

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE LLENADO DE NITRÓGENO PARA NEUMÁTICOS Y STRUTS DEL AVIÓN FAIRCHILD.**

**POR:**

**MARTÍNEZ MERA DARÍO JAVIER**

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

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN MOTORES**

**2013**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el **Sr. MARTÍNEZ MERA DARÍO JAVIER**, como requisito previo para la obtención del título de **TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICAMENCIÓN MOTORES**.

---

**ING. JUAN YANCHAPAXI**

**Latacunga, abril 27 del 2013**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de graduación está dedicado a todas las Personas que han sido de alguna manera importantes en mi vida, en especial a mis Padres que siempre me han apoyado para cumplir mis sueños, a mis Hermanas que han estado en todo momento conmigo, a mi Novia y a mi Hija.

**Darío Javier Martínez Mera**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, Luis y Narcisa que siempre me han apoyado en todos los proyectos que he realizado en mi vida.

A mi familia Andrea, Joselyn que con su amor y cariño siempre han estado a mi lado en todos aquellos momentos importantes en mi vida.

A mis amigos que han estado conmigo en las situaciones buenas y malas de la vida.

**Darío Javier Martínez Mera**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Preliminares.....	I
Certificación.....	II
Dedicatoria.....	III
Agradecimiento .....	IV
Índice de contenidos.....	V
Índice de tablas .....	VIII
Índice de figuras.....	IX
Índice de anexos .....	XII
Resumen .....	1
Summary .....	2

### CAPÍTULO I

#### EL TEMA

1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Justificación e importancia .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General .....	4
1.3.2 Objetivos Específicos .....	4
1.4 Alcance.....	5

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción.....	6
2.2 Coches usados para distintas actividades aeronáuticas .....	6
2.2.1 Modelo de coche para transportar gas comprimido .....	8
2.3 Manómetros .....	8
2.3.1 Función.....	8

2.3.2 Características .....	8
2.3.1. Tipo de manómetros.....	9
2.3.1.1 Manómetro de dos ramas abiertas .....	9
2.3.1.2 Manómetro truncado .....	10
2.3.1.3 Tipo bourdon .....	11
2.4 Elementos que Componen un Regulador .....	12
2.5 Regulador de presión .....	12
2.5.1 Partes del regulador .....	13
2.5.2 Funcionamiento .....	13
2.6 Trabajo del sistema .....	16
2.7 Conexiones .....	16
2.8 Tipos de mangueras.....	18
2.9 Los gases .....	17
2.9.1 Propiedades de un gas.....	18
2.9.2 Clasificación de los gases .....	18
2.9.3 Nitrógeno.....	19
2.9.3.1 Uso del Nitrógeno.....	19
2.9.4 Nitrógeno liquido .....	20
2.10 Colores del cuerpo de la botella .....	20
2.10.1 Colores de la ojiva .....	21
2.11 Partes de la botella de nitrógeno .....	24
2.11.1 Caperuza.....	24
2.11.2 Válvula o grifo.....	25
2.11.3 Capuchón o sombrerete .....	25
2.11.4 Botella o cuerpo .....	25
2.12 Contenido e identificación de los cilindros.....	25
2.12.1 Normas básicas de seguridad en el manejo de cilindros .....	26
2.12.2 Manipulación segura de los cilindros.....	27
2.13 Uso seguro del cilindro .....	29
2.14 Introducción al llenado de neumáticos .....	33
2.14.1 Definición.....	33
2.14.2 Fiabilidad .....	34

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

3.1 Preliminares .....	32
3.1 Procedimientos para elaborar el equipo de llenado de nitrógeno.....	32
3.3 Construcción e instalación.....	32
3.3.1 Estructura .....	33
3.4 Elaboración de la caja para el módulo de presión.....	34
3.5 Manguera .....	37
3.5.1 Manguera de extrema presión.....	41
3.6 Codificación de máquinas, herramientas y materiales .....	38
3.7 Diagrama de proceso de construcción del coche.....	42
3.8 Diagrama de pintado de coche.....	45
3.9 Cálculos del soporte del coche.....	45
3.10 Manual de operación, mantenimiento y hojas de registro .....	48
3.10.1 Descripción general.....	48
3.10.2 Registro de datos técnicos .....	48
3.11 Costo primario .....	55
3.12 Costo secundario .....	55

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1 Conclusiones.....	56
4.2 Recomendaciones.....	56
Bibliografía .....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Colores de identificación del cuerpo de la botella .....	21
Tabla 2.2 Colores reglamentarios para recipientes de gases comprimidos .....	22
Tabla 3.1 Codificación de máquinas, herramientas y materiales .....	39
Tabla 3.2 Codificación de herramientas .....	40
Tabla 3.3 Codificación de materiales .....	41
Tabla 3.4 Simbología .....	42
Tabla 3.5 Proceso de construcción del coche .....	43
Tabla 3.6 Proceso de pintado de coche .....	45
Tabla 3.7 Esfuerzos de diseño .....	48
Tabla 3.8 Presupuesto para la elaboración proyecto .....	55
Tabla 3.9 Costo secundario.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Coche para planta externa APU.....	7
Figura 2.2 Coche para transportar cilindros de distintos gases.....	7
Figura 2.3 Coche para botella de nitrógeno .....	8
Figura 2.4 Manómetro de dos ramas abiertas.....	10
Figura 2.5 Manómetro truncado .....	11
Figura 2.6 Tipo Bourdon.....	11
Figura 2.7 Diagrama regulador de presión.....	12
Figura 2.8 Regulador de presión .....	13
Figura 2.9 Manómetro indicador de presión tanque .....	14
Figura 2.10 Manómetro indicador de presión de salida.....	14
Figura 2.11 Plug de ingreso del gas.....	15
Figura 2.12 Plug de salida del gas .....	15
Figura 2.13 Manguera para alta presión .....	17
Figura 2.14 Nitrógeno líquido .....	20
Figura 2.15 Partes de la botella de nitrógeno.....	24



Figura 2.16 Contenido e identificación de los cilindros.....	25
Figura 2.17 Coche de nitrógeno .....	27
Figura 2.18 Botella sujeta con correas .....	28
Figura 3.1 Contracción e instalación .....	33
Figura 3.2 Armado estructura.....	34
Figura 3.3 Colocación llantas .....	34
Figura 3.4 Elaboración de la caja del modulo de presión.....	35
Figura 3.5 Lamina del modulo de presión .....	35
Figura 3.6 Abertura para la manguera .....	35
Figura 3.7 Abertura parte posterior .....	36
Figura 3.8 Abertura parte inferior .....	36
Figura 3.9 Lamina de la tapa en la caja .....	37
Figura 3.10 Manguera .....	37
Figura 3.11 Equipo de llenado de nitrógeno.....	48
Figura 3.12 Diagrama de proceso de construcción del coche.....	42
Figura 3.13 Diagrama de pintado de coche .....	44

## **ANEXOS**

Anexo A: Características del nitrógeno

Anexo B: Armado del equipo

Anexo C: Especificaciones técnicas llantas

Anexo D: Especificaciones técnicas manguera G5K

Anexo E: Datos de seguridad del tanque de nitrógeno

Anexo F: Manual de serviceo de strut y neumáticos

Anexo G: Planos tesis

## **RESUMEN**

El siguiente proyecto trata acerca de la implementación de un equipo de llenado de nitrógeno para neumáticos y struts del avión Fairchild, con el fin de poder impartir una enseñanza práctica de calidad en el bloque 42 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Se presenta a continuación toda la información que se recopiló desde los libros de ingeniería para poder seguir paso a paso las normas de elaboración.

La información contenida en este proyecto como son: herramientas que se deben utilizar, materiales y equipo de protección necesarios para realizar la elaboración, y toda la información técnica de los componentes del equipo; resultan muy útil para estudiantes y docentes para relacionarse con el avión.

El tema tratado en el presente proyecto se centra en la implementación de un equipo de llenado de nitrógeno para neumáticos y struts del avión Fairchild, procedimiento necesario para poder elaborar posteriormente el equipo de manera favorable y segura.

El proyecto se realizó con el fin de mejorar la manera como se reciben las clases, y aumentar los conocimientos prácticos, en el Instituto.

En la parte final de este proyecto se presentan las conclusiones del mismo, indicando que se cumplieron con los objetivos trazados; de la misma manera tenemos las recomendaciones, muy necesarias para tener referencias en un futuro, en el caso de realizar un proyecto similar a éste.

## **SUMMARY**

The following project treats brings over of the implementation of an equipment of filling nitrogen for tires and struts of the plane Fairchild, in order Aeronautical Superior is able to give a practical education of quality in the block 42 of the Technological Institute.

One presents later all the information that was compiled from the books of engineering to be able to follow stepwise the procedure of production.

The information contained in this project since they are: tools that must be in use, necessary materials and equipment of protection for realizing the production, and all the technical information of the components of the equipment; they turn out to be very useful for students and teachers to relate to the plane.

The topic treated in the present project centres on the implementation of an equipment of filling nitrogen for tires and struts of the plane Fairchild, procedure necessary to be able to elaborate later the equipment of a favorable and sure way.

The project was realized in order to improve the way since the classes are received, and to increase the practical knowledge, in the Institute.

In the final part of this project they present the conclusions of the same one, indicating that were fulfilled by the planned aims; of the same way we have the recommendations, very necessary to have references in a future, in case of realizing a project similar to this one.

# **CAPÍTULO I**

## **EL TEMA**

### **1.1 Antecedentes**

En la actualidad el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico ubicado en la ciudad de Latacunga en el bloque 42 tienen como problema la transportación de la botella de nitrógeno ya que no cuentan con un adecuado equipo de llenado de nitrógeno que tenga las condiciones necesarias para realizar trabajos en el avión Fairchild.

En la ciudad de Latacunga Provincia Cotopaxi brinda su servicio a la comunidad Ecuatoriana del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico impartiendo enseñanzas en el campo de la aviación tanto civil como militar y además cuenta con la certificación correspondiente por parte de la Dirección General de Aviación Civil.

En la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores no pasa desapercibida la necesidad de poseer un equipo de llenado de nitrógeno para neumáticos, esto servirá como elemento básico especialmente en el avión Fairchild dentro de la Carrera de Mecánica, con la finalidad de optimizar el correcto aprendizaje del futuro mecánico aeronáutico.

### **1.2 Justificación e importancia**

La presente investigación aparte de contribuir con nuevos conocimientos para el estudiante, está enfocada a darle solución a un creciente problema del bloque 42 del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico de la ciudad de Latacunga.

Esta investigación servirá principalmente para el avión Fairchild y tiene la finalidad de ser enfocada como posible solución para diferentes problemas, además de explotar en muchos aspectos la tecnología ya existente, como es el caso de los reguladores de presión.

El problema al que se desea dar solución es de índole práctico y con él se da una base sólida para futuras investigaciones con asuntos similares.

La investigación se concluye sin inconvenientes, ya que se cuenta con los recursos materiales y económicos necesarios.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Construir e implementar un equipo de llenado de nitrógeno para los neumáticos y struts del avión Fairchild FH-227-J del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar el material idóneo para la construcción de equipo con el fin de que soporte el peso requerido.
- Elegir los equipos necesarios para trabajar.
- Seleccionar un manorreductor adecuado para la presión a trabajar en el avión Fairchild.
- Realizar pruebas operacionales en el sistema de presión, para comprobar que los reguladores funcionan adecuadamente.
- Construir el coche.
- Prueba de funcionamiento.

#### **1.4 Alcance**

La construcción de este equipo facilita la manipulación en el llenado del sistema de nitrógeno del avión Fairchild FH-227-YJ beneficiando de esta manera a los técnicos y estudiantes que laboran en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Introducción**

El presente capítulo contiene toda la información recopilada acerca del equipo de llenado de nitrógeno y sus componentes para así tener una mejor comprensión acerca de las herramientas utilizadas para llevar a cabo la elaboración del equipo para el avión Fairchild FH-227-J.

#### **2.2 Coches usados para distintas actividades aeronáuticas**

En la actualidad los distintos tipos de coches que se utilizan en el campo aeronáutico con distintos fines como movilizar componentes y accesorios de los aviones, son indispensables debido a la facilidad para movilizar compendios como las botellas de gas comprimido dependiendo el tipo de trabajo a realizar:

- Coche para planta externa APU.
- Coche para transportar cilindros de distintos gases.

Muestra gráfica de los coches anteriormente mencionados;



**Figura 2.1.** Coche para planta externa APU

**Fuente:** Darío Martínez



**Figura 2.2.** Coche para transportar cilindros de distintos gases

**Fuente:** <http://www.google.com>. Coches/transportar/cilindros



## 2.2.1 Modelo de coche para transportar gas comprimido



**Figura 2.3.** Coche para botella de nitrógeno

**Fuente:** Ourest.en.alibaba.com

Como se puede observar este coche transporta botellas de gas comprimido (nitrógeno) para recargar los sistemas independientes de nitrógeno de las distintas aeronaves.

## 2.3 Manómetros<sup>1</sup>

### 2.3.1 Función.

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión local. En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie.

---

<sup>1</sup>MOTT Robert/Mecánica de fluidos/2da edición

La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el sistema internacional de unidades (SI), la presión se expresa en newton por metro cuadrado; un newton por metro cuadrado es un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional.

Cuando los manómetros deben indicar fluctuaciones rápidas de presión se suelen utilizar sensores piezoeléctricos o electrostáticos que proporcionan una respuesta instantánea.

### **2.3.2 Características**

Muchos de los aparatos empleados para la medida de presiones utilizan la presión atmosférica como nivel de referencia y miden la diferencia entre la presión real o absoluta y la presión atmosférica, llamándose a este valor presión manométrica; dichos aparatos reciben el nombre de manómetros y funcionan según los mismos principios en que se fundamentan los barómetros de mercurio y los aneroides. La presión manométrica se expresa ya sea por encima, o bien por debajo de la presión atmosférica. Los manómetros que sirven exclusivamente para medir presiones inferiores a la atmosférica se llaman vacuómetros. También manómetros de vacío.

### **2.3.1 Tipo de manómetros<sup>2</sup>**

Existen distintos tipos de manómetros que sirven para determinar distintos tipos de presión: absoluta, diferencial y el vacío; en algunos casos muchos de ellos pueden medir la presión tanto de líquidos como del aire que suele quedar estancando en los filtros.

Actualmente, estos artefactos están dirigidos por un microprocesador, lo que garantiza una alta precisión y fiabilidad; su tiempo de respuesta es breve y su carcasa es resistente al polvo y al agua entre los cuales tenemos:

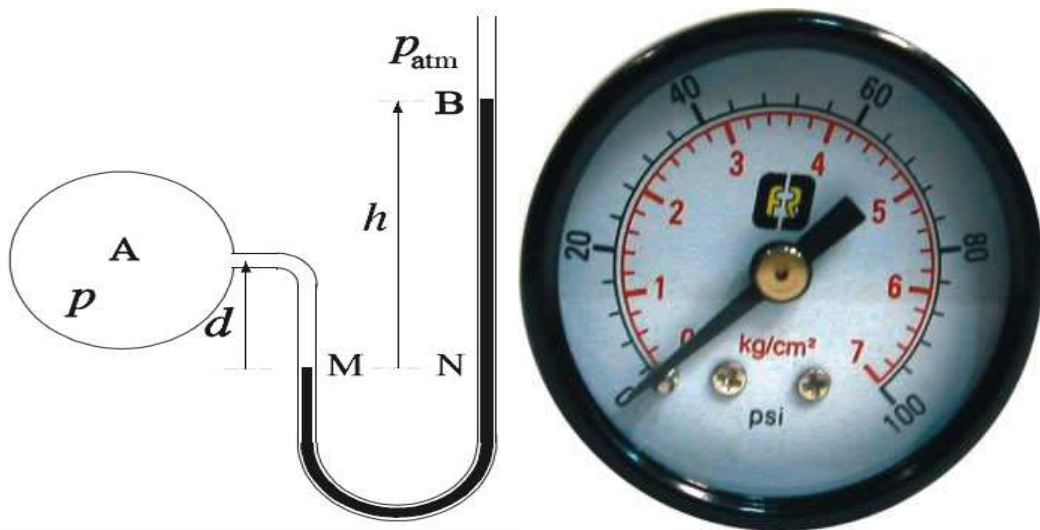
---

<sup>2</sup> Termodinámica/ Kurt C. Rolle / sexta edición

- a) Manómetro de dos ramas abiertas
- b) Manómetro truncado
- c) Bourdon

### 2.3.1.1 Manómetro de dos ramas abiertas<sup>3</sup>

Estos son los elementos con los que se mide la presión positiva, estos pueden adoptar distintas escalas. El manómetro más sencillo consiste en un tubo de vidrio doblado en U que contiene un líquido apropiado (mercurio, agua, aceite, entre otros). Una de las ramas del tubo está abierta a la atmósfera; la otra está conectada con el depósito que contiene el fluido. El fluido del recipiente penetra en parte del tubo en U, haciendo contacto con la columna líquida.



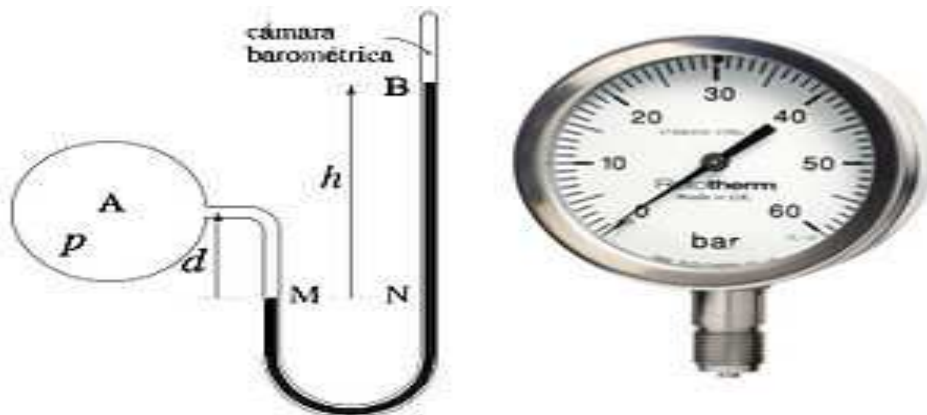
**Figura 2.4.** Manómetro de dos ramas abiertas

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Man%C3%B3metro>

<sup>3</sup><http://es.wikipedia.org/wiki/Man%C3%B3metro>

### 2.3.1.2 Manómetro truncado<sup>4</sup>

El llamado manómetro truncado sirve para medir pequeñas presiones gaseosas, hasta 51.715 Torr = (1 Psi). No es más que un barómetro de sifón con sus dos ramas cortas. Si la rama abierta se comunica con un depósito cuya presión supere la altura máxima de la columna barométrica, el líquido barométrico llena la rama cerrada.



**Figura 2.5.** Manómetro truncado

**Fuente:** Física General/ E.Burbano Garcia/ /32ª edición

### 2.3.1.3 Tipo Bourdon

El más corriente es el manómetro de Bourdon, consistente en un tubo metálico, aplastado, hermético, cerrado por un extremo y enrollado en espiral.



**Figura 2.6.** Tipo Bourdon

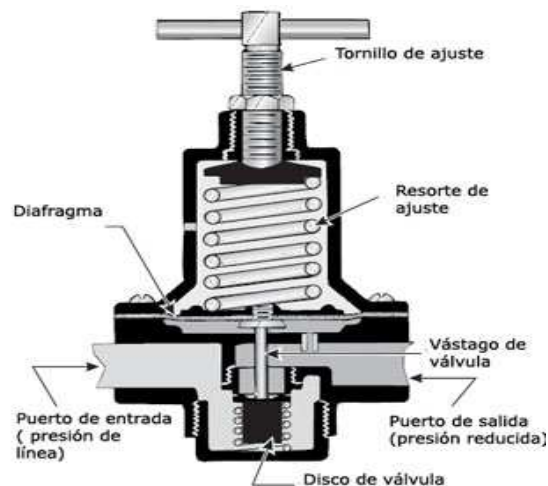
**Fuente:** <http://www.manometro-tubo-bourdon-80277.html>

<sup>4</sup> Física General/S. Burbano de Ercilla/E.Burbano Garcia/C. GarciaMuñoz/32ª edición

## 2.4 Elementos que Componen un Regulador<sup>5</sup>

En esencia un regulador está compuesto por tres elementos:

- Elemento restrictor.
- Elemento de medida o sensor: diafragma y conductos.
- Elementos de carga: Resorte, gas comprimido o gas regulado suministrado por un piloto.



**Figura 2.7.** Diagrama regulador de presión

**Fuente:** <http://regulador-de-nitrogeno>

## 2.5 Regulador de presión

Controla la presión de un fluido (gas o líquido), variando el grado de apertura de un mecanismo valvular. Su importancia en mantener flujos constantes, con cambios de presión, y evitar cambios indeseables en los flujos de gases. Usando también una manguera adecuada ya que la presión de estos tanques sobrepasa los 2000 psi, en este tipo de tanques se utiliza el regulador.

<sup>5</sup> <http://www.monografias/trabajos15/manometros/manometros.shtml>



**Figura 2.8.** Regulador de presión  
**Fuente:** <http://regulador-de-nitrogeno>

### **2.5.1 Partes del regulador**

- Manómetro indicador de presión de cilindro.
- Manómetro indicador de salida de presión.
- Plug de ingreso de gas.
- Plug de salida de gas.

### **2.5.2 Funcionamiento**

El primer manómetro indica la presión normal que tiene el tanque cuyo rango es de 0 a 3000 psi como indica la Figura 2.9.



**Figura 2.9.** Manómetro indicador de presión tanque

**Fuente:** [http:](http://) Darío Martínez

El segundo manómetro indica la presión de salida con la que se desea trabajar esto depende de la aplicación, como en el caso de del avión Fairchild q se encuentra en un rango de 0 – 200 PSI como el la Figura 2.10.



**Figura 2.10.** Manómetro indicador de presión de salida

**Fuente:** Darío Martínez

El plug de ingreso de gas puede ir conectado directamente al tanque se lo distingue por tener su cabeza muy relevante como se muestra en la Figura 2.11.



**Figura 2.11.** Plug de ingreso del gas

**Fuente:** Darío Martínez

En la figura 2.12 se indica el plug de salida del gas que generalmente va conectado mediante una manguera de alta presión.



**Figura 2.12.** Plug de salida del gas

**Fuente:** Darío Martínez



## **2.6 Trabajo del sistema**

La presión de salida en las botellas, en especial en los gases comprimidos es muy elevada por aquello, entre la botella y los instrumentos debe intercalarse un sistema que consiga reducir la presión. Es decir, el uso de la botella debe ser siempre a través de un regulador de presión o manorreductor.

## **2.7 Conexiones**

Los acoplamientos para la conexión del regulador a la válvula de la botella deben ser limpiados perfectamente antes de realizarlas conexiones. No se debe utilizar grasas, aceites ni materias orgánicas en las uniones, ni en las conexiones, ya que algunos gases pueden reaccionar explosivamente.

## **2.8 Tipos de mangueras**

- a) Alta presión.
- b) Baja presión.
- c) Extrema presión.
- d) Mangueras especiales.

### **a) Alta presión**

Estas mangueras con frecuencia son llamadas de “dos alambres”, porque generalmente tienen un refuerzo de dos trenzas de alambre de acero de alta tensión, siempre se encuentran en aplicaciones de alta presión en un rango de 6.000 psi hasta 1.825 psi.

### **b) Baja presión**

Existen varias mangueras hidráulicas de baja presión. Estas están diseñadas para usarse en diferentes aplicaciones con presiones de operación por debajo de 300 psi.

### **c) Extrema presión**

Las mangueras de extrema presión y muy alta presión se utilizan para equipos de construcción y maquinaria de servicio pesado en donde suceden altos impulsos (incrementos súbitos de presión). Los tubos sintéticos resistentes al aceite en este tipo de mangueras tienen refuerzos con 4 ó 6 capas de alambre de acero de alta tensión en espiral sobre una trenza de textil, tienen una operación de trabajo en el orden de 5000 ó 6000 psi.

### **d) Mangueras especiales**

Algunas de estas mangueras no se clasifican en una categoría particular de presión, pero son utilizadas en aplicaciones especiales. Ejemplos de estas aplicaciones son la conducción de refrigerantes o gas.<sup>6</sup>



**Figura 2.13.** Manguera para alta presión

**Fuente:** <http://www.gates.com.mx/> &segundonivel=20

<sup>6</sup> <http://www.gates.com.mx/seccion03.asp?subseccion=11&segundonivel=20>

## 2.9 Los gases<sup>7</sup>

Se denomina gas al estado de agregación de la materia en el cual, bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, sus moléculas interaccionan sólo débilmente entre sí, sin formar enlaces moleculares adoptando la forma y el volumen del recipiente que las contiene y tendiendo a separarse, esto es, expandirse, todo lo posible por su alta energía cinética. Los gases son fluidos altamente compresibles, que experimentan grandes cambios de densidad con la presión y la temperatura.

### 2.9.1 Propiedades de un gas<sup>8</sup>

Las moléculas que constituyen un gas casi no son atraídas unas por otras, por lo que se mueven en el vacío a gran velocidad y muy separadas unas de otras, explicando así las propiedades:

- Las moléculas de un gas se encuentran prácticamente libres, de modo que son capaces de distribuirse por todo el espacio en el cual son contenidos. Las fuerzas gravitatorias y de atracción entre las moléculas son despreciables, en comparación con la velocidad a que se mueven las moléculas.
- Los gases ocupan completamente el volumen del recipiente que los contiene.
- Los gases no tienen forma definida, adoptando la de los recipientes que las contiene.
- Pueden comprimirse fácilmente, debido a que existen enormes espacios vacíos entre unas moléculas y otras.
- Son gases a temperatura y presión ambientales los siguientes elementos el hidrógeno, el oxígeno el nitrógeno el cloro el flúor y los gases nobles.

---

<sup>7</sup> Química general7introduccionalaquimicateorica/edicionuniversalsalamanca

<sup>8</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Gas>

## 2.9.2 Clasificación de los gases

Establecidas las anteriores premisas, es necesario clasificar los distintos tipos de gases que se emplean:

- **Gas comprimido:** Gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es menor o igual a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- **Gas licuado:** Gas o mezcla de gases cuya temperatura crítica es mayor o igual a  $-10^{\circ}\text{C}$ .
- **Gas inflamable:** Gas o mezcla de gases cuyo límite de inflamabilidad inferior es menor o igual al 13%, o que tenga un campo de inflamabilidad mayor de 12%.
- **Gas tóxico:** Aquel cuyo límite de máxima concentración tolerable durante 8 horas/día y 40 horas/semana, es inferior a 50 ppm.
- **Gas corrosivo:** Aquel que produce una corrosión de más de 6 mm/año, en un acero A33 UNE 36077-73, a una temperatura de  $55^{\circ}\text{C}$ .
- **Gas oxidante:** Aquel capaz de soportar la combustión con un oxipotencial superior al del aire.
- **Gas criogénico:** Aquel cuya temperatura de ebullición a la presión atmosférica, es inferior a  $40^{\circ}\text{C}$ .<sup>9</sup>

## 2.9.3 Nitrógeno

Una de las propiedades de los elementos no metales como el nitrógeno es por ejemplo que los elementos no metales son malos conductores del calor y la electricidad. El nitrógeno, al igual que los demás elementos no metales, no tiene lustre. Debido a su fragilidad, los no metales como el nitrógeno, no se pueden aplanar para formar láminas ni estirados para convertirse en hilos.

El estado del nitrógeno en su forma natural es gaseoso. El nitrógeno es un elemento químico de aspecto incoloro y pertenece al grupo de los no metales. El número

---

<sup>9</sup> <http://www.caballano.com/gases.htm>

atómico del nitrógeno es 7. El símbolo químico del nitrógeno es N. El punto de fusión del nitrógeno es de 63,14 grados Kelvin o de -210,01 grados Celsius o grados centígrados. El punto de ebullición del nitrógeno es de 77,35 grados Kelvin o de -195,8 grados Celsius o grados centígrados.<sup>10</sup>

### **2.9.3.1 Uso del Nitrógeno<sup>11</sup>**

El uso de nitrógeno seco para inflado de neumáticos de aviación ha sido mandatorio en USA desde 1987. El nitrógeno (también un gas inerte equivalente puede ser aprobado) se utiliza para eliminar la posibilidad que tenga lugar una reacción química (oxidación) entre el oxígeno atmosférico y los gases volátiles del liner interno del neumático, causando una explosión de los ensamblajes aro/neumático. Los mayores fabricantes de neumáticos recomiendan que el nitrógeno se use siempre para todos los neumáticos, para dar así una máxima seguridad y reducir la degradación de los pliegues de la cubierta causados por la oxidación. (VER ANEXO A)

### **2.9.4 Nitrógeno líquido**

El nitrógeno líquido es nitrógeno puro en estado líquido a una temperatura igual o menor a su temperatura de ebullición, que es de -195,8 °C a una presión de una atmósfera. El nitrógeno líquido es incoloro e inodoro. Se produce industrialmente en grandes cantidades por destilación fraccionada del aire líquido. A la hora de manipular es recomendable leer la HDSP (hoja de seguridad del producto) debido a que es un gas inerte (desplaza el oxígeno) y debido a su baja temperatura puede producir quemaduras.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> <http://elementos.org.es/nitrogeno>

<sup>11</sup> [http://www.indura.com.ec/file/file\\_1582\\_manual\\_inflado.pdf](http://www.indura.com.ec/file/file_1582_manual_inflado.pdf)

<sup>12</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno\\_l%C3%ADquido](http://es.wikipedia.org/wiki/Nitr%C3%B3geno_l%C3%ADquido)



**Figura 2.14.** Nitrógeno líquido

**Fuente:** <http://es.wikipedia/ADquido>

## 2.10 Colores del cuerpo de la botella

Al objeto de esta norma y atendiendo a sus principales características, se clasifican los gases en los siete grupos siguientes:

- a) Inflamables y combustibles.
- b) Oxidantes e inertes.
- c) Tóxicos y venenosos.
- d) Corrosivos.
- e) Butano y Propano industriales (mezclas A.A y C de Hidrocarburos).
- f) Mezclas industriales.
- g) Mezclas de calibración.

El cuerpo de la botella ira del color dependiendo del grupo de gases que contiene, según lo especificado en la tabla.

**Tabla 2.1:** Colores de identificación del cuerpo de la botella

<b>GRUPO</b>	<b>COLOR</b>
Inflamable y combustible	Rojo
Oxidantes e inertes	Negro o gris
Tóxicos y venenosos	Verde

Corrosivos	Amarillo
Butano y propano industriales	Naranja
Mezclas industriales	Ver apartado
Mezclas de calibración	Gris plateado

**Fuente:** <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/FichasTecnicas>

**Elaborado por:** Darío Martínez

### 2.10.1 Colores de la ojiva <sup>13</sup>

Cada gas perteneciente a los grupos especificados vendrá definido por los colores de la ojiva y una franja de 50 milímetros de ancho. Esta franja podrá ser a veces del mismo color de la ojiva, según se especifica más adelante, formando un conjunto único.

**Tabla 2.2:** Colores reglamentarios para los recipientes de gases comprimidos

<b>Oxígeno</b>	Blanco 
<b>Nitrógeno</b>	Negro 

<sup>13</sup> [http://www.elchapista.com/colores\\_botellas\\_de\\_gases.html](http://www.elchapista.com/colores_botellas_de_gases.html)

<b>Hidrógeno</b>	Rojo 
<b>Dióxido de carbono</b>	Gris 
<b>Óxido nitroso</b>	Azul 
<b>Helio</b>	Marrón

**Fuente:** [http://www.elchapista.com/colores\\_botellas\\_de\\_gases.html](http://www.elchapista.com/colores_botellas_de_gases.html)

**Elaborado por:** Darío Martínez

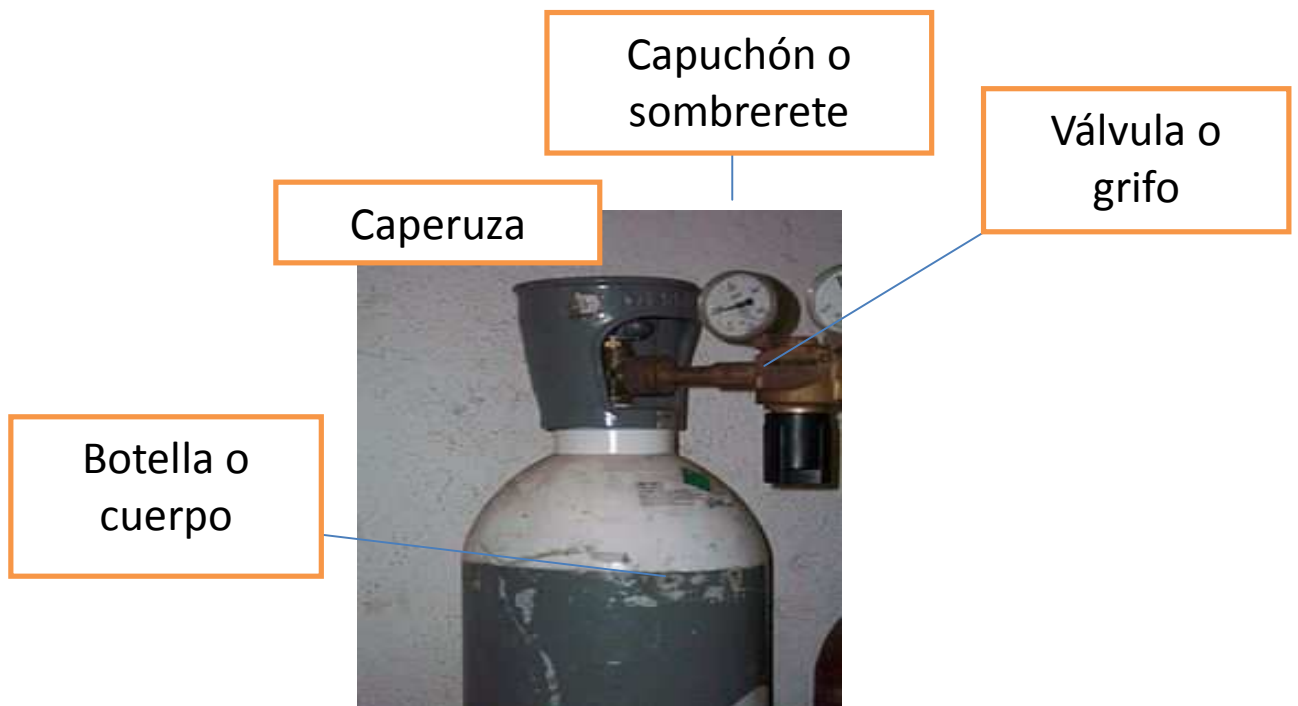
La ojiva de todos los hidrocarburos halogenados no inflamables se pintará de gris con una franja marrón. Cada uno se identificará pintando el nombre, la identificación comercial o adosando una etiqueta con dicho nombre. En el caso de botellas para usos domésticos o populares destinadas a contener propano, butano o sus mezclas, las empresas podrán utilizar los colores de identificación que se estimen oportunas, siempre que no induzcan a confusión con otros gases.



## 2.11 Partes de la botella de nitrógeno

Generalmente consta de cuatro partes principales que son:

- Caperuza.
- Válvula o grifo.
- Capuchón o sombrerete.
- Botella o cuerpo



**Figura 2.15.** Partes de la botella de nitrógeno

**Fuente:** Darío Martínez

### 2.11.1 Caperuza

Se le denomina caperuza a la cubierta de la válvula, estas con móviles y en algunos tanques son fijas, la caperuza por seguridad nunca debe ser movida ni para realizar las conexiones de los sistemas de regulación.

### 2.11.2 Válvula o grifo

También llamado racores de unión por cumplir la función de conectar el tanque con la manguera y con los reguladores de presión. Esta válvula nos permite regular la presión a la cual queremos trabajar.

### 2.11.3 Capuchón o sombrerete

Se lo conoce también como sombrerete es un segmento de la botella desde la parte más ancha hasta la parte mas delgada de la misma, es la parte superior de la botella y ya que soporta a la válvula tiene que ser un segmento mas ancho.

### 2.11.4 Botella o cuerpo

La botella con capacidad igual o inferior a 150 litros. Pueden ser de acero sin soldadura, de acero soldadas, acero soldado para calor, de aleación de aluminio sin soldadura.

## 2.12 Contenido e identificación de los cilindros

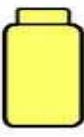



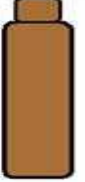







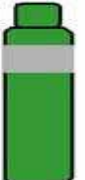



 ACETILENO $C_2H_2$	 $N_2 - O_2$	 ARGÓN Ar	 DIOXIDO DE CARBONO $CO_2$	 HELIO He	 HIDROGENO $H_2$	 NITROGENO $N_2$	 $O_2 - CO_2$
 OXIGENO $O_2$	 Ar- $N_2$	 AZETIL	 GAS ESTERILIZANTE	 Ar- $CO_2$	 $N_2 - H_2$	 OXIDO NITROSO $N_2O$	 Ar- $O_2$

Figura 2.16. Contenido e identificación de los cilindros

Fuente: [http://www.paritarios.cl/especial\\_contenido\\_cilindros.htm](http://www.paritarios.cl/especial_contenido_cilindros.htm)

### **2.12.1 Normas básicas de seguridad en el manejo de cilindros**

- Almacenar los cilindros con precaución, en forma vertical con sus respectivas tapas protectoras, en ambientes ventilados, ojalá en el exterior, protegidos del sol (NO sobrepase los 50 °C), lejos de cualquier fuente de ignición o circuito eléctrico.
- Señalizar en los recintos de almacenamiento con: NO FUMAR.
- Transportar el cilindro, en un carro debidamente amarrado, con su tapa protectora, utilizando zapatos y guantes de seguridad.
- Asegurar los cilindros en forma vertical, mediante una cadena a una muralla o a un poste, cuando el cilindro este almacenado o en uso.
- Mantener las válvulas del cilindro cerradas, cuando el cilindro este cargado o vacío, excepto cuando está en uso.
- Nunca utilizar cilindros NO identificados adecuadamente (color, etiqueta, marcas), ni equipos que no sean diseñados específicamente para el gas correspondiente.
- No se debe retirar las etiquetas o las marcas de los cilindros, sin autorización. Si un cilindro pierde su etiqueta debe ser devuelto al distribuidor o marcar el cilindro como no etiquetado.
- No utilizar martillo o llaves para abrir la válvula del cilindro, si no abre con la fuerza de la mano, avise al distribuidor.
- Nunca coloque los cilindros en pasillos o áreas de trabajo.
- Evitar que se confundan los cilindros vacíos con los llenos, conectar un cilindro vacío a un sistema presurizado, puede causar graves daños.
- Evitar que los cilindros se contaminen. Todo cilindro debe ser devuelto con un mínimo de 25 PSI de presión y sus válvulas cerradas.
- Nunca utilizar los cilindros para otro uso, que no sea aquel para el cual esta diseñado.
- Nunca levante un cilindro tomándolo de la tapa protectora o de las válvulas, ni tampoco utilizar tecles o magnetos. Afírmelo sobre una plataforma.

- Nunca almacenar gases combustibles junto con los gases comburentes, como oxígeno u oxido nitroso.
- Utilizar para cada tipo de gas, las válvulas, reguladores y conexiones especiales para ese gas. Preocuparse de mantener las salidas y conexiones de las válvulas, limpias sin polvo ni partículas extrañas.
- Si un cilindro tiene escape, márkelo y aíslalo en el exterior, lejos de fuentes de ignición. Avise al distribuidor.

### 2.12.2 Manipulación segura de los cilindros<sup>14</sup>

La utilización de la botella por personas inexpertas da lugar a la aparición de riesgos derivados de la falta de formación, por lo que toda persona que deba manejar deberá ser informada y capacitada para dicha operación.

Para el traslado de la botella a los distintos puntos de trabajo se emplearan coches porta botellas (ver figura 2.17).

Primeramente efectuarlo mediante arrastre o rodadura, ya que estas operaciones pueden ocasionar cortes, abolladuras, etc. En la pared de la botella disminuir sus mecánicas resistentes.



**Figura. 2.17.** Coche de nitrógeno

**Fuente:** Darío Martínez

<sup>14</sup> [http://www.paritarios.cl/consejos\\_manipulacion\\_cilindros.htm](http://www.paritarios.cl/consejos_manipulacion_cilindros.htm)

- Previamente al usar una botella hay que asegurarse que este bien sujeta para evitar su caída. El protector (sombbrero, caperuza, etc.) móvil de la válvula debe esta acoplado a la botella hasta el momento de su utilización.
- Para pequeños desplazamientos, por ejemplo para conectar la botella a una línea, se las podrá mover haciéndolas girar por su base, previa pequeña inclinación de la misma.
- Cuando sea preciso elevar botellas, la operación se efectuara conjuntamente con el porta botella o el la jaula adecuada. No se empleara cuerdas o electroimanes, por la posibilidad de fallo y consiguiente riesgo de caída de la botella.
- Una vez la botella en el lugar de utilización deberá fijarse adecuadamente por ejemplo con correas de sujeción (ver figura 2.19) evitando así el riesgo de caída de la misma, lo que a su vez puede suponer lesiones a las personas o escapes de gas por rotura de conexiones.



**Figura 2.18.** Botella sujeta con correa

**Fuente:** Darío Martínez

Conocer las características y los posibles riesgos del gas (o gases) que maneja y la forma correcta de manejar y almacenar los cilindros.

Todos los gases comprimidos en cilindros son peligrosos, uno porque son inflamables, como el acetileno, el propano, o el hidrógeno, y otros porque su combinación con sustancias inflamables puede producir explosiones, como por ejemplo el oxígeno.

En general, la utilización de cilindros de gas debe hacerse con mucho cuidado, porque pueden originarse explosiones e incendios de consecuencia imprevisible. Pero su simple manipulación también supone riesgo para el trabajador dado que habitualmente su tamaño y peso son considerables; aplastamiento, golpes, cortes, fracturas, sobre esfuerzo, y otras lesiones muscuesqueléticas.

De ahí la importancia de una correcta manipulación y de la utilización de equipos de protección individual (en general guantes y calzados de seguridad) para evitar estos peligros.

### **2.13 Uso seguro del cilindro<sup>15</sup>**

- Los cilindros que contienen distintos gases combustibles, deben almacenarse separadas entre sí, sobre todo las de oxígeno. Tampoco deben almacenarse cilindros llenas junto a las vacías. Deben estar sujetos a bastidores o carros, a resguardo de contactos eléctricos, separadas de las fuentes de calor y protegidas de los rayos del sol.
- Antes de transportar cualquier cilindro, lleno o vacío, hay que asegurarse de que el grifo esté cerrado y la caperuza de protección colocada. Los cilindros en servicio deben mantenerse en posición vertical en su soporte o carro, o atadas para que no se caigan. Para que, en caso de fugas, no se mezcle el

---

<sup>15</sup> [http://www.paritarios.cl/consejos\\_uso\\_cilindros.htm](http://www.paritarios.cl/consejos_uso_cilindros.htm)

oxígeno con el acetileno, los grifos se situaran paralelos, o mejor aún, con sus bocas de salida apuntando en direcciones opuestas.

- Los cilindros de acetileno llenos, deberán mantenerse necesariamente en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. Cuando sea necesario tumbarlos, se cuidará de que el grifo quede con el orificio de salida hacia arriba, y nunca a menos de 50 cm del suelo. No permita una mezcla incontrolada de acetileno y aire u oxígeno, el acetileno se combina con el aire o el oxígeno para formar una mezcla explosiva que puede ser encendida por una chispa o similar y puede causar una gran explosión.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrándolo a la mayor brevedad. El manorreductor debe colocarse con el grifo de expansión totalmente abierto.
- El grifo del cilindro debe abrirse lentamente; si se abriera de golpe, el reductor de presión podría quemarse. Después de colocar el manorreductor, se comprobará que no existen fugas. Para esto puede utilizarse agua jabonosa, pero nunca una llama.

## **2.14 Introducción al llenado de neumáticos<sup>16</sup>**

### **2.14.1 Definición**

Las llantas de los aviones tanto comerciales como militares se llenan con nitrógeno por sus características, ya que es un gas inerte, no inflamable y que se usa también como agente extintor de fuego.

El motivo para usar este gas, en lugar de aire, como el que usan los aviones ligero, se debe a las altas temperaturas que pueden llegar alcanzar los neumáticos de los

---

<sup>16</sup> <http://www.i-neumaticos.es/blog/ventajas-del-nitrogeno-en-el-inflado-de-neumaticos/>

aviones comerciales, militares o de alto rendimiento, durante el despegue y aterrizaje. Y tanto por el rozamiento contra la pista, como por el calor transmitido por los frenos.

En caso de reventar la rueda el propio nitrógeno puede actuar como agente extintor en caso de un incendio que se pudiera originar en estos momentos críticos en los neumáticos, puesto que al salir de los neumáticos, desplaza el aire, y por tanto el oxígeno circundante.

El nitrógeno se emplea igualmente como agente extintor en la bodega de equipaje de algunos aviones.

En algunos equipos militares se ocupa con un sistema que va rellenando los depósitos de combustible con nitrógeno según se va gastando en vuelo dicho combustible.

#### **2.14.2 Fiabilidad**

Así en aeronáutica, con el objeto de disminuir peso, se ha reconocido al aire a presión como una fuente confiable de potencia para el funcionamiento de varios sistemas y unidades de las aeronaves. Así del mismo modo los sistemas neumáticos poseen ciertas cualidades y ventajas sobre otros sistemas, aunque también tiene sus limitaciones, las cuales se verán más adelante. En cuanto a los componentes se refiere, se debe indicar que los sistemas neumáticos no utilizan acumulador, bombas de mano, reguladores, etc. Sin embargo existe alguna similitud en el objetivo que han de cumplir algunos elementos que aparecen simultáneamente en ambos diseños. Por supuesto que la construcción de estos elementos es muy distinta aun cuando su forma de trabajo es parecida.



## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1 Preliminares**

El presente capítulo contiene toda la información referente al proceso de elaboración del equipo de llenado de nitrógeno, indicando paso a paso como se realizó el proceso.

Tener un equipo de llenado de nitrógeno para el aprendizaje de las futuras generaciones responde a una necesidad observada en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico durante el proceso de investigación.

#### **3.2 Procedimientos a seguir para la elaboración del equipo de llenado de nitrógeno**

Para empezar a efectuar el trabajo se debe asegurar de contar con todo el equipo de protección necesario para no tener ningún inconveniente, como por ejemplo overol, guantes, zapatos de protección, protector de ojos.

### 3.3 Construcción e instalación



**Figura 3.1.** Construcción e instalación

**Fuente:** Darío Martínez

La parte práctica se elaboró de la siguiente manera:

- I. Estructura
- II. Base del coche
- III. Modulo de presión
- IV. Manguera

#### 3.3.1 Estructura

Mediante la utilización del tubo redondo estructural de 1 pulgada cuyo espesor es de 1.5 mm, se elabora el soporte, con un ángulo de 45° utilizando un electrodo tipo AGA (E6013).



**Figura 3.2.** Armado estructura

**Fuente:** Darío Martínez

El soporte de la botella de nitrógeno esta hecha de lámina de tool (1.5 mm), porque su principal propiedad es resistir el peso del tanque de nitrógeno. El cual conjuntamente con la suelda soporta el peso máximo a ser aplicado al coche. Posteriormente se procede a la colocación del eje de las llantas y de las mismas.



**Figura 3.3.** Colocación de llantas

**Fuente:** Darío Martínez

Una vez terminadas estas etapas se procede a la construcción del modulo de presión.

### **3.4 Elaboración de la caja para el modulo de presión**



**Figura 3.4.** Elaboración de la caja para el modulo de presión

**Fuente:** Darío Martínez

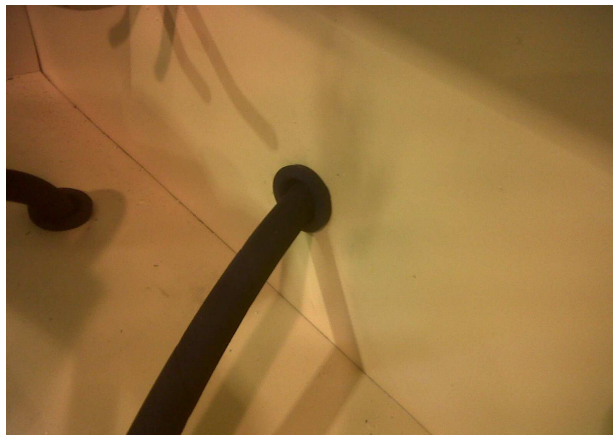
La caja del modulo de presión se construyo con una lamina de tool de 0.90 mm de espesor, con tubo cuadrado de  $\frac{1}{2}$ " x 1.2 mm de e. la caja se construyó específicamente para el regulador de presión.



**Figura 3.5.** Lamina del modulo de presión

**Fuente:** Darío Martínez

Esta diseñada de la siguiente manera, posee 2 aberturas para la conexión de las mangueras. Y una frontal para mirar la marcación de regulador de presión.



**Figura 3.6.** Abertura para la manguera

**Fuente:** Darío Martínez

La abertura posterior sirve para la conexión del regulador hacia el cilindro.



**Figura 3.7.** Abertura posterior

**Fuente:** Darío Martínez

Y la abertura de la parte inferior sirve para la conexión de la manguera hacia el neumático del avión Fairchild.



**Figura 3.8.** Abertura de la parte inferior

**Fuente:** Darío Martínez

Se elaboro también una tapa adicional en la caja lo cual ayuda a la manipulación del regulador de presión.



**Figura 3.9.** Lamina de la tapa en la caja

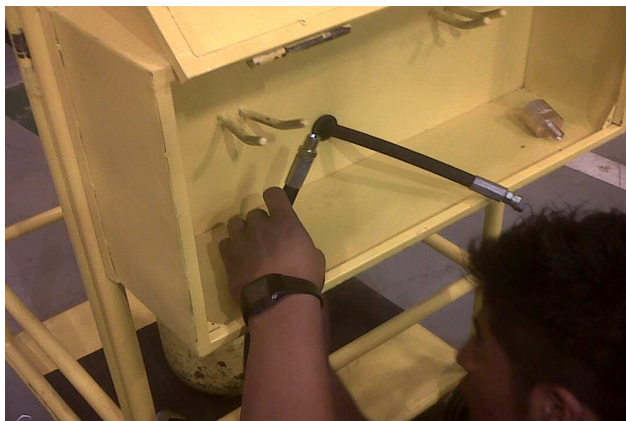
**Fuente:** Darío Martínez

### 3.5 Manguera

#### 3.5.1 Implementación de una manguera de extrema presión

Esta manguera puede soportar una presión hasta de 500 psi sin ningún problema, ya que esta manguera se utilizan para equipos de construcción y maquinaria de servicio pesado en donde suceden altos impulsos (incrementos súbitos de presión).

Una vez concluidos los agujeros con una broca de  $\frac{1}{2}$  consiguiendo el tamaño necesario mediante una lima redonda. (VER ANEXO C)



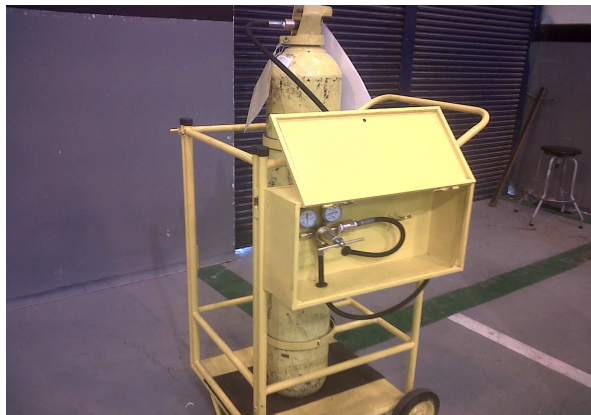
**Figura 3.10.** Manguera

**Fuente:** Darío Martínez



Posteriormente se procedió a la conexión del regulador de presión mediante las mangueras en la caja con su debido cuidado.

Finalmente se concluyo con la elaboración del equipo de llenado de nitrógeno para neumáticos y struts de avión Fairchild en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Tomado un color amarillo ya que se caracteriza por su reactividad, es una señal de peligro para la manipulación del equipo.



**Figura 3.11.** Equipo de llenado de nitrógeno

**Fuente:** Darío Martínez

### **3.6 Codificación de máquinas, herramientas y materiales:**

**Tabla N°3.1: Codificación de máquinas**

<b>Nº</b>	<b>Maquina</b>	<b>Código</b>
1	Soldadora	M1
3	Taladro eléctrico	M3
4	Taladro neumático	M4
5	Compresor	M5
6	Esmeril	M6
7	Amoladora Eléctrica	M7

8	Soplete Neumático	M8
9	Taladro Eléctrico	M9

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Darío Martínez.

**Tabla N° 3.2 Codificación de herramientas**

Nº	Herramienta	Código
1	Aguantador	H1
2	Broca	H2
3	Brocha	H3
4	Cepillo de Acero	H4
5	Cinzel	H5
6	Cortador	H6
7	Cortador de Lamina	H7
8	Destornilladores	H8
9	Espátula	H9
10	Flexómetro	H10
11	Lija	H11
12	Limas	H12
13	Llaves de boca/corona	H13
14	Marcador	H14
15	Martillo	H15
16	Pinza	H16
17	Prensa	H17
18	Punta	H18
19	Regla	H19



20	Remachadora Manual	H20
21	Sierra	H21
22	Sujetador	H22
23	Tijeras	H23

**Fuente:** Investigación de campo.

**Elaborado por:** Darío Martínez.





**Tabla Nº 3.3 Codificación de materiales**

Nº	Material	Código
1	Remache	M1
2	Tornillo	M2
3	Angulo	M3
4	Tubo cuadrado	M4
5	Tubo redondo	M5
6	Removedor	M6
7	Disco	M7
8	Fondo	M8
9	Pintura	M9
10	Espray	M10
11	Pegamento	M11

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Darío Martínez.

**Tabla N° 3.4 Simbología**

N°	Actividad	Simbología
1	Proceso	
2	Inspección	
3	Línea de procesos	
4	Producto terminado	

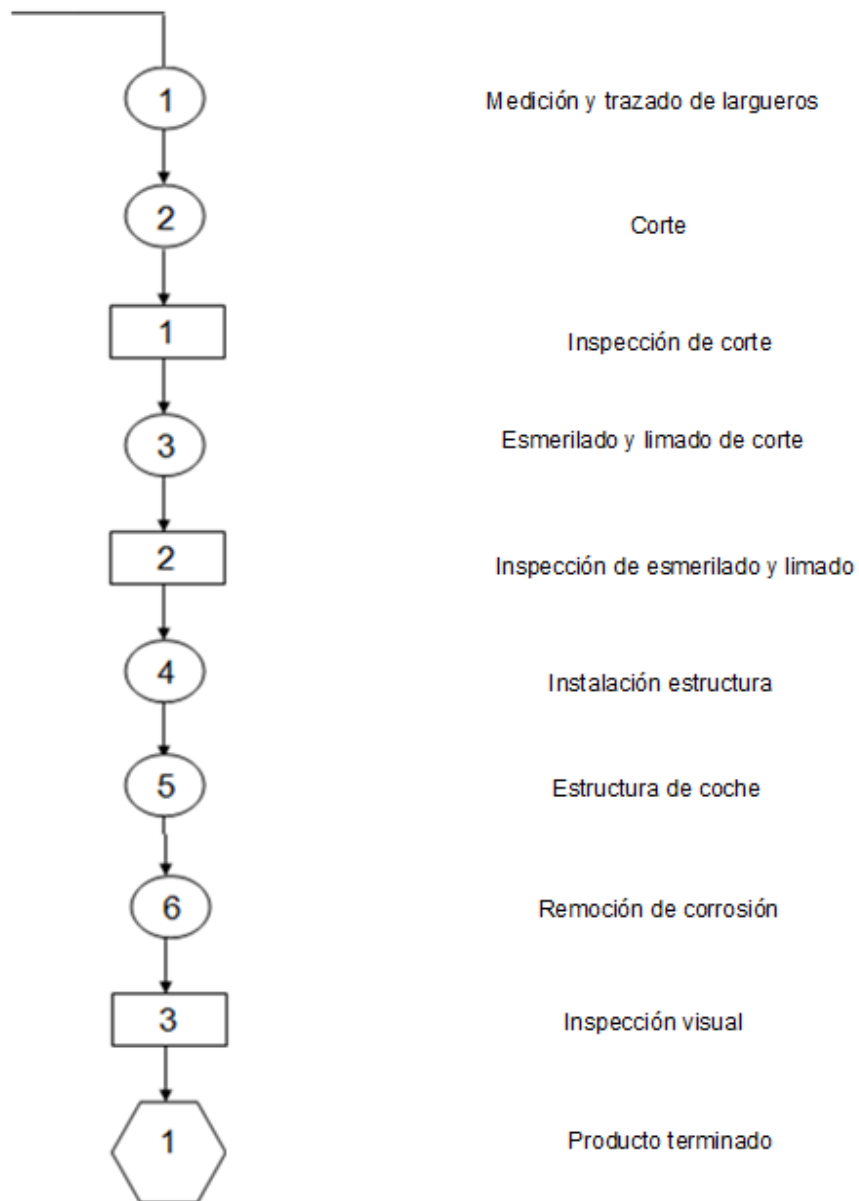
**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Darío Martínez.

### 3.7 Diagrama de proceso de construcción del coche

**Cantidad:** 12 m de 1 in.

**Material:** Tubo redondo



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Darío Martínez.

Figura 3.12. Diagrama de proceso de construcción del coche

**Tabla N° 3.5 Proceso de construcción del coche**

<b>N o</b>	<b>Proceso</b>	<b>Máquina - Herramienta</b>	
		<b>M</b>	<b>H</b>
1	Medición y Trazado		H10-H14
2	Corte	M7	
3	Esmerilado	M6	H13
4	Incorporación a estructura		H1-H2-H18-H22

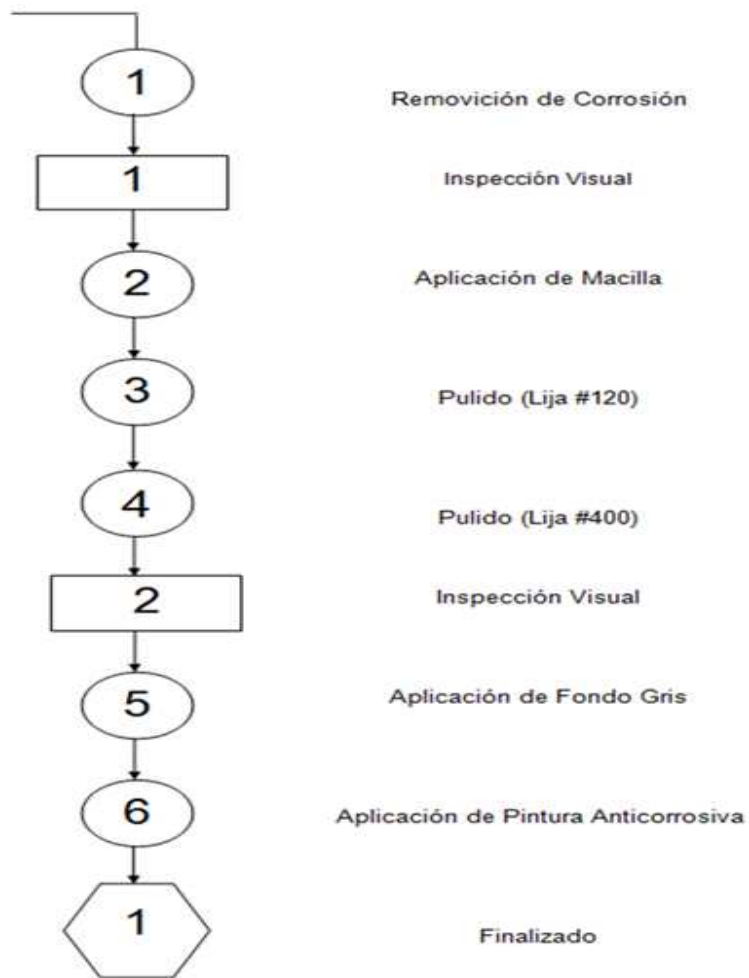
**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Darío Martínez.

### 3.8 Diagrama de pintado de coche

**Cantidad:** 2 litros

**Material:** Pintura Amarilla Anticorrosiva



Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Darío Martínez

Figura 3.13. Diagrama de pintado de coche

**Tabla N° 3.6 Proceso de pintado de coche**

N°	Proceso	Máquina - Herramienta	
		M	H
1	Remoción corrosión		H9
2	Pulido	M7	H6
3	Lijado		H11
4	Aplicación de Fondo	M8	
5	Aplicación de Pintura	M5-M8	

**Fuente:** Investigación de campo

**Elaborado por:** Darío Martínez.

### 3.9 Cálculos del soporte del tanque

- Cálculos del área y del esfuerzo del tubo:

**DATOS:**

Acero ASTM A36 - Tubo redondo

$S_y$  = Material AST 36 = 248 MPa

Peso tanque = 200 lbf = 889.64 N

F = 889.64 N

$\Phi$  = 740 mm

t = 1.5 mm

$\Phi$  = 25.4 mm

$S_y$  = 6.412 MPa

**N= 2** Carga Repetidas

**I** = Momento de inercia

S = Módulo de sección

M = Momento máximo

C = Mitad de sección

- El esfuerzo de diseño ( $\sigma_d$ ) se lo determina en base a la formula expuesta; donde se encuentra el Factor de diseño (N) y la resistencia a la sedancia (Td):

$$\sigma_d = \frac{M.C}{I} \quad \longrightarrow \quad \sigma_d = \frac{(88964\text{mm})(12.7)}{81.897}$$

$$\sigma_d = 281055.422 \text{ MPa}$$

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

$$A_s = P.t$$

$$T_c = \frac{889.64 \text{ N}}{1110 \text{ mm}^2}$$

$$T_c = 0.801 \text{ MPa}$$

$$N = 2$$

$$T_d = \frac{S_y}{2N}$$

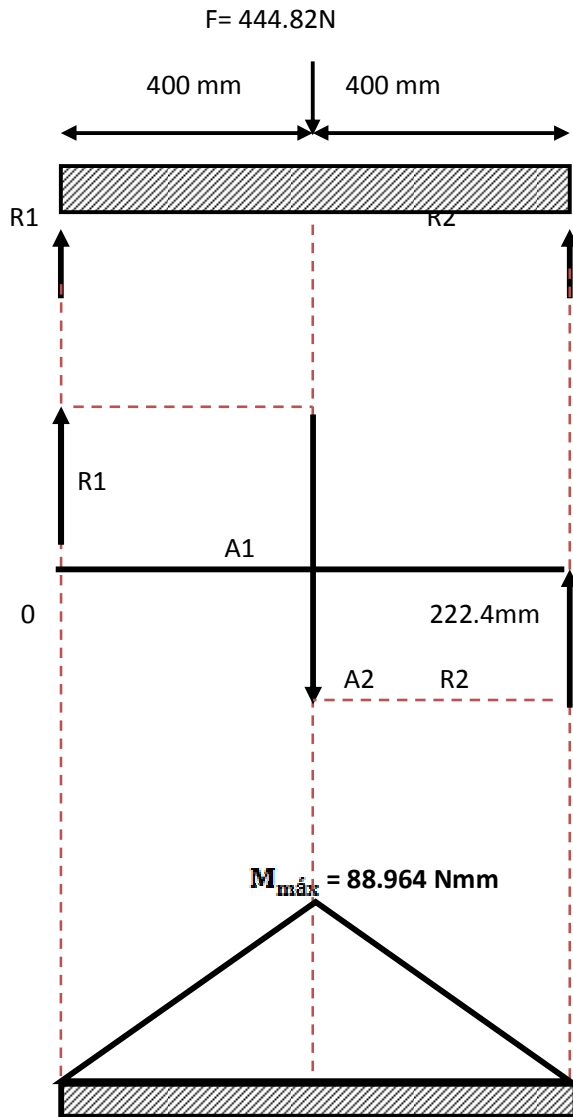
$$T_d = \frac{S_y}{2(2)}$$

$$S_y = 8(0.801 \text{ MPa})$$

$$S_y = 6.412 \text{ MPa}$$

$$T_d = 62 \text{ MPa}$$

- Determinamos el momento máximo y el momento de inercia, para encontrar la flexión del tubo.



$$\sum MR_2 = 0$$

$$(444.28 \text{ N}) (400 \text{ mm}) - R_2 (500 \text{ mm}) = 0$$

$$R_1 = 222.41 \text{ N}$$

$$R_2 = 222.41 \text{ N}$$

$$I = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$$

$$I = \frac{\pi((25.4)^4 - (23.4)^4)}{64}$$

$$I = 81.897$$



**Tabla 3.7. Esfuerzo de diseño**

**TABLA 3–2** Criterios para esfuerzo de diseño—Esfuerzos normales directos.

Forma de la carga	Material dúctil	Material frágil
Estática	$\sigma_d = s_y/2$	$\sigma_d = s_u/6$
Repetida	$\sigma_d = s_u/8$	$\sigma_d = s_u/10$
Impacto o choque	$\sigma_d = s_u/12$	$\sigma_d = s_u/15$

**Fuente:** MOTT, Robert L. (2009). “Mecánica de Materiales”. 5ta Edición. Pág.: 119

### 3.10 Manual de operación, mantenimiento y hojas de registro

#### 3.10.1 Descripción general

En el manual se encuentran los pasos que se deberán seguir para el buen uso del equipo de Nitrógeno empleando normas de seguridad y conservación.

Las normas de uso de la cabina son básicas debido a que la responsabilidad de utilizar el nitrógeno, esta se basa en las seguridades que se debe tener al momento de realizar cada uno de los movimientos y de cómo conservar su integridad.


Las precauciones que se debe tomar no están por demás advertirlas, a pesar que el uso de dicho coche es sencillo, hay que tener en cuenta las debidas previsiones para evadir cualquier accidente o incidente.

#### 3.10.2 Registro de datos técnicos

La hoja de datos o registros es un instrumento necesario e importante para llevar en forma ordenada y organizada el uso del equipo, ya que, en ellas se registran los datos de todos los riegos que causa el usar este equipo de llenado.

Estas hojas sirven de respaldo para las personas que manipulen el coche, porque las mismas indican la actividad que se está llevando a cabo, indica también si se ha realizado alguna actividad de mantenimiento, reparación, etc.

Las hojas de registro incorporan datos específicos de cada una de las acciones tomadas en cuanto a mantenimiento además de las prestaciones y los daños los cuales se han suscitado a medida que se use el equipo de llenado.

	<b>MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>Pág. : 1 de 4</b>									
	<b>EQUIPO DE LLENADO DE NITRÓGENO</b>										
	<b>Elaborado por:</b> Sr. Darío Martínez.	<b>Revisión N°. : 1</b>									
	<b>Aprobado por:</b> Ing. Juan Yanchapaxi	<b>Fecha : Junio 2013</b>									
<p><b>1. OBJETIVO</b> Documentar los procedimientos de operación del equipo de llenado para neumáticos y struts.</p> <p><b>2. ALCANCE</b> Explicar al operador los pasos que debe seguir para utilizar el equipo.</p> <p><b>3. NOMBRE DEL EQUIPO:</b> Equipo de llenado de nitrógeno para neumáticos y struts.</p> <p><b>4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS</b></p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">✦ Tanque</td> <td style="width: 30%;">1</td> <td style="width: 40%;"></td> </tr> <tr> <td>✦ Longitud</td> <td>156 cm x 56 cm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>✦ Peso máx.</td> <td>200 kg</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>5. EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Gafas</li> <li>✦ Guantes</li> <li>✦ Overol</li> <li>✦ Botas punta de acero</li> </ul> <p><b>6. ANTES DEL USO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✦ Inspeccione la estructura, confirme el correcto estado de sus componentes.</li> </ul>			✦ Tanque	1		✦ Longitud	156 cm x 56 cm		✦ Peso máx.	200 kg	
✦ Tanque	1										
✦ Longitud	156 cm x 56 cm										
✦ Peso máx.	200 kg										

- ✦ Utilice los equipos de protección detallados en este manual.
- ✦ Verifique que el piso sea uniforme.
- ✦ Revise la tarjeta de condición del cilindro.
- ✦ Compruebe el estado de las conexiones neumáticas.
- ✦ Analice si existen defectos evidentes en la integridad estructural y válvula del tanque de nitrógeno.
- ✦ Prohibido operar el equipo si se encuentra bajo los efectos del alcohol o sustancias estupefacientes.
- ✦ No trabajar con manos de grasas o combustibles.
- ✦ No dejar bajo el sol.
- ✦ No fumar.
- ✦ Identifique las rutas de escape.

## **7. DURANTE EL USO**

- ✦ Nunca exceda la carga máxima (200 kg) permitida para el coche.
- ✦ Mantenga un buen comportamiento durante su uso.
- ✦ Prohibido dejar sin supervisión el equipo cuando la válvula del tanque se encuentre abierta.
- ✦ No realice movimientos bruscos con el coche.
- ✦ Notifique al personal que le rodea que va a usar el equipo.
- ✦ Verifique que la válvula de servicio se encuentre cerrada (girar en sentido anti-horario para impedir paso de la presión al manómetro de servicio).
- ✦ Abra lentamente la válvula del tanque en sentido anti-horario mientras verifica el incremento de presión en el manómetro principal.
- ✦ Conecte apropiadamente la manguera de abastecimiento con el acople que requiera al equipo que necesite ser llenado con nitrógeno.
- ✦ Abra lentamente la válvula de servicio en sentido horario mientras lee la presión en el manómetro de servicio hasta obtener la presión deseada para el abastecimiento del equipo.
- ✦ Revise constantemente según sea necesario la presión abastecida

usando el medidor hasta obtener la presión requerida.

- ✦ Remueva los acoples que haya colocado en la manguera de abastecimiento.
- ✦ Alivie la presión del manómetro de servicio cerrando la válvula de servicio en sentido anti-horario hasta dejarla en posición de cierre completo.
- ✦ Cierre la válvula principal del tanque de nitrógeno en sentido horario hasta obtener un cierre total del tanque.

## **8. DESPUÉS DEL USO**

- ✦ Guarde el equipo de abastecimiento en el área designada.
- ✦ Revise que el piso del área de guardado sea uniforme.
- ✦ Asegúrese que no haya basura a su alrededor.
- ✦ Asegúrese la manguera esté recogida apropiadamente.
- ✦ Verifique que la puerta este completamente cerradas después del uso.

## **9. REPARACIÓN, ALMACENAMIENTO Y MANTENIMIENTO**

- ✦ Reparaciones:

Toda reparación y mantenimiento del TANQUE debe ser realizar por personal competente.

Si los tubos se han des-soldado por su uso remueva el tanque, colóquelo en un espacio apropiado libre de calor y humedad y lleve la estructura a corregir dicho defecto.

Si las ruedas se han desgastado por su uso, retire el tanque a un espacio apropiado, y proceda a remplazarlas removiendo el pasador que las sujeta y colocando nuevas ruedas y pasadores. Use las herramientas que sean pertinentes para dicha labor.

Si la pintura presenta daños que involucren según su criterio la seguridad en la operación del equipo, tome la acción correctiva que considere apropiada.

Si los manómetros se encuentran ilegibles o con daños evidentes

replácelos por manómetros compatibles

Si la válvula no cierra apropiadamente remuévala y coloque una nueva

Si las mangueras presentan fugas replácelas usando mangueras de la misma especificación y con los mismos acoples.

⚡ Almacenamiento:

El equipo de llenado de nitrógeno debe reposar bajo sombra, jamás directamente con el sol y en una zona libre de humedad.

Evite que el equipo se encuentre en zonas de alto flujo de personas o equipos a fin de evitar colisiones con el mismo.



⚡ Mantenimiento:

Realice inspecciones de forma trimestral para prevenir posibles daños durante el uso del equipo buscando los defectos señalados en la sección de reparaciones a fin de corregirlos.

Realice la limpieza de todo el equipo de forma trimestral.

Realice el abastecimiento y pruebas hidrostáticas del tanque según sea requerido por su uso y fechas de caducidad en los lugares certificados para hacer dichas operaciones.

**Firma del Responsable :**

	<b>REGISTRO</b>	<b>Código:</b>	
	<b>LIBRO DE VIDA DEL EQUIPO DE LLENADO DE NITRÓGENO</b>	<b>Registro No:</b>	

Hoja: ..... de.....

No	FECHA		HORAS TRABAJO	ENCARGADO	OBSERVACIONES
	ENTRADA	SALIDA			

Firma del Responsable \_\_\_\_\_

### 3.11 Costo primario

**Tabla 3.8** Presupuesto para la elaboración del proyecto

PRESUPUESTO DEL PROYECTO		
DETALLE	VALOR UNIDAD	VALOR TOTA
Cilindro nitrógeno	339	339
Gas nitrógeno	89.75	89.75
Manguera	100	100
Regulador alta presión	491	491
Construcción coche	150	150
<b>TOTAL</b>	<b>1169.75</b>	<b>1169.75</b>

**Fuente:** Investigación Propia

**Elaborado por:** Darío Martínez

### 3.12 Costo secundario

**Tabla 3.9** Costos secundarios

N°	Material	Costo
1	Pago aranceles de Graduación	\$ 120,00
2	Alimentación	\$ 200,00
3	Hospedaje	\$ 160,00
4	Transporte	\$ 160,00
5	Impresiones	\$ 50,00
6	Empastados, anillados y CD	\$ 50,00
<b>Total</b>		<b>\$ 740,00</b>

**Fuente:** Investigación Propia

**Elaborado por:** Darío Martínez



## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 Conclusiones**

- El equipo debe ser usado con las debidas normas de precaución.
- El equipo construido cumple la función de llenado con nitrógeno para neumáticos.
- Una vez estudiado el manejo y uso adecuado le equipo de llenado se pude utilizar en las practicas la practica.
- Se selecciono un manómetro de alta presión 2500 psi.
- Los materiales que se utilizan en el carro soportan el peso del tanque.
- Después de realizar las pruebas del equipo se comprobó el buen funcionamiento.

#### **4.2 Recomendaciones**

- El equipo debe ser usado con las debidas normas de precaución.
- Para evitar las consecuencias de la inflamación por fuga, se debe evitar llevar la manguera sobre la espalda, mantenerla siempre enrollada.
- Antes de su utilización se deberá revisar el estado de la manguera para detectar posibles anomalías, como el desgaste, cortes y erosiones.
- No se debe usar grasas, aceites ni materias orgánicas en las uniones, ni en las conexiones, ya que algunos gases pueden reaccionar explosivamente.
- Nunca doblar una manguera para evitar el paso del gas, aparte de no existir certeza de cierre, se dañaría la conducción.

- Evitar el contacto con grasas y aceites, ya que ciertos gases como el oxígeno y el nitrógeno, pueden confinarse con ellas dando lugar a una explosión violenta.
- En caso de existir alguna anomalía en la manguera, se debe sustituirla por una nueva. No usar cinta aislantes para reparar la misma.
- Al almacenar la botella, debe estar en lugares excluidos de sol, humedad y focos caloríficos.
- En caso de no poder controlar una fuga traslade la botella al exterior y coloque a una distancia moderada de cualquier fuente de ignición.
- Se recomienda no almacenar esta botella por periodos mayores a los 5 meses.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS

- Manual para el técnico en prevención de riesgos laborales. 7a edición 2005 Escrito por Pedro Mateo Floría, Agustín González Ruiz, Diego González Maestre
- Física en la Ciencia y en la Industria 3ra edición 2000 Escrito por Alan Cromer
- Manufactura, ingeniería y tecnología 1ra edición 1899 Escrito por SEROPE AUTOR KALPAKJIAN, STEVEN R AUTOR SCHMID, Ulises Rev. téc Figueroa López
- Neumática e Hidráulica/ Antonio Creos/ año 2010 2da edición
- Neumática practica/ Antonio Serrano/ Año 2009 1ra edición
- Neumática hidráulica y electricidad aplicada/ José Roldan/ año 2009 10ma edición
- Neumática smc España S.A/ grupo autores técnicos/año 2007 1ª edición

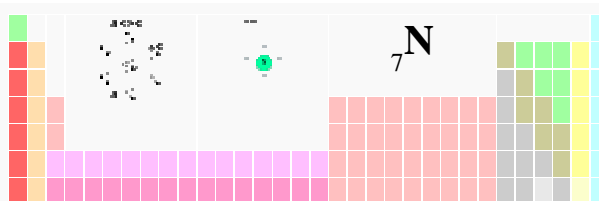
### INTERNET

- <http://www.termokew.mx/manometros.php>
- [http://www.paritarios.cl/consejos\\_manipulacion\\_cilindros.htm](http://www.paritarios.cl/consejos_manipulacion_cilindros.htm)
- [http://www.paritarios.cl/consejos\\_uso\\_cilindros.htm](http://www.paritarios.cl/consejos_uso_cilindros.htm)
- [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp\\_198.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_198.pdf)
- [http://www.elchapista.com/colores\\_botellas\\_de\\_gases.html](http://www.elchapista.com/colores_botellas_de_gases.html)
- <http://es.scribd.com/doc/37723050/Sistema-Neumaticos>
- <http://www.i-neumaticos.es/blog/ventajas-del-nitrogeno-en-el-inflado-de-neumaticos/>
- <http://es.scribd.com/doc/37723050/Sistema-Neumaticos>
- <http://www.laaviacion.com/los-neumaticos-de-aviones/>
- <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/2428352/Neumaticos-de-aviacion-inflados-con-nitrogeno.html>

# ANEXOS

## ANEXO A

Carbono ← **Nitrógeno** → Oxígeno



[Tabla completa](#) • [Tabla ampliada](#)



Incoloro

### Información general

<b>Nombre, símbolo, número</b>	Nitrógeno, N, 7
<b>Serie química</b>	No metales
<b>Grupo, período, bloque</b>	15, 2, p
<b>Masa atómica</b>	14,0067 u
<b>Configuración electrónica</b>	[He] 2s <sup>2</sup> 2p <sup>3</sup>

<b>Electrones por nivel</b>	2, 5 (imagen)
<b>Propiedades atómicas</b>	
<b>Radio medio</b>	65 pm
<b>Electronegatividad</b>	3,04 (Pauling)
<b>Radio atómico (calc)</b>	56 pm (Radio de Bohr)
<b>Radio covalente</b>	75 pm
<b>Radio de van der Waals</b>	155 pm
<b>Estado(s) de oxidación</b>	±3, 5, 4, 2, 1 (ácido fuerte)
<b>1.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	1402,3 kJ/mol
<b>2.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	2856 kJ/mol
<b>3.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	4578,1 kJ/mol
<b>4.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	7475 kJ/mol
<b>5.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	9444,9 kJ/mol
<b>6.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	53266,6 kJ/mol
<b>7.<sup>a</sup> Energía de ionización</b>	64360 kJ/mol
<b>Propiedades físicas</b>	

<b>Estado ordinario</b>	Gas
<b>Densidad</b>	1,2506 kg/m <sup>3</sup>
<b>Punto de fusión</b>	63,14 K (-210 °C)
<b>Punto de ebullición</b>	77,35 K (-196 °C)
<b>Entalpía de vaporización</b>	5,57 kJ/mol
<b>Entalpía de fusión</b>	0,3604 kJ/mol
<b>Punto crítico</b>	126,19 K (-147 °C) 3.39 MPa Pa
<b>Varios</b>	
<b>Estructura cristalina</b>	hexagonal
<b>N° CAS</b>	7727-37-9
<b>N° EINECS</b>	231-783-9
<b>Calor específico</b>	1040 J/(K·kg)
<b>Conductividad eléctrica</b>	___ 10 <sup>6</sup> S/m
<b>Conductividad térmica</b>	0,02598 W/(K·m)
<b>Velocidad del sonido</b>	334 m/s a 293,15 K(20 °C)
<b>Isótopos más estables</b>	

Artículo principal: Isótopos del nitrógeno

iso	AN	Periodo	MD	Ed	PD
				MeV	
<sup>13</sup> N	Sintético	9,965 min	ε	2,220	<sup>13</sup> C
<sup>14</sup> N	<b>99,634</b>	Estable con 7 neutrones			
<sup>15</sup> N	0,366	Estable con 8 neutrones			

Valores en el SI y condiciones normales de presión y temperatura, salvo que se indique lo contrario.

**Elaborado por:** Darío Martínez

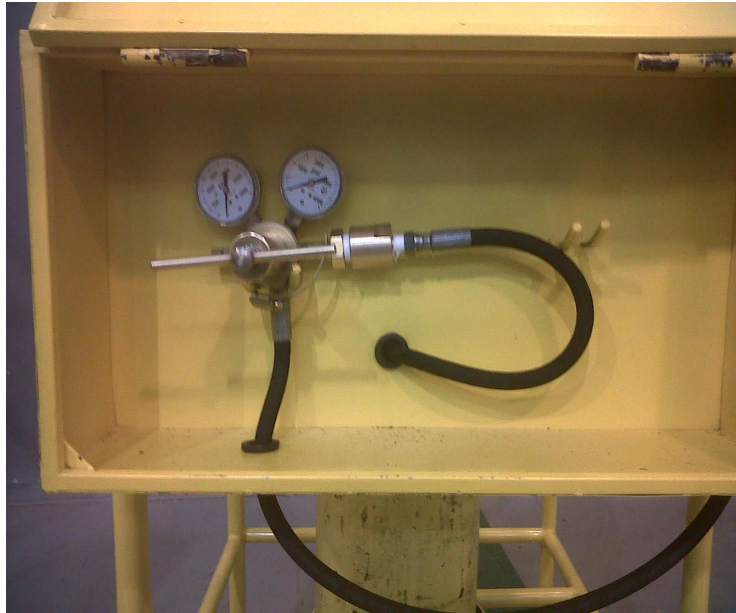


## ANEXO B



Elaborado por: Darío Martínez





**Elaborado por: Darío Martínez**



**Elaborado por: Darío Martínez**



**Elaborado por: Darío Martínez**



**Elaborado por: Darío Martínez**





## ANEXO D

### Manguera de Extrema Presión - Continúa EFG5K Manguera Espirada con Alambre - SAE 100R13

(Cumple con "U.S. MSHA 2G" Designación de Aceptación de Resistencia a la Flama)

Para Fluidos Hidráulicos Biodegradables.

**Recomendada para:** Aplicaciones de extrema presión. EFG5K esta diseñada para cumplir con todos los requerimientos de especificaciones y funcionamiento de las normas SAE 100R13 y EN 856 4SH (-20) y EN 856 4SP (-12)  
**Compatible con fluidos hidráulicos biodegradables como poliolefin, poliglícol, y aceite vegetal** incluyendo fluidos de base petróleo.

Disponible en longitudes continuas de 121' a 200'

Tubo: Negro, resistente al aceite, hule sintético (Nitrilo - Tipo C)

Refuerzo: Cuatro capas alternadas en espiral de alambre de acero de alta tensión en tamaños de -12 y -16 - Seis capas alternadas en espiral de alambre de acero de alta tensión en tamaño -20.

Cubierta: Negra, resistente al aceite, hule sintético (Neopreno) Doble raya azul con impresión roja.

Rango de Temperatura: -40°C a + 121°C (-40°F a + 250°F) para emisiones de agua etc., véase página 57

Conexiones: (véase los manuales de limpiar para casos particulares). Conexiones GG, páginas 133-159



\*Características de los materiales de la Manguera en pág. 56

#### ESPECIFICACIONES

Descripción	No. de Parte	No. de Producto	Manguera D.I. (pulg)	Manguera D.E. (pulg)	Presión de trabajo (psi)	Presión de ruptura (psi)	Radio de Curvatura (pulg)	Longitud Aprox. en Caja (pies)
12EFG5K	70838	46s1-1285	3/4	1.24	5,000	20,000	9.5	100
16EFG5K	70834	46s1-1286	1	1.53	5,000	20,000	12.0	100
20EFG5K	70835	46s1-1287	1 1/4	1.97	5,000	20,000	16.5	50



EQUIPO
SELECCION MANGONEX.
DATOS TECN.
WWW.GATES.COM
ALTA PRESION
COPLES GG
COPLES PCM
MANG. MUY ALTA PRESION
COPLES PCS
MANG. ALTA Y MEDIA PRESION
COPLES MEGA CRIMP®
COPLES PC
CONEXIONES DE CAMPO
MANG. Y COPLES DE BAJA PRESION
MANG. Y COPLES CS
MANG. Y COPLES CH4 DE TEFLON
MANG. Y COPLES TERMOPLASTICAS
MANG. Y COPLES POLAR-SEAL™
MANG. Y COPLES DIR. HIDR.
CONEXIONES RAPIDAS
ADAPTADORES
ACCESORIOS

## ANEXO E

En la tabla siguiente se indican los valores de los esfuerzos  $F_y$  y  $F_u$  de los aceros listados en el cuadro anterior.

Tabla 1.3 Esfuerzos  $F_y$  y  $F_u$  de aceros estructurales.

Nomenclatura		$F_y$ (3)		$F_u$ (4)	
NMX (1)	ASTM (2)	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	MPa	kg/cm <sup>2</sup>
B-254	A36	250	2 530	400 a 550	4 080 a 5 620
B-99	A529	290	2 950	414 a 585	4 220 a 5 975
B-282	A242	290	2 950	435	4 430
		320	3 235	460	4 710
		345	3 515	485	4 920
B-284	A572	290	2 950	414	4 220
		345	3 515	450	4 570
		414	4 220	515	5 270
		450	4 570	550	5 620
	A992	345	3 515	450 a 620	4 570 a 6 330
B-177	A53	240	2 460	414	4 220
B-199	A500 (5)	320	3 235	430	4 360
B-200	A501	250	2 530	400	4 080
	A588	345 (6)	3 515 (6)	483 (6)	4 920 (6)
	A913	345 a 483 (7)	3 515 a 4 920 (7)	448 a 620 (7)	4 570 a 6 330 (7)

- (1) Norma Mexicana.
- (2) American Society for Testing and Materials.
- (3) Valor mínimo garantizado del esfuerzo correspondiente al límite inferior de fluencia del material.
- (4) Esfuerzo mínimo especificado de ruptura en tensión. Cuando se indican dos valores, el segundo es el máximo admisible.
- (5) ASTM especifica varios grados de acero A500, para tubos circulares y rectangulares.
- (6) Para perfiles estructurales; para placas y barras, ASTM especifica varios valores, que dependen del grueso del material.
- (7) Depende del grado; ASTM especifica grados 50, 60, 65 y 70.

Cuando no existe una norma oficial mexicana para aceros utilizados en nuestro medio se ha indicado solamente la norma ASTM.

### Identificación

La especificación, incluyendo tipo o grado, en su caso, a que pertenecen los materiales o productos, se identificará de alguna de las maneras siguientes:

- a) Por medio de certificados proporcionados por el laminador o fabricante, debidamente correlacionados con el material o producto al que pertenecen; o
- b) Por medio de marcas legibles en el material o producto, hechas por el laminador o fabricante, de acuerdo con la especificación correspondiente.

### Acero estructural no identificado

Con la aprobación del diseñador, puede utilizarse acero estructural no identificado en miembros o detalles poco importantes, en los que las propiedades físicas precisas y la soldabilidad del acero no afecten la resistencia de la estructura.

## **ANEXO F**

## **ANEXO G**