



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**Facultad de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica**

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico.

Seminario de Título presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de Ingeniero de Ejecución en Mecánica.

Profesor Guía:
Sr. Vicente Pita Vives
Ingeniero Supervisor:
Sr. Jorge Provoste Alvial

Bernardo Antonio Coloma Silva

Agradecimientos

Agradezco primeramente a don Jorge Provoste Alvial y todo su equipo del área de Equipamiento y Mantenimiento de la Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT).

A mi profesor guía Sr. Vicente Pita Vives.

Y finalmente a todas aquellas personas que de alguna u otra forma me ayudaron durante mi estadía en la universidad.

Dedicatoria

“Dedico este seminario de título a mi mamá, Fresia Silva Robles, y mi papá, Enrique Venegas Maldonado, por todo su esfuerzo durante estos largos años, por todo su amor y su apoyo incondicional aún en los momentos adversos.

También se lo dedico a mis hermanos Susan y Victor que desde pequeños, siempre estuvieron conmigo y cumplieron un rol fundamental en mí desarrollo personal. Por supuesto también a Mario, mi mejor amigo.

Finalmente quiero agradecer a dos personas que desde hace tres años iluminaron mi vida; Matilda, mi hija, que gracias a su ternura y sonrisa me levanto y puedo seguir adelante día a día. Solange, mi pareja, quien con su cariño, siempre ha estado conmigo y me da el impulso extra que necesito.”

 Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

Glosario

Elemento	Designación	Unidad
Área cañería	A	m ²
Caudal comprimido	Qc	m ³ /min
Caudal normal	Qn	m ³ /min
Constante particular del aire	Rp	J/(kg·K)
Constante universal	Ru	J/(mol·K)
Diámetro exterior	De	m ó mm
Diámetro interior	Di	m ó mm
Flujo másico	\dot{m}	kg/min
Longitud cañería	Lc	m
Longitud equivalente	Le	m
Longitud total	Lt	m
Masa	m	kg
Minutos	min	Min
Número de moles	n	Mol
Peso	W	N
Peso molecular del aire	Pm	kg/kmol
Presión	Pc	Bar
Revoluciones por minuto	RPM	1/min
Segundos	s	s
Temperatura	T	°C
Velocidad	vel	m/s
Volumen	vol	m ³

Equivalencias:

1 atm = 101325 Pa \approx 1 bar \approx 14,7 psi

1 m = 100 cm = 1000 mm

1" \approx 2,54 cm

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS.....	10
• Objetivo general.....	10
• Objetivos específicos	10
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	11
CAPÍTULO 1	12
1.1. Características del aire atmosférico.....	13
1.2. Aire Comprimido	13
1.3. Compresor	14
1.4. Refrigeración.....	15
1.5. Estanque.....	15
1.6. Secado.....	16
1.7. Conductos o tuberías.....	16
1.8. Tipos de red	16
1.9. Preparación del aire comprimido	17
1.10. Dimensionamiento de una red.....	18
1.10.1 Caídas de presión.....	18
1.10.2 Velocidad admisible.....	19
CAPÍTULO 2	20
2.1 Componentes de la red.....	21
2.2 Compresor actual.....	21
2.2.1 Comprobación de la capacidad del compresor	22
2.3 Refrigeración.....	25
2.4 Secador	25

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

2.5	Estanque.....	25
2.6	Filtros de línea.	26
2.7	Distribución del aire comprimido	27
2.8	Sistema eléctrico.....	28
2.8.1	Tablero eléctrico	28
2.8.2	Motor eléctrico	30
CAPÍTULO 3		31
3.1	Identificación de usuarios	32
3.2	Necesidades de los equipos	35
3.3	Medición de consumos	37
3.3.1	Cálculo de consumo de aire.	38
3.3.2	Cálculo de las caídas de presión.....	40
CAPÍTULO 4		43
4.1	Soluciones a los problemas detectados de la red.....	44
4.1.1	Presencia de condensado:	44
4.1.2	Caídas de presión:.....	47
4.1.3	Manifolds:	49
4.2	Compresor	50
4.2.1	Consumo exigido.....	50
4.2.2	Ubicación.....	51
4.2.3	Mantención.....	52
4.2.4	Documentación del equipo.	55
	Ficha Lubricación.....	56
	Pauta de inspección preventiva	57
	Procedimiento ante posibles fallas del compresor.....	58

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

4.3 Sistema Eléctrico	60
4.3.1 Motor eléctrico.	60
4.3.2 Tablero eléctrico	61
Conclusiones.....	62
Referencias Bibliográficas.....	64
ANEXO A	65
ANEXO B (Planos).....	82

INTRODUCCIÓN

El aire comprimido es una de las formas de energía más antigua usada por el ser humano, sin embargo fue a mediados del siglo XX dC cuando se comenzó a utilizar a niveles industriales masivos. Su utilización se ha ido perfeccionando producto de los avances tecnológicos y niveles de vida actual, llegando a ser primordial en los procesos productivos actuales, gracias a la alta gama de maquinaria, equipos y herramientas que pueden ser accionados con aire comprimido.

La Unidad de Desarrollo Tecnológico de la Universidad de Concepción (UDT), no ajena a lo antes señalado, posee una red de aire comprimido, la cual se compone por un compresor de pistones, un estanque para almacenar el aire comprimido y dos filtros de línea, todos ubicados en la Sala de Suministros. El compresor alimenta a toda la instalación que consta de; Salas de Procesos N°1, 2 y 3 además de Laboratorios de Investigación.

La actual red ha sufrido diversas modificaciones por motivos de ampliaciones y cambios de ubicación de los equipos, lo que conlleva actualmente a que exista una red con evidentes fallas operativas, entre las cuales se pueden destacar; ausencia de documentación de identificación, fugas de aceite en el cuerpo y en los cilindros del compresor, alta presencia de condensado, mal diseño de los ramales secundarios, escasa mantención de la red.

El objetivo principal de este seminario es realizar un estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico y proponer mejoras para los eventuales problemas que se detecten, lo que compromete al sistema de generación y distribución de aire, teniendo en consideración que en paralelo con el desarrollo del seminario se edificó una ampliación llamada UDT 3 que tiene contemplado el uso de aire comprimido, por lo tanto las mejoras propuestas se realizaron de acuerdo a los actuales equipos, más los requerimientos de la nueva edificación. La mayoría de las propuestas se valorizan económicamente a través

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

de cotizaciones de diferentes proveedores de aire comprimido tales como Dan Technique, SIMMA, entre otros.

Por último se elabora un plan de mantención para el compresor, motor eléctrico y estanque, además se generó la documentación necesaria para la identificación de estos.

En resumen, el seminario se desarrolló en 4 grandes etapas las que se enumeran a continuación:

- 1) Realización de un levantamiento detallado de sus equipos, accesorios y trazados, que componen la red de aire comprimido.
- 2) Búsqueda de información competente a redes de aire comprimido.
- 3) Estudio de los componentes instalados y necesidades de los equipos.
- 4) Búsqueda de alternativas para solucionar los problemas detectados.

OBJETIVOS

- **Objetivo general**

Hacer un estudio de la red de aire comprimido en la Unidad Desarrollo Tecnológico (UDT) y proponer mejoras para los eventuales problemas que se detecten.

- **Objetivos específicos**

1. Conocer el funcionamiento de los sistemas de aire comprimido actuales y sus componentes.
2. Realizar el levantamiento del actual sistema de aire comprimido.
3. Estudiar y proponer eventuales mejoras en los siguientes puntos:
 - a) Redimensionamiento de piping.
 - b) Sistemas de filtrado.
 - c) Sistemas de secado.
 - d) Sistema eléctrico.
 - e) Valoración económica para el mantenimiento del actual compresor y la compra de un nuevo equipo.
4. Generar la documentación necesaria para la correcta identificación y operación del equipo.
5. Construir plan de mantención para el sistema de aire comprimido.

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción, considera que desde su creación, el año 1996, se ha caracterizado por tener una estrecha relación con el sector productivo y por su capacidad de escalar procesos a nivel industrial. Ambos atributos convierten a UDT en un centro de investigación único en Chile, liderando proyectos tecnológicos de vanguardia.

Desde el año 2008, UDT es uno de trece Centros Científicos Tecnológicos de Excelencia de la Comisión Nacional de Investigación Científica Y Tecnológica (CONICYT), condición que le ha permitido desarrollar conocimientos de relevancia en sus cinco áreas de trabajo: Biomateriales, Bioenergía, Productos Químicos, Medio Ambiente y Gestión Tecnológica; bajo el concepto de Biorefinerías Forestales.

UDT depende de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Concepción y cuenta con personal especializado y altamente motivado, una completa infraestructura de escalamiento de procesos y contacto con empresas y centros de investigación del país y el extranjero

La infraestructura, equipamiento y recurso humano de UDT, le permiten ofrecer una serie de servicios de gran valor en los ámbitos:

- Investigación aplicada.
- Desarrollo de productos y procesos.
- Formulación, ejecución y transferencia de resultados de proyectos de I&D.
- Análisis de laboratorio.
- Servicios de escalamientos de procesos y producción demostrativa.

Teniendo como principales clientes a empresas de la industria química, minera, siderúrgica, pesquera, forestal, agrícola, así como también en empresas sanitarias, energéticas, medioambientales, públicas y privadas para educación.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

“En este capítulo se muestra los principales componentes de una red de aire comprimido, dando a conocer los aspectos más relevantes en el suministro y la demanda”

1.1. Características del aire atmosférico

El aire es un gas incoloro, sin olor, e insípido y está constituido por una mezcla de gases, sus principales componentes químicos son los mostrados en la tabla 1.1.

TABLA N° 1.1 *Principales componentes químicos del aire atmosférico.*

Componente	Símbolo	Concentración aproximada en volumen
Nitrógeno	N ₂	78,08 %
Oxígeno	O ₂	20,94 %
Argón	Ar	0,93 %
Dióxido de carbono	CO ₂	0,03 %
Hidrógeno	H	0,01 %
otros	-	0,01 %

El aire atmosférico está constituido por:

- Aire seco, con la concentración de gases indicados en la tabla N° 1.1.
- Vapor de agua.
- Impurezas (polvo, hollín, sales, etc.).

Propiedades físicas del aire (constantes):

Densidad a presión y temperatura ambiente : 1,2 kg/m³

Peso Molecular : 28,96 kg/kmol

Constante Particular (R_p) : 287,1 J/(kg·K)

1.2. Aire Comprimido

El aire comprimido se obtiene mediante compresores, los cuales aspiran el aire atmosférico, disminuyendo su volumen y aumentando su presión. Éste se puede almacenar en un estanque para su posterior uso en equipos neumáticos, teniendo una conformación general con sus principales elementos como se muestra en la Figura 1.1.

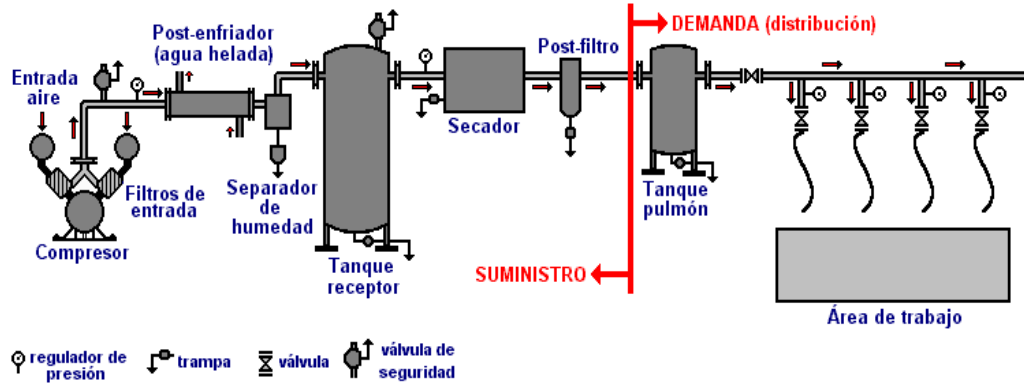


FIGURA N° 1.1 Elementos generales de una red de aire comprimido.

1.3. Compresor

Dentro de los diferentes equipos compresores de aire, se tiene una amplia gama, la cual dividiremos en dos grandes grupos:

- a) Compresores de desplazamiento positivo: el aumento de presión se produce por la disminución del volumen del aire. Permite generar altas presiones.
- b) Compresores dinámicos: el aumento de presión se produce por el aumento de la aceleración conferida al aire. Permiten comprimir grandes volúmenes de aire a presiones relativamente bajas.

En la figura 1.2, se detalla los principales tipos de compresores contenidos en los dos principales grupos mencionados anteriormente, señalando sus subdivisiones.

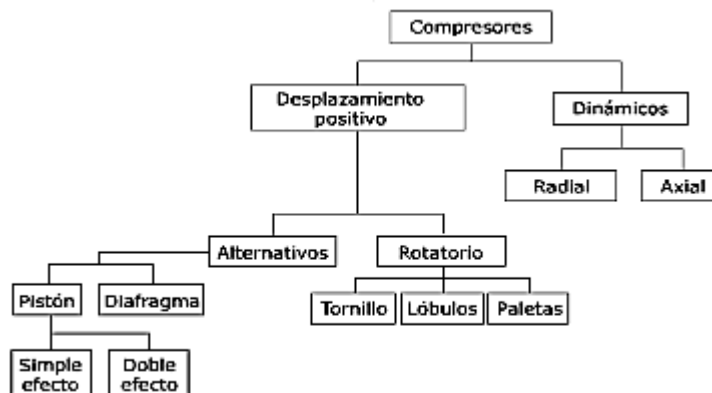


FIGURA N° 1.2 Clasificación de los tipos de compresores.

1.4. Refrigeración

Se utilizan para disminuir la temperatura del aire logrando reducir el trabajo realizado en la compresión y ayudando a la condensación de humedad. Se distinguen 2 procesos de refrigeración que, por lo general, se realizan con agua, aceite o aire.

- a) Refrigeración Intermedia (intercooler): Se realiza entre la primera y la segunda etapa de compresión. Su objetivo es reducir el trabajo necesario para comprimir el aire.
- b) Refrigeración Posterior (aftercooler): Se realiza después de la segunda compresión y antes del estanque. Su objetivo es extraer humedad del aire.

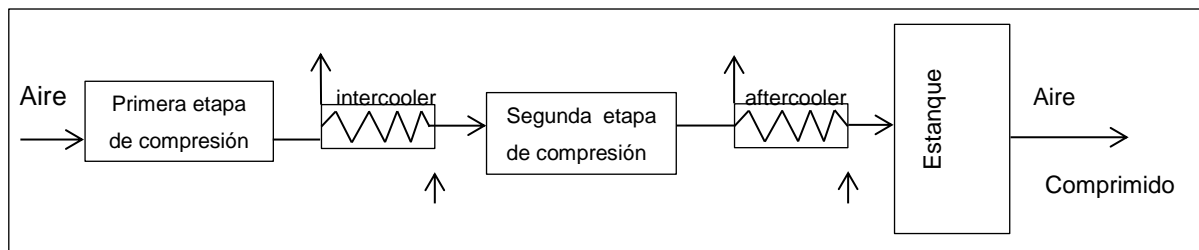


FIGURA N° 1.3 Refrigeración en aire comprimido.

Fuente: Neumática Aplicada.

1.5. Estanque

El estanque permite almacenar el aire comprimido, así se logra estabilizar la presión de suministro. Además, a través de intercambio de calor con el ambiente, se disminuye la temperatura del aire, posibilitando el desprendimiento de humedad en forma de condensado.

1.6. Secado

En un sistema de aire comprimido es necesario eliminar el agua presente en el aire, para ello generalmente se utilizan secadores de aire, entre los cuales se distinguen tres tipos:

Por enfriamiento: Al disminuir la temperatura a valores menores que la temperatura de punto de rocío, se condensa parte de la humedad del aire.

Por absorción: Mediante un proceso químico, la humedad es retenida por sustancias absorbentes.

Por adsorción: La humedad se deposita sobre la superficie de ciertas sustancias.

1.7. Conductos o tuberías

Las tuberías son las encargadas de transportar el aire comprimido desde el estanque hasta las zonas de consumo. La velocidad de circulación debe estar comprendida entre 5 a 10 (m/s).

Dependiendo de las condiciones de trabajo se puede utilizar materiales flexibles o rígidos como plásticos, goma o metales. Estos conductos se pueden clasificar como; tubería principal, secundaria y de servicio.

1.8. Tipos de red

Los tipos de redes implementadas en cada industria van a depender de la geografía del lugar y los requerimientos de los usuarios. Entre las configuraciones de redes más usadas están:

Red abierta: Se constituye de una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias y posteriormente las de servicio. En esta red se debe incluir una pendiente, en el sentido del flujo de aire, de aproximadamente 1 a 2%, para poder evacuar el condensado.

Red cerrada: La red principal constituye un anillo, por lo general en el contorno de la nave, taller, galpón, etc. No es necesaria una pendiente en las líneas, ya que, el flujo de aire comprimido cambia de dirección continuamente.

Red interconectada: Es muy similar a la red cerrada pero con la diferencia que aquí se implementan bypass entre las líneas principales.

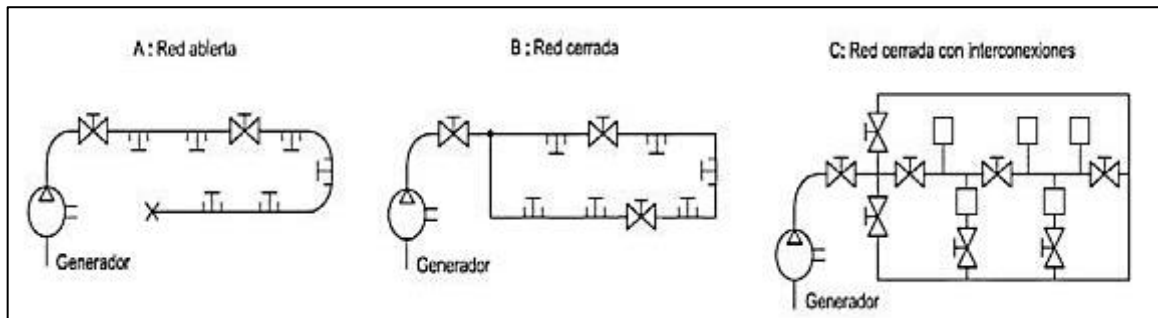


FIGURA N° 1.5 Tipos de redes.

1.9. Preparación del aire comprimido

El objetivo de la preparación del aire es lograr la calidad exigida por la unidad consumidora, además de disminuir las fallas de operación y por corrosión en cañerías y equipos.

a) Filtrado [1]:

Su objetivo es extraer o retener partículas sólidas arrastradas por el aire, así como también partículas y vapor de aceite liberado en el proceso de compresión, este proceso se realiza con filtros.

b) Regulación de presión [2]:

Consiste en adecuar la presión principal (salida del compresor, estanque) a la presión de trabajo de los diferentes elementos neumáticos, este proceso se realiza con reguladores de presión.

[1], [2] y [3], fuente: neumática aplicada.

c) Lubricación [3]:

Se introducen pequeñas cantidades de aceite al flujo de aire para lubricar los elementos móviles de algunos elementos neumáticos, este proceso se realiza con lubricadores.

Comúnmente estos tres componentes se instalan juntos, esto se conoce como FRL.

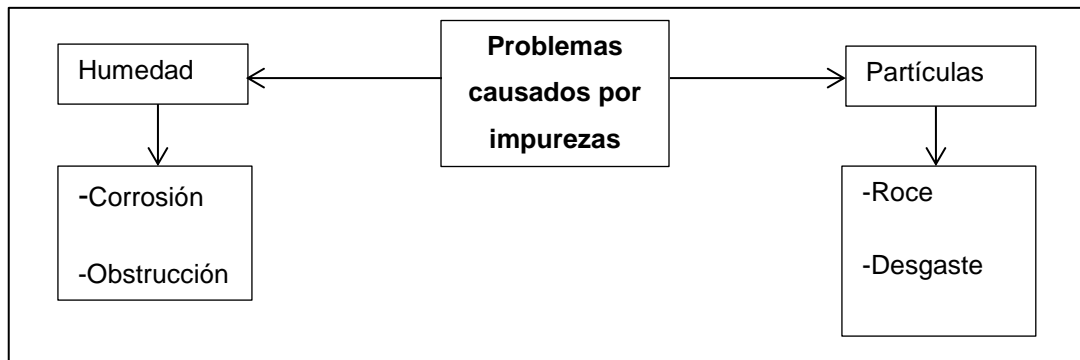


FIGURA N° 1.4 *Problemas causados por impurezas*

Ref: Neumática Aplicada, 1991.

1.10. Dimensionamiento de una red

Generalmente para dimensionar una red de aire comprimido se toman en consideración dos criterios para evaluar el diámetro de las cañerías a utilizar, las cuales se presentan a continuación:

1.10.1 Caídas de presión.

Se debe procurar que las caídas de presión no sobrepasen los 0,2 bar, desde el estanque hasta el punto de consumo más alejado y dependen de:

- Flujo másico y propiedades de aire.
- Diámetro interior, largo y rugosidad de las cañerías.
- Número de accesorios instalados.

La pérdida de presión se puede determinar a través de ecuaciones, gráficos, tablas, software o mediante una combinación de ellos.

En aquellos casos en que no se pueda obtener directamente la caída de presión, se calculará mediante la siguiente ecuación.

$$P_f^2 - P_i^2 = 76,35 \cdot \frac{L_t \cdot Q_n^{1,875}}{D^5} \quad (\text{Ecuación 1.1}) [4]$$

Dónde:

P_i : Presión inicial absoluta en bar.

P_f : Presión final absoluta en bar.

L_t : Largo total de la cañería en metros, incluye las longitudes equivalentes.

Q_n : Caudal normal en m³/h.

D : Diámetro interior de la cañería en milímetros.

1.10.2 Velocidad admisible.

La velocidad admisible del flujo de aire dentro de las cañerías debe estar entre 5 a 10 (m/s), ya que el aire arrastra partículas sólidas provocando el daño de accesorios y equipos neumáticos. Para estimar la velocidad de circulación se calcula de la siguiente manera:

$$Vel = \frac{Q_c}{A} \quad (\text{Ecuación 1.2})$$

<u>Caudal comprimido</u>	<u>Área interior de la cañería</u>
$Q_c = Q_n \cdot \frac{P_n}{P_c} \cdot \frac{T_c}{T_n} \quad (\text{Ecuación 1.3})$	$A = \frac{\Pi \cdot (d_i)^2}{4} \quad (\text{Ecuación 1.4})$

[4] Referencia: Empresas Sulzer S.A

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

“En este capítulo se realiza el estudio de la red que actualmente está implementada en la UDT. Lo que implica los componentes instalados, descripción del compresor, el sistema eléctrico y además una descripción general de la distribución del aire comprimido.

2.1 Componentes de la red

La actual red de aire comprimido está equipada con un compresor de pistón, un estanque almacenador, dos filtros de línea, válvulas y la red de cañerías, con la formación mostrada en la Figura 2.1.

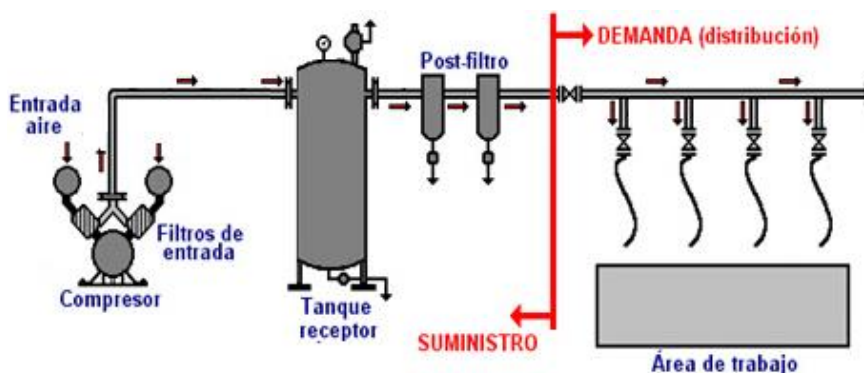


FIGURA N° 2.1 *componentes de la red actual.*

2.2 Compresor actual

Es un compresor de pistón, dos etapas y simple efecto, con disposición de los cilindros en “V”. Tiene 4 pistones, de los cuales 3 son para la primera compresión, incluyen un filtro de aspiración por cada cilindro, en consecuencia, 1 pistón es para la segunda etapa de compresión. Es alimentado por un motor eléctrico de 13 kW, la transmisión de potencia se realiza por medio de tres correas trapezoidales.

No se cuenta con la documentación necesaria de identificación y operación, tampoco con un plan de mantenimiento, por lo cual, no se posee registros de las mantenciones realizadas, hay fugas de aceite en el cuerpo del compresor, así como también entre los cilindros y pistones, esto último se puede comprobar en la purga de condensado del estanque.

El compresor se encuentra dentro de la sala de suministros, encerrado entre unos paneles de vulcanita que fue construida por seguridad y cumplimiento de los reglamentos asociados a la certificación de líneas de gases y además para reducir la contaminación acústica, pero impide el paso de luz, provocando que no tenga buena visibilidad al momento de monitorear el proceso.

TABLA N° 2. 1 *Datos de placa (alemán) del compresor.*

Fabr. Nr.	Type	Stufig	Zylinder	Bohrg.	Hub.
Número fábrica	Tipo (modelo)	N° etapas	N° cilindros	Diámetro (mm)	Carrera (mm)
23048	EKZ 2500	2	4	95 y 75	84

FIGURA N° 2.2 *Ubicación compresor.*FIGURA N° 2.3 *Compresor actual.*

2.2.1 Comprobación de la capacidad del compresor

- **Capacidad teórica:** Corresponde a la capacidad nominal de aspiración del compresor, su desplazamiento volumétrico es $2,5 \text{ N(m}^3\text{/min)}$, este valor fue informado por SIMMA, el proveedor oficial en Chile de esta marca de compresores. Pero por motivo de las evidentes fallas operativas presentes en el compresor, se estimará el desplazamiento volumétrico que realmente realiza el compresor.
- **Capacidad real:** Corresponde al desplazamiento volumétrico aproximado del compresor en su condición actual, éste se calculó mediante la ecuación de la ley de los gases ideales para sistemas cerrados.

$$P \cdot v = R_p \cdot t \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Dónde además:

$$\rho = \frac{P}{R_p \cdot t} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

$$m = Vol \cdot \rho \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

$$\dot{m} = \frac{|m_1 - m_2|}{\text{tiempo}} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

Para obtener los datos necesarios de las diferentes presiones era necesario instalar un manómetro en el estanque, para lo cual se adquirió el manómetro digital WIKA modelo DG-10 con rango de presiones de 0 hasta 10 bar (ver ANEXO A.1), cuyo display muestra dos decimales cuando se programa en “bar” y un decimal cuando está en “psi”, para una mejor precisión en las mediciones se utilizó el manómetro en psi y luego se hizo la transformación a Pascal.

Para medir las temperaturas se contactó con el Laboratorio de Termofluidos del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Bío-Bío, en donde se realizó la petición de facilitar el Termómetro Digital RTD, Exttech Instruments, el cual permitió medir las temperaturas del estanque y del ambiente, esta última se corroboró con el uso del Sicrómetro Rotatorio LUTRON, adquirido también gracias al laboratorio anteriormente mencionado.

Cabe decir que este método también se utilizó para realizar las estimaciones de los consumos de aire comprimido de los equipos neumáticos que requieren más de 0,05 (m³/min) de aire comprimido utilizando un equipo a la vez.

Se realizaron 4 mediciones de presiones y temperaturas a distintas horas del día para ratificar que los cálculos sean fidedignos, a continuación se presenta el desarrollo del cálculo con una de las mediciones realizadas.

Estado 1

$$P_1 = 101325(Pa)$$

$$T_1 \approx 23^\circ C$$

$$\rho_1 = ? \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_1 = \frac{P}{R_p \cdot t} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_1 = \frac{101325}{287 \cdot (23 + 273)} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_1 = 1,1927 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_1 = Vol \cdot \rho_1$$

$$m_1 = 1(m^3) \cdot 1,1927 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_1 = 1,1927(kg)$$

Estado 2

$$P_2 = 997643,45(Pa)$$

$$T_2 = 25^\circ C$$

$$\rho = ?$$

$$\rho_2 = \frac{P}{R_p \cdot t} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_2 = \frac{997643,45}{287 \cdot (25 + 273)} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_2 = 11,6648 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_2 = Vol \cdot \rho_2$$

$$m_2 = 1(m^3) \cdot 11,6648 \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_2 = 11,6648(kg)$$

$$\dot{m} = \frac{|m_1 - m_2|}{tiempo}$$

➤ El flujo másico es:

$$\dot{m} = \frac{|1,1927 - 11,6648|}{7,416} \left(\frac{kg}{min}\right)$$

$$\dot{m} = 1,41 \left(\frac{kg}{min}\right)$$

$$Q_n = \frac{\dot{m}}{\rho_n}$$

➤ Por lo tanto:

$$Q_n = \frac{1,41}{1,2} \left(N \frac{m^3}{min}\right)$$

$$Q_n \approx 1,2 \left(N \frac{m^3}{min}\right)$$

El flujo volumétrico aproximado que desplaza el compresor es: $Q_n \approx 1,2(N \frac{m^3}{min})$

2.3 Refrigeración.

Corresponde a una refrigeración intermedia del tipo radiador, el cual enfría por el desplazamiento del aire atmosférico mediante un ventilador incluido en la polea de mayor diámetro. Enfría el aire comprimido entre la primera y la segunda etapa, a su vez, disminuye la temperatura de los cilindros. Actualmente el radiador se encuentra sucio y solo recircula el aire tibio que está dentro de los paneles, sin incorporar suficiente aire fresco, la actual red no posee refrigeración posterior.

2.4 Secador

La actual red de aire comprimido no posee un secador para deshumectar el aire, lo cual permite que se concentre condensado en las cañerías y posteriormente en los equipos. La presencia de agua líquida en el sistema provoca oxidación en las cañerías, mediante la oxidación se liberan partículas que viajan arrastradas por el aire comprimido, provocando corrosión mecánica en cañerías, válvulas y equipos.

2.5 Estanque.

Es un depósito vertical, se encuentra a un costado del compresor ubicado dentro de la Sala de Suministros, en donde comparte habitación con una caldera, una bomba de vacío y una máquina de refrigeración de agua. Lo que provoca que la temperatura del aire atmosférico aumente, y cuando están todas en funcionamiento llegan a una temperatura ambiente promedio de 25°C, durante su funcionamiento. Lo cual implica que el estanque tenga un menor intercambio de calor con el ambiente, dando como resultado que no se condense suficiente humedad cuando el aire se encuentra en este proceso.

Los componentes con los cuales se complementa el estanque son: un manómetro análogo, una válvula de seguridad, una válvula para la purga de condensado, y evidentemente la entrada y salida del fluido.

TABLA N° 2.2 *Especificaciones del estanque.*

Material	Volumen aproximado	Presión máxima	T° promedio	Peso neto
acero al carbono	1 m ³	33 bar	21 °C	101,6 kg.



FIGURA N° 2.4 *Estanque almacenador de aire.*

2.6 Filtros de línea.

A la salida del estanque de almacenamiento de aire comprimido, se encuentran instalados dos filtros de partículas, quienes garantizan la eliminación del aceite liberado por el compresor y se encuentran en el siguiente orden:

2.6.1 Filtro AHF 200

Marca ABAC es un filtro coalescente de alta eficiencia, con capacidad de retención de partículas líquidas y sólidas de 0,01 micrón. El fabricante estima que garantiza una cantidad de aceite residual inferior a 0,01 mg/m³. El aire que atraviesa este

filtro es prácticamente 99,99% libre de aceite. Su ubicación debiera ser a la salida del secador.

2.6.2 Filtro ACF 200

Marca ABAC, filtro de carbón activo, según el catálogo, garantiza una cantidad de aceite residual inferior a $0,003 \text{ mg/m}^3$. Mediante un proceso de absorción, es capaz de retener olores y vapores de aceite.



FIGURA N° 2.5 *Filtros de línea.*

2.7 Distribución del aire comprimido

El actual sistema de distribución de aire comprimido cuenta con una red abierta ubicada a 3 metros de altura y pintada de azul. La gran mayoría de las cañerías son de acero al carbono y en pequeños tramos es de acero galvanizado.

La red de aire comprimido le entrega suministro a:

- Sala de Procesos 1.
- Sala de Procesos 2.
- Planta Pirólisis.
- Laboratorio de Productos Forestales.
- Laboratorio de Productos Químicos.
- Laboratorio de Productos Termoplásticos.

Como en la empresa no cuentan con planos de la red, estos se dibujaron realizando las mediciones correspondientes de toda la distribución de cañerías y accesorios existentes. A raíz de esto, se puede observar que hay partes en que la red carece de tramos rectos, más bien la constituye una gran cantidad de accesorios (codos, válvulas, etc.), naturalmente, esto provoca que aumenten las pérdidas de carga.

Además, no cumple con algunos requisitos básicos para este tipo de instalaciones:

- Ningún tramo tiene pendiente.
- Las cañerías secundarias son conectadas desde abajo de la red principal, y no desde la parte superior, logrando así que baje condensado a las líneas secundarias.
- No hay manifolds en los puntos donde hay varios equipos instalados.

2.8 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico del compresor se identificó en dos partes, las cuales se analizan por separado; una es el tablero eléctrico y el otro es el motor eléctrico, ambos con problemas aparentes que se detallan a continuación.

2.8.1 Tablero eléctrico

El tablero eléctrico es una caja metálica con dimensiones de 40x30x20 (cm), se usan comúnmente por seguridad y para ordenar los componentes eléctricos, pero le faltan luces indicadoras para que los operarios puedan identificar fácilmente si el sistema está energizado, también carece de un botón de emergencia en caso de accidentes, ver figuras N 2.6 y 2.7.

Los componentes eléctricos instalados en el tablero son:

- 1 Breaker o disyuntor.
- 1 Contactor trifásico.

- 1 Relé térmico.
- 1 Interruptor selector ON-OFF.

Con estos dispositivos instalados el sistema igual funciona, pero las conexiones están desordenadas y con conexiones incorrectas, también hay un error visible con el breaker, ya que está sobredimensionado.

El breaker, más conocido como disyuntor, es un dispositivo de protección que está destinado a interrumpir el circuito eléctrico cuando la intensidad de corriente sobrepasa el límite establecido o cuando ocurre un cortocircuito. En este caso, el breaker debe seleccionarse para un amperaje levemente superior al del motor eléctrico de 26 A, pero en cambio, el actual es para 125 A, lo que significa que actúa cuando la intensidad eléctrica llega a los 125 A, lógicamente esto puede provocar serios daños al equipo.

A su vez, el contactor es un componente electromecánico que tiene como misión cerrar unos contactos para permitir la circulación de corriente por el circuito, a través de una bobina.

Mientras que el relé térmico se instala en serie después del contactor y va directo al motor. Se usa para proteger al motor eléctrico contra las sobrecargas usando un método de deformación por dilatación de unas láminas bimetálicas interiores.



FIGURAS N° 2.6 (izq.) y 2.7 (der.), *Tablero eléctrico.*

2.8.2 Motor eléctrico

El motor eléctrico es el encargado de generar la potencia y RPM, para que los pistones realicen la compresión del fluido, es un motor trifásico, conectado con arranque directo, sus características se indican en la Tabla 2.3.

TABLA N° 2.3 *Especificaciones del motor eléctrico.*

Potencia	Voltaje	Corriente	Frecuencia	RPM	cos φ
13 kW	380 V	26 A	50 Hz	2910	0,88

La desventaja de estar conectado con arranque directo es su alto consumo de corriente a la partida, se estima que es de 6 a 10 veces la intensidad nominal del motor, esta situación provoca fuertes vibraciones que pueden causar serios daños al eje, acoplamientos, medios de sujeción y la estructura en general, sumados al ruido ensordecedor que emite. En la figura N° 2.8 se muestra el motor eléctrico del compresor.



FIGURA N° 2.8 *Motor eléctrico del compresor*

CAPÍTULO 3

ESTUDIO DE NECESIDADES

“En este capítulo se realiza el estudio de las necesidades de los equipos de la UDT, en donde además se presentan ejemplos de cálculos de consumos de equipos, longitudes equivalentes y otros.”

3.1 Identificación de usuarios

UDT al ser un centro de investigación implementado en su mayoría con Plantas Piloto y Laboratorios de Investigación, no cuenta con una producción continua, más bien, la mayoría de los trabajos realizados con equipos neumáticos son esporádicos.

Se realizó un sondeo en la UDT para conocer e identificar todos los usuarios y sus necesidades según catálogo o experiencia del personal, gracias al plano dibujado, se simplificó esta tarea, ya que hay muchos puntos de toma y no todos se ocupan, a raíz de que se han eliminado o reubicado algunos usuarios.

De acuerdo a lo anterior, se realiza un esquema de la red, para proponer simplificar los tramos, e identificar cada uno de los reales usuarios (ver figura 3.1). Para ello se calcularon los largos totales de las cañerías a través de longitudes equivalentes de los accesorios instalados, a través de tablas mostradas en el ANEXO A.3 y A.4.

Ejemplo de cálculo de longitudes equivalentes:

TABLA N° 3.1 *Ejemplo tramo 1-1'*

Tramo	DN	Número de accesorios					Longitudes		
		Codo	TEE	Reducción	V. de bola	V. de globo	Le (m)	Lc (m)	L _{total} (m)
1-1'	1"	6	1	0	0	1	15	3,7	18,7

$$L_e = 6 \cdot 0,79(m) + 1 \cdot 1,5(m) + 0 \cdot 1,1(m) + 0 \cdot 0,3(m) + 1 \cdot 8,7(m)$$

$$L_e = 14,94(m)$$

$$L_e \approx 15(m)$$

$$L_{total} = L_e + L_c$$

$$L_{total} = 15(m) + 3,7(m)$$

$$L_{total} = 18,7(m)$$

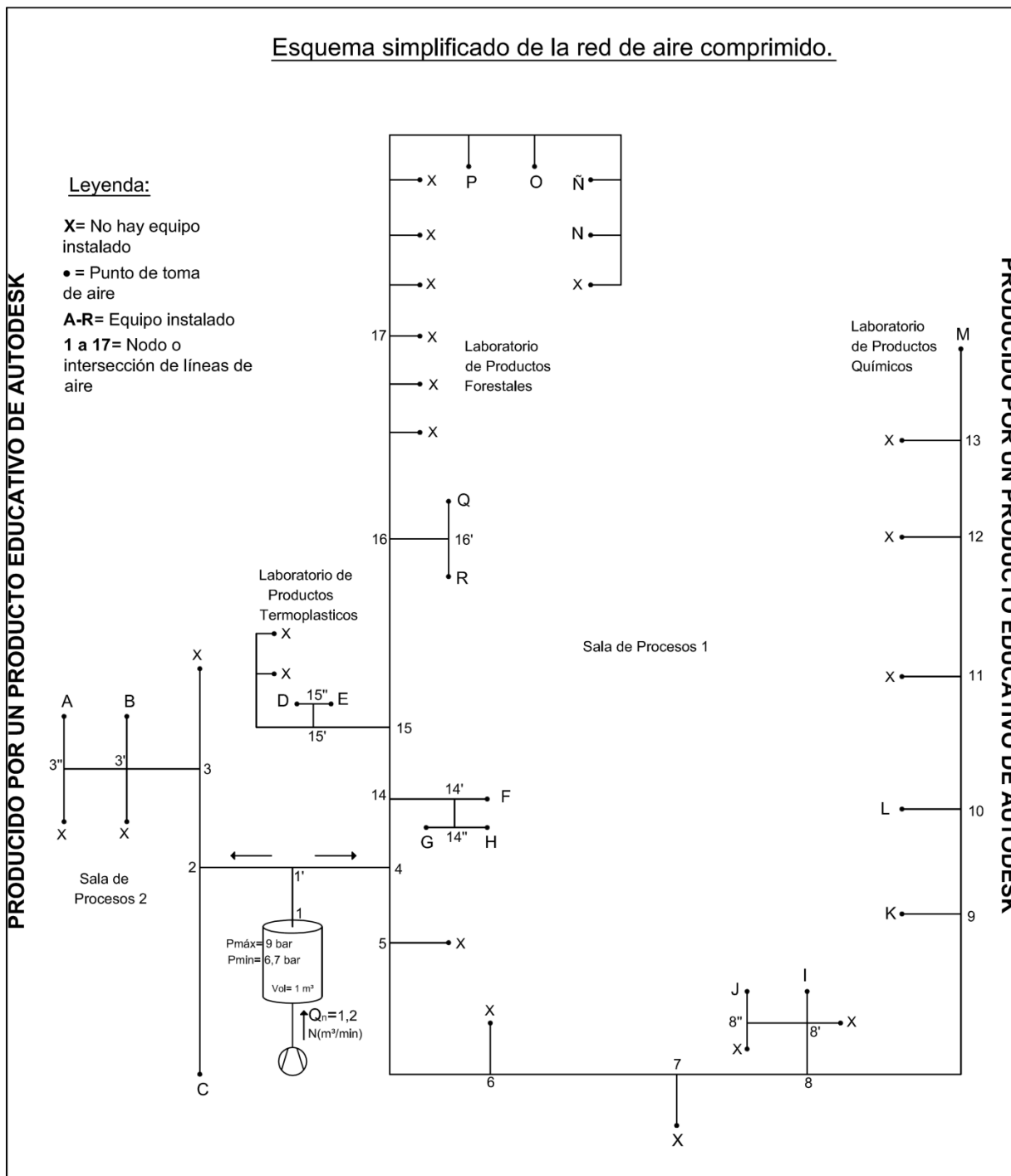


FIGURA N° 3.1 Esquema simplificado de la red de aire comprimido.

TABLA N° 3.2 Longitudes equivalentes de cada tramo.

Tramo	DN	Codo	TEE	Reducción	V. de bola	V. de globo	Le (m)	Lc (m)	L _{total} (m)
1-1'	1"	6	1	0	0	1	15	3,7	18,7
1'-2	1/2"	9	1	1	1	0	5,9	15,1	21
2-3	1/2"	0	1	0	0	0	0,9	7	7,9
3-3'	1/2"	1	1	0	0	0	1,4	2,8	4,2
3'-B	1/2"	2	1	0	1	0	2,1	3,1	5,2
3'-3''	1/2"	0	1	0	0	0	0,9	8,2	9,1
3''-A	1/2"	2	1	0	1	0	2,1	3,1	5,2
2-C	1/2"	11	1	0	2	0	6,6	25,2	31,8
1'-4	1"	8	1	0	0	1	16,5	11	27,5
4-5	1"	0	1	0	0	0	0,5	3,2	3,7
5-6	1"	1	1	0	0	0	1,3	11,5	12,8
6-7	1"	0	1	0	0	0	0,5	8,8	9,3
7-8	1"	0	1	0	0	0	0,5	4,6	5,1
8-8'	1/2"	5	2	0	0	1	9,6	13,4	23
8'-I	1/2"	0	1	0	1	0	6,3	0,6	6,9
8'-8''	1/2"	0	1	0	0	0	0,9	1	1,9
8''-J	1/2"	1	1	0	1	0	6,8	0,2	7
8-9	1"	1	1	0	0	0	2,3	11,8	14,1
9-K	1/2"	5	0	0	1	0	2,6	3,9	6,5
9-10	1"	0	1	1	0	0	2	5,6	7,6
10-L	1/2"	5	0	0	1	1	8,1	3,9	12
10-11	3/4"	0	1	0	0	0	0,5	5,2	5,7
11-12	3/4"	0	1	0	0	0	0,5	3,4	3,9
12-13	3/4"	5	1	0	1	1	8,2	10,2	18,4
13-M	1/2"	9	0	0	2	0	4,8	23,8	28,6
4-14	1"	0	1	1	0	0	1,7	2,6	4,3
14-14'	1/2"	4	1	0	1	0	3,1	4,8	7,9
14'-F	1/2"	3	0	0	1	0	1,6	5,7	7,3
14'-14''	1/2"	0	1	0	0	0	0,9	1,6	2,5
14''-G	1/2"	0	1	0	1	0	6,3	0,3	6,9
14''-H	1/2"	0	1	0	1	0	6,3	0,3	6,9
14-15	1/2"	0	1	0	0	0	0,9	3,9	4,8
15-15'	1/2"	1	3	0	3	0	1,6	5,4	7
15'-15''	1/2"	0	1	0	1	0	6,3	2	8,3
15''-D	1/2"	1	1	0	1	0	6,8	0,2	7
15''-E	1/2"	1	1	0	1	0	6,8	0,2	7
15-16	1/2"	26	1	0	0	1	18,8	42,7	61,5
16-16'	1/2"	1	1	0	3	0	2,1	1,7	3,8
16'-Q	1/2"	1	1	0	2	0	12,2	0,2	12,4
16'-R	1/2"	1	1	0	2	0	12,2	0,2	12,4
16-17	1/2"	8	0	0	1	0	4,1	8,2	12,3
							Σ=137,5	Σ=266,1	Σ=403,6

3.2 Necesidades de los equipos

No todos los equipos neumáticos tienen los mismos requerimientos, ya que por ejemplo, una bomba de diafragma demanda 1 (m³/min) de aire libre a 7 bar (man), sin importar demasiado la calidad de aire. En contraste con un equipo de laboratorio que ocupa 0,001 N(m³/min) de aire aproximadamente, pero exige una excelente calidad de aire para no deteriorar sus delicados componentes internos.

Por lo tanto, estos se dividirán según sus requerimientos de:

- Caudal: Para equipos que necesiten más de 0,1 N(m³/min) de aire comprimido.
- Presión: Para equipos que requieran aire comprimido a presión de 6 a 7 bar (man).
- Calidad: Para equipos cuya necesidad sea aire libre de agua líquida e impurezas, esto será para todos los equipos neumáticos de laboratorio.

En algunos casos, pueden tener más de un requerimiento. En las TABLAS N° 3.3 a la N° 3.9 se identifican todos los usuarios de aire comprimido, con sus respectivas necesidades.

TABLA N° 3.3 *Necesidades de aire comprimido de equipos de la Sala de Procesos N° 1*

N°	Equipo	Necesidad	Presión Requerida (bar)	Caudal Requerido N(m ³ /min)	Calidad Requerida
G	Planta MDF	Presión	7	--	--
F	Secador de Cinta	Presión	7	--	--
H	Reactor Vitrificado	Presión	6	--	--
J	Bomba USKI 205	Presión, Caudal	5 a 7	0,17	--
I	Bomba GRACO 515	Presión, Caudal	7	1	--
L	Plan Ambiental	Presión	7	--	--
k	Prensa de Tornillo	Presión	7	--	--

TABLA N° 3.4 *Necesidades de aire comprimido de equipos de la Sala de Procesos N° 2*

N°	Equipo	Necesidad	Presión requerida (bar)	Caudal requerido N(m3/min)	calidad requerida
A	Extrusora Multicapa	Presión, Caudal	7 bar	0,5 N(m3/min)	--
B	Extrusora Soplado	Presión	7 bar	--	--
C	Planta Pirolisis	Caudal, Presión	7 bar	0,3 N(m3/min)	--

TABLA N° 3.5 *Necesidades de aire comprimido de equipos del Laboratorio de Productos Termoplásticos*

N°	Equipo	Necesidad	Presión requerida (bar)	Caudal requerido N(m3/min)	Calidad requerida
E	Reómetro de torque	Calidad, Caudal.	1 bar	0,31 N(m3/min)	laboratorio
D	Ensayos	Calidad, Presión.	7 bar	--	laboratorio

TABLA N° 3.6 *Necesidades de aire comprimido de equipos del Laboratorio de Productos Forestales*

N°	Equipo	Necesidad	Presión requerida (bar)	Caudal requerido N(m3/min)	Calidad requerida
R	Prensa	Calidad, Presión.	6,5 bar	--	laboratorio
Q	Formadora de Hojas	Calidad, Presión.	5 bar	--	laboratorio
N	Explosión	Calidad, Presión.	3 a 6 bar	--	laboratorio
Ñ	Medidor de Rasgado	Calidad, Presión.	3 a 6 bar	--	laboratorio
O	Guillotina de Rasgado	Calidad, Presión.	5 bar	--	laboratorio
P	Medidor de Tensor	Calidad, Presión.	3 a 6 bar	--	laboratorio

TABLA N° 3.7 *Necesidades de aire comprimido de equipos del Laboratorio de Productos Químicos*

N°	Equipo	Necesidad	Presión requerida (bar)	Caudal requerido N(m3/min)	Calidad requerida
M	Abes	Calidad, Presión.	7 bar	--	laboratorio

3.3 Medición de consumos

Como se mencionó en el sub-capítulo N° 2.2.1, los cálculos de los flujos se realizaron mediante la ley de los gases ideales, instalando un manómetro y termómetro digital en el estanque para anotar las variaciones de presión y temperatura respectivamente en un cierto tiempo, cabe decir que este método no sirve para equipos que consumen menos de $0,01 \text{ m}^3/\text{min}$, ya que el manómetro digital no capta la caída de presión producida por el consumo de aire.

Estos cálculos de flujos volumétricos se validarían con una placa orificio instalada a la salida del estanque, la cual se diseñó (ver ANEXO A.5) bajo la norma ISO 5167-2. En primera instancia se utilizó una columna de mercurio, pero no dio el resultado esperado, posteriormente se tramitó la adquisición de un medidor de diferencial de presión, pero surgieron inconvenientes en la compra y el envío de éste, ya que tardaba 45 días en llegar, debido a esto hubo un retraso general del desarrollo seminario, por lo cual se optó por descartar las mediciones con la placa orificio.

También se pensó realizar mediciones de flujo volumétrico con rotámetros (ver ANEXO A.6, A.7 y A.8), pero también se desechó esta opción debido al desconocimiento de información valiosa por parte del proveedor para la operación de estos instrumentos.

Finalmente las estimaciones realizadas mediante la ley de gases ideales se validaron con el Gráfico de Desempeño para la Bomba de Diafragma USKI 205 mientras operaba recirculando agua en un estanque, lo cual se presenta a continuación.

3.3.1 Cálculo de consumo de aire.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo de la bomba de diafragma USKI 205 regulada a 7 bar (man), la cual es de uso frecuente con uno de los mayores consumos de aire comprimido en la UDT, ya que son ocho unidades funcionando paralelamente, la medición se muestra en la TABLA N° 3.9.

TABLA N° 3.9 Medición bomba de diafragma USKI 515.

Equipo	Medición	P (psi) man.	P (Pa) abs.	T (°C)	Tiempo (min)
Bomba USKI 515	1	125,3	965238,08	22	0
	2	111,8	872158,86	20	1,78

Estado 1

$$P_1 = 965238,08(Pa)$$

$$T_1 \approx 22^\circ C$$

$$\rho_1 = ?\left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_1 = \frac{P}{R_p \cdot t} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_1 = \frac{965238,08}{287 \cdot (22 + 273)} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_1 = 11,4\left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_1 = Vol \cdot \rho_1$$

$$m_1 = 1(m^3) \cdot 11,40\left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_1 = 11,4(kg)$$

Estado 2

$$P_2 = 872158,86(Pa)$$

$$T_2 \approx 20^\circ C$$

$$\rho_2 = ?\left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_2 = \frac{P}{R_p \cdot t} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_2 = \frac{872158,86}{287 \cdot (20 + 273)} \left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$\rho_2 = 10,37\left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_2 = Vol \cdot \rho_2$$

$$m_2 = 1(m^3) \cdot 10,37\left(\frac{kg}{m^3}\right)$$

$$m_2 = 10,37(kg)$$

➤ El flujo másico es:

$$\dot{m} = \frac{|m_1 - m_2|}{\text{tiempo}}$$

$$\dot{m} = \frac{|11,40 - 10,37|}{5} \left(\frac{\text{kg}}{\text{min}} \right)$$

$$\dot{m} = 0,206 \left(\frac{\text{kg}}{\text{min}} \right)$$

➤ Por lo tanto:

$$Q_n = \frac{\dot{m}}{\rho_n}$$

$$Q_n = \frac{0,206}{1,2} \left(N \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)$$

$$Q_n = 0,171 \left(N \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)$$

$$Q_n \approx 0,17 \left(N \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \right)$$

El caudal de aire consumido por esta bomba neumática regulada a 7 bar (man) es de 0,17 (m³/min) de aire libre. A continuación se compara con el gráfico de desempeño de esta bomba en la Figura N° 3.2.

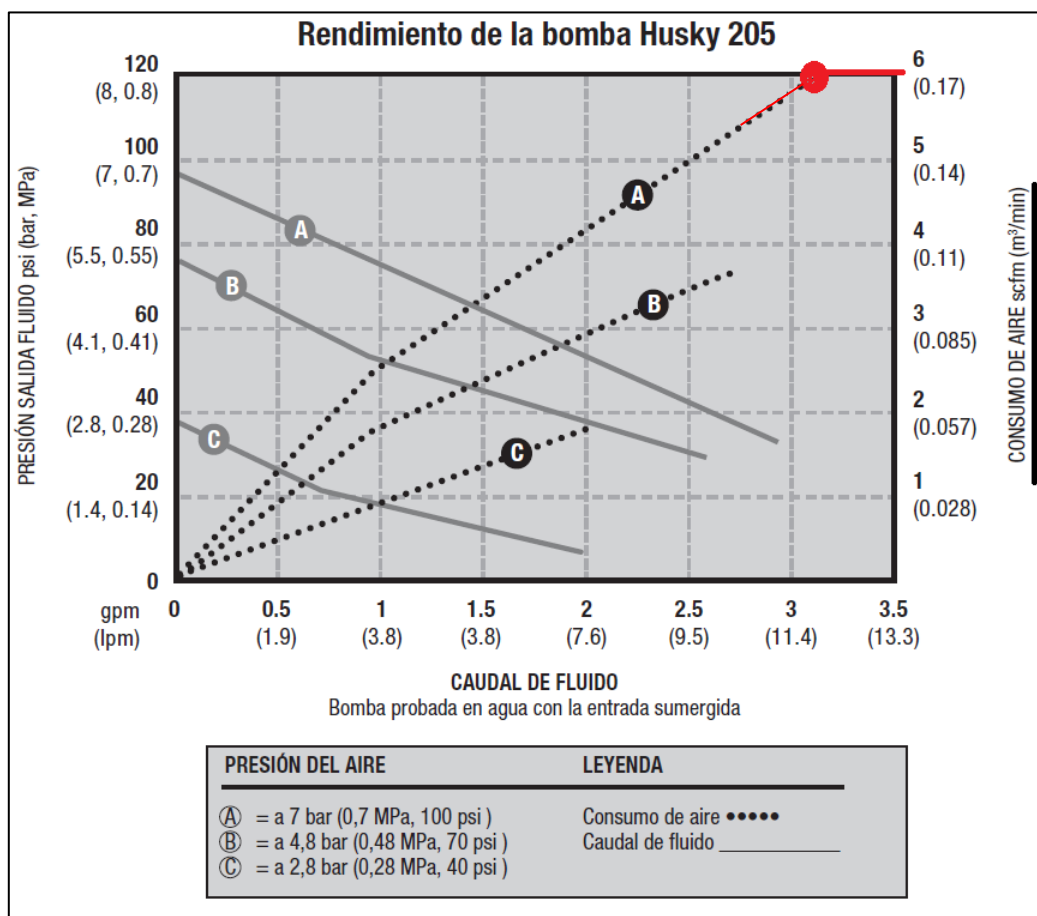


FIGURA N° 3.2 Gráfico de desempeño de la bomba USKI 205.

Como se puede apreciar, la bomba de diafragma regulada a 7 bar (man) consume 0,17 m³/min de aire libre, lo que concuerda con el valor obtenido mediante el uso de la ley de gases ideales, por lo cual se considera efectivo este método de medición.

3.3.2 Cálculo de las caídas de presión.

Los proveedores de equipos neumáticos recomiendan que la caída de presión no supere los 0,2 bar, desde el estanque hasta el usuario más alejado de la red. Por efecto de cálculos se admitirá que la caída de presión máxima sea de 0,3 bar, ya que los flujos que no se pudieron estimar por el método anterior se sobredimensionaron.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de la caída de presión del tramo N° 1-1'. En la Tabla N° 3.10 se tabulan las caídas de presión correspondientes a cada tramo de la red.

$$P_f^2 - P_i^2 = 76,35 \cdot \frac{L_t \cdot Q_n^{1,875}}{D^5}$$

$$9^2 - P_f^2 = 76,35 \cdot \frac{18,7 \cdot (90)^{1,875}}{26,4^5}$$

$$P_f^2 = 9^2 - 76,35 \cdot \frac{18,7 \cdot 4615,35}{12823885,58}$$

$$P_f^2 = 9^2 - 76,35 \cdot (6,73 \times 10^{-3})$$

$$P_f^2 = 9^2 - 0,49$$

$$P_f^2 = 80,51$$

$$P_f = 8,97(\text{bar})$$

La caída de presión en el tramo 1-1' de la red de aire comprimido es de 0,03 bar, el cual está en un rango aceptable.

TABLA N° 3.10 Caídas de presión en la red de aire comprimido

Tramo	P _{inicial} bar (abs)	Diámetro interior (mm)	Q _n (m ³ /h)	L _{total} (m)	P _{final} bar (abs)	Caída de presión (bar)
1 - 1'	9	26,64	90	18,7	8,97	0,03
1' - 2	8,97	15,72	48	21	8,83	0,16
2 - 3	8,83	15,72	30	7,9	8,8	0,19
3 - 3'	8,8	15,72	30	4,2	8,78	0,21
3' - B	8,78	15,72	30	5,2	8,76	0,23
3' - 3''	8,78	15,72	30	9,1	8,75	0,24
3'' - A	8,75	15,72	30	5,2	8,73	0,26
2 - C	8,83	15,72	18	31,8	8,79	0,2
1' - 4	8,97	26,64	90	27,5	8,92	0,08
4 - 8	8,92	26,64	90	30,9	8,87	0,13
8 - 8'	8,87	15,72	90	23	8,37	0,63*
8' - I	8,37	15,72	60	6,9	8,29	0,71*
8' - 8''	8,37	15,72	81,6	25	8,33	0,67*
8'' - J	8,33	15,72	81,6	7	8,2	0,8*
8 - 9	8,87	26,64	60	14,1	8,86	0,14
9 - K	8,86	15,72	60	6,5	8,79	0,21
9 - 10	8,86	26,64	60	7,6	8,85	0,15
10 - L	8,85	15,72	60	12	8,73	0,27
10 - 13	8,85	20,29	0,6	28	8,84	0,16
13 - M	8,84	15,72	0,6	28,6	8,83	0,17
4 - 14	8,92	26,64	1,26	4,3	8,91	0,09
14 - 14'	8,91	15,72	1,26	7,9	8,9	0,1
14' - F	8,9	15,72	0,6	7,3	8,9	0,1
14' - 14''	8,9	15,72	0,6	2,5	8,9	0,1
14'' - G	8,9	15,72	0,06	6,9	8,9	0,1
14'' - H	8,9	15,72	0,6	6,9	8,9	0,1
14 - 15	8,9	15,72	19,8	4,8	8,89	0,11
15 - 15'	8,89	15,72	18	7	8,88	0,12
15' - 15''	8,88	15,72	18	8,3	8,87	0,13
15'' - D	8,87	15,72	17	7	8,86	0,14
15'' - E	8,87	15,72	1	7	8,87	0,14
15 - 16	8,89	15,72	1,8	61,5	8,88	0,12
16 - 16'	8,88	15,72	1,8	3,8	8,88	0,12
16' - Q	8,88	15,72	0,9	12,4	8,87	0,13
16' - R	8,88	15,72	0,9	12,4	8,87	0,13
16 - 17	8,88	15,72	1,2	12,3	8,87	0,13

Las mayores caídas de presión ocurren en los tramos marcados con (*), que corresponden hasta 0,8 bar, desde el estanque hasta los puntos de consumo, el resto de las caídas de presión están dentro del rango aceptable.

J=bombas de diafragma USKI 205.

También es necesario evaluar las velocidades que se generan en este conducto.

$$Vel = \frac{Q_c}{A}$$

Pero antes:

$$Q_c = Q_n \cdot \frac{P_n}{P_c} \cdot \frac{T_c}{T_n}$$

$$Q_c = 1,5 \left(\frac{m^3}{min} \right) \cdot \frac{101325(bar)}{887000(bar)} \cdot \frac{20(^{\circ}C)}{20(^{\circ}C)}$$

$$Q_c \approx 0,17 \left(\frac{m^3}{min} \right)$$

$$A = \frac{\Pi \cdot (d)^2}{4}$$

$$A = \frac{\Pi \cdot (0,01572)^2}{4} (m^2)$$

$$A = 1,94 \times 10^{-4} (m^2)$$

Por lo tanto:

$$Vel = \frac{0,17 \left(\frac{m^3}{min} \right)}{1,94 \times 10^{-4} (m^2)} \cdot \frac{1(min)}{60(s)}$$

$$Vel = 14,6 \left(\frac{m}{s} \right)$$

La velocidad dentro de esta cañería es de 14,6 (m/s), la cual está totalmente fuera del rango admisible, debería estar entre 5 a 10 (m/s).

CAPÍTULO 4

ALTERNATIVAS PARA

SOLUCIONAR LOS PROBLEMAS

DETECTADOS

“En este capítulo se proponen alternativas para dar solución a los problemas que se detectaron durante el desarrollo del seminario, pensando en mejorar el suministro para las actuales y futuras instalaciones, que sumados requieren en total 5 (m³/min) de aire libre”

4.1 Soluciones a los problemas detectados de la red

Los principales problemas de la red de aire comprimido son:

- Presencia de condensado en la red.
- Caídas de presión.
- Ausencia de manifolds.

4.1.1 Presencia de condensado:

➤ **Incluir secador:**

Al no contar con un secador se está dañando seriamente el estanque y las cañerías de acero, producto de la oxidación producida por el condensado, debido a esto y a los posibles problemas que puedan tener los equipos neumáticos y accesorios, es de suma importancia instalar un secador de aire comprimido para evacuar el condensado que se produce al comprimir el aire, el secador debe seleccionarse para la actual y futura instalación:

- Presión de trabajo : 8 bar
- Flujo volumétrico : 5,5 m³/min
- Voltaje : 220 V

Para tal efecto se contactó a la empresa Dan Technique quienes ofrecen el secador frigorífico RSLF-60-PD, que es 3 veces más económico que un secador por adsorción y garantiza la eliminación del 98% del vapor de agua presente en el aire, a su vez recomendaron que el secador frigorífico sea instalado posterior al compresor, para que el estanque solo almacene aire y no condensado, por consiguiente se adjunta ficha técnica y cotización del secador en el ANEXO A.9.

➤ Enfriador posterior:

Si bien es una buena alternativa para refrigerar el aire y así eliminar parte del condensado, no es tan beneficiosa en este caso, porque el compresor esta junto con una caldera y una máquina para refrigerar agua, ambas rechazan calor, siendo las cañerías y el estanque quienes absorben gran parte de él, elevando considerablemente sus temperaturas. Por lo general la refrigeración se realiza con agua líquida y para llevar a cabo este proceso al menos se necesita de:

- Intercambiador de calor.
- Una bomba.
- Torre de enfriamiento.
- Válvula de purga automática
- Elementos de conexión.

Estos elementos elevan considerablemente los costos de implementación, operación y mantención sin ser justificados, ya que con el secador recomendado se elimina el suficiente condensado de la red de aire comprimido.

➤ Filtros:

En cuanto al filtrado de partículas es necesario instalar un pre-filtro antes del secador para separar las partículas más grandes de hasta 1 μ , se puede utilizar el filtro ABAC AHF 200, que ya se encuentra instalado en la red, o también se recomienda usar el filtro RSG-AO-0145G. De la misma forma se necesita un post-filtro a la salida del secador, se recomienda usar el ABAC ACF 200 (ver ANEXO A.10), del que ya se dispone, o el RSG-AA-0145G (ver ANEXO A.10) que filtra partículas hasta 0,01 μ . Se necesitará de éste último también para ser utilizado en los laboratorios de investigación, ya que hay equipos sumamente delicados. Por último se recomienda el uso de filtros en todos los equipos neumáticos, reguladores y lubricadores según se necesiten.

➤ **Válvulas de purga automática o trampas de condensado:**

Se recomienda incluir válvulas de purga automática en el secador, en los filtros, y en la purga de condensado del estanque, para mejor funcionamiento del sistema, por consiguiente, las válvulas de purga automática se adjuntan en el ANEXO A.11.

➤ **Cambiar la ubicación de las tomas desde la cañería principal:**

Como ya se vio en capítulos anteriores, las cañerías secundarias están conectadas desde la parte inferior de la cañería principal (ver figura N°4.1), por lo tanto, el condensado que se forma en el interior de la cañerías baja hacia donde se encuentran los equipos. En cambio, si se hace desde la parte superior (ver figura N°4.2) el condensado hacia los equipos disminuirá sustancialmente, pero además se tendrá que incluir ramales para la eliminación del condensado, estos deberán ser conectados desde abajo de la cañería principal.

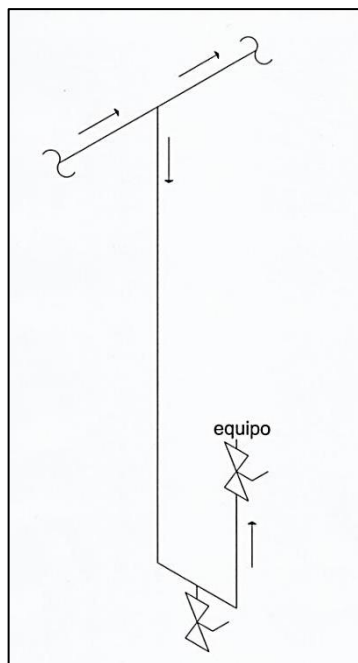


FIGURA N° 4.1 *Conexión actual.*

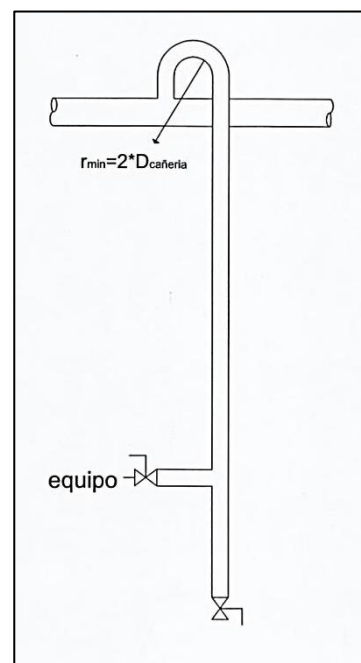


FIGURA N° 4.2 *Nueva conexión.*

➤ **Incluir inclinación a la red:**

Como se sugirió cambiar la ubicación de las tomas desde la cañería principal, será prioritario incluir una inclinación en las cañerías principales de 1% a 2% para que no se produzca el efecto de estancamiento, especialmente cuando no se esté ocupando el aire.

4.1.2 Caídas de presión:

En términos generales, la red no necesita cambios de cañerías producto de las caídas de presión, excepto el tramo 8-8" que es el que tiene una caída de presión de 0,8 bar, desde el estanque al punto de consumo.

A continuación se presenta el cálculo de diámetro para disminuir la caída de presión del tramo mencionado.

$$P_i^2 - P_f^2 = 76,35 \cdot \frac{L_i \cdot Q_n^{1,875}}{D^5}$$

$$8,87^2 - 8,8^2 = 76,35 \cdot \frac{25 \cdot (90)^{1,875}}{D^5}$$

$$78,68 - 77,44 = 76,35 \cdot \frac{25 \cdot 4615,35}{D^5}$$

$$1,24 = \frac{8809550,62}{D^5}$$

$$D^5 = 7104475,25$$

$$D = 23,47(mm)$$

Se necesita una cañería con diámetro interno de 23,47 mm, la más cercana es la cañería DN 1" Sch 40. Cuyo diámetro interior es 26,64 (mm), por lo tanto se recalculará la caída de presión con este diámetro.

$$P_f^2 - P_i^2 = 76,35 \cdot \frac{L_t \cdot Q_n^{1,875}}{D^5}$$

$$8,87^2 - P_f^2 = 76,35 \cdot \frac{25 \cdot (90)^{1,875}}{26,64^5}$$

$$P_f^2 = 8,87^2 - 76,35 \cdot \frac{18,7 \cdot 4615,35}{26,64^5}$$

$$P_f^2 = 8,87^2 - \frac{8809550,61}{26,64^5}$$

$$P_f^2 = 8,87^2 - 0,66$$

$$P_f^2 = 78,02$$

$P_f = 8,83(\text{bar})$

Si se cambia la actual cañería DN 1/2", Sch 40, por la DN 1" Sch 40, disminuye la caída de presión de 0,8 bar a 0,17 bar, desde el estanque al punto de consumo, que es lo correcto.

Pero también esta cañería debe respetar las velocidades admisibles para este tipo de instalación, 5 a 10 (m/s):

$Vel = \frac{Q_c}{A}$

Caudal comprimido

$$Q_c = Q_n \cdot \frac{P_n}{P_c} \cdot \frac{T_c}{T_n}$$

$$Q_c = 1,5 \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right) \cdot \frac{101325(\text{bar})}{883000(\text{bar})} \cdot \frac{20(^{\circ}\text{C})}{20(^{\circ}\text{C})}$$

$Q_c \approx 0,17 \left(\frac{m^3}{\text{min}} \right)$

Área interior de la cañería

$$A = \frac{\Pi \cdot (d)^2}{4}$$

$$A = \frac{\Pi \cdot (0,0266)^2}{4} (m^2)$$

$A = 5,56 \times 10^{-4} (m^2)$

Por lo tanto:

$$Vel = \frac{0,17\left(\frac{m^3}{min}\right)}{5,56 \times 10^{-4}(m^2)} \cdot \frac{1(min)}{60(s)}$$

$$Vel = 5,2\left(\frac{m}{s}\right)$$

$5 < 5,2 < 10$ [m/s], la velocidad también cumple con los valores admisibles, por lo tanto, es factible utilizar la cañería DN 1" Sch 40 para este tramo.

4.1.3 Manifolds:

Se recomienda instalar manifolds donde se encuentren instalados 3 o más equipos neumáticos conectados a una línea secundaria en común, como por ejemplo, en la Sala de Procesos 1, comparten el mismo ramal; el Reactor Vitrificado, Planta MDF, y el Secador de Cinta al Vacío, estando distribuido solo por "TEE's", esto provoca que el suministro no sea uniforme en cuanto a la distribución de aire y tampoco entrega la posibilidad de instalar otro equipo o alguna herramienta neumática. Se aconseja que esté a un metro de altura sobre el piso. Existen manifolds comerciales, pero en la UDT poseen planos para la construcción de ellos, ver ANEXO A.

Finalmente, considerando los déficits presentes en la red y dando solución a estos, se recomienda usar la configuración presentada en la Figura N° 4.3.

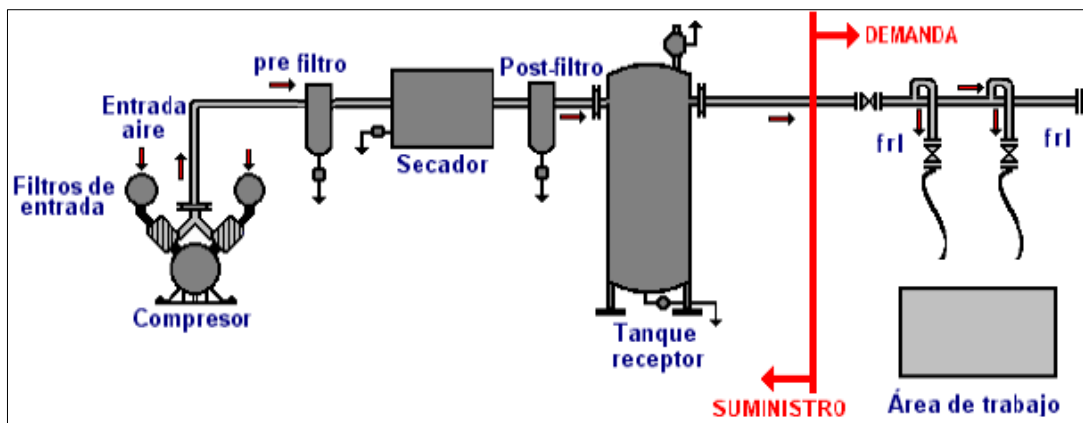


FIGURA N°4.3 Nueva configuración para la red de aire comprimido.

4.2 Compresor

Problemas con el compresor

- No cumplirá con el consumo exigido por la actual red más la UDT 3.
- Mala ubicación.
- Escasa mantención.
- No posee la documentación necesaria.

4.2.1 Consumo exigido.

Se está edificando una ampliación llamada “UDT 3” la cual tiene en consideración el uso de equipos y herramientas neumáticas. Se estima que el consumo de aire comprimido de toda esta instalación puede llegar a 3 (m³/min), sumado a la red actual que consume hasta 1,5 (m³/min) regularmente, sobrepasando el límite del compresor actual, ya que la capacidad en sus mejores condiciones es de 2,5 m³/min de aire libre.

Por tal efecto se recomienda la adquisición de un nuevo compresor, que su capacidad satisfaga a toda la red de aire comprimido:

- Caudal: 5 N(m³/min)
- Presión: 8 bar (man)

Consecuente con lo antes planteado se escoge el compresor de tornillo SCR 50M, de la empresa DAN Technique (ver ANEXO A.13), sus principales características son:

- Caudal: 6,1 N(m³/min)
- Presión: 8 bar (man)
- Potencia: 37 kW
- Refrigerado por aire

4.2.2 Ubicación.

El compresor está ubicado en la Sala de Suministros, en donde además se encuentra una caldera, una bomba de vacío, y una refrigeradora de agua, éstas máquinas rechazan calor, aumentando la temperatura ambiente hasta 35 °C, lo que perjudica directamente a la compresión de aire, la eficiencia del secador y la separación de condensado en el estanque.

Se propone reubicar el conjunto de generación hacia el exterior del edificio, en el sector sur de la Sala de Procesos N°1, en donde gran parte del día tendrá sombra, para ello será necesario construir una “Sala de Compresores” de 12 m² aproximadamente donde se pueda alojar el compresor, el estanque y el secador, deberá tener buena ventilación y ser resistente a las condiciones climáticas.

Se estima que los beneficios de reubicar el compresor son:

- Comprimir aire a temperaturas más bajas que las actuales, lo cual implica que su volumen específico (m³/kg) sea menor, o sea, en un cierto volumen de aire habrá más masa involucrada.
- Mayor eficiencia del secador.
- Mayor eliminación de condensado en el estanque
- Mayor autonomía de la red de aire.
- Reducción de la contaminación acústica dentro de UDT.
- Más espacio para futuras conexiones y mantenciones.

4.2.3 Mantenición.

No existen registros de la última mantención realizada al compresor, mucho menos se cuenta con un plan de mantención, producto de esto, el compresor tiene fallas de fugas de aceite, filtros sucios, correas gastadas, etc. Es por esto que se contactó a la empresa de mantención “SERVMAQ”, para que evaluara el costo de la mantención del compresor.

También era necesario hacer un plan de mantención, para lo cual se recopiló la información necesaria desde las placas del compresor y comparando los componentes con un compresor similar. El presupuesto y el plan de mantención del actual compresor se adjuntan a continuación.

Capítulo 4: alternativas para solucionar los problemas detectados



PRESUPUESTO

Señores : Universidad de Concepción
 At. Sr. : Leonardo Valenzuela
 E-Mail : l.valenzuela@udt.cl
 Ref. : Mantención de Compresor

N° 1105
 Fecha : 06/11/2013

ITEM	DESCRIPCIÓN GENERAL	CANT	P. UNIT	P. TOTAL
	SERVICIO DE MANTENCION GENERAL A COMPRESOR			
Ítem 01	Mantención Mecánica (Cabezal)	1	300,000	300,000
	* Limpieza General			
	* Cambio de Filtros de Aire (3 Unid)			
	* Desarme de culatas			
	* Cambio de empaquetaduras (4 Unid)			
	* Cambio de Aceite			
	* Cambio de Correas (3 unid)			
Ítem 02	Mantención Eléctrica (Motor 13 Kw.)	1	150,000	150,000
	* Desarmado y limpieza general			
	* Rebarnizar Rotor y Estator			
	* Cambiar Rodamientos			
	* Cambio de terminales eléctricos			
	* Pintado de equipo			
Ítem 03	Mantención Eléctrica (Tablero de Control)	1	40,000	40,000
	* Cambiar Terminales			
	* Revisar Protecciones			
	* Reapretar Contactos			
	Observaciones :			
	Esta mantención es de carácter preventivo, pero también se va			
	ha revisar si hay algún desgaste al interior del cabezal oh			
	algún componente que este en mal estado, esto será informado			
	de inmediato para indicar el valor adicional de lo que habría que			
	reparar o cambiar.			
				490,000
				93,100
				583,100

CONDICIONES DE VENTA

VALOR : Neto mas IVA
 FORMA DE PAGO : Orden de Compra a 30 días
 PLAZO DE ENTREGA : 4 días hábiles
 VALIDEZ : 30 días


 Tomas Urrutia Urrutia
 Servmaq Ltda

Plan de mantención del compresor


Institución	Unidad de Desarrollo Tecnológico	Nombre/Marca/Modelo	Compresor de Pistón, ALUP- KOMPRESSOREN, EKZ 2500
Nombre Área	Área Administración	Ubicación	Sala de Suministros
departamento	Equipamiento y Mantención	Año Fabricación	(desconocido)

Mantención	diario	semanal	c/150 hrs. o mensual	c/1000 hrs. o trimestral	c/2500 hrs. o semestral	cada año	comentarios
control de nivel de aceite							si el nivel no es correcto rellenar
revisar posibles fugas de aceite							sellar o evaluar cambio de sello
limpieza del filtro de aspiración							
control de tensión de la correa							uso de instrumentos o al presionar la correa no se desplace más de 7 mm (aprox.)
limpieza del radiador							
control de presencia de fugas en uniones y cañerías							si existen, corregir o cambiarlas de ser necesario
inspeccionar desgaste de las correas							Verificar que estén en buen estado
revisar la sujeción del compresor							Comprobar que los medios de sujeción estén correctamente funcionando.
cambio de aceite							
limpieza general							
cambiar filtros de aspiración							
revisión de fugas en la tapa del estanque							
revisión de cañerías							si se detectan fallas, reparar o cambiarlas.
mantención general							cambiar elementos defectuosos, cambiar correas, revisión pistones, camisas, etc.

4.2.4 Documentación del equipo.

A continuación se propone la documentación solicitada por la UDT.

Ficha Técnica

COMPRESOR ALTERNATIVO: Simple efecto			
1	Fabricante:	ALUP- KOMPRESSOREN FABRIK	
2	Modelo:	EKZ 2500	Fecha: DIC-2013
	Lubricación:	Aceite	Tipo: Pistón
	Enfriado:	Por Aire	# Etapas: 2
			Valor
			Unidad
3	N° de cilindros	4	
4	φ cilindro 1° compresión	95	mm
5	φ cilindro 2° compresión	75	mm
6	Largo carrera	84	mm
7	Rango de presiones de trabajo	6,5 a 8	bar
8	Capacidad de desplazamiento de aire	2,5	m ³ /min
9	Temperatura de ambiente	~25° C	°C
10	Tipo de aceite	SAE 30	
11	Capacidad de aceite		
12	Tipo de filtro aspiración		
13	Comentarios:	14	Imagen
			

Capítulo 4: Alternativas para solucionar los problemas detectados

Ficha Lubricación

Institución	Unidad de Desarrollo Tecnológico	Nombre, Modelo	Compresor, EKZ 2500
Nombre Área	Área Administración	Ubicación	Sala de Suministros
Departamento	Equipamiento y Mantenición	Año Fabricación	(desconocido)

Componente	Método de Lubricación	Lubricante	Cantidad	Frecuencia
Carter	Relleno	SAE 30	hasta punto rojo mirilla	semestral ó 2500 horas

Observaciones:

Usar aceite de alta calidad. De preferencia; MOBIL RARUS 427, SHELL CORENA H100, o similar.

Relleno:

- Hasta el borde superior del círculo rojo en el ojo de aceite (mirilla nivel).
- Hasta la parte superior de la marca de la varilla de control de aceite

Tipo de aceite de acuerdo a la temperatura ambiente:






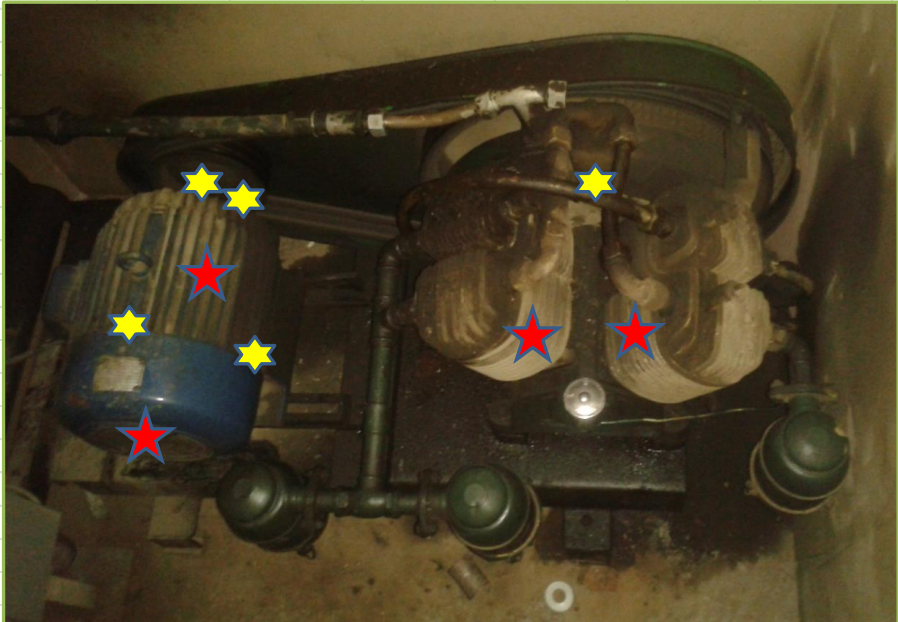


De 5-12 °C : SAE 20

De 13-25 °C : SAE 30

De 26-36 °C : SAE 40

Capítulo 4: Alternativas para solucionar los problemas detectados

Pauta de inspección preventiva

Institución	Unidad de Desarrollo Tecnológico	Nombre, Modelo	Compresor de Pistón, EKZ 2500		
Nombre Área	Area Administracion	Ubicación	Sala de Suministros		
Departamento	Equipamiento y Mantención	fecha	Diciembre 2013		
Tome las siguientes consideraciones al realizar las mediciones					
	Tome las precauciones correspondientes a la zona		peligro de descarga eléctrica		
					
					
	punto de monitoreo donde debera realizarse AV (análisis de vibraciones).		punto de monitoreo donde debera realizarse AT (análisis de temperatura).		
Nomenclaturas técnicas					
AV	análisis de vibraciones	AR	análisis de ruido	IV	inspección visual
AT	análisis de temperatura	TP	tintas penetrantes	US	ultrasonido

Procedimiento ante posibles fallas del compresor

Las averías y sus posibles soluciones entregadas en este instructivo, están preparadas según la información y experiencia que adquirida durante el desarrollo del seminario, por lo cual no se aconseja usar como guía legal.

Las averías por lo general tienen relación entre sí, por ende se recomienda entender detalladamente el problema antes de iniciar cualquier reparación.

I.- Compresor no funciona:

1. No llega la electricidad.

Revisar conexión a la red eléctrica.

Medir voltaje e intensidad eléctrica

II.- Compresor trabaja con dificultad:

1. Voltaje es bajo.
2. Problema mecánico en motor o compresor.

Revisar las poleas y rodamientos.

III.- Compresor no comprime aire:

1. Filtros aspiración están obstruidos.

Revisar filtros, si es necesario cambiarlos.

2. Las válvulas tienen averías.

Si las válvulas están desgastadas o están rotas, entonces el compresor no puede comprimir bien. Por lo general hay que sustituirlas.

3. Hay fuga en las conexiones de línea de aire.

Asegurar que no haya una conexión aflojada, controlando las cañerías y conexiones

IV.- El compresor no logra la presión ajustada:

1. El consumo neumático es mayor que la producción del compresor.
2. Hay fugas en las conexiones de la línea de aire.

Controlar la red de aire y conexiones.

3. Las válvulas están averiadas.

4. Pistones y/o cilindros están desgastados.

V.- Compresor supera la presión máxima:

1. Hay que reajustar el presostato.

Reajustar la presión. Si no funciona, cambiarlo.

VI.- Compresor pierde aceite:

1. Pistón y cilindro están desgastados.

Las piezas desgastadas empujan más aceite de lo normal hacia la parte de compresión.

2. Hay fugas de aceite en el cuerpo de compresor.

Revisar conexiones de circuito de aceite y revise empaquetaduras.

VII.- Compresor está más caliente de lo normal:

1. Nivel de aceite es bajo.

Controlar nivel de aceite, si falta rellenar.

2. El aceite está desgastado.

3. Ventilación insuficiente.

Controlar limpieza del radiador.

Abrir puertas para ventilar ambiente.

VIII.- La válvula de seguridad se abre:

1. Revisar la calibración del presostato.

2. la válvula de seguridad esta mala.

IX.- Compresor hace más ruido de lo normal:

1. Posibles conexiones mecánicas sueltas.

Controlar que todas las conexiones están bien apretadas.

(Anclaje del motor eléctrico y el compresor, conexión de las poleas, etc.)

2. Mala alineación de las poleas.

3. Hay problema en los rodamientos de motor o compresor.

4. Posibles problemas mecánicos dentro del compresor.

X.- La correa se desgasta rápido:

1. Alineación de las poleas incorrecto.

2. La tensión de la correa es incorrecta (suelta o muy tensa).

4.3 Sistema Eléctrico

Las soluciones al sistema eléctrico en general se realizan conforme al actual sistema y no a la futura red, ya que se trata de arreglos exclusivos de los componentes presentes hasta ahora.

4.3.1 Motor eléctrico.

Cambiar el tipo de arranque del motor.

Opciones:

Arranque estrella/triángulo: Este método permite reducir la intensidad de la corriente en la partida, es el tipo de arranque más usado en estos casos.

El arrancador consta de tres contactores, protección contra sobrecarga y un temporizador.

El modo de funcionamiento es que el motor arranca con la conexión en estrella y después de un tiempo ajustado (cuando la velocidad ha alcanzado el 90% del régimen nominal) el temporizador conmuta los contactores y el motor se conecta en triángulo.

El arranque estrella/triángulo reduce la intensidad de arranque a aproximadamente un tercio del arranque directo.

Arranque suave: puede ser un método alternativo al arranque estrella triángulo. Se realiza con un arrancador compuesto de semiconductores en lugar de conductores mecánicos. El arranque es gradual y la intensidad de arranque está limitada a tres veces (aprox.) la intensidad nominal.

Los componentes que se necesitan para esta conexión son más caros y delicados en comparación con la conexión estrella triángulo, ya que son más sensibles al calor y suciedad.

Solución: Cambiar el arranque directo que posee actualmente, por el arranque estrella triángulo, para reducir gastos en energía eléctrica.

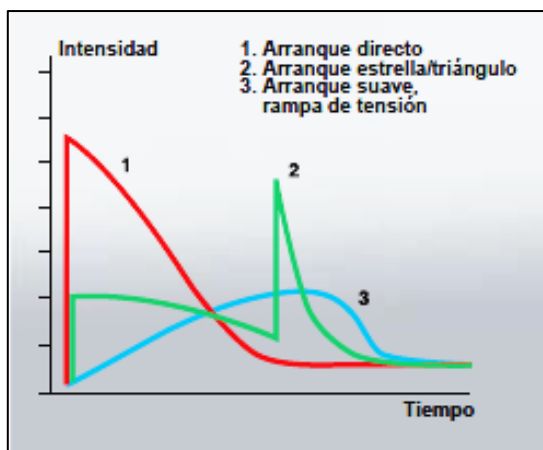


Figura N°4.4 Consumo de corriente, con diferentes métodos de arranque.

4.3.2 Tablero eléctrico

Solución breaker:

Cambiar el actual breaker de 120 A, por uno que sea de 30 o 32 A. que es lo recomendable por técnicos de ventas para este sistema, el cual se podrá cambiar pensando en la modificación del arranque del motor eléctrico, para escoger el más idóneo.

Solución luces piloto:

Incluir luces piloto de colores verde, roja y amarilla.

Solución botón de emergencia:

Incluir botonera roja tipo hongo de emergencia.

Se recomienda incluir luminaria dentro del cubículo del compresor para mejor visibilidad.

En el ANEXO A.15 se encuentra un listado de materiales que hace alusión al mejoramiento del sistema eléctrico.

Conclusiones

La red de aire comprimido de la Unidad de Desarrollo Tecnológico posee una serie de deficiencias tanto en la demanda como en la distribución del aire comprimido debido a que su uso ha adquirido mayor importancia durante el crecimiento de la empresa, llegando a sobrepasar la capacidad producto de la instalación de nuevos equipos neumáticos y la escasa mantención realizado a todo el sistema de aire comprimido.

Los problemas y las respectivas soluciones que se desarrollaron en este trabajo son las siguientes:

Compresor: El equipo de generación está mal ubicado, por lo cual es recomendable cambiar de lugar a una nueva “Sala de Compresores” fuera del edificio, donde deberá contar con buena ventilación y ser resistente a las condiciones climáticas.

Se realizó la documentación necesaria correspondiente al plan de mantención, ficha técnica, pauta de inspección preventiva, ficha de lubricación y un procedimiento de fallos del equipo.

Se contactó a la empresa SERVMAQ para que evalúe el costo de las mantenciones, cuyo valor es de a \$ 583.100 IVA incluido, aunque no considera la mantención de los cilindros, válvulas etc. lo cual se determina en terreno.

Debido a la construcción de la UDT 3 el compresor no entregará el flujo volumétrico que debería, para solucionar este problema se recomienda la adquisición de un nuevo equipo compresor de la marca Dan Technique modelo SCR 50M quien trabaja a 8 bar (man) y desplaza 6,1 N(m³/min) cuyo valor es de \$5.700.000 IVA incluido.

Secador: Es necesario la adquisición de un secador para eliminar el vapor de agua presente en el aire comprimido para evitar daños en cañerías, accesorios y equipos neumáticos, se recomienda el secador frigorífico modelo RSLF-60-PD cuyo valor es de \$2.500.000 IVA incluido.

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

Filtros: Se recomienda utilizar el filtro RSG-AO-0145G para partículas de hasta 1 μ instalado antes del secador y un pos filtro RSG-AA-0145G, para residuos hasta 0,01 μ , se necesitará de éste último para usarlo en laboratorios de investigación, con equipos sensibles a la presencia de partículas sólidas, cada filtro cuesta \$271.000 IVA incluido.

A su vez es recomendado utilizar válvulas de purga automáticas en el secador y estanque para que el sistema de generación funcione de forma autónoma, las dos unidades cuestan \$162.000 IVA incl.

Red de aire: El dimensionamiento es correcto, excepto para el tramo 8-8', que tiene una caída de presión de hasta 0.8 bar, se calculó un nuevo diámetro cumpliendo con los criterios de dimensionamiento de cañerías.

Por otra parte se recomienda revisar las cañerías y estanque a través de pruebas hidráulicas, radiografías o infrarrojos, ya que son elementos antiguos y se desconoce el estado en que se encuentran

Para estimar los mayores consumos de aire comprimido se hizo uso de la ley de gases ideales para sistemas cerrados, lo cual entregó confiables resultados tras compararlos con las curvas de desempeño de una bomba de diafragma utilizada con frecuencia, descartando las opciones de la utilización de una placa orificio y rotámetros debido a problemas externos.

Los cambios propuestos se valorizan en \$10.000.000, aprox. lo cual garantiza que la red funcione correctamente, tal vez se pudieron agregar más elementos a las recomendaciones, tales como; separador centrifugo de condensado, separadores de agua-aceite o más válvulas de purga automática, pero representaría un aumento del costo de al menos \$2.000.000, siendo que la UDT realiza trabajos de poca frecuencia semanal y no se justifica estos gastos extras

Se cumplieron todos los objetivos propuesto por la Unidad de Desarrollo Tecnológico, utilizando principalmente los conocimientos teóricos adquiridos en la universidad, llevándolos a cabo a la parte técnica para dar solución a los problemas presentes en la red de aire comprimido.

Referencias Bibliográficas

I. Apuntes:

1. CORNEJO, H., GATICA, J., PITA, V. *Neumática aplicada*. Concepción. 1991. 38p, 90p.
2. *Apuntes Mecánica de Fluidos*, profesor Vicente Pita Vives

II. Manuales:

3. *Técnica del aire comprimido*, Kaeser compresores.
4. *Ahorro de energía*, Festo.

III. Norma:

5. *Association Française de Normalisation (Francia)*. Orifices Plates. ISO 5167-2. Francia. 2003.

IV. Trabajos de título:

6. MERINO San Juan, Bernardo E. *Estudio de la Red de Aire Comprimido de Petrox S.A. Refinería de petróleo. Seminario (Ingeniero de Ejecución en Mecánica)*. Concepción, Chile. Universidad del Bio-Bio, Depto. de Ingeniería Mecánica, 1995. 61p.
7. SOTO Vásquez, Ana. *Propuesta de Rediseño de la Red de Aire Comprimido de Industrias Ceresita S.A. Memoria (ingeniero civil industrial)*. Curicó, Chile. Universidad de Talca, facultad de ingeniería, 2005. 33p

ANEXO A

“En el ANEXO A se presentan archivos, catálogos y cotizaciones para complementar la información entregada en forma correlativa al desarrollo, a su vez para fomentar el mejor entendimiento del seminario”

A.1.- Manómetro digital usado para la estimación de flujos

Medida electrónica
de presión

Manómetro digital para aplicaciones industriales generales modelo DG-10

Hoja técnica WIKA PE 81.66



Aplicaciones

- Maquinaria / instalaciones
- Hidráulica / neumática
- Bombas / compresores
- Servicio y mantenimiento

Prestaciones

- Rangos de medición: 0 ... 2 bar hasta 0 ... 600 bar
- Precisión: 0,5 % ± 1 dígitos
- Conexión: G1/4 DIN 3852-E, 1/4NPT y otras
- Caja: Acero inoxidable, Diámetro 80 mm
- Energía auxiliar: 2x 1,5 V pila tamaño AA



Manómetro digital DG-10

Descripción

Indicación robusta, precisa en situ

La caja robusta y la alimentación mediante pilas permiten una flexible aplicación en numerosos sectores. La indicación digital es la solución ideal para una lectura rápida y precisa del valor de presión. La indicación gráfica integrada en el display con función de aguja de arrastre y valores min y máx permiten una análisis efectiva en el lugar de medición.

Ejecución estándar y ampliada

Para lugares con poca luz y para una óptima adaptación a ubicaciones de difícil lectura existe una versión ampliada con (DG-10-E) con luz de fondo y caja giratoria. Otras funciones de programación son: Auto ON/OFF, función tara, protección con contraseña. Las unidades más frecuentes bar, psi y MPa ya están integrados en la versión estándar (DG-10-S).

Tecnología probada

Los sensores fabricados por WIKA son la garantía de alta precisión, estabilidad y repetibilidad en la tecnología de medición industrial. Se utiliza los sensores - película delgada o cerámica en función del rango de medida.

Hoja técnica WIKA PE 81.66 · 02/2008

Página 1 de 4



Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

A.2.- Cotización del manómetro digital

Veset y Cia Ltda.

Rut 76115143-6
 Lincoyan 1262 Concepción
 Teléfono 56/ 41-2739443
 Fax 56/ 41-2739448



COTIZACIÓN

VESET 07-02-R02

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
 Atn. Sr. Germán Jiménez

Cotización N° : 4125 Emisión : 02/12/2013 Vencimiento : 17/12/2013 Fono : 41- Fax :

Referencia: Forma de Pago:

Item	Unid.Cantidad	Precio Unit.	Total \$
<input type="checkbox"/> 001 Manómetro Digital DG-10, 0 - 20 bar WIKA	1	\$ 248,500	248,500
<input type="checkbox"/> 002 Manómetro CPG-100 Wika	1	\$ 1,250,000	1,250,000
Neto		\$	1,498,500
IVA		\$	284,715
Total		\$	1,783,215

ORDEN DE COMPRA

Señores
Veset y Cia. Ltda.
 Atn: Rodrigo Jose Navarrete Pavez
 Presente

Por la presente solicito a ustedes la revisión de los items antes detallados.

 Sr. Germán Jiménez
 UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

A.3.- Longitudes equivalentes de válvulas

VALVULAS

EN LONGITUD EQUIVALENTE DE CAÑERÍA (m)

DIÁMETRO EXTERIOR		60°-Y		45°-Y		VÁLVULAS DE COMPUERTA *****	VÁLVULAS DE RETENCIÓN	
		ESFÉRICAS **		ANGULARES **			OSCILANTE ***	DE CIERRE VERTICAL (horizontal de retención)
ACERO	COBRE							
17,2	1/2	5,1	2,4	1,8	1,8	0,18	1,5	RECTAS COMO GRIFOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****
21,3	5/8	5,4	2,7	2,1	2,1	0,21	1,8	
26,9	7/8	6,6	3,3	2,7	2,7	0,27	2,4	
33,7	1 1/8	8,7	4,6	3,6	3,6	0,30	3,6	RECTAS COMO GRIFOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****
42,4	1 3/8	11,4	6,1	4,6	4,6	0,46	4,2	
48,3	1 5/8	12,6	7,3	5,4	5,4	0,54	4,8	
60,3	2 1/8	16,5	9,1	7,3	7,3	0,70	6,1	RECTAS COMO GRIFOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****
73	2 5/8	20,7	10,7	8,7	8,7	0,85	7,6	
88,9	3 1/8	25,2	13,1	10,7	10,7	0,98	9,1	
101,6	3 5/8	30,5	15,2	12,5	12,5	1,2	10,7	RECTAS COMO GRIFOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****
114,3	4 1/8	36,8	17,7	14,6	14,6	1,4	12,2	
141,3	5 1/8	42,6	21,6	17,7	17,7	1,8	15,3	
168,3	6 1/8	52,0	26,8	21,4	21,4	2,1	18,3	ANGULARES COMO GRIFOS DE VÁLVULA ANGULARES
219,1	8 1/8	67,1	35,1	26,0	26,0	2,7	24,4	
273	-	85,4	44,2	32,0	32,0	3,6	30,5	
323,9	-	97,5	50,4	40,0	40,0	3,9	36,6	ANGULARES COMO GRIFOS DE VÁLVULA ANGULARES
355,6	-	109,9	56,5	47,4	47,4	4,6	41,2	
406,4	-	125,0	64,0	55,0	55,0	5,1	45,8	
457,2	-	140,1	73,1	61,1	61,1	5,7	50,4	ANGULARES COMO GRIFOS DE VÁLVULA ANGULARES
508	-	158,5	84,0	71,6	71,6	6,6	61,0	
609,6	-	186	97,5	81,0	81,0	7,5	73,2	

* Valores correspondientes a la posición de abertura total.

** Estos valores no se aplican a las válvulas de aguja.

*** Estos valores se aplican también a las válvulas de retención rectas con obturador esférico.

**** Para válvulas de retención inclinadas, cuyo diámetro de orificio es igual al del tubo, tomar los valores correspondientes a las válvulas con tija inclinada 60°.

***** Las válvulas de macho presentan la misma pérdida de carga, en la posición de abertura total, que las de paso directo.

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

A.4.- Longitudes equivalentes de accesorios.

ACCESORIOS

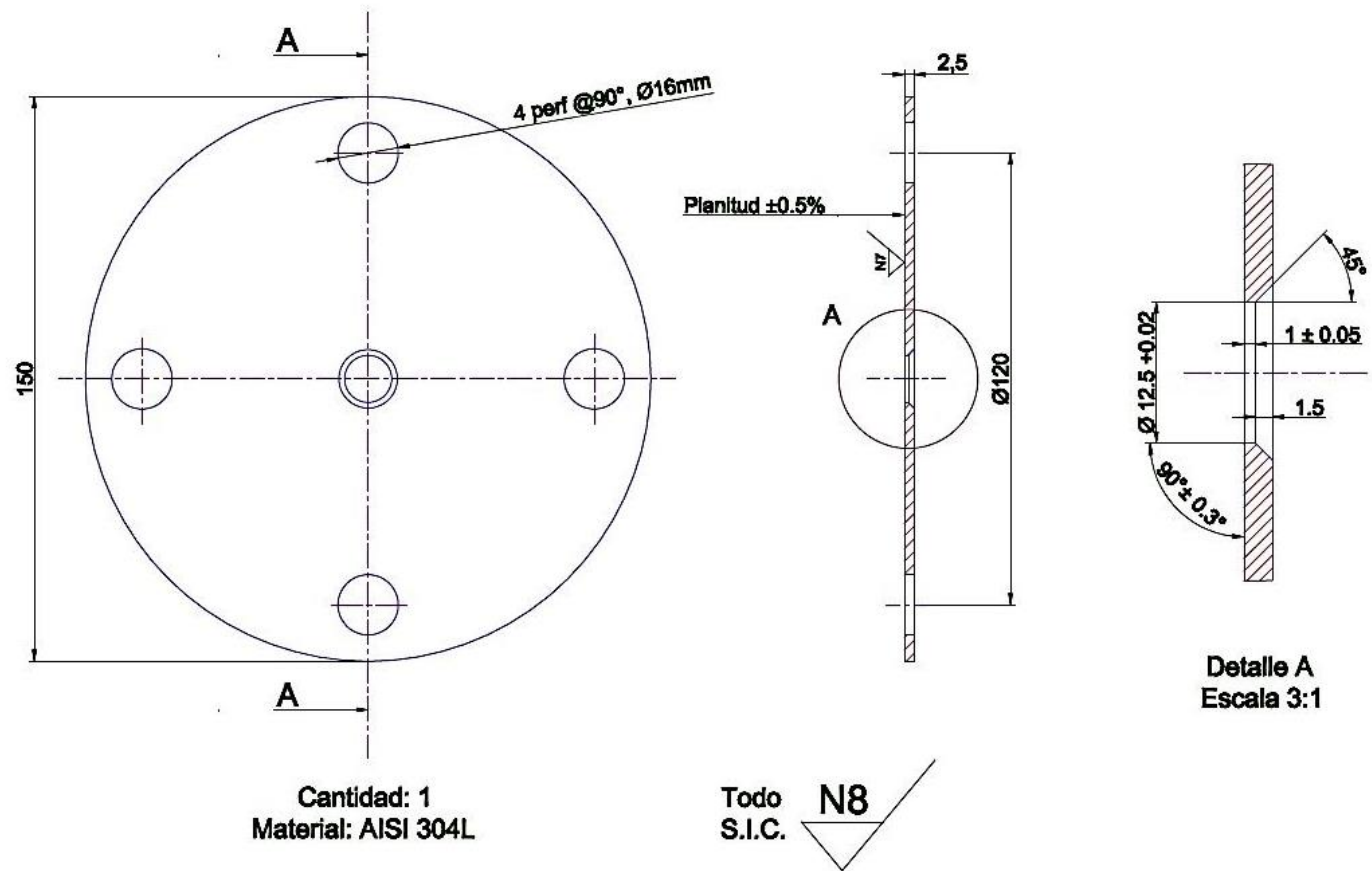
EN LONGITUD EQUIVALENTE DE CAÑERÍA (m)

DIÁMETRO EXTERIOR		CODOS						T				
Acero	Cobre	Radio pequeño 90° *	Radio grande 90° **	Macho Hembra 90° *	Radio pequeño 45° *	Macho Hembra 45° *	Radio pequeño 180° *	Cambio de dirección	PASO DIRECTO			
									Sin reducción	Reducción 1/4	Reducción 1/2	
17,2	1/2	0,42	0,27	0,70	0,21	0,33	0,70	0,82	0,27	0,36	0,42	
21,3	5/8	0,48	0,30	0,76	0,24	0,40	0,76	0,91	0,30	0,43	0,48	
26,9	7/8	0,61	0,42	0,98	0,27	0,49	0,98	1,2	0,42	0,58	0,61	
33,7	1 1/8	0,79	0,51	1,2	0,39	0,64	1,2	1,5	0,51	0,70	0,79	
42,4	1 3/8	1,0	0,70	1,7	0,51	0,91	1,7	2,1	0,70	0,95	1,0	
48,3	1 5/8	1,2	0,80	1,9	0,64	1,0	1,9	2,4	0,80	1,1	1,2	
60,3	2 1/8	1,5	1,0	2,5	0,79	1,4	2,5	3,0	1,0	1,4	1,5	
73	2 5/8	1,8	1,2	3,0	0,98	1,6	3,0	3,6	1,2	1,7	1,8	
88,9	3 1/8	2,3	1,5	3,6	1,2	2,0	3,6	4,6	1,5	2,1	2,3	
101,6	3 5/8	2,7	1,8	4,6	1,4	2,2	4,6	5,4	1,8	2,4	2,7	
114,3	4 1/8	3,0	2,0	5,1	1,6	2,6	5,1	6,4	2,0	2,7	3,0	
141,3	5 1/8	4,0	2,5	6,4	2,0	3,3	6,4	7,6	2,5	3,6	4,0	
168,3	6 1/8	4,9	3,0	7,6	2,4	4,0	7,6	9,1	3,0	4,2	4,8	
219,1	8 1/8	6,1	4,0	-	3,0	-	10,4	10,7	4,0	5,4	6,1	
273	-	7,7	4,9	-	4,0	-	12,8	15,2	4,9	7,0	7,6	
323,9	-	9,1	5,8	-	4,9	-	15,3	18,3	5,8	7,9	9,1	
355,6	-	10,4	7,0	-	5,4	-	16,8	20,7	7,0	9,1	10,4	
406,4	-	11,6	7,9	-	6,1	-	18,9	23,8	7,9	10,7	11,6	
457,2	-	12,8	8,8	-	7,0	-	21,4	26,0	8,8	12,2	12,8	
508	-	15,3	10,4	-	7,9	-	24,7	30,5	10,4	13,4	15,2	
609,6	-	18,3	12,2	-	9,1	-	28,8	35,0	12,2	15,2	18,3	


DIÁMETRO EXTERIOR		Ensanchamiento brusco d/D *			Contracción brusca d/D *			Aristas vivas *		Orificio entrante *	
Acero	Cobre	1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4	Entrada	Salida	Entrada	Salida
17,2	1/2	0,42	0,24	0,09	0,21	0,15	0,09	0,46	0,24	0,45	0,34
21,3	5/8	0,54	0,33	0,12	0,27	0,21	0,12	0,54	0,30	0,54	0,46
26,9	7/8	0,79	0,46	0,15	0,36	0,30	0,15	0,85	0,42	0,85	0,67
33,7	1 1/8	0,98	0,61	0,21	0,49	0,36	0,21	1,1	0,54	1,1	0,82
42,4	1 3/8	1,4	0,91	0,30	0,70	0,54	0,30	1,6	0,79	1,6	1,3
48,3	1 5/8	1,8	1,1	0,36	0,88	0,66	0,36	2,0	1,0	2,0	1,5
60,3	2 1/8	2,4	1,5	0,49	1,2	0,91	0,49	2,7	1,3	2,7	2,0
73	2 5/8	3,0	1,9	0,61	1,5	1,2	0,61	3,6	1,7	3,6	2,6
88,9	3 1/8	4,0	2,4	0,79	2,0	1,5	0,79	4,3	2,2	4,2	3,3
101,6	3 5/8	4,6	2,8	0,91	2,3	1,8	0,91	5,2	2,6	5,2	3,9
114,3	4 1/8	5,2	3,3	1,2	2,7	2,1	1,2	6,1	3,0	6,1	4,9
141,3	5 1/8	7,3	4,6	1,5	3,6	2,7	1,5	8,2	4,2	8,2	6,1
168,3	6 1/8	8,8	6,7	1,8	4,6	3,3	1,8	10,1	5,8	10,1	7,6
219,1	8 1/8	-	7,6	2,6	-	4,6	2,6	14,3	7,3	14,3	10,7
273	-	-	9,8	3,3	-	6,1	3,3	18,3	8,8	18,3	14,0
323,9	-	-	12,5	3,9	-	7,6	3,9	22,2	11,3	22,2	17,4
355,6	-	-	-	4,9	-	-	4,9	26,2	13,7	26,2	20,0
406,4	-	-	-	5,5	-	-	5,5	29,3	15,3	29,2	23,4
457,2	-	-	-	6,1	-	-	6,1	35,0	17,7	35,0	27,4
508	-	-	-	-	-	-	-	43,4	21,4	43,2	32,0
609,6	-	-	-	-	-	-	-	49,8	25,3	49,6	39,6

* Entrar en la tabla con el diámetro pequeño.

A.5.- Diseño de la Placa Orificio



A.6.- Rotámetros considerados I

	4	INSTRUMENTACION INDUSTRIAL	4-06-35

ROTAMETROS PARA AGUA Y AIRE

Bajo costo y mediciones modernas de flujo.

Para el control de flujo de agua y aire, permiten conocer (a través de su medición) el flujo (volumen por unidad de tiempo) que circula en línea de proceso. Además por su construcción pueden utilizarse exitosamente como visores de flujo que permiten saber cuando existe circulación de fluido.

Características:

Material del cuerpo: Grillón TR55 (Plástico)
 Cuerpo trasero: ABS 7020
 Indicación: Escala correspondiente pintada en el cuerpo
 Máxima presión de trabajo: 10 bar
 Precisión: $\pm 2\%$
 Calibración: A 1bar y 20°C
 Instalación: Vertical
 Máxima temperatura de trabajo: 60°C
 Altura de bola (flotador) sobre 0, es proporcional al flujo.

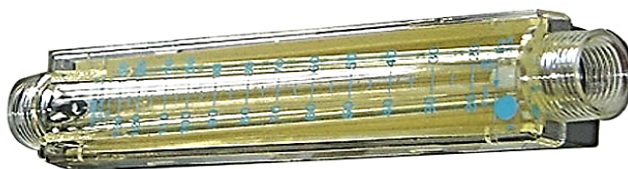


1.- ROTAMETROS PARA AGUA

Dígito	Catálogo	Conexión Hilo Macho	Rango de Flujo Lts/min	Material del Flotador
0406253-1	LF-2005	1/4"	0,06 a 0,55	Acero Inoxidable
0406254-K	LF-2020	3/4"	0,2 a 2,0	Acetal
0406255-8	LF-2100	3/4"	1,5 a 10,0	Acero Inoxidable
0406256-6	LF-2220	3/4"	2,0 a 22,0	Acero Inoxidable

2.- ROTAMETROS PARA AIRE

Dígito	Catálogo	Conexión Hilo Macho	Rango de Flujo	Material del Flotador
0406260-4	LF-3021E	1/4"	3 a 21 Lts/min	Acero Inoxidable
0406261-2	LF-3050E	3/4"	5 a 50 Lts/min	Acetal
0406262-0	LF-3135E	3/4"	20 a 135 Lts/min	Acetal
0406263-9	LF-3330E	3/4"	1 a 5.5 Lt/Seg	Acero Inoxidable
0406264-7	LF-3720E	3/4"	1 a 12 Lt/Seg	Acero Inoxidable



Para elementos complementarios, consultar "Master VIGNOLA componentes de ingeniería"

VALPARAÍSO *	SANTIAGO	TALCAHUANO	ANTOFAGASTA	PUERTO MONTT
Tel.: 32-361111 / Fax: 32-361128 Email: vignoval@vignola.cl	Tel.: 2-7758385 / Fax: 2-7732036 Email: vignosan@vignola.cl	Tel.: 41-588958 / Fax: 41-589102 Email: vignotal@vignola.cl	Tel.: 55-453030 / Fax: 55-453039 Email: vignoant@vignola.cl	Tel.: 65-350150 / Fax: 65-350144 Email: vignomontt@vignola.cl

A.7.- Rotámetros considerados II

45.100
 SEP / 13

Rotámetros

AIRE											
CODIGO	ESCALA 1	ESCALA 2	LARGO ESCALA	HILO		MATERIAL CUERPO	PRECISION FSD	PRESION MAX.PSI	TEMP. FLUIDO	VALVULA REGULADORA	FIG.
				HEMBRA	MACHO						
N0315507	2 - 20 SCFH	1 - 10 LPM	1"1/2	1/4" NPT	-	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1
N031600Z	4 - 40 SCFH	2 - 20 LPM	1"3/8	1/4" NPT	-	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1
N0330506	10 - 80 SCFH	4 - 40 LPM	1"1/2	1/4" NPT	-	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1

AGUA											
CODIGO	ESCALA 1	ESCALA 2	LARGO ESCALA	HILO		MATERIAL CUERPO	PRECISION FSD	PRESION MAX.PSI	TEMP. FLUIDO	VALVULA REGULADORA	FIG.
				HEMBRA	MACHO						
N0414009	0,1 - 1 GPM	0,5 - 4 LPM	3"	1/2" NPT	1/2" NPT	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1
N0415307	0,2 - 2 GPM	1 - 7 LPM	3"	1/2" NPT	-	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1
N0415501	1 - 5 GPM	4 - 18 LPM	4"	1/4" NPT	1/2" NPT	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1
N0416001	1 - 10 GPM	5 - 35 LPM	4"	1" NPT	-	Policarbonato	± 4%	150	80°C	Si	1
N0430004	1,2 - 10 GPM	-	10"	1/2" NPT	-	Policarbonato	± 2%	35	54°C	Si	3
N0435502	2 - 20 GPM	10 - 70 LPM	4"	-	1" NPT	PMMA	± 4%	150	80°C	Si	1
N0445508	4 - 40 GPM	15 - 150 LPM	3"1/2	1" NPT	-	PMMA	± 4%	150	80°C	No*	2

FSD : Escala total del instrumento PMMA : Poli (metacrilato)

SCFH : Pies cúbicos/hora LPM : Litros por minuto

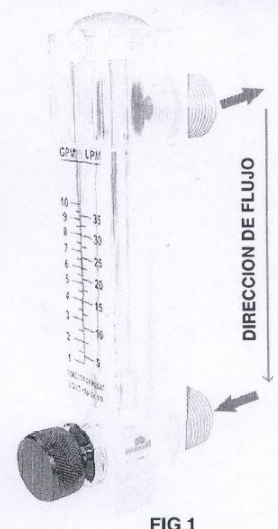


FIG 1

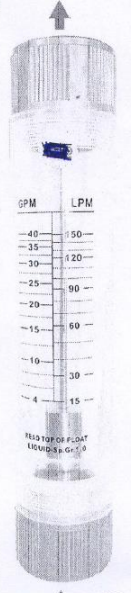


FIG 2

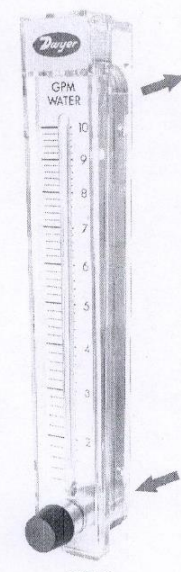


FIG 3

Montaje: Posición vertical y flujo ascendente
Partes en contacto con fluido: Acero Inoxidable

A.8.- Cotizaciones rotámetros I

Proyectos y Componentes de Ingeniería Industrial

Oleo-hidráulica, Neumática, Componentes Eléctricos, Equipos de Vacío y Presión, Ensayos No Destructivos, Instrumentación y Control de Procesos Industriales.



COTIZACION N° 126761

Fecha: 24/10/2013 Núm. Operación : Sucursal :
 Cliente: UNIVERSIDAD DE CONCEPCION Rut: 81.494.400-K
 Dirección: AV. VICENTE MENDEZ 595, CHILLÁN Ciudad: CHILLAN
 Contacto: BERNARDO COLOMA Fono: Fax:
 E-mail:
 Válida Hasta: 24/11/2013 Forma de pago: Orden de Compra 30 Días

#	Descripción	Cantidad	Precio	Total
	ROTAMETRO 747-1-2-1-63A-0	1	1.471	USD 1.471
	ROTAMETRO 747-1-2-1-66A-0	1	1.471	USD 1.471
	ROTAMETARO 747-1-2-1-83A-0	1	1.656	USD 1.656

Importadora Técnica Vignola S.A. Rut:93.075.000-K.

Observación:

ENTREGA 4 SEMANAS APROXIMADAMENTE

Neto	USD 4.598,00
Impuesto	USD 873,62
Total	USD 5.471,62

Cotización rotámetros II

<p>TIAR Ltd. REPRESENTACIONES Y SERVICIOS TIAR Ltda.</p>	Tel: 56-2-2233.7232 56-2-2234.4254 Fono/Fax: 56-2-2233.7730 García Moreno N° 1375, Ñuñoa Casilla 16037 - Santiago 9, Chile E-mail: tiar@tiar.cl				
	<h3><u>C O T I Z A C I O N</u></h3>				
ITEM	CANT	DESCRIPCIÓN	MODELO	PRECIO UNITARIO	TOTAL
A) OFERTA COMERCIAL					
1	1	Rotámetro, 1½" para Aire Comprimido	MODELO VA40 V/R Marca	€ 809,-	€ 809,-
				NETO:	€ 809,-

A.9.- Catalogo secador



Secador Frigorífico Modelo RSLF-60-PD

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Alta eficiencia energética
- Bajos niveles de vibración y ruido
- Baja pérdida de presión y estable punto de rocío
- Los productos con caudal menor o igual a 70m³/min utilizan refrigerante sin flúor, lo que los hace amigables con el medio ambiente.
- Fabricado según norma ISO9001



Características Generales:

Caudal aire comprimido	6,5 m ³ /min
Presión de trabajo	7 bar
Punto de rocío a presión	2-10° C
Conexión al aire comprimido	Rc 1-1/2"
Refrigerante	R407C
Potencia Instalada	1.40 kW
Suministro eléctrico	220 V / monofásico / 50 Hz
Presión de trabajo máxima	15 bar
T° entrada aire comprimido máxima	60° C
T° ambiente máxima/mínima	50° C / 5° C

Dimensiones y Peso:

Largo	750 mm
Alto	880 mm
Ancho	550 mm
Peso	78 kg

A.10.- Pre y post filtros



Filtros de Línea Modelo RSG-**0145G

Especificaciones Técnicas

- Alto rendimiento en remoción de partículas y residuo de aceite.
- Aplicable en Aire Comprimido y gases no corrosivos
- Baja pérdida de carga
- Incluye purga automática de condensados



Caudal de aire	8.7 m ³ /min
Presión de servicio	7 bar
Presión máxima de servicio	16 bar
Temperatura máxima de operación	66° C
Temperatura mínima de operación	1,5° C
Pérdida de carga inicial	0,15 bar
Conexiones entrada/salida	G 1 ½"
Cantidad de cartuchos filtrantes	1
Altura total	352 mm
Ancho máximo	120 mm
Peso	3.2 Kg

Especificaciones según Grado de Filtración

Modelo	Grado	Descripción	Precisión
RSG	AO	Prefiltro	1μ
	AA	Postfiltro	0,01μ
	ACS	Filtro Carbón Activado	--

A.11.- Válvulas de purga automática



Purga de Condensados Temporizada Modelo EZ-1

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- EZ-1 remueve condensados de los sistemas de aire comprimido por medio de una válvula solenoide combinada con un temporizador electrónico
- EZ-1 puede ser instalado en todos componentes de los sistemas de aire comprimido (compresores, secadores, filtros, tanques de aire etc.), independientemente de los tamaños y capacidades – instale los tiempos de intervalo y descarga para adaptarse el sistema de aire comprimido particular.
- Diseño compacto.
- EZ-1 ha sido diseñado para ser el purgador para sistemas económicos. Está disponible en los voltajes y las conexiones más frecuentes.



Intervalo de pausa	0,5 - 45 minutos
Tiempo de descarga	0,5 - 10 segundos
Presión máxima de servicio	16 bar (232 psig)
Temperatura máxima de operación	60° C
Temperatura mínima de operación	-4° C
Conexiones	1/4", 3/8", 1/2" BSP/NPT
Consumo Eléctrico	4 mA máximo
Protección ambiental	IP 65/ NEMA 4

Dimensiones y peso:

Altura	180 mm
Largo	90 mm
Ancho	43 mm

A.12.- Cotizaciones secador filtros y válvulas de purga automáticas

701023



Valor de los Equipos

	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Total
01	Secador Frigorífico Modelo RSLF-60-PD Caudal Volumétrico: 6,5 m3/min Presión de Trabajo: 7 bar Conexión de Salida: 1 1/2" Suministro : 220V/1Ph/50HZ Pto de Rocío: 2-10°C	1	USD \$ 3.778	USD \$ 3.778
02	Prefiltro de Línea Modelo RSG-AO-0145G Caudal Volumétrico: 8,70 m3/min Presión de Trabajo: 7 bar Conexión de Salida: G1 1/2" Grado de Filtración 1 µm	1	USD \$ 487	USD \$ 487
03	Postfiltro de Línea Modelo RSG-AA-0145G Caudal Volumétrico: 8,70 m3/min Presión de Trabajo: 7 bar Conexión de Salida: G1 1/2" Grado de Filtración 0,01 µm	1	USD \$ 487	USD \$ 487
05	Purgas Temporizadas JORC Modelo: EZ-1 Consumo Eléctrico: 4mA máximo T° Operación: -40°C a +55°C Protección Amb: IP65 (Nema 4) Presión Máx.: 16 bar	3	USD \$145	USD \$435
			TOTAL NETO	USD \$ 5.527
			I.V.A	USD \$1.050
			TOTAL	USD \$ 6.577

A.13.- Compresor sugerido



Compresor de Tornillo SCR COMP Modelo 50M

Características Generales

- Sistemas eléctricos Siemens.
- Visor aceite antirretorno fino.
- Equipos sin mangueras, todas ellas fueron reemplazadas por tuberías de acero galvanizado.
- Panel de Control con indicador de consumo de energía del motor.
- Bloque compresor aislado de marco base, mediante amortiguadores, anti-vibración.
- Controlador electrónico inteligente y de diseño compacto.
- Refrigerado por aire ambiente.
- Fácil instalación y mantenimiento.



Especificaciones Técnicas

Modelo		50M-7	50M-8	50M-10
Capacidad (Nm ³ /min)		6.4	6.1	5.7
Presión de operación (bar)		7	8	10
Motor	Potencia	37 KW		
	Método de arranque	Star-Delta (Y-Δ)		
	Grado de Protección	IP54/IP55		
	Grado de Aislación	F		
Suministro eléctrico		380V / 50HZ /3 ph		
Temperatura de descarga		≤ Temp. ambiente ± 8 °C		
Método de Transmisión		Correas Trapezoidales		
Nivel de ruido a 1 m		75 ± 3 dB(A)		
Método de refrigeración		Mediante Aire		
Contenido residual de aceite		1-3 ppm		
Conexión de Salida		1 ½"		
Dimensiones	Largo (mm)	1000		
	Ancho (mm)	1300		
	Alto (mm)	1470		
Peso (Kg)		810		

Parámetros de desempeño según PNEUROP/CAGI PN2CPTC2 (Anexo C DE ISO 1217).

A.14.- Cotización compresor de tornillo

700919



Valor de los Equipos

Descripcion	Cant.	Precio Unitario	Total
Compresor de Tornillos SCR COMP Modelo SCR-50M-8 Motor: 37 kW Caudal Volumétrico: 6,1 Nm3/min Presión de Trabajo: 8 bar Conexión de Salida: 1-1/2" Sistema de Transmisión: Correas Trapezoidales Suministro : 380V/3Ph/50HZ Equipo Compresor completo compuesto por bancada con Bloque de compresión, motor eléctrico, acumulador / separador de aceite, pipping de interconexión, intercambiadores de calor aceite/aire y aire/aire, panel de control y cuadro eléctrico con protección IP 54. Todo dentro de una cabina insonorizada con paneles laterales desmontables. Óptima Calidad del aire comprimido - Menos de 3 ppm de arrastre de aceite - Separación aire/aceite de alto rendimiento - Bajo contenido de humedad en el aire gracias a post-enfriador sobredimensionado Sistema de control y operación inteligente - Programación digital de mantenencias - Doble horómetro - Sencillo monitoreo de parámetros Perfil de tornillo helicoidal - Rotor macho de 5 aspas - Rotor hembra de 6 aspas	1	USD \$ 8.580	USD \$ 8.580
		VALOR NETO:	USD \$ 8.580
		I.V.A.:	USD \$ 1.630
		TOTAL:	USD \$ 10.210

Condiciones de Venta

Tipo de cambio:

Se aplicará el tipo de cambio vigente al día de la Facturación.

Condiciones de pago

Vía Dantechique: Orden de Compra 30 días.

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

A.15 Cotización insumos eléctricos

RHONA S.A.
 CASA MATRIZ * Concepción
 Agua Santa 4211 Camilo Henríquez
 2330
 Tel, fono: (32)2320600
 Tel, fono: (41)2446100
 Fax : (32)2320618 Fax
 E-mail:santiago@rhona.cl

 Senores : UNIV. DE CONCEPCION-DIRECCION DE INVESTIGACION COTIZACION
 N°
 Direccion: B.UNIVERSITARIO S/N EDIFICIO 000401527
 Ciudad : CONCEPCION
 Fono : 41-747430
 Fax : 41-747430 Fecha
 Emision
 Rut : 081494400-K /0
 08/11/2013

CODIGO	DESCRIPCION	PRECIO UNI	VALOR	CANTID	UNI
266795	INT.AUT. DX C	20.522	407 862(064 91)3 x32A	1	C/U
600920	CAJA METALICA	22.938	CB.1034-43/210 400X300X210	1	C/U
266764	INT.AUT. DX C	4.432	407 666(063 72)1 x 6A	1	C/U
222162	RELE TERMICO	12.062	TH-N20KP 11 A(9-13)	1	C/U
525113	RELE TIEMPO P/RIEL	25.226	D6DS 230VAC ESTR./TRIANG.	1	C/U
220646	CONTACTOR	16.045	S-N21 BOB.230VCA	1	C/U
220546	CONTACTOR	14.359	S-N20 BOB.230VCA	2	C/U
402512	BOTONERA ROJA	2.242	KH-2201-01R 1 NC 22MM	1	C/U
402513	BOTONERA VERDE	2.242	KH-2201-10G 1 NA 22MM	1	C/U
402515	BOTONERA HONGO ROJA	3.449	KH-2201ER-01R 1 NC 22MM	1	C/U
270402	TERM.DE CONEX.	380	CBD 6 6 MM2	10	C/U
270400	TERM.DE CONEX.	241	CBD 2 2.5MM2	10	C/U
270500	PRENSA FIJACION	229	BTU (BTO) RIEL SIM/ASIM.	8	C/U

Estudio de la red de aire comprimido en la Unidad de Desarrollo Tecnológico

270610	REGLETA NEUTRO AZUL POLM. 7/BLU		7X16 MM2		1 C/U
1.102	1.102				
270611	REGLETA TIERRA VERDEPOLM. 7/TE		7X16 MM2		1 C/U
1.102	1.102				
040600	LAMP.PILOTO ROJO	ND16-22BS/4AC	220V	22MM	4 C/U
638	2.552				
040601	LAMP.PILOTO VERDE	ND16-22BS/4AC	220V	22MM	1 C/U
1.041	1.041				
040602	LAMP.PILOTO AMBAR	ND16-22BS/4AC	220V	22MM	1 C/U
638	638				
290906	CABLE H07V-K	1.5MM2 FLEX.	AMARILLO	750V	100 MTS
120	12.000				
404071	RIEL DIN SIM.	HK-TBR-2	7,5X35MM	X 1MT	1 TIR
1.914	1.914				
710502	BASE ADHESIVA	DAMB-10	20X20MM2		10 C/U
23	230				
710104	AMARRACABLES	DACT-100	100x2,5	MM	1 CTO
233	233				
710552	TERMINAL PUNTILLA	4.00HL	4MM2	GRIS	1 CTO
1.600	1.600				
710545	TERMINAL PUNTILLA	1.50N	1.50MM2	ROJO	1 CTO
1.200	1.200				
711803	ESPIRAL PLASTICO	HB-103 ANCHO9MM	ROLLO DE 4.2MTS		2 RLL
598	1.196				
711604	PRENSAESTOPA	DAPG 16	P/CAB. 10-14MM		10 C/U
278	2.780				
	173.506	0,00		0	173.506
206.472					32.966
	SUBTOTAL	%DESC	DESCTO.	V.NETO	I.V.A. TOTAL

FINAL
 SON : DOSCIENTOS SEIS MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS -----
 ----- PESOS

 RUT RHONA S.A. 92.307.000-1
 PSEPULVE

 Plazo de Entrega : INMEDIATA, SALVO VENTA PREVIA Vendedor
 RHONA
 Validez Cotizacion: 7 DIAS
 Lugar de Entrega : BODEGA RHONA
 Forma de Pago : CREDITO 30 DIAS FECHA FACTURA -----

 Varios : AT SR BERNARDO COLOMA
 Firma

ANEXO B

“En el ANEXO B se presenta el piping en isométrico, de la actual red con todos sus componentes y accesorios”