

**DESARROLLO DE METODOLOGIA PARA LA CUANTIFICACION DE  
PERDIDAS CONTABLES EN LA LINEA DE DISTRIBUCIÓN DE OXIGENO EN  
ESTACIÓN DE LLENADO SABANETA- ANTIOQUIA  
CRYOGAS.GRUPO INDURA**

Laura Victoria Tobón Carvajal

Ingeniería Electromecánica

Miriam Lucia Guerra Mazo.

**INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO**

**Julio 12/2016**

# TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	7
3. METODOLOGIA.....	22
4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	28
REFERENCIAS.....	29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Unidad ASU – Cryogas Barbosa.....	7
Figura 2: Elementos que componen el aire.....	7
Figura 3: Proceso de separación de componentes del aire.....	8
Figura 4: Filtración de aire ambiente.....	9
Figura 5: Compresión de aire ambiente.....	9
Figura 6: Enfriamiento a temperaturas criogénicas.....	10
Figura 7: Purificación del aire ambiente.....	10
Figura 8: Expansión por medio de turbina.....	11
Figura 9: Destilación de producto.....	12
Figura 10: Tanques de almacenamiento planta Barbosa.....	12
Figura 11: Transferencia de productos de Cryogas.....	13
Figura 12: Llenado de cilindros en CRYOGAS Sabaneta.....	14
Figura 13: Tanque criogénico.....	14
Figura 14: Tanques criogénicos de Planta ASU – Barbosa.....	15
Figura 15: Bomba reciprocante PD3000 ubicada en Cryogas Sabaneta.....	16
Figura 16: Gasificador para llenado de cilindros – Distrito Sabaneta.....	17
Figura 17: Parte exterior de Gasificador.....	18
Figura 18: Tubería de Manifold de Cilindros.....	19
Figura 19: Manifold de Cilindros.....	19
Figura 20: Manifold de Cilindros Completo.....	20
Figura 21: Válvulas Master de Manifold de cilindros.....	20
Figura 22: Manifold de cilindros de Oxígeno.....	21

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Calculos de Línea.....27

# 1. INTRODUCCIÓN

---

Cryogas abastece más del 23% en el mercado local de producción de oxígeno industrial y servicios afines, filial de la empresa Air Products reconocida a nivel mundial en el sector de gases; como empresa líder a nivel nacional en la producción de gases no está exenta de la problemática que enfrenta toda industria en cuanto al control de pérdidas se refiere. Convirtiéndose para la organización en un verdadero reto la maximización de las ganancias mediante la minimización de las pérdidas como estrategia de gestión.

En ese orden de ideas, mediante la gestión de costos y una gestión de mantenimiento se ayudará a la empresa para que afronte de una mejor manera la problemática que actualmente aqueja.

Actualmente las pérdidas en la empresa alcanzan hasta un 10% de la producción total, se buscará disminuir las pérdidas a un menor valor, teniendo en cuenta que, por ejemplo, la producción de Oxígeno deja de ser rentable una vez las pérdidas son mayores a 10%.

Por otro lado, el déficit de una buena gestión de mantenimiento, la ausencia de un comité de análisis y vigilancia sobre las pérdidas y el no establecimiento de metas periódicas sobre la producción de oxígeno, obligara en el corto plazo a la organización a articular el departamento de ingeniería con los demás departamentos administrativos para que generen estrategias que conduzcan a una optimización de sus recursos.

Por los motivos expuestos anteriormente, se han realizado algunos análisis y propuesto algunas estrategias que conduzcan a contrarrestar y minimizar los efectos de la problemática en consideración.

El siguiente trabajo está enmarcado en un solo objetivo general que consiste en:

- Desarrollar una metodología que permita a la empresa de procesos atmosféricos y gases especiales (Cryogas) determinar sus pérdidas (líneas de distribución de Oxígeno en estación de llenado Sabaneta-Antioquia).

Y unos objetivos específicos que se mencionan a continuación:

- Describir de manera clara el proceso de llenado de cilindros en la estación de llenado del distrito Sabaneta.

- Estructurar una metodología práctica para la determinación de pérdidas. (líneas de distribución de oxígeno en estación de llenado Sabaneta-Antioquia).
- Desarrollar una hoja de cálculo que permita determinar las pérdidas reales (líneas de distribución de oxígeno en estación de llenado Sabaneta-Antioquia).
- Calcular el impacto económico que representan dichas pérdidas para CRYOGAS.

Adicionalmente el presente trabajo cuenta con cuatro partes principales que servirán de hilo conductor a lo largo de éste; en primer lugar, se desarrollara un marco teórico como parte fundamental y base conceptual del presente trabajo; en este se dan los fundamentos físicos y matemáticos acompañado de múltiples definiciones y principios de funcionamiento de los gases.

La parte metodológica será el complemento perfecto a lo expuesto a lo largo del Marco Teórico, debido a que este aparte nos muestra mediante fórmulas matemáticas y físicos los fenómenos estudiados, aterrizando a cifras concretas los hallazgos realizados al largo del estudio, permitiendo a su vez una mejor y sencilla interpretación de los resultados.

Consecuencia de lo anterior se realizará un análisis de resultados y una discusión acerca de éstos, donde se tendrá la oportunidad de contrastar los datos encontrados con sus respectivos datos históricos en algunos casos y en otros se hará desde el punto teórico, haciendo un análisis comparativo entre teoría y práctica.

Finalmente, el presente trabajo se cerrará haciendo la presentación de las conclusiones donde básicamente se mostrará la coherencia entre los objetivos planteados inicialmente con los resultados obtenidos; por otro lado, se harán algunas recomendaciones de tipo técnico dirigidas al área de mantenimiento y algunos enfoques estratégicos dirigidos a la gestión administrativa de la organización. De esta manera se abrirá un abanico de posibilidades que la organización podrá tener en cuenta para las decisiones a futuro y el camino por recorrer para el logro de sus objetivos.

## 2. MARCO TEÓRICO

---

### PRODUCCIÓN DE GASES DEL AIRE

#### Unidad ASU (Unidad de Separación de Aire)

Es una planta de procesos en la cual el aire es separado en sus gases constitutivos mediante destilación a bajas temperaturas.

**Figura 1: Unidad ASU – Cryogas Barbosa**

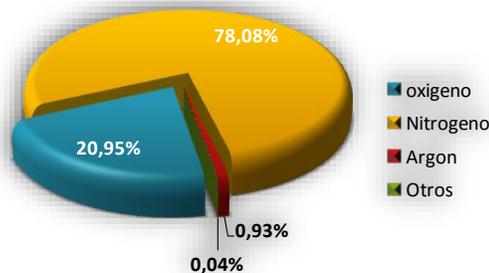


Fuente: Cryogas.

El diseño de la planta y el flujo del proceso dependen de:

- La magnitud de las operaciones
- La naturaleza de los productos requeridos
- La capacidad de la planta puede ser superior a 2,000 toneladas diarias.

**Figura 2: Elementos que componen el aire.**



Fuente: Cryogas.

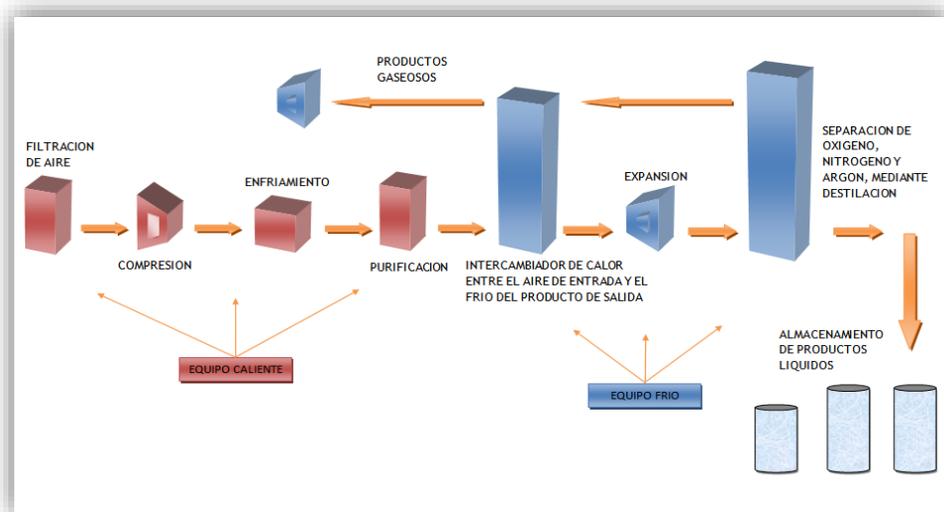
## Componentes de la separación del AIRE

- Filtración del aire
- Compresión
- Enfriamiento
- Purificación e intercambio de calor
- Expansión
- Destilación
- Almacenamiento de líquido
- Suministro de productos gaseosos

## Productos de la separación del aire:

- Oxígeno gaseoso
- Nitrógeno gaseoso
- Oxígeno líquido
- Nitrógeno líquido
- Aire de grado de instrumentos
- Argón crudo líquido
- Argón puro líquido

**Figura 3: Proceso de separación de componentes del aire.**



Fuente: Cryogas.

## Filtración

Antes de ser comprimido, el aire de entrada es filtrado para eliminar el polvo y otras partículas, ya que este polvo puede dañar los compresores y ocasionar una reducción de la eficiencia.

## Compresión

El compresor de aire extrae aire de alimentación desde la atmósfera y lo conduce a la planta de separación de aire comprimiéndolo hasta la presión de entrada requerida.

La compresión se lleva a cabo por etapas para que el aire pueda enfriarse entre las diversas etapas y así mejorar la eficiencia.

**Proceso de separación de componentes del aire.**

**Figura 4: Filtración de aire ambiente**



Fuente: Cryogas.

**Figura 5: Compresión de aire ambiente.**



Fuente: Cryogas.

## Enfriamiento

La separación criogénica implica temperaturas muy bajas ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) para la producción de oxígeno, nitrógeno y argón.

El enfriamiento hasta temperaturas criogénicas requiere una gran cantidad de refrigeración.

## Purificación

Las unidades de pre purificación (PPU) son utilizados para extraer del aire: El agua, el dióxido de carbono, el acetileno y otros hidrocarburos más pesados.

Los recipientes de la PPU tienen una capacidad limitada y deben ser regenerados, así que hay dos recipientes operando de manera alternada.

## Proceso de separación de componentes del aire

**Figura 6: Enfriamiento a temperaturas criogénicas**



Fuente: Cryogas.

**Figura 7: Purificación del aire**



Fuente: Cryogas.

## Expansión

La turbina de expansión es la fuente primaria de enfriamiento en una unidad de separación de aire. Proveen refrigeración para:

- Los problemas de absorción de calor desde el exterior hacia la caja fría
- Compensar las corrientes de calor que salen de la caja de enfriamiento
- Hacer productos líquidos en lugar de gaseosos

## Destilación

El aire a la temperatura del aire líquido se separa en oxígeno, nitrógeno y argón mediante destilación. El proceso de destilación busca poner en contacto corrientes de líquido y vapor.

Debido a la diferencia en la temperatura de ebullición de los tres componentes, el vapor es más rico en el componente de menor punto de ebullición (ej.: nitrógeno), mientras que el líquido restante contiene más cantidad del componente de mayor punto de ebullición (ej.: oxígeno).

**Proceso de separación de componentes del aire.**

**Figura 8: Expansión por medio de turbina**



Fuente: Cryogas.

**Figura 9: Destilación de producto**



Fuente: Cryogas.

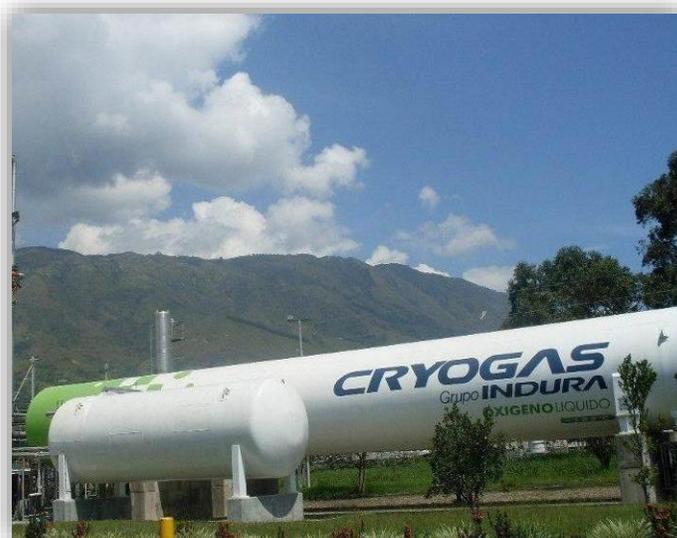
### **Almacenamiento líquido**

Los productos líquidos tales como:

- Oxígeno líquido
- Nitrógeno líquido
- Argón crudo líquido
- Argón puro líquido

Son almacenados bajo presión en forma líquida

**Figura 10: Tanques de almacenamiento planta Barbosa**

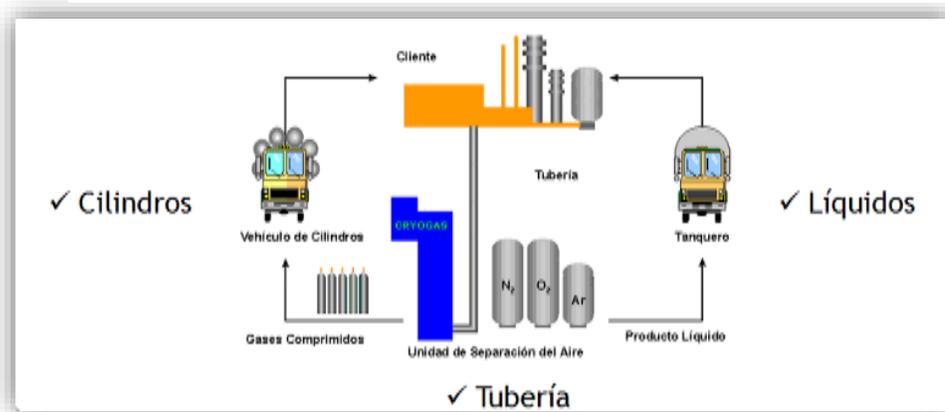


Fuente: Cryogas.

## Transferencia de producto.

La transferencia de producto desde la planta de separación hasta el cliente se realiza por medio de tanqueros (en forma líquida), por medio de cilindros (en forma gaseosa.) o por medio de tubería.

**Figura 11: Transferencia de productos de Cryogas**



Fuente: Cryogas.

## LLENADO DE CILINDROS DE OXÍGENO EN DISTRITO SABANETA

### Sistema actual de llenado de cilindros

En la actualidad se realiza el llenado de los cilindros en el distrito sabaneta de CRYOGAS luego de que los tanqueros lo traen desde la planta de producción del mismo ubicada en Barbosa, a continuación, se presenta un esquema general que permite comprender los pasos que se deben seguir para que el llenado de los cilindros se realice de manera efectiva. Figura 11.



Están diseñados para:

- Conservar en su interior la baja temperatura requerida para que el gas se mantenga en estado líquido
- Permite mantener la presión interna que impulsa la salida del gas
- En el caso de los tanques para CO<sub>2</sub>, conservan la presión interna que evita la solidificación del producto

**Figura 14: Tanques criogénicos de Planta ASU – Barbosa**



Fuente: Cryogas.

Partes del tanque:

- Tanque interno y externo
- Sistemas de regulación
- Indicadores de nivel y presión
- Tuberías
- Válvulas y sistemas de Seguridad

### **Bomba reciprocante**

La bomba criogénica es una máquina que absorbe energía mecánica proveniente de un motor eléctrico y la transforma en energía hidráulica.

El funcionamiento de una Bomba reciprocante depende del llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo, para lo cual cierta cantidad de agua es

obligada a entrar al cuerpo de la bomba en donde queda encerrada momentáneamente, para después ser forzada a salir por la tubería de descarga. De lo anterior se deduce, en términos generales, que el gasto de una Bomba reciprocante es directamente proporcional a su velocidad de rotación y casi independiente de la presión de bombeo.

Como el proceso de llenado y vaciado sucesivo de receptáculos de volumen fijo requiere fricción por resbalamiento entre las paredes estacionarias del receptáculo y las partes móviles, estas bombas no son apropiadas para manejar líquidos que contengan arenas o materias en suspensión. Además, la variación cíclica del gasto de descarga puede obligar al empleo de Cámara de aire y de grandes tuberías.

Estas bombas son relativamente de baja velocidad de rotación, de tal manera que cuando tienen que ser movidas por motores eléctricos deben ser intercaladas transmisiones de engranes o poleas para reducir la velocidad entre el motor y la bomba.

**Figura 15: Bomba reciprocante PD3000 ubicada en Cryogas Sabaneta**



Fuente: Cryogas.

## Gasificador o vaporizador

Son equipos usados para convertir los líquidos criogénicos en gases para envasarlos en los cilindros o suministrarlos directamente a un cliente por una red de tuberías. Por transferencia de calor logran realizar la gasificación del producto.

Los Gasificadores son utilizados normalmente para:

- Argón líquido
- Nitrógeno líquido
- Oxígeno líquido
- Dióxido de carbono líquido, bajo algunas circunstancias

**CO<sub>2</sub>**: los gasificadores sólo puede ser usado donde la temperatura ambiente mínima es superior a la temperatura del líquido.

**Figura 16: Gasificador para llenado de cilindros – Distrito Sabaneta**



Fuente: Cryogas.

El gasificador utiliza el aire caliente del ambiente para hacer hervir el líquido criogénico que pasa a través de él, proporcionando a su salida producto gaseoso para el proceso

El calor es conducido del exterior del tubo a la pared interior, haciendo que el líquido que pasa por una tubería se caliente mediante un proceso natural.

La parte más ineficaz en un gasificador es la transferencia térmica del aire ambiental a la pared de tubo

Se maximiza aumentando el área de contacto del aire agregando unas aletas en forma de abanico a la tubería.

**Figura 17: Parte exterior de Gasificador**



Fuente: Cryogas.

### **Tubería.**

Es un conducto cilíndrico que cumple la función de transportar un fluido.

La tubería se instala en cada sistema de llenado, dependiendo del producto a transportar. En los sistemas de llenado de gases se usa tubería compatible con el oxígeno y con la capacidad de soportar altas presiones.

La tubería debe cumplir con unas características especiales para ser adaptada a un sistema de llenado en los sistemas de llenado de gases permanentes:

- Tubería en bronce
- Diámetro de 3/4 de pulgada
- Compatibilidad con el oxígeno
- Espesor de pared adecuada

**Figura 18: Tubería de Manifold de Cilindros**



Fuente: Cryogas.

### **Manifold de cilindros**

Los sistemas de llenado de cilindros se diseñan de dos tipos, esto depende de la operación y el producto Normalmente son para:

- Gases permanentes
- Gases licuados

**Figura 19: Manifold de Cilindros**



Fuente: Cryogas.

Manifold para llenado de gases permanentes: La principal característica de estos manifold es que optimizan el proceso ya que permiten llenar varios cilindros al mismo tiempo

El control en el llenado se hace por:

- Presión
- Temperatura

**Figura 20: Manifold de Cilindros Completo**



Fuente: Cryogas.

Los manifold para gases permanentes permiten llenar cilindros a alta presiones, que pueden ir entre 1000 y 2900 Psi

La capacidad del manifold la define la cantidad de cilindros que se requieran llenar.

**Figura 21: Válvulas Master de Manifold de cilindros**



Fuente: Cryogas.

Dependiendo de su capacidad máxima de cilindros, el manifold siempre se debe usar al 90% de su capacidad

Los manifold se deben construir con materiales aprobados y compatibles con el gas de servicio y se deben dimensionar para el flujo de gas y la presión de trabajo

Sus componentes principales son:

- Panel de control
- Tablero eléctrico
- Válvulas
- Tubería
- Pigtail
- Bascula
- Instrumentos de medición

**Figura 22: Manifold de cilindros de Oxigeno**



Fuente: Cryogas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

### 3. METODOLOGÍA

---

Para la realización del presente trabajo se tomó como punto de partida una serie de datos históricos y mediciones que se habían hecho en el pasado, pero que lamentablemente no se les había dado continuidad y control, por otro lado se apoyó en datos generales tomados de la industria en general y que fueron utilizados como patrones de referencia para el cálculo de nuestras pérdidas. Se contó con el apoyo del personal involucrado en las labores de mantenimiento y la estación de llenado Sabaneta, además de la información contenida en los manuales de los fabricantes de los equipos.

De forma más precisa se realizó el análisis de pérdidas partiendo del siguiente modelo de cálculo:

#### METODOLOGIA PARA LA CUANTIFICACION DE PÉRDIDAS CONTABLES

##### **Línea Bomba**

Ø= Diámetro de la tubería.

L= Longitud de la tubería.

A=Área de la tubería.

Vh= Velocidad.

$$\text{Ø Nominal Tubería} = \frac{1.27}{2} * \frac{0.0254m}{1.27} = 0.0127m$$

$$L_{\text{Tubería}} = 5m$$

$$A_{\text{Tubería}} = \frac{\text{Ø}^2 \pi}{4} = \frac{(0.0127)^2 \pi}{4} = 1.26 \times 10^{-4} m^2$$

$$V_h = A * L$$

$$V_h = 1.26 \times 10^{-4} m^2 * 5m$$

$$V_h = 6.33 \times 10^{-4} m^3 \text{ (Oxígeno Líquido en } m^3 \text{)}$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$V_h = 6.33 \times 10^{-4} \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 0.633 \text{ L (Oxígeno Líquido en Litros)}$$

$$V_h = 0.633 \text{ L (Líquido)} * 861 \text{ L (Gas) (Factor de conversión del oxígeno)}$$

$$V_h = 545.34 \text{ L (Oxígeno gaseoso)}$$

$$V_h = 545.34 \text{ L} * \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 0.54534 \text{ m}^3 \text{ (Oxígeno gaseoso)}$$

### Línea Gasificador

#Pasos= Numero de pasos del gasificador.

H= Altura del gasificador.

L= Longitud del gasificador.

$$\#Pasos = 8$$

$$H \text{ (m)} = 4.6 \text{ m}$$

$$L = H * \#Pasos$$

$$L = 4.6 \text{ m} * 8$$

$$L = 36.8 \text{ m}$$

$$\varnothing \text{ Nominal Tubería} = \frac{4 \text{ in}}{2} * \frac{0.0254 \text{ m}}{4 \text{ in}} = 0.0127 \text{ m}$$

$$A_{\text{Tubería}} = \frac{\varnothing^2 \pi}{4} = \frac{(0.0127)^2 \pi}{4} = 1.26 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_h = A * L$$

$$V_h = 1.26 \times 10^{-4} \text{ m}^2 * 36.8 \text{ m}$$

$$V_h = 4.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ (Oxígeno Líquido en m}^3\text{)}$$

$$V_h = 4.64 \times 10^{-3} \text{ m}^3 * \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 4.64 \text{ L (Oxígeno Líquido en Litros)}$$

$$V_h = 4.64 \text{ L (líquido)} * 861 \text{ L (gas) (Factor de conversión del oxígeno)}$$

$$V_h = 3995 \text{ L (Oxígeno gaseoso)}$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$V_h = 3995L * \frac{1m^3}{1000L} = 3.99m^3 \text{ (Oxigeno gaseoso)}$$

### Línea Gasificador – Manifold

Ø= Diámetro de la tubería de la línea del gasificador a manifold.

L= Longitud de la tubería de la línea del gasificador a manifold.

A= Área de la tubería de la línea del gasificador a manifold.

Vh= Velocidad.

$$\text{Ø Nominal Tubería} = \frac{3in}{8} * \frac{0.0254m}{1in} = 9.525 \times 10^{-3}m$$

$$L_{\text{Tubería}} = 15m$$

$$A_{\text{Tubería}} = \frac{\text{Ø}^2 \pi}{4} = \frac{(9.525 \times 10^{-3}m)^2 \pi}{4} = 7.12 \times 10^{-5}m^2$$

$$V_h = A * L$$

$$V_h = 7.12 \times 10^{-5}m^2 * 15m$$

$$V_h = 1.068 \times 10^{-3}m^3 \text{ (Oxigeno Liquido en } m^3)$$

$$V_h = 1.068 \times 10^{-3}m^3 * \frac{1000L}{1m^3} = 1.068L \text{ (Oxigeno Liquido en Litros)}$$

$$V_h = 1.068L \text{ (liquido)} * 861L \text{ (gas)} \text{ (Factor de conversión del oxígeno)}$$

$$V_h = 919.55L \text{ (Oxigeno gaseoso)}$$

$$V_h = 919.55L * \frac{1m^3}{1000L} = 0.9195m^3 \text{ (Oxigeno gaseoso)}$$

### Manguera Manifold

Ø= Diámetro de la manguera del manifold.

L1= Longitud 1 de la manguera del manifold.

L2= Longitud 2 de la manguera del manifold.

LT= Longitud total de la manguera del manifold.

 ITM Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

A= Área de la manguera del manifold.  
 Vh= Velocidad.

$$\varnothing \text{ Tubería} = \frac{1\text{in}}{4} * \frac{0.0254\text{m}}{1\text{in}} = 6.35 \times 10^{-3} \text{m}$$

#Cilindros = 40

$$L1 = 0.9\text{m} * 20 = 18\text{m}$$

$$L2 = 0.6\text{m} * 20 = 12\text{m}$$

$$LT = 30\text{m}$$

$$A \text{ Tubería} = \frac{\varnothing^2 \pi}{4} = \frac{(6.35 \times 10^{-3} \text{m})^2 \pi}{4} = 3.16 \times 10^{-5} \text{m}^2$$

$$Vh = A * L$$

$$Vh = 3.16 \times 10^{-5} \text{m}^2 * 30\text{m}$$

$$Vh = 9.50 \times 10^{-3} \text{m}^3 \text{ (Oxígeno Líquido en m}^3\text{)}$$

$$Vh = 9.50 \times 10^{-4} \text{m}^3 * \frac{1000\text{L}}{1\text{m}^3} = 0.95\text{L (Oxígeno Líquido en Litros)}$$

$$Vh = 0.95\text{L (líquido)} * 861\text{L (gas)} \text{ (Factor de conversión del oxígeno)}$$

$$Vh = 818.01\text{L (Oxígeno gaseoso)}$$

$$Vh = 0.818\text{L} * \frac{1\text{m}^3}{1000\text{L}} = 0.818\text{m}^3 \text{ (Oxígeno gaseoso)}$$

### Tubería Manifold

$\varnothing$ = Diámetro de la tubería del manifold.

L= Longitud de la tubería del manifold.

A= Área de la tubería del manifold.

Vh= Velocidad.

$$\varnothing \text{ Tubería} = \frac{3\cancel{\text{in}}}{8} * \frac{0.0254\text{m}}{1\cancel{\text{in}}} = 9.52 \times 10^{-3} \text{m}$$

$$L_{\text{Tubería}} = 5\text{m}$$

$$A_{\text{Tubería}} = \frac{\varnothing^2 \pi}{4} = \frac{(9.52 \times 10^{-3} \text{m})^2 \pi}{4} = 7.12 \times 10^{-5} \text{m}^2$$

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$V_h = A \cdot L$$

$$V_h = 7.12 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot 7 \text{ m}$$

$$V_h = 4.98 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ (Oxígeno Líquido en m}^3\text{)}$$

$$V_h = 4.98 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 0.498 \text{ L (Oxígeno Líquido en Litros)}$$

$$V_h = 0.498 \text{ L (Líquido)} \cdot 861 \text{ L (Gas) (Factor de conversión del oxígeno)}$$

$$V_h = 429.46 \text{ L (Oxígeno gaseoso)}$$

$$V_h = 429.46 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 0.429 \text{ m}^3 \text{ (Oxígeno gaseoso)}$$

$$V_{T\_1} = 0.818 \text{ m}^3 + 0.429 \text{ m}^3$$

$$V_{T\_1} = 1.24 \text{ m}^3$$

$$V_{T\_2} = 4.64 \text{ m}^3 + 0.498 \text{ m}^3 + 1.24 \text{ m}^3$$

$$V_{T\_2} = 6.378 \text{ m}^3 \text{ (Perdidas por venteo para romper vacío)}$$

$$V_2 = 1.42 \text{ m}^3 + 3.99 \text{ m}^3 + 0.545 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 6 \text{ m}^3$$

Tabla 1: Cálculo de Líneas

LINEA BOMBA										DATO CALCULADO		
D_1(in)	L_1(m)					R_1(m)	D_1(m)	A_1(m <sup>2</sup> )	V_1(m <sup>3</sup> ) Oxígeno	A_1 (m <sup>2</sup> )	0,000126677	
0,5	5					<b>0,00635</b>	0,0127	0,000126677	0,545343924	A_2 (m <sup>2</sup> )	0,000126677	
LINEA GASIFICADOR										A_3 (m <sup>2</sup> )	7,12557E-05	
D_2(in)	L_2(m)	H(m)	NPG			R_2(m)	D_2(m)	A_2(m <sup>2</sup> )	V_2(m <sup>3</sup> ) Oxígeno	A_4 (m <sup>2</sup> )	3,16692E-05	
0,5	<b>36,8</b>	4,6	8			0,00635	0,0127	0,000126677	4,013731283	A_5 (m <sup>2</sup> )	7,12557E-05	
D	P_2(Psi)	H(m)	NPG				P_1(Psi)	A	A	V_4(m <sup>3</sup> )	V_1 (m <sup>3</sup> )	0,545343924
N/A	2200	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>				#iREF!	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	#iREF!	V_2 (m <sup>3</sup> ) OXG	4,013731283
LINEA GASIFICADOR - MANIFOLD										V_3 (m <sup>3</sup> ) OXG	0,920267872	
D_3(in)	L_3(m)					R_3(m)	D_3(m)	A_3(m <sup>2</sup> )	V_3(m <sup>3</sup> ) Oxígeno	V_4 (m <sup>3</sup> ) OXG	0,818015887	
0,375	15					<b>0,0047625</b>	0,009525	7,12557E-05	0,920267872	V_5 (m <sup>3</sup> ) OXG	0,42945834	
MANGUERA MANIFOLD										V_6 (m <sup>3</sup> ) OXG	1,247474227	
D_4(in)	L_4(m)	L_5(m)	#CILINDROS	_4(manguera)	_5(manguera)	R(m)	D_4(m)	A_4(m <sup>2</sup> )	V_4(m <sup>3</sup> ) Oxígeno	V_7 (m <sup>3</sup> ) OXG	6,181473383	
0,25	0,9	<b>0,6</b>	<b>40</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>0,003175</b>	0,00635	3,16692E-05	0,818015887	V_8 (m <sup>3</sup> ) OXG	5,778549549	
TUBERIA MANIFOLD												
D_5(in)	L_6(m)					R_5(m)	D_5(m)	A_5(m <sup>2</sup> )	V_5(m <sup>3</sup> ) Oxígeno			
0,375	7					<b>0,0047625</b>	0,009525	7,12557E-05	0,42945834			
P_1(Psi)	P_2(Psi)						V_4+5(m <sup>3</sup> ) Oxígeno Gaseoso		V_2+3+6(m <sup>3</sup> ) Oxígeno			
14,7	2900						1,247474227		6,181473383			
							V_8(m <sup>3</sup> )					
							5,778549549					
CONVENCIONES												
Pi										3,141592654		
Diametro										D		
Radio										r		
Longitud										L		
Volumen										V		
Area										A		
Altura										H		
Nº Pases Gasificados										NPG		
Presion										P		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

## 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

---

El presente trabajo brindó la oportunidad al estudiante de llevar a la práctica los conocimientos recogidos durante los cinco años de formación académica en el programa de Ingeniería Electromecánica; a la vez permitió también a Cryogas, realizar un diagnóstico de su estado actual del control de pérdidas en las estaciones de llenado básicamente. Las principales enseñanzas que nos deja la presente investigación desde el punto de vista académico, personal y organizacional serán expuestas a continuación.

De la presente investigación se desarrolló una metodología que permite a la empresa de procesos atmosféricos y gases especiales (Cryogas) determinar sus pérdidas (líneas de distribución de Oxígeno en estación de llenado Sabaneta-Antioquia).

Se logró también como resultado de este estudio la descripción de manera clara el proceso de llenado de cilindros en la estación de llenado del distrito Sabaneta.

También se estructuró una metodología práctica para la determinación de pérdidas. (Líneas de distribución de oxígeno en estación de llenado Sabaneta- Antioquia). También con la ayuda de herramientas ofimáticas se desarrolló una hoja de cálculo que permite determinar las pérdidas reales (líneas de distribución de oxígeno en estación de llenado Sabaneta- Antioquia).

Por último se calculó el impacto económico que representan dichas pérdidas para CRYOGAS.

Se espera entonces que estas conclusiones sean acogidos de forma positiva por la organización y se adelanten las acciones necesarias también expuestas durante el trabajo con el fin de que la organización siga creciendo, posicionándose y aumentando sus márgenes de ganancia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

## REFERENCIAS

---

En la Web:

- <http://www.cryogas.com.co/web/co>
- <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/cryogas-invierte-us-15-millones-planta-147908>

	<b>INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</b>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FIRMA ASESOR: *Miry — L.*

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD \_\_\_\_\_

RECHAZADO \_\_\_      ACEPTADO \_\_\_      ACEPTADO CON MODIFICACIONES \_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD \_\_\_\_\_

ACTA NO. \_\_\_\_\_

FECHA ENTREGA: \_\_\_\_\_