario y titanio reaccionaran a altas temperaturas para formar nitritos.

##### Condiciones a evitar

Evite el contacto con material incompatible.

##### Reactividad

a) Productos de descomposición : Ninguno

b) Polimerización peligrosa : Ninguna

#### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

El nitrógeno es un asfixiante simple. En humanos se presentan los siguientes síntomas :

Concentración	Síntomas de exposición
12-16% Nitrógeno:	Respiración y grados del pulso aumenta, coordinación muscular es ligeramente alterada.
10-14% Nitrógeno:	Desajuste emocional, fatiga anormal, respiración perturbada.
6-10% Nitrógeno:	Nauseas y vómito, colapso o pérdida de conocimiento.
Abajo 6%:	Movimientos convulsivos, colapso de la respiración es posible y muerte.

Capacidad irritante del material: Producto no irritante

Sensitización a materiales: El producto no causa sensitización en humanos

Efectos al sistema reproductivo

Habilidad mutable: No aplicable



**Mutagenicidad:** Ningún efecto mutagénico ha sido descrito para nitrógeno.  
**Embriotoxicidad:** Ningún efecto embriotóxico ha sido descrito para nitrógeno.  
**Teratogenicidad:** Ningún efecto teratogénico ha sido descrito para nitrógeno.  
**Toxicidad Reproductiva:** Ningún efecto de toxicidad reproductiva ha sido descrito para nitrógeno.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

El nitrógeno compone cuatro quintos (78,03%) del volumen de aire en la atmósfera. El nitrógeno no puede considerarse como contaminante en sentido estricto, ya que no es tóxico, y se halla en atmósferas puras de modo natural.

No obstante el problema ambiental es el relativo al ciclo del  $N_2$ . La acumulación de nitratos en el subsuelo, por lixiviación, pueden incorporarse a las aguas subterráneas o bien ser arrastrados hacia los cauces y reservorios superficiales. En estos medios los nitratos también actúan de fertilizantes de la vegetación acuática, de tal manera que, si se concentran, puede originarse la eutrofización del medio. En un medio eutrofizado, se produce la proliferación de especies como algas y otras plantas verdes que cubren la superficie. Esto trae como consecuencia un elevado consumo de oxígeno y su reducción en el medio acuático, así mismo dificulta la incidencia de la radiación solar por debajo de la superficie. Estos dos fenómenos producen una disminución de la capacidad autodepuradora del medio y una merma en la capacidad fotosintética de los organismos acuáticos.

## 13. CONSIDERACIONES DE DISPOSICIÓN

Regrese los cilindros vacíos al fabricante, para que este se encargue de su disposición final de acuerdo a lo establecido por la normatividad ambiental.

## 14. INFORMACIÓN SOBRE TRANSPORTE

Número de Naciones Unidas : UN 1066

Clase de peligro D.O.T : 2.2

Rotulo y etiqueta D.O.T : GAS NO INFLAMABLE NO TOXICO

Contaminante marino : El producto no está identificado como un contaminante marino por el D.O.T

**Información especial de embarque:** Los cilindros se deben transportar en una posición segura, en un vehículo bien ventilado. El transporte de cilindros de gas comprimido en automóviles o en vehículos cerrados presenta serios riesgos de seguridad y deben ser descartados.



## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

Para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos se deben tener en cuenta los requerimientos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-ENEN 2-266:2000.

La identificación de cilindros que contienen gases industriales, se encuentra reseñada en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-ENEN 0441:84.

## 16. INFORMACIÓN ADICIONAL

En las zonas de almacenamiento de cilindros se debe contar con la siguiente información de riesgos :

**Código NFPA**

NITRÓGENO COMPRIMIDO -  $N_2$  MSDS



**Salud :** 1 "Ligeramente peligroso"

**Inflamabilidad :** 0 "No arde"

**Reactividad :** 0 "Estable"

**Salida de válvula :** CGA 580

**Recomendaciones de material :** Se puede usar materiales comunes.

Esta hoja de seguridad es propiedad exclusiva de AGA S.A.  
Prohibida su reproducción, total o parcial, con fines comerciales,  
por parte de personas ajenas a esta compañía.

## ANEXO Q

### AUTODESK INVENTOR

Autodesk Inventor es un paquete de modelado paramétrico de sólidos en 3D producido por la empresa de software Autodesk. Compite con otros softwares de CAD como SolidWorks, Pro/ENGINEER, CATIA y Solid Edge. Entró en el mercado en 1999, muchos años después que los antes mencionados y se agregó a las Series de Diseño Mecánico de Autodesk como una respuesta de la empresa a la creciente migración de su base de clientes de Diseño Mecánico en 2D hacia la competencia, permitiendo que los ordenadores personales ordinarios puedan construir y probar montajes de modelos extensos y complejos.

#### Funcionalidad

Autodesk Inventor se basa en técnicas de modelado paramétrico. Los usuarios comienzan diseñando piezas que se pueden combinar en ensamblajes. Corrigiendo piezas y ensamblajes pueden obtenerse diversas variantes. Como modelador paramétrico, no debe ser confundido con los programas tradicionales de CAD. Inventor se utiliza en diseño de ingeniería para producir y perfeccionar productos nuevos, mientras que en programas como Autocad se conducen solo las dimensiones. Un modelador paramétrico permite modelar la geometría, dimensión y material de manera que si se alteran las dimensiones, la geometría actualiza automáticamente basándose en las nuevas dimensiones. Esto permite que el diseñador almacene sus conocimientos de cálculo dentro del modelo, a diferencia del modelado no paramétrico, que está más relacionado con un “tablero de bocetos digitales”. Inventor también tiene herramientas para la creación de piezas metálicas.

Los bloques de construcción cruciales de Inventor son las piezas. Se crean definiendo las características, que a su vez se basan en bocetos (dibujos en 2D). Por ejemplo, para hacer un cubo simple, un usuario primero haría un boceto con forma de cuadrado y después utilizaría la herramienta *extrusión* para levantar el cuadrado y darle volumen, convirtiéndolo en el cubo. Si un usuario desea entonces agregar un eje que salga del cubo, podría agregar un boceto en la cara deseada, dibujar un círculo y después extruirlo para crear un eje. También pueden

utilizarse los planos de trabajo para producir los bocetos que se pueden compensar de los planos útiles de la partición. La ventaja de este diseño es que todos los bocetos y las características se pueden corregir más adelante, sin tener que hacer de nuevo la partición entera. Este sistema de modelado es mucho más intuitivo que en ambientes antiguos de modelado, en los que para cambiar dimensiones básicas era necesario generalmente suprimir el archivo entero y comenzar de cero.

Como parte final del proceso, las partes se conectan para hacer ensamblajes. Los ensamblajes pueden consistir en piezas u otros ensamblajes. Las piezas son ensambladas agregando restricciones entre las superficies, bordes, planos, puntos y ejes. Por ejemplo, si uno coloca un piñón sobre un eje, una restricción insertada podría agregarse al eje y el piñón haciendo que el centro del eje sea el centro del piñón. La distancia entre la superficie del piñón y del extremo del eje se puede también especificar con la restricción insertada. Otras restricciones incluyen *flush*, *mate*(acoplar), *insert* (insertar), *angle* (ángulo) y *tangent* (tangente).

Este método de modelado permite la creación de ensamblajes muy grandes y complejos, especialmente porque los sistemas de piezas pueden ser puestos juntos antes de que se ensamblen en el ensamblaje principal; algunos proyectos pueden tener muchos sub-ensamblajes parciales.

Inventor utiliza formatos específicos de archivo para las piezas (.IPT), ensamblajes (.IAM) y vista del dibujo (.IDW), pero el formato del archivo de AutoCAD .DWG puede ser importado/exportado como boceto.

Las últimas versiones de Inventor incluyen funcionalidades que poseían muchos modeladores 3D de mediano y alto nivel. Utiliza el Gestor de Formas (Shape Manager) como su kernel de modelaje geométrico, el cual pertenece a Autodesk y fue derivado del kernel de modelaje ACIS.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk\\_Inventor](http://es.wikipedia.org/wiki/Autodesk_Inventor)



## ANEXO R

### RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN ESTÁTICA DE LA ESTRUCTURA MEDIANTE AUTODESK INVENTOR

**Resultados**

***Fuerza y pares de reacción en restricciones***

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componentes (Fx,Fy,Fz)	Magnitud	Componentes (Mx,My,Mz)
Restricción fija:3	224,795 N	67,608 N	32642,240 N mm	-813,073 N mm
		214,130 N		640,709 N mm
		-10,523 N		-32625,822 N mm
Restricción fija:2	3191,057 N	-3189,489 N	30947,172 N mm	-7109,992 N mm
		-97,601 N		-17188,232 N mm
		-21,821 N		24733,382 N mm
Restricción fija:1	6469,799 N	3350,258 N	205177,389 N mm	-47728,468 N mm
		5207,852 N		-8519,699 N mm
		1874,124 N		199366,920 N mm
Restricción fija:4	7356,142 N	-228,377 N	1061736,812 N mm	293149,493 N mm
		7118,182 N		140305,619 N mm
		-1841,781 N		1010773,350 N mm

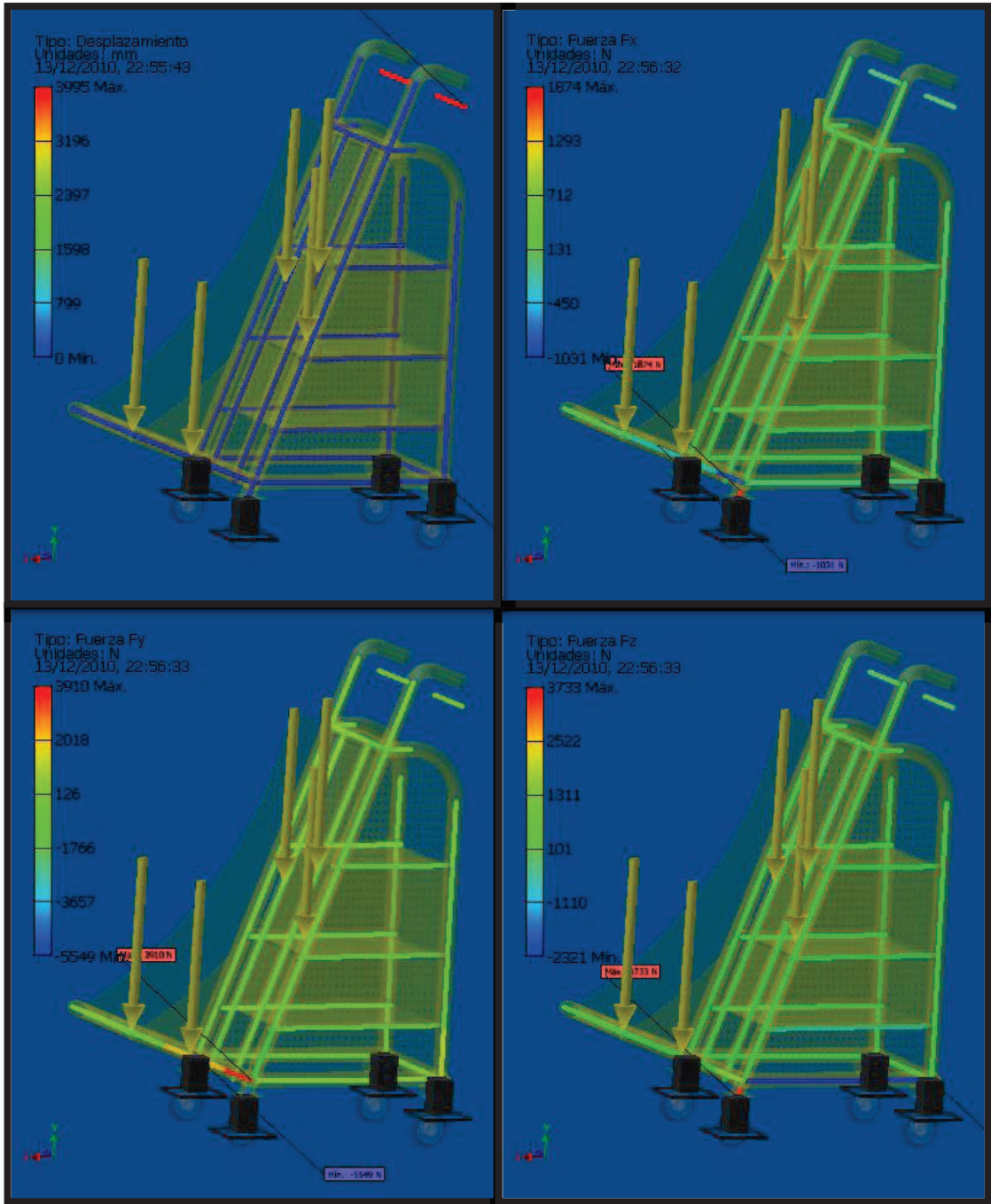
Fuente: Autodesk Inventor  
Elaborado por: Roberto Tobar

***Resumen de resultados estáticos***

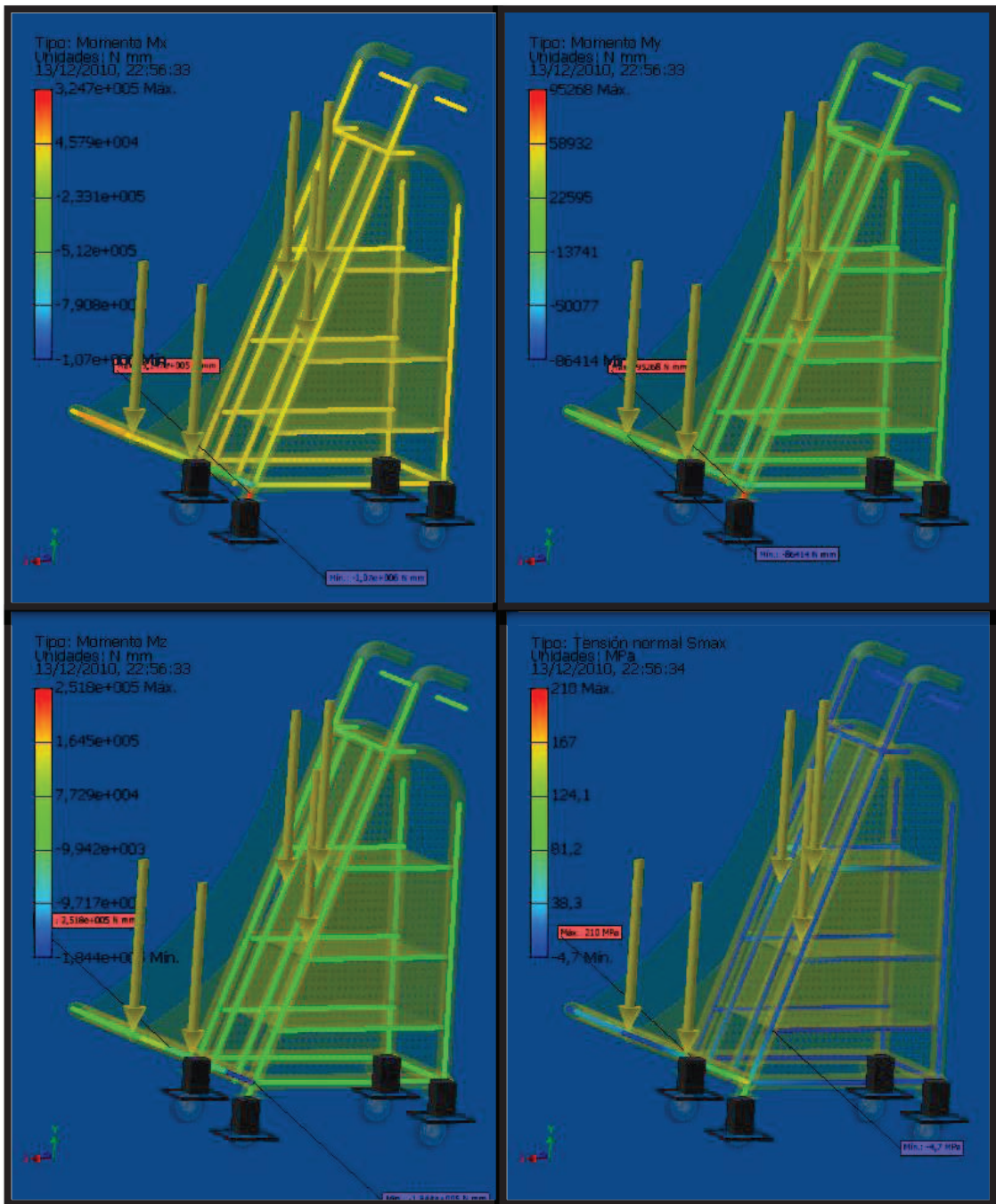
Nombre	Mínimo	Máximo
Desplazamiento		
Desplazamiento	0,000 mm	3994,509 mm

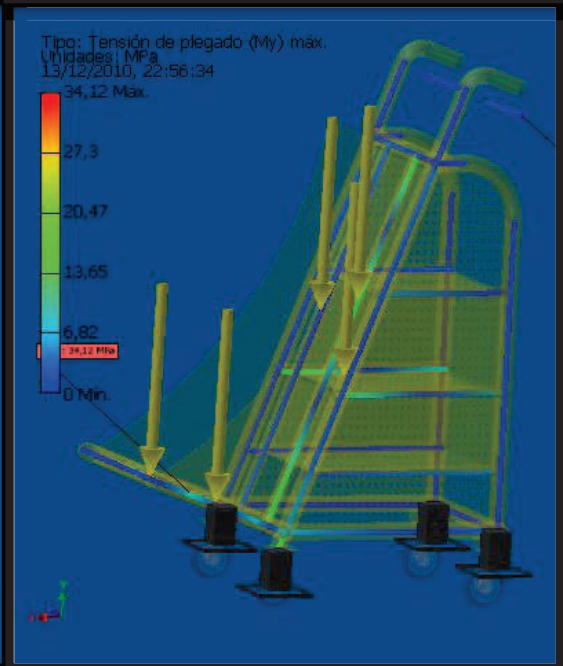
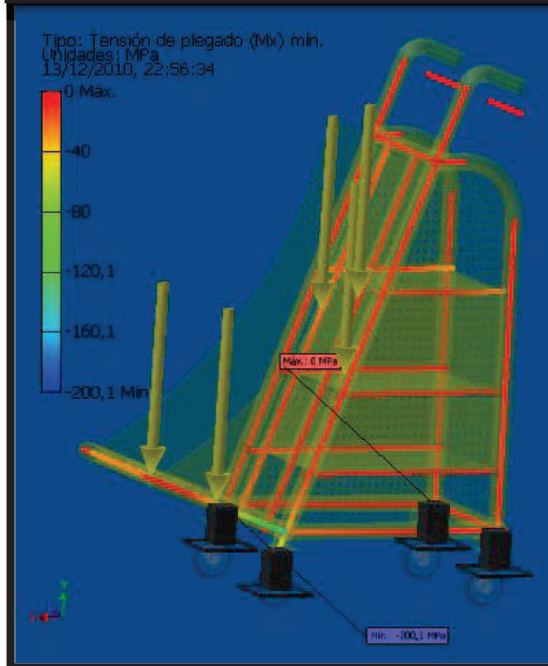
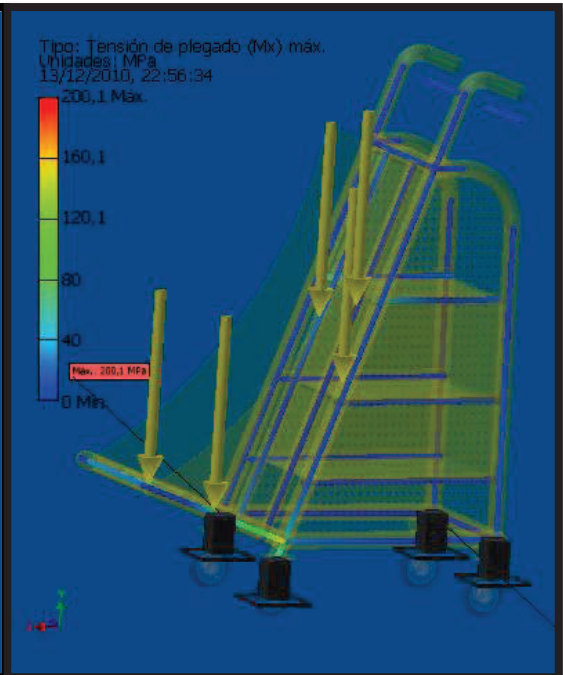
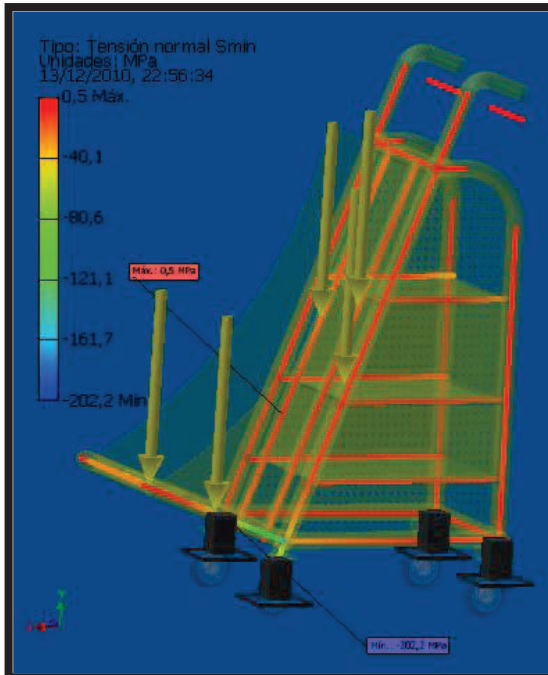
Fuerzas		
Fx	-1031,294 N	1874,124 N
Fy	-5548,896 N	3909,594 N
Fz	-2320,733 N	3732,556 N
Mx	-1069720,760 N mm	324673,711 N mm
My	-86413,723 N mm	95267,982 N mm
Mz	-184405,869 N mm	251752,964 N mm
Tensiones normales		
Smax	-4,675 MPa	209,965 MPa
Smin	-202,185 MPa	0,481 MPa
Smax(Mx)	0,000 MPa	200,115 MPa
Smin(Mx)	-200,115 MPa	-0,000 MPa
Smax(My)	-0,000 MPa	34,121 MPa
Smin(My)	-34,121 MPa	0,000 MPa
Saxial	-6,297 MPa	7,237 MPa
Tensión de corte		
Tx	-4,924 MPa	7,234 MPa
Ty	-21,419 MPa	15,091 MPa
Tensiones de torsión		
T	-17,249 MPa	23,548 MPa

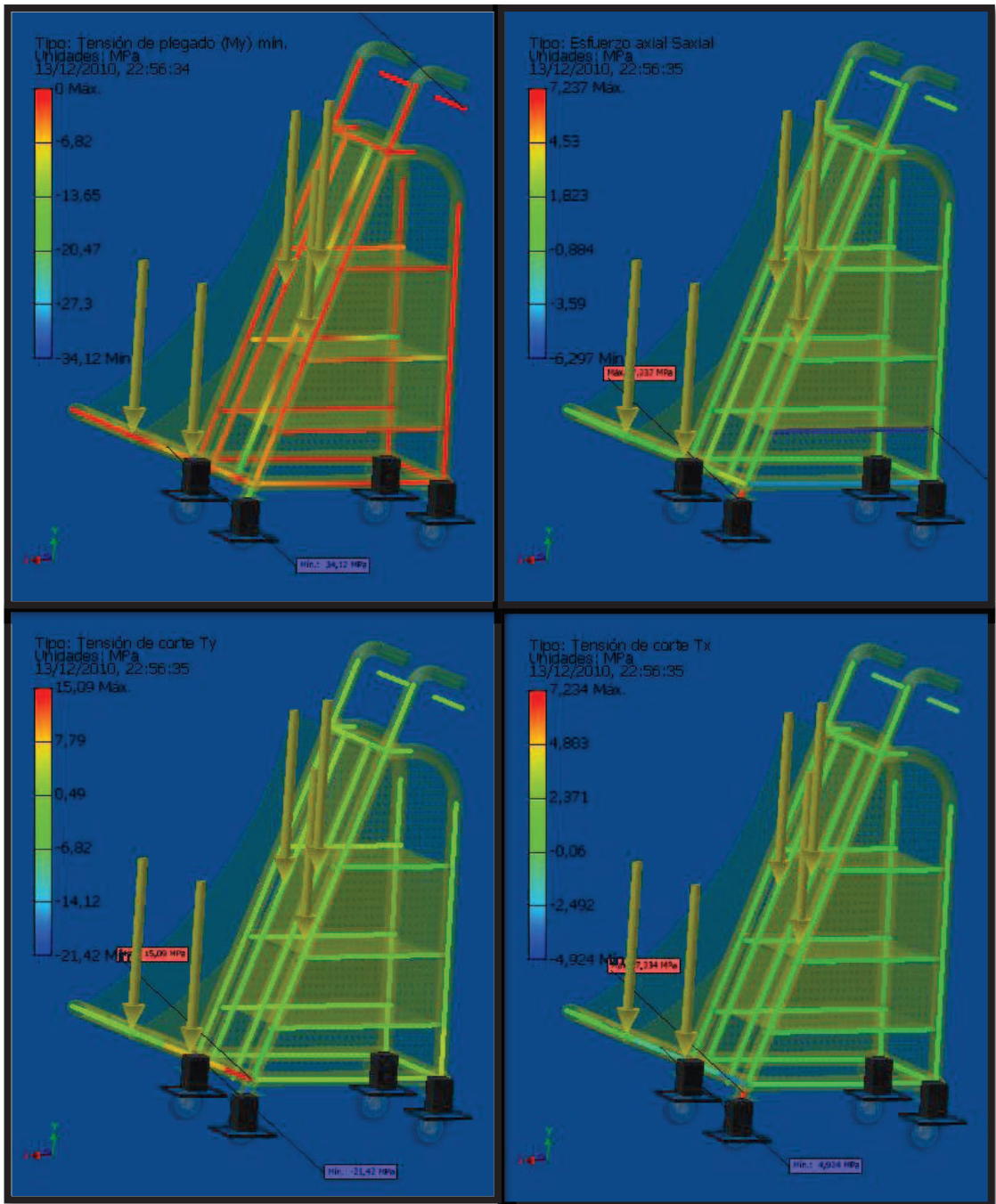
Fuente: Autodesk Inventor  
Elaborado por: Roberto Tobar

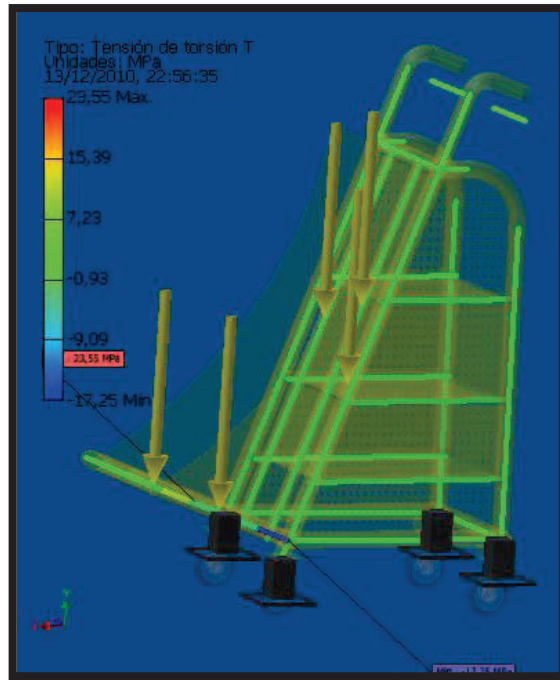












## HOJA DEVIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: Roberto Alfredo Tobar Molina

NACIONALIDAD: Ecuatoriana.

FECHA DE NACIMIENTO: 6 de junio de 1985

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 171578201-5

TELÉFONOS: 084541261 - 022810727

CORREO ELECTRÓNICO: ro\_betin@hotmail.com

DIRECCIÓN: Juan Vaca N51-123 y Av. De los Algarrobos (La Luz – Quito)



### ESTUDIOS REALIZADOS

#### PRIMARIA

Unidad Educativa Particular “La Salle” – Quito

#### SECUNDARIA

Colegio Técnico Experimental Salesiano Don Bosco - Kenedy.

#### SUPERIORES

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Universidad Tecnológica Israel

### TÍTULOS OBTENIDOS

- Bachiller técnico industrial, especialidad “Electrónica”.
- Tecnólogo en “Mecánica Aeronáutica mención Motores”.
- Suficiencia en idioma Inglés – Escuela de Idiomas ITSA.

### PRÁCTICAS PREPROFESIONALES

- Prácticas realizadas en Petroproducción – DA; Telecomunicaciones
- Prácticas realizadas en Aerolínea VIP

### CURSOS Y SEMINARIOS

- Curso de capacitación de “Servicio al Cliente y Calidad Total”, EATA 2005
- DSP4 platform, Technical Training Certification, PHONAK 2005
- Seminario “Tercera Jornada de Ciencia y Tecnología ITSA 2006, Capítulo Aeroespacial.

- Curso de entrenamiento inicial del avión BOEING 737-200, ITSA 2008
- Curso de adiestramiento básico para nuevo empleado, VIPSA 2009
- Curso inicial de mercancía peligrosas, VIPSA 2009
- Curso de Seguridad Aeroportuaria SEG759C/VIP, ISTAC 2009
- Curso de Primeros Auxilios, VIPSA 2010
- Curso de Primeros Auxilios para Plan de Evacuación, VIPSA 2010
- Initial training in Non Destructive Inspection Introduction and Visual Inspection, Level II; CENDE 2010

### **EXPERIENCIA LABORAL**

- PROAUDIO – Técnico en reparación de auxiliares auditivos
- Aerolínea VIP S.A. – Ayudante de Mantenimiento (actualidad).

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA  
EL AUTOR**

---

**Roberto Alfredo Tobar Molina**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA**

---

**Ing. Guillermo Trujillo**

Latacunga, 27 de octubre del 2010

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, ROBERTO ALFREDO TOBAR MOLINA, Egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica mención Motores, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 171578201-5, autor del Trabajo de Graduación “Construcción e implementación de dos carros transportadores para los recipientes de gas comprimido de oxígeno y nitrógeno que maneja la aerolínea VIP S.A. en el área de mantenimiento”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor de la aerolínea VIP S.A. Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Roberto Alfredo Tobar Molina**

Latacunga, 27 de octubre del 2010