



Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Reporte de Residencia Profesional

Nombre del proyecto:

“Diseño de Red Neumática de Servicio para Taller de Mantenimiento Industrial”

Empresa:

ALZ Construcciones S.A. de C.V.

Nombre del Alumno:

Armando de Jesús García Morales

No. De Control:

07270451

Carrera:

Ing. Mecánica

Periodo:

Enero-Junio 2013

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Junio 2013

Introducción.

A lo largo de la historia el ser humano ha venido diseñando diferentes tecnologías con la finalidad de satisfacer sus necesidades y resolver ciertas problemáticas que van surgiendo conforme a su desarrollo.

Para poder lograr estas tecnologías surgen diversas ciencias, las cuales se basan en la investigación y experimentación. Una de las grandes ciencias que tiene infinidad de aplicaciones a la ingeniería es la Mecánica de Fluidos.

Dentro de la mecánica de fluidos existen dos grandes ramas de estudio, estas son: la Hidráulica y la Neumática.

La Hidráulica es la ciencia que estudia a los fluidos en su estado líquido y aquellas propiedades que influyen en su energía, de las propiedades más importantes a estudio, son, la presión y temperatura, y su influencia sobre la viscosidad y sus efectos dentro de la capa límite.

La Neumática es una rama de la ciencia que estudia la energía que se obtiene al comprimir un gas, para el caso, el fluido de potencia que se emplea es el aire.

En el siguiente proyecto se pretende aplicar algunos de los conocimientos adquiridos en la Neumática, puesto que el diseño de una red de trabajo de este tipo, funciona en base a los principios establecidos por esta ciencia.

El diseño consistirá en una red de tuberías, la cual contará con el compresor que cumpla con las necesidades para para alimentar a dicha línea de aire comprimido, y a su vez abastecer a diferentes áreas dentro del taller de mantenimiento de la empresa “ALZ Construcciones S.A. de C.V.”, tomando en cuenta los diferentes accesorios que debe obligatoriamente tener.

Algunas de las áreas que contarán con el servicio serán: el taller de mecánica, hojalatería y pintura, lavado y engrasado, eléctrica y soldadura, esto con la finalidad de eficientar y automatizar los diferentes trabajos que allí se realizan.



Índice.

Capítulo I Generalidades.

1.1.- Justificación.	5
1.2.- Objetivos.	6
1.2.1.- Generales.	6
1.2.2.- Específicos.	6
1.3.- Caracterización del área en que se realizó el proyecto.	7
1.4.- Problemas a resolver con su respectiva priorización.	11
1.5.- Alcances y limitaciones.	13

2.- Capítulo II Fundamento teórico.

2.1.- Historia de la neumática.	14
2.2.- Circuitos neumáticos.	19
2.3.- Descripción de una red neumática.	23
2.4.- Componentes de una red de aire comprimido.	26
2.5.- La red de aire comprimido, parámetros para su diseño.	29
2.6.- Cálculos y fundamentos.	56

3.- Capítulo III Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

3.1.- Demanda de caudal de aire.	62
3.2.- Longitud de tubería y accesorios.	63
3.3.- Caída de presión, diámetro y selección del material para línea.	63
3.4.- Calculo de potencia del compresor.	67

3.5.- Selección del Compresor.	67
3.6.- Estimación de dimensiones para el tanque de almacenamiento de aire comprimido.	68
3.7.- Selección del tanque de almacenamiento para aire comprimido.	69
3.8.-Selección del purificador de aire.	69
3.9.- Selección de unidad de mantenimiento.	70
3.10.- Distribución del cuarto de máquinas.	71
3.11.- Elementos que compondrán la red neumática.	72
Recomendaciones y conclusiones.	73

Recomendaciones

Conclusiones

Fuentes de información

Anexos



1.1.- Justificación.

Debido a que uno de los nuevos proyectos de la empresa “ALZ Construcciones S.A. de C.V.” es construir una nave de mantenimiento, como proyecto de residencia, se ha propuesto el diseño de una red neumática, con la finalidad de abastecer aire comprimido a las diferentes áreas dentro del taller.

Se pretende incrementar la eficiencia en los trabajos realizados dentro del taller además de disminuir los tiempos de operaciones, para esto, es necesario implementar un diseño que ayude a dicho propósito, al instalar una red neumática los operadores pueden aprovechar la energía que aporta la red para realizar trabajos de desensamble y ensamble de elementos mecánicos, montaje de ruedas a diversas unidades móviles, procesos de hojalatería, accionar herramientas neumáticas de trabajo, como en procesos de lijado a tanques y góndolas, además, se puede aprovechar la presión que aporta el aire comprimido para realizar trabajos de pintura, así también, a futuro, poder automatizar sistemas mecánicos.

Otras de las ventajas que se tendrían al instalar la red neumática, es la disminución de costos, puesto que los servicios antes mencionados se harían dentro de planta sin la necesidad de solicitar los servicios de empresas ajenas.

Habría un mayor control del mantenimiento y en poco tiempo se tendría a las unidades móviles en óptimas condiciones para el trabajo.

1.2.- Objetivos.

1.2.1.- Generales.

Implementar un sistema de red de aire comprimido para incrementar la eficiencia en los trabajos de mantenimiento dentro del Taller de la Planta.

1.2.2.- Específicos.

- Facilitar el desensamble de elementos de maquina dentro del taller mecánico.
- Minimizar el tiempo en los trabajos de lavado y engrasado.
- Incrementar la eficiencia al realizar limpieza de unidades dentro del taller de lavado y engrasado.
- Facilitar el proceso de hojalatería y pintura.
- Aportar aire comprimido para utilizar herramientas neumáticas de impacto para diversos trabajos.
- Utilizar la energía del aire comprimido en procesos de despacho de aceites lubricantes para motores y aceites hidráulicos.
- Minimizar los costos del mantenimiento a maquinaria, tanto preventivo como correctivo.
- Disminuir el tiempo de operación al realizar los trabajos de mantenimiento.

1.3.- Caracterización del área en que se realizó el proyecto.

ALZ Construcciones S.A. de C.V. es una empresa chiapaneca creada hace más de 15 años, la cual se dedica a la construcción de infraestructura carretera y urbana, así como también, a la producción de material para obra.

Actualmente cuenta con tres plantas en el estado, una en la ciudad de San Cristóbal de las Casas, otra en la ciudad de Tapachula y la matriz que se encuentra en la capital, Tuxtla Gutiérrez.



Fig. 4.1.- Planta "las Peras", ubicada en la ciudad de San Cristóbal de las casas, ahí se produce tubería hidráulica de concreto, entre otros productos.



Fig. 4.2.- Planta Tuxtla, en esta planta se produce concreto premezclado y sin premezclar, así también, produce Carpeta Asfáltica.



Fig. 4.3.- Planta Tapachula, en esta planta se producen triturados como Arena, Grava de $\frac{3}{4}$ y de $\frac{1}{2}$, Sello, entre otros.

La empresa también cuenta con equipos para construcción, como son, camionetas tres toneladas, apisonadores, camiones volteos, camiones revolvedoras, camiones bomba pluma, pipas, petrolizadoras, camiones taller, tractocamiones, camas bajas, neumáticos, compactadores de carpeta, vibrocompactadores de terracería, esparcidoras de asfalto, esparcidoras de sello, retroexcavadoras, excavadoras, motoconformadoras, trimeadoras, góndolas de 30 m³ de capacidad, yucles, plantas concreteras fijas y móviles, plantas de asfalto fijas y móviles, plantas trituradoras fijas y móviles.

Algunas de las maquinas antes mencionadas se pueden observar en las siguientes figuras.



Fig. 4.4.- En esta imagen se puede observar máquinas para corte y nivelado de caminos, como pueden ser tractores y motoconformadoras, éstas ubicadas en planta San Cristóbal.

1.3.1.- Misión.

Comprometidos con el crecimiento de nuestro estado, nuestra empresa tiene como objetivo fundamental, satisfacer todas las necesidades de nuestros clientes, proporcionándoles cumplimiento, seguridad y calidad en todos los proyectos, siendo también una empresa sustentable, implementando programas de trabajo siempre respetando al medio ambiente.

1.3.2.- Visión.

Ser la empresa constructora líder de referencia en el sector de la construcción, manteniendo continuamente el prestigio y efectividad, que responde a las necesidades del mercado.

1.3.3.- Producción.

Dentro de los productos que la empresa ofrece, se encuentran:

- Sello sin premezclar y premezclado.
- Grava de 3/4 - 0 para carpeta.
- Grava de 3/4 para concretos.
- Material de 1 1/2 para filtro.
- Arena para morteros.
- Material subrasante 3 - 0.
- Material para base hidráulica 1 1/2 - 0
- Piedra.

- Tubería de concreto hidráulica de 1.05 mts de diámetro.

1.4.- Problemas a resolver con su respectiva priorización.

Uno de los nuevos proyectos de la empresa ALZ Construcciones S.A. de C.V. es construir un taller para mantenimiento de maquinaria y equipos pesados, por el momento, planta Tuxtla no cuenta con el equipo adecuado para realizar los trabajos de mantenimiento, es por eso que mucho de los servicios se realizan con talleres ajenos a la empresa, haciendo que el costo del mantenimiento se encuentre muy elevado.

En las siguientes imágenes se pueden observar algunos de los servicios realizados y la manera en que estos se llevan a cabo.



Fig. 5.1



Fig. 5.2



Fig. 5.3

En las figuras 5.1, 5.2 y 5.3 se puede observar el servicio correctivo realizado a un camión volteo.

En el área de pintura se pretende disminuir los tiempos de trabajo, puesto que actualmente los servicios se realizan improvisando el accionamiento de herramientas neumáticas para pintura, mediante la línea de aire comprimido que los camiones volteos de 7 m³ y 14 m³ traen de fábrica, es decir, se necesita tener un camión volteo cerca del área de trabajo y encendido para poder accionar las pistolas de pintura. Al instalar la red, se considerará una toma de aire para el área de pintura, la cual tendrá la función de satisfacer las necesidades de aire comprimido de esa área.

En las siguientes figuras se pueden observar la manera en que se desarrollan los trabajos de pintura.



Fig. 5.4



Fig. 5.5

En las figuras 5.4 y 5.5 se puede observar el trabajo de pintura realizado a carrocería de camión bomba pluma, el camión bomba pluma es utilizado para bombear concreto a obras civiles como construcciones de edificios.

En el área de soldadura y hojalatería se pretende disminuir los tiempos en la construcción de diferentes elementos para ciertas máquinas que las requieren.

En las siguientes figuras se muestran la manera en que se desempeñan los trabajos de soldadura.



Fig. 5.6



Fig. 5.7

En las figuras 5.6 y 5.7 se puede observar el trabajo de soldadura realizado a una planta generadora de energía. Las cuales se integran por un motor Cummins 450 acoplado a un generador produciendo 440 V con la que se alimenta una planta trituradora.

1.5.- Alcances y Limitaciones.

El proyecto consiste en diseñar un circuito neumático y abastecer aire comprimido según la demanda, a cada una de las áreas que existen dentro la nave para mantenimiento, la cual, el área se encuentra definida por el diagrama de planta del anexo A.

Se propondrá una distribución de áreas dentro del taller, es decir, se delimitará cada una de las áreas de trabajo como: mecánica, pintura, lavado, engrasado, hojalatería, soldadura y electricidad, cada una de estas contarán con distintas tomas de aire comprimido.

2.- Fundamento teórico.

2.1.- Historia de la neumática.

La **neumática** (del griego πνεῦμα "aire") es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse, según dicta la ley de los gases ideales. Pero antes de hablar más a fondo de una línea neumática sería bueno definir el término de aire y algunas propiedades que la caracterizan.

Se denomina aire a la mezcla de gases que constituye la atmósfera terrestre, que permanecen alrededor del planeta Tierra por acción de la fuerza de gravedad. El aire es esencial para la vida en el planeta. Es particularmente delicado, fino, etéreo y si está limpio transparente en distancias cortas y medias.

En proporciones ligeramente variables, está compuesto por nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (0-7%), ozono, dióxido de carbono, hidrógeno y gases nobles como kriptón y argón; es decir, 1% de otras sustancias.

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y aprovecha para reforzar sus recursos físicos. El descubrimiento consciente del aire como medio que nos rodea se remonta a muchos siglos, lo mismo que un trabajo más o menos consciente con dicho medio.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. Sólo desde aproximadamente al año 1950 se puede hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación.

A pesar de que esta técnica fue rechazada en un inicio, debido en la mayoría de los casos a falta de conocimiento y de formación, fueron ampliándose los diversos sectores de aplicación. En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos cuya alimentación continua y adecuada de aire garantizará el exitoso y eficiente desempeño de los procesos involucrados en la producción.

El diseño y mantenimiento adecuado de redes de aire comprimido y sus respectivos accesorios, juega un papel decisivo en los procesos productivos involucrados cuya energía utilizada es el aire.

Utilizar aparatos neumáticos cuya alimentación se aire sea continua y adecuada garantizará el exitoso y eficiente desempeño de los procesos involucrados en la producción.

2.1.1- Mandos Neumáticos.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y un aporte de trabajo. Los elementos de señalización y mando modulan las fases de trabajo de los elementos de trabajo y se denominan válvulas. Los sistemas neumáticos e hidráulicos están constituidos por:

- Elementos de información.
- Órganos de mando.
- Elementos de trabajo.
- Elementos artísticos.

Para el tratamiento de la información de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el fluido de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido.

En los principios de la automatización, los elementos rediseñados se mandan manual o mecánicamente. Cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizan elementos de comando por símbolo neumático (cuervo).

Actualmente, además de los mandos manuales para la actuación de estos elementos, se emplean para el comando procedimientos servo-neumáticos, electro-neumáticos y automáticos que efectúan en su totalidad el tratamiento de la información y de la amplificación de señales.

La gran evolución de la neumática y la hidráulica han hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales, y por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

Hay veces que el comando se realiza manualmente, y otras nos obliga a recurrir a la electricidad (para automatizar) por razones diversas, sobre todo cuando las distancias son importantes y no existen circunstancias adversas.

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes misiones:

- Distribuir el fluido
- Regular caudal
- Regular presión

Las válvulas son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por el compresor o almacenado en un depósito. Ésta es la definición de la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Européen des Transmissions Oléohydrauliques et Pneumatiques).

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

1. Válvulas de vías o distribuidoras
2. Válvulas de bloqueo
3. Válvulas de presión

4. Válvulas de caudal

5. Válvulas de cierre

6. Le changue mone

2.1.2- Comparación con otros medios.

Tanto la lógica neumática como la realización de acciones con neumática tienen ventajas y desventajas sobre otros métodos (hidráulica, eléctrica, electrónica).

Algunos criterios a seguir para tomar una elección son:

- El medio ambiente. Si el medio es inflamable no se recomienda el empleo de equipos eléctricos y tanto la neumática como la hidráulica son una buena opción.
- La precisión requerida. La lógica neumática es de todo o nada, por lo que el control es limitado. Si la aplicación requiere gran precisión son mejores otras alternativas electrónicas.

Por otro lado, hay que considerar algunos aspectos particulares de la neumática:

- Requiere una fuente de aire comprimido, por lo que se ha de emplear un compresor.
- Es una aplicación que no contamina por si misma al medio ambiente (caso hidráulica).
- Al ser un fluido compresible absorbe parte de la energía, mucha más que la hidráulica.

- La energía neumática se puede almacenar, pudiendo emplearse en caso de fallo eléctrico.

2.2.- Circuitos neumáticos.

1. Circuito de anillo cerrado: Aquel cuyo final de circuito vuelve al origen evitando brincos por fluctuaciones y ofrecen mayor velocidad de recuperación ante las fugas, ya que el flujo llega por dos lados.
2. Circuito de anillo abierto: Aquel cuya distribución se forma por ramificaciones las cuales no retornan al origen, es más económica esta instalación pero hace trabajar más a los compresores cuando hay mucha demanda o fugas en el sistema.

Estos circuitos a su vez se pueden dividir en cuatro tipos de sub-sistemas neumáticos:

1. Sistema manual
2. Sistemas semiautomáticos
3. Sistemas automáticos
4. Sistemas lógicos

2.2.1.- Método de paso a Paso.

El método paso a paso es una técnica para diseño de circuitos neumáticos, el cual está basado en que para activar un grupo es necesario desactivar el grupo anterior, generando así una secuencia.

Este método es más utilizado que el método de cascada, ya que cuando hay más de dos válvulas en cascada, surgen pérdidas de presión. Dichas pérdidas de presión se corrigen con el método paso a paso. Se necesita que haya tres o más grupos para que funcione, aunque se puede realizar el método con dos grupos pero se debe de agregar un grupo adicional para poder seguir con la secuencia.

Los siguientes pasos llevan a diseñar un circuito neumático de paso a paso:

Establecer la secuencia o sucesión de movimientos a realizar.

Separar la secuencia en grupos.

Designar cada grupo con siglas romanas.

Hacer la esquematización del circuito, colocando los actuadores en la posición inicial deseada.

Cada actuador estará controlado por una válvula 4/2 o 5/2 de accionamiento neumático biestable.

Debajo de las válvulas de distribución, se ponen tantas líneas de presión como grupos tenga el sistema, enumerándolas con números romanos.

Debajo de las líneas de presión se ponen memorias (válvulas 3/2), tantas como grupos tenga el sistema. Todas las memorias comenzarán normalmente cerradas, a excepción de la válvula colocada hasta la derecha que estará normalmente abierta.

Las memorias van conectándose a las salidas de presión, tomando la salida única de la primera memoria y se conecta a la línea de presión I, la segunda memoria a

la línea a presión II y así sucesivamente. La última memoria que es la normalmente abierta, se conectara a la última línea de presión.

Cada memoria (excepto la de la derecha), será pilotada por la izquierda por la línea de presión o grupo anterior al que está conectada su salida.

Cada memoria (excepto la de la derecha), será pilotada por la derecha por la línea de presión o grupo que debe de desactivarla.

La válvula de la derecha será pilotada al revés, esto quiere decir que para pilotarla por la izquierda, se debe de conectar el grupo o línea que la desactiva y para pilotarla por la derecha, se conecta el grupo o línea anterior al que esté conectada su salida.

Cada válvula distribuidora (4/2 o 5/2) estará pilotada por la línea de presión correspondiente a su grupo.

El primer grupo sólo necesita estar conectado a su línea de presión correspondiente, pero los demás grupos además de ser conectados a su línea de presión correspondiente, deben de ser conectados a la señal del grupo anterior para indicar que el movimiento del grupo anterior ha finalizado.

El primer movimiento de la secuencia se alimentará de la primera línea de presión y tendrá en serie el pulsador de marcha.

Si se repite un movimiento en la secuencia, deberá utilizarse válvulas de simultaneidad (AND) antes de la distribuidora correspondiente.

Hacer el método paso a paso con dos grupos genera un problema de entrapamiento. Ya que un grupo tendría que ser activado y desactivado por sí mismo, lo cual no es posible. Para solucionar el problema se dan dos opciones:

Utilizar el método de cascada

Crear un grupo que no realice nada, para tener los tres grupos necesarios para que funcione el método.

Grupo I: es generado por el grupo III sin final de carrera y será desactivado por el grupo II.

Grupo II: es generado por el grupo I y será desactivado por el grupo III.

Grupo III: es generado por el grupo II y desactivado por el grupo I.

Nota: Al seguir este cambio ya se puede trabajar normalmente con los pasos dados para la realización del método paso a paso por tres grupos o más.

2.2.2.- Método paso a paso simplificado.

6. La manera de conectar los pasos es igual que en el método de paso a paso común, donde la transacción de un paso al otro se realiza desactivando la válvula del paso anterior. La diferencia es que el número de líneas de presión es igual al número de grupos. Se utiliza una válvula de memoria por línea de presión. En caso de utilizar este método con un sistema neumático cuya secuencia sea de 2 grupos, es necesario anexar una línea de presión extra al final, para evitar entrapamiento en la transición de grupo a grupo.

Cabe resaltar que en la secuencia se hace una separación en grupos como en el método de cascada pero las conexiones se realizan en paralelo al igual que en el método de paso a paso. Con el método paso a paso simplificado se llevan a cabo dos acciones muy importantes las cuales nos ofrecen una gran ventaja económica tales como: Reducir el número de componentes a utilizar y evitar la pérdida de presión ya que las conexiones se realizan en paralelo.

2.3.- Descripción de una red neumática.

2.3.1.- Elementos que conforman la red.

Para la instalación de una red neumática es indispensable instalar los siguientes dispositivos, que se pueden observar en la figura No. 8:

- 1) Filtro de Aire para Compresor.
- 2) Compresor.
- 3) Post enfriador.
- 4) Tanque de Almacenamiento.
- 5) Filtros de línea.
- 6) Secadores de Aire
- 7) Aplicaciones.

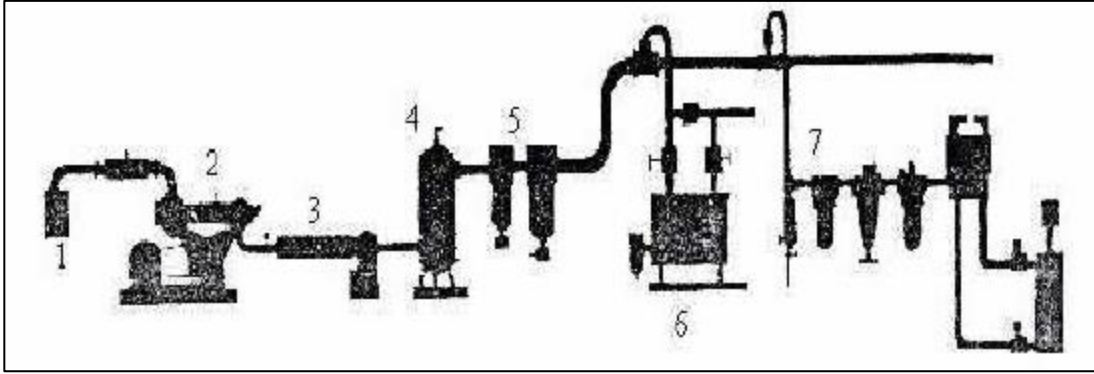


Fig. 7.1.- En esta figura se enumeran los componentes principales de una línea neumática.

2.3.1.1.- Filtro de aire para compresor.

Es muy importante que el aire se encuentre libre de impurezas antes de la compresión. Con la finalidad de impedir que el compresor se dañe, se instala un filtro de aire a la entrada, este dispositivo se encarga de eliminar las impurezas y además, evitar que la red se contamine.

2.3.1.2.- Compresor.

Es una máquina de fluido que está construida para incrementar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como son los gases. Esto se realiza mediante el intercambio de energías entre la máquina y el fluido, en el cual, el trabajo realizado ejercido por el compresor es transferido al fluido que pasa por él, convirtiéndose en energía de flujo incrementando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

2.3.1.3.- Tipos de compresores.

Existen diversos tipos de compresores de aire, pero todos realizan el mismo tipo de trabajo: toman el aire de la atmósfera, lo comprimen para realizar un trabajo y lo regresan para ser reutilizado.

2.3.1.3.1.- Compresor de desplazamiento positivo.

En este tipo de compresor las dimensiones son fijas. Por cada movimiento del eje de un extremo al otro tenemos la misma reducción en volumen y el correspondiente aumento de presión y temperatura. Comúnmente se utilizan en sistemas de altas presiones y poco volumen. Por ejemplo, el inflador para una bicicleta.

2.3.2.- Postenfriador.

Este dispositivo se encarga de eliminar gran parte del agua que se encuentra naturalmente dentro del aire en forma de humedad.

2.3.3.- Tanque de almacenamiento.

Es un contenedor en el cual se almacena el aire comprimido además de que permite el asentamiento de partículas y humedad.

2.3.4.- Filtros de línea.

Se encargan de purificar el aire hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.

2.3.5.- Secadores.

Se utilizan para aplicaciones que requieren un aire supremamente seco.

2.3.6.- Aplicaciones.

Estas se encuentran al final de cada toma de aire en la red, se encuentra con sus purgas, unidades de mantenimiento (Filtro, reguladores de presión y lubricador) y secadores adicionales.

2.4.- Componentes de una red de aire comprimido.

Los elementos 1, 2, 3, 4 y 5 se ubican en la tubería principal. Su presencia es obligatoria en todas las redes de aire comprimido. El 6 puede ubicarse en las tuberías secundarias y el 7 se instala en la tubería de servicio que alimenta las diferentes aplicaciones.

2.4.1.- Tubería principal.

Es la línea que sale del conjunto de compresores y conduce todo el aire que consume la planta. Debe tener la mayor sección posible para evitar pérdidas de presión y prever futuras ampliaciones de la red con su consecuente aumento de caudal. La velocidad máxima del aire en la tubería principal es de 8 m/s.

2.4.2.- Tuberías secundarias.

Se derivan de la tubería principal para conectarse con las tuberías deservicio. El caudal que por allí circula es el asociado a los elementos alimentados exclusivamente por esta tubería. También en su diseño se debe prever posibles ampliaciones en el futuro. La velocidad del aire en ellas no debe superar 8 m/s.

2.4.3.- Tuberías de servicios.

Son las que surten en sí los equipos neumáticos. En sus extremos tienen conectores rápidos y sobre ellas se ubican las unidades de mantenimiento. Debe procurarse no sobre pasar de tres el número de equipos alimentados por una tubería de servicio. Con el fin de evitar obstrucciones se recomiendan diámetros mayores de 1/2" en la tubería. Puesto que generalmente son segmentos cortos las pérdidas son bajas y por tanto la velocidad del aire en las tuberías de servicio puede llegar hasta .1.

2.4.4.- Usos del aire comprimido.

En la mayoría de las instalaciones el "aire comprimido" se considera como una fuente de energía comparable a la electricidad, el gas y el agua. En general es utilizado para el manejo de equipos de planta y para instrumentación. En ambos casos la presión de la red es entre 6 y 7 bar.

2.4.5- Equipos de planta.

El uso del aire comprimido en equipos de planta hace referencia a dispositivos robustos como taladros, pulidores, motortools, elevadores, motores y otros. En este caso el aire debe tener una calidad aceptable de humedad e impurezas. El consumo de aire de estos dispositivos de muestra en la Tabla 2.1.

Dispositivos	Consumo (Nm ³ /h)
Elevadores neumáticos	70-200
Taladros	12-80
Grinders	20-85
Wrenchers	30-50
Pistolas	20
Sand blasting	70-115

Tabla 2.1.- Rangos de consumo de algunos dispositivos de accionamiento neumático. By FESTO

2.4.6.- Instrumentación.

Algunas empresas fuera de usar el aire comprimido en dispositivos robustos también lo usan para actuadores de precisión y pequeños motores neumáticos. Estos equipos tienen una función de control de procesos más que de potencia como en un taladro. Debido a la precisión de sus componentes, el aire comprimido usado en ellos ha de tener una calidad superior a la usada en un equipo robusto.

Por ejemplo, el aire ha de tener un contenido de humedad tan bajo que su punto de rocío sea siempre superior a la menor temperatura en cualquier lugar de la red con el fin de evitar la presencia de condensados. Además, las impurezas del aire deberán ser menores que 0.1g/Nm³ y hasta un tamaño de 3.2.

2.5.- La red de aire comprimido, parámetros para su diseño.

Al iniciar el proceso de diseño de una instalación de aire comprimido se deben investigar todas las aplicaciones que se usarán y su ubicación en la planta. Con la ayuda de un cuestionario como el de la figura 2.2.

Número de máquinas o herramientas	Características	Consumo unitario, N l/min	Consumo total, N l/min	Tiempo de utilización en horas	Trabajo continuo (c) o intermitente (i)	Presión de trabajo, kg/cm ²
Resumen						

B) Pérdidas de presión

Número	Designación	g/cm ²
	Refrigerador posterior (agua o aire/aire)	
	Secador de aire (trigométrico o de adsorción)	
	Filtro separador (cerámico o centrífugo)	
	Desoleador	
	Secadores por deliquesencia	
	Red de aire comprimido (tuberías)	
	Equipos de acondicionamiento (filtro-regulador-lubricador)	
Resumen		

Fig. 2.2.- En esta figura se ilustra el diagrama en donde se enlista los componentes que se utilizarán en dicha red, considerando el consumo en volumen de aire y las caídas de presión respectivas.

2.5.1.- Presión.

Se debe estimar la presión a la cual se desea trabajar para establecer el funcionamiento del compresor y de la red. Generalmente una red industrial de aire comprimido tiene presiones de 6 y 7.

2.5.2.- Caudal.

El caudal de la red deberá ser diseñado con base en la demanda. Los dispositivos neumáticos traen en sus catálogos métodos para estimar su consumo y obtener valores como los mostrados en la Tabla 2.1.

2.5.3.- Pérdida de presión.

Los componentes de una red de aire comprimido como codos, t's, cambios de sección, unidades de mantenimiento, y otras se oponen al flujo generando pérdidas de presión. Garantizar que las pérdidas estén en los límites permisibles es una labor esencial del diseño. Algunos valores son mostrados en la Tabla 2.2.

Dispositivos	Caída de Presión
Refrigerador posterior de agua	0.09 bar
Refrigerador posterior de aire	0.09 bar
Secador Frigorífico	0.20 bar
Secador de Adsorción	0.30 bar
Separadores cerámicos	0.10 bar
Red de Tuberías	0.14 bar

Tabla 2.2.- Caídas de presión de algunos dispositivos de accionamiento neumático. By FESTO

2.5.4.- Velocidad de circulación.

Esta velocidad debe controlarse puesto que su aumento produce mayores pérdidas de presión, esta debe oscilar entre 9 m/s a 14 m/s.

2.5.5.- Tuberías.

Todo movimiento de un fluido por una tubería produce una pérdida de presión debido a su rugosidad y diámetro asociado. La selección de los diámetros de las tuberías de una red de aire se determina según los principios de la mecánica de fluidos y para ello se utilizan ecuaciones y diagramas. Esta información no se expone en este trabajo pero puede ser consultada por el lector en cualquier libro de diseño de redes. El material más usado en las tuberías de aire es el acero. Debe evitarse utilizar tuberías soldadas puesto que aumentan la posibilidad de fugas, más bien se recomiendan las tuberías estiradas. Actualmente en el mercado se encuentra un nuevo tipo de tuberías en acero anodizado que, aunque más costosas, tienen una mayor duración que las de acero. La identificación es una parte importante del mantenimiento. Según la norma UNE 1063 las tuberías que conducen aire comprimido deben ser pintadas de azul moderado UNE 48 103. En general la tubería de una red no necesita mantenimiento fuera de la corrección de fugas que se producen más en las conexiones que en la tubería en sí. En caso de que la tubería presente obstrucción por material particulado debe limpiarse o reemplazarse aunque esto no es común en las empresas.

2.5.6.- Configuración de red.

Existen varias posibles configuraciones de una red de aire comprimido tal como se muestra en las figuras. En una red de aire el factor más esencial de todos es la distribución de agua en la red puesto que los datos de pérdidas, velocidad, presión y otros pueden ser calculados matemáticamente sin mayor dificultad. En cambio las zonas de acumulación de agua en una red han de ser detectadas por la pericia del ingeniero.

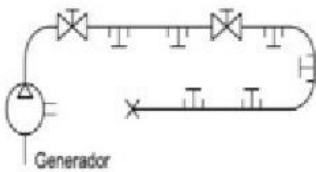


Fig.7.3.- Red Abierta

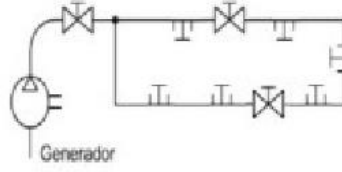


Fig. 7.4.- Red Cerrada

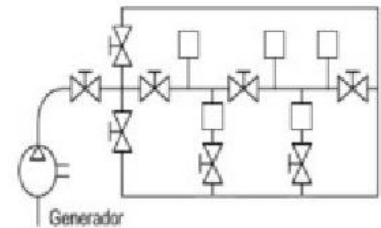


Fig. 7.5.- Red Cerrada con interconexiones

2.5.6.1.- Red abierta.

Se constituye por una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias y las de servicio tal como se muestra en la Figura 7.3. La poca inversión inicial necesaria de esta configuración constituye su principal ventaja. Además, en la red pueden implementarse inclinaciones para la evacuación de condensados tal como se muestra en la Figura 7.6. La principal desventaja de este tipo de redes es su mantenimiento.

Ante una reparación es posible que se detenga el suministro de aire "aguas abajo" del punto de corte lo que implica una detención de la producción.

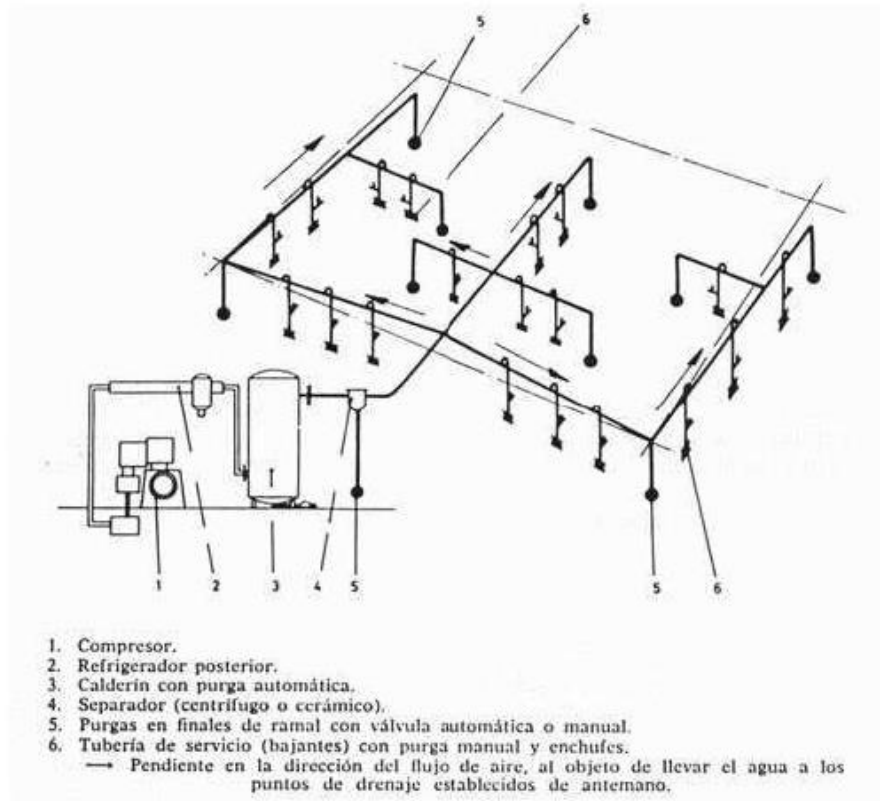


Figura 7.6.- Ejemplo de Configuración de Red Abierta y su inclinación. By FESTO

2.5.6.2.- Red cerrada.

En esta configuración la línea principal constituye un anillo tal como se muestra en la Figura 7.4. La inversión inicial de este tipo de redes mayor que si fuera abierta. Sin embargo con ella se facilitan las labores de mantenimiento de manera importante puesto que ciertas partes de ella pueden ser aisladas sin afectar la producción. Una desventaja importante de este sistema es la falta de dirección constante del flujo.

La dirección del flujo en algún punto de la red dependerá de las demandas puntuales y por tanto el flujo de aire cambiará de dirección dependiendo del consumo tal como se muestra en la Figura 7.7. El problema de estos cambios radica en que la mayoría de accesorios de una red (p. ej. Filtros) son diseñados con una entrada y una salida. Por tanto un cambio en el sentido de flujo los inutilizaría.

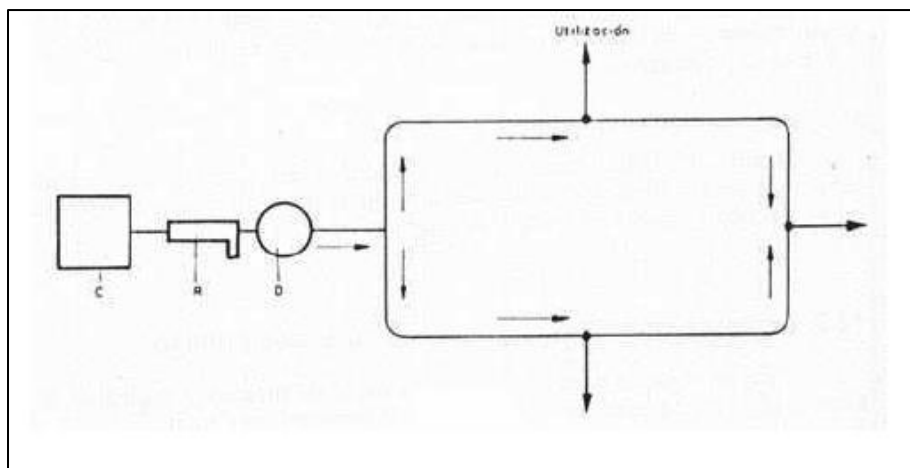


Figura 7.7.- Ejemplo de Configuración de Red Cerrada.

Cabe anotar que otro defecto de la red cerrada es la dificultad de eliminar los condensados debido a la ausencia de inclinaciones tal como se muestra en la. Esto hace necesario implementar un sistema de secado más estricto en el sistema. Al contrario de lo pensado, Carnicer expone que en dichos sistemas las caídas de presión no disminuyen. Por tanto la principal razón para implementar redes cerradas es por su buen mantenimiento.

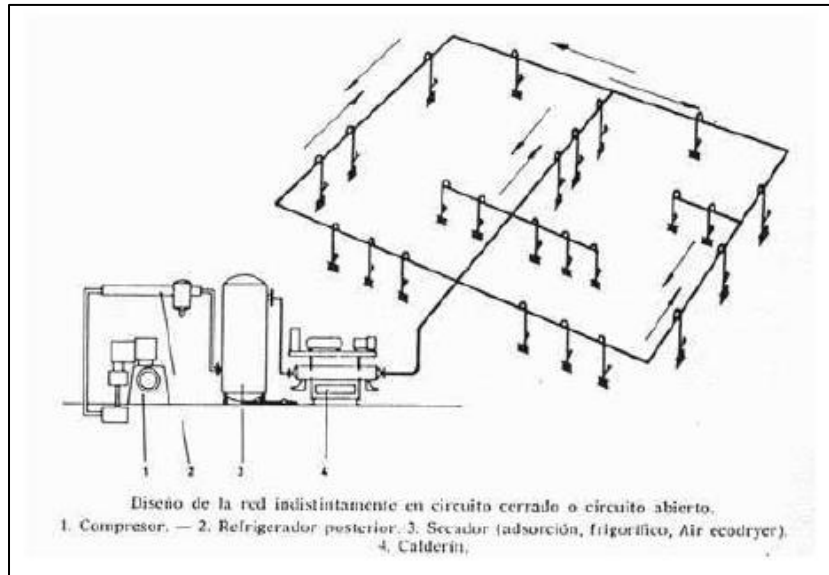


Figura 7.8.- Configuración Cerrada y su ausencia de inclinación. By FESTO

2.5.6.3.- Red interconectada.

Esta configuración es igual a la cerrada pero con la implementación de Bypass entre las líneas principales tal como se muestra en la Figura 7.8. Este sistema presenta un excelente desempeño frente al mantenimiento pero requiere la inversión inicial más alta. Además, la red interconectada presenta los mismos problemas que la cerrada.

2.5.7.- Inclinación.

En las redes abiertas se debe permitir una leve inclinación de la red en el sentido de flujo del aire. Esto con el fin facilitar la extracción de los condensados. Dicha inclinación puede ser de un 2% como se ilustra en la Figura 7.6. Al final debe instalarse una válvula de purga.

2.5.8.- Consideraciones para el diseño de una red neumática.

La primera labor de diseño de una red de aire comprimido es levantar u obtener un plano de la planta donde claramente se ubiquen los puntos de demanda de aire anotando su consumo y presión requeridas. También identificar el lugar de emplazamiento de la batería de compresores. Es importante realizar una buena labor puesto que una vez establecida la distribución esta influirá en las futuras ampliaciones y mantenimiento de la red.

Para el diseño de la red se recomiendan las siguientes observaciones:

1. Diseñar la red con base en la arquitectura del edificio y de los requerimientos de aire.
2. Procurar que la tubería sea lo más recta posible con el fin de disminuir la longitud de tubería, número de codos, t's, y cambios de sección que aumentan la pérdida de presión en el sistema.
3. La tubería siempre deber ir instalada aéreamente. Puede sostenerse de techos y paredes. Esto con el fin de facilitar la instalación de accesorios, puntos de drenaje, futuras ampliaciones, fácil inspección y accesibilidad para el mantenimiento. Una tubería enterrada no es práctica, dificulta el mantenimiento e impide la evacuación de condensados.

4. La tubería no debe entrar en contacto con los cables eléctricos y así evitar accidentes.
5. En la instalación de la red deberá tenerse en cuenta cierta libertad para que la tubería se expanda o contraiga ante variaciones de la temperatura. Si esto no se garantiza es posible que se presentes "combas" con su respectiva acumulación de agua.
6. Antes de implementar extensiones o nuevas demandas de aire en la red debe verificarse que los diámetros de la tubería si soportan el nuevo caudal.
7. Un buen diámetro de la tubería principal evita problemas ante una ampliación de la red. La línea principal deberá tener una leve inclinación en el sentido de flujo del aire para instalar sitios de evacuación de condensados.
8. Para el mantenimiento es esencial que se ubiquen llaves de paso frecuentemente en la red. Con esto se evita detener el suministro de aire en la red cuando se hagan reparaciones de fugas o nuevas instalaciones.

9. Todo cambio brusco de dirección o inclinación es un sitio de acumulación de condensados. Allí se deben ubicar válvulas de evacuación.

10. Las conexiones de tuberías de servicio o bajantes deben hacerse desde la parte superior de la tubería secundaria para evitar el descenso de agua por gravedad hasta los equipos neumáticos y su deterioro asociado.

2.5.9.- Recomendaciones de operación y mantenimiento de accesorios.

El propósito de los accesorios (Figura 7.8) es mejorar la calidad del aire comprimido entregado por el compresor para adaptar este a las condiciones específicas de cada operación, algunos accesorios también se utilizan para la regulación de caudal y presión, lubricación de los equipos a instalar en la red o simplemente para cambios de direcciones en la red y paso o no de fluido dependiendo de la aplicación.

Tener aire comprimido de buena calidad es importante para asegurar una larga vida útil de los equipos neumáticos y unos óptimos resultados en los procesos que requieren dicho servicio. Las características más importantes a tener en cuenta son:

- La cantidad de aceite que contiene el aire.
- La cantidad de agua presente en el mismo.
- El punto de rocío.
- Cantidad de partículas extrañas contenidas en el aire.

2.5.9.1.- Postenfriadores.

El objetivo de este accesorio es disminuir la temperatura del aire luego de la compresión, ya que el aire luego de ser comprimido quede 100% saturado, al tener lugar una disminución brusca de temperatura se presentaran condensados, por lo cual podemos decir que este equipo sirve también para disminuir la cantidad de agua contenida en el aire; esto implica que siempre que se utilice un postenfriador es necesario instalar algún medio para retirar los condensados que este genera, tales como separadores centrífugos (separadores de mezcla) Esencialmente un postenfriador es un intercambiador de calor en el cual el elemento que pierde calor es el aire comprimidos, mientras que el medio que lo gana es algún refrigerante, usualmente aire o agua. Existen muchas formas posibles para un postenfriador, las más comunes son concha y tubo, tubos aleteados y radiadores.

2.5.9.1.1.- Postenfriadores aire-aire.

En lugares donde el aire tiene alta presencia de contaminantes, la utilización de este equipo es cuestionable, ya que aunque el fluido de trabajo es gratuito (menor costo de operación), la cantidad de mantenimiento aumenta los costos.

2.5.9.1.2.- Postenfriadores de aire-agua.

Tiene alta eficiencia, menor necesidad de espacio y mayor costo de operación por el fluido de trabajo y la instalación.

2.5.9.2.- Separador centrífugo.

Siempre se instala después del postenfriador, el objetivo del separador es retirar el agua que se ha condensado del proceso de enfriamiento del aire. Básicamente consiste en un recipiente cilíndrico que va colocado verticalmente, en su interior tiene un balde que deflacta la corriente de aire, haciendo que este sufra un proceso de centrifugación, por lo cual las gotas de agua que son más pesadas que el aire se adhieren a las paredes del recipiente, para luego caer al fondo de este por efecto de la gravedad, dicha agua será finalmente retirada mediante una trampa de drenaje automático.

2.5.9.3.- Válvulas de drenaje automático.

Las válvulas de drenaje automático deben ir en sitios donde exista la necesidad de desalojar condensados, por ejemplo filtros, separadores centrífugos, piernas de drenaje, tanque etc. La función de estas consiste en abrirse cada cierto tiempo para comunicar el sitio donde existe el condensado con el exterior, permitiendo que este sea desalojado.

2.5.9.4.- Válvulas de drenaje automático mecánico.

Funcionan por principios mecánicos y no requieren ningún tipo de energía exterior. Tiene la desventaja que el tiempo de ciclado es relativamente aleatorio no habiendo ningún control sobre el tiempo que la válvula permanezca abierta y permitiendo que se deposite una capa sobre la válvula haciendo que esta pierda sensibilidad hasta que se bloquea.

2.5.9.4.1.- Mantenimiento.

Como consecuencia de la pérdida de sensibilidad por depósitos este tipo de válvulas requiere mantenimiento periódico

2.5.9.5.- Válvulas de drenaje automático de flotador.

Consiste en un flotador de forma esférica instalado en la base de la misma. Que por la acción de la acumulación de condensado es desplazado hacia arriba, hasta llegar a un punto tal que ocasiona la apertura de una válvula mecánica permitiendo la salida del condensado; al salir cierta cantidad de condensado, el flotador se desplaza hacia abajo cerrando la válvula mecánica. Este ciclo se produce continuamente.

2.5.9.5.1.- Mantenimiento.

Este tipo de válvula de drenaje automático es menos susceptible de sufrir problemas por acumulación de contaminantes que la válvula de flotador, y como consecuencia el mantenimiento es menos frecuente.

2.5.9.6.- Válvulas de drenaje automático electrónico.

Este tipo de válvulas opera mediante un solenoide, la cual es controlada por un temporizador que determina exactamente los intervalos de apertura y la duración de los mismos.

2.5.9.6.1.- Mantenimiento.

Es muy confiable y prácticamente libre de mantenimiento.

2.5.9.7.- Filtros.

El propósito de los filtros de aire comprimido es suministrar aire libre de contaminantes a los diferentes puntos de aplicación. Contaminantes tales como agua, aceite, polvo, partículas sólidas, neblinas, olores, sabores y vapores, pueden atacar su sistema.

2.5.9.7.1.- Mantenimiento.

A continuación se ilustran los pasos que deben realizarse cada 6 meses a un filtro. Primero, purgar los sedimentos y condensados abriendo convenientemente el grifo de la parte inferior del depósito y luego eliminar la presión de aire en la instalación. Desmóntese después el depósito y el elemento filtrante. Límpiase el elemento filtrante con agua jabonosa si es de nylon, tela o bronce sinterizado. Límpiase el vaso de depósito y los conductos del cuerpo con parafina o con soluciones poco concentradas de disolvente. Se deben inspeccionar las juntas y remplazarse por otras nuevas en caso de que estén malas.

2.5.9.7.2.- Filtros de partículas.

Estos filtros están diseñados para retener partículas sólidas, interceptando las mismas mediante un elemento filtrante que puede ser de diversos materiales: Papel, rejillas metálicas, mallas de nylon, espumas, etc.

2.5.9.7.3.- Mantenimiento.

Dichos elementos son recambiables y deben ser remplazados periódicamente puesto que se van saturando y ocasionan altas pérdidas de presión.

2.5.9.7.4.- Filtros coalescentes.

El propósito de estos es retener lubricantes, emulsiones y neblinas, mediante el principio de coalescencia, el cual consiste básicamente en tener una red aleatoria de fibras, la cual ante el paso de aire, produce formación de gotas alrededor de las fibras, cayendo luego estas a un recipiente de acumulación por efecto de gravedad. Como consecuencia del diseño del filtro pueden retenerse partículas sólidas incluso de menor tamaño que las retenidas por un filtro de partículas, por esto se recomienda instalar primero un filtro de partículas antes que uno coalescente y así evitar que este se sature.

2.5.9.7.5.- Mantenimiento.

Dichos elementos son recambiables y deben ser remplazados periódicamente puesto que se van saturando y ocasionan altas pérdidas de presión.

2.5.9.7.6.- Filtros de vapores.

Son filtros diseñados para remover olores sabores y vapores orgánicos. Su principio de funcionamiento consiste en lechos de carbón activado que mediante adsorción remueven dichos contaminantes.

2.5.9.7.6.1.- Mantenimiento.

Dichos elementos son recambiables y deben ser remplazados periódicamente puesto que se van saturando y ocasionan altas pérdidas de presión.

2.5.9.8.- Secadores.

A causa del calor generado durante el proceso de compresión, el aire comprimido sale con un grado de saturación del 100% en la mayoría de los casos; al ir disminuyendo la temperatura del aire comprimido durante su permanencia en el tanque y su paso por los diferentes accesorios y tuberías, pierde capacidad de retener vapor de agua, lo cual genera inevitablemente condensados, (agua líquida). La presencia de condensados en el aire produce diversos problemas tales como corrosión, mal funcionamiento de herramientas neumáticas etc. La solución a este problema son los secadores de los cuales hay de dos clases:

- Refrigerados.
- Regenerativos

2.5.9.8.1.- Refrigerados.

Consisten en una maquina con un circuito de refrigeración típico el cual se encarga de enfriar aire por debajo de la temperatura mínima histórica en la red produciéndose intencionalmente condensados que son retirados por medio de un separador centrífugo. Solo pueden ser utilizados en sitios donde el punto de rocío sea mayor o igual a 0°C ya que de lo contrario el agua se congela y obstruye la tubería.

2.5.9.8.2.- Funcionamiento.

Se comprenderá mejor si se clasifican de acuerdo al tipo de fluido con que intercambian calor.

2.5.9.8.3.- Circuito de aire.

El aire entra al secador, en caso de existir un pre enfriador y un postcalentador, sufre pre enfriamiento, luego pasa al evaporador, donde es retirado una gran cantidad de calor a consecuencia de lo cual sufre un brusco enfriamiento, generándose una gran cantidad de condensado, posteriormente pasa a través del separador donde se retira el agua líquida. Finalmente si hay un preenfriador – postcalentador, pasa por el lado contrario de este, ganando temperatura, para así salir del equipo con una temperatura cercana a la del ambiente.

2.5.9.8.4.- Circuito de refrigerante.

El refrigerante sale del compresor como un gas a alta presión y alta temperatura, luego pasa al condensador donde es enfriado lo suficiente para que cambie a estado líquido, posteriormente pasa por la válvula de expansión donde disminuye radicalmente su presión, perdiendo temperatura, dicho líquido va entonces al evaporador, donde hay un intercambio de calor con el aire, retirándose una gran cantidad de calor de este, el cual es ganado por el refrigerante produciéndose un cambio de estado de líquido a vapor. Finalmente regresa al compresor dando inicio de nuevo al ciclo.

Partes:

- Refrigerante.
- Compresor de refrigeración.
- Condensador.
- Válvula de expansión.
- Evaporador.
- Separador centrífugo.
- Preenfriador y postcalentador de aire.
- Válvula de expansión termostática.
- Válvula bypass de gases calientes.
- Válvula supercalentadora.
- Subenfriador de líquido.

2.5.9.8.5.- Mantenimiento.

El mantenimiento de estos equipos es complejo por que manejan muchos elementos, en caso de no tener catálogo del equipo seguir las indicaciones de mantenimiento recomendadas en para cada uno de las partes que conforman este equipo.

2.5.9.8.6.- Regenerativos.

Funcionan bajo un principio diferente que permite que alcancen puntos de rocío por debajo de 0°C. Trabajan utilizando materiales desecantes, que son aquellos que tienen, la propiedad de adsorber agua, capacidad que se va perdiendo al irse saturando de esta, pero la cual pueden recuperar regenerándose, mediante diversos métodos, los cuales dependen del material desecante empleado, los principales métodos de regeneración son.

1. Sin Calor:

- Atmosférico
- Vacío
- Soplado

2. Con Calor:

- Calentadores internos
- Calentadores externos
- Calor de compresión

2.5.9.8.7.- Mantenimiento.

Requieren un mantenimiento frecuente y los materiales desecantes se van deteriorando, por diversas causas tales como la contaminación del aceite, corrosión química, erosión ante el paso de aire, regeneración incompleta etc.

2.5.9.9.- Tanques de almacenamiento.

Permite absorber las pulsaciones inherentes al sistema de compresión recíproca, a la vez que suministra una superficie grande de intercambio de calor que permite disminuir parcialmente la alta temperatura del aire luego de la compresión. También absorbe sobre picos de consumo alto y de corta duración ocasionados por aplicaciones que requieren grandes cantidades de aire en lapsos cortos de tiempo; permitiendo de esta manera tener no tener un compresor sobredimensionado para satisfacer las demandas.

2.5.9.9.1.- Mantenimiento.

Revisar que la válvula de seguridad se abra a una presión un 20% mayor que la presión máxima del sistema y que tenga una capacidad de evacuación mayor a la de los compresores. Si no existe debe instalarse un manhole de inspección, un sistema de evacuación de condensado automático, un bypass para mantenimiento y un manómetro confiable. Algunas veces se colocan medidores de temperatura y doble manómetro (de reserva). El principal aspecto es la seguridad, ya que estos elementos son bombas en potencia.

Las rutinas de mantenimiento se deben realizar con adecuada periodicidad, verificándose el estado de los elementos de seguridad realizándose inclusive ensayos no destructivos tales como ultrasonido y radiografías para verificar el óptimo estado de los mismos. El mantenimiento que se le realiza al tanque se limita a una limpieza interior en muy escasas ocasiones, además de la verificación constante de las purgas.

2.5.9.10.- Unidades de mantenimiento.

Este aditamento está compuesto por un filtro de partículas de baja eficiencia, un regulador con manómetro y un lubricador; su función principal es la de acondicionar una corriente determinada para su uso en una máquina. El filtro de partículas sirve para eliminar algunos contaminantes de tipo sólido, el regulador se encarga de disminuir la presión y el lubricador dosifica una cantidad requerida en algunas ocasiones por el equipo.

2.5.9.10.1.- Mantenimiento.

El mantenimiento de las válvulas acondicionadoras de presión es de cierta manera más complejo que el del resto de elementos de la unidad. Dicho mantenimiento se basa en las pruebas de fuga de aire las cuales consisten principalmente en suministrarle aire a altas presiones al regulador por sus dos entradas. Si suministramos una alta presión sólo a la entrada del regulador, no debe fluir aire hacia la salida. Esto se comprueba palpando el ducto de salida con el dedo húmedo. La otra prueba que se realiza es calibrando el resorte para una máxima presión de salida y suministrándole sólo aire a presión por la salida.

Si esta es inferior a la máxima del resorte, no debería salir aire por el ducto opuesto de la válvula (la entrada). Los niveles de lubricante deben mantenerse adecuadamente una o más veces por jornada. Es por eso que los operarios deben tener a su alcance lubricante suficiente. Si hubiera condensados de agua, se eliminan por el grifo de purga ya que el aceite es más ligero y flota sobre ella, por lo cual esta operación debería hacerse con regularidad, ya que si el nivel del agua alcanza el tubo de aspiración se produciría la pulverización del agua hacia la aplicación. En condiciones normales, la limpieza o eliminación de sedimentos cada seis meses suele ser suficiente.

2.5.10.- Preparación y tratamiento del aire.

En la práctica, la calidad del aire comprimido desempeña un papel primordial, tanto en algunas aplicaciones de producción propiamente dicha como por ejemplo el sector de alimentos, como en la parte del mantenimiento y conservación de los equipos y accesorios de la red de aire comprimido.

2.5.10.1.- Impurezas.

Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos. Mientras que la mayor separación del agua de condensación tiene lugar en el separador, después de la refrigeración, la separación fina, el filtrado y otros tratamientos del aire comprimido se efectúan en el puesto de aplicación.

Para evitar las impurezas, se debe procurar un filtrado correcto del aire aspirado por el compresor, la utilización de compresores exentos de aceite es una buena alternativa.

2.5.10.1.1.- Mantenimiento.

Limpiar los filtros reutilizables y sustituir los desechables tanto en la aspiración como en la impulsión (Pre y post filtros).

Los filtros sucios incrementan el consumo energético y el consumo de aire.

2.5.10.2.- Tratamiento de la humedad.

Hay que dedicar especial atención a la humedad que contiene el aire comprimido.

El agua (humedad) llega al interior de la red con el aire que aspira el compresor.

La cantidad de humedad depende en primer lugar de la humedad relativa del aire, que a su vez depende de la temperatura del aire y de las condiciones climatológicas. La humedad absoluta es la cantidad de agua contenida en un m³ de aire. El grado de saturación es la cantidad de agua que un m³ de aire puede absorber, como máximo, a la temperatura considerada. La humedad es entonces del 100%, como máximo (temperatura del punto de rocío).

El diagrama de la Figura 2.9 se muestra la saturación del aire en función de la temperatura.

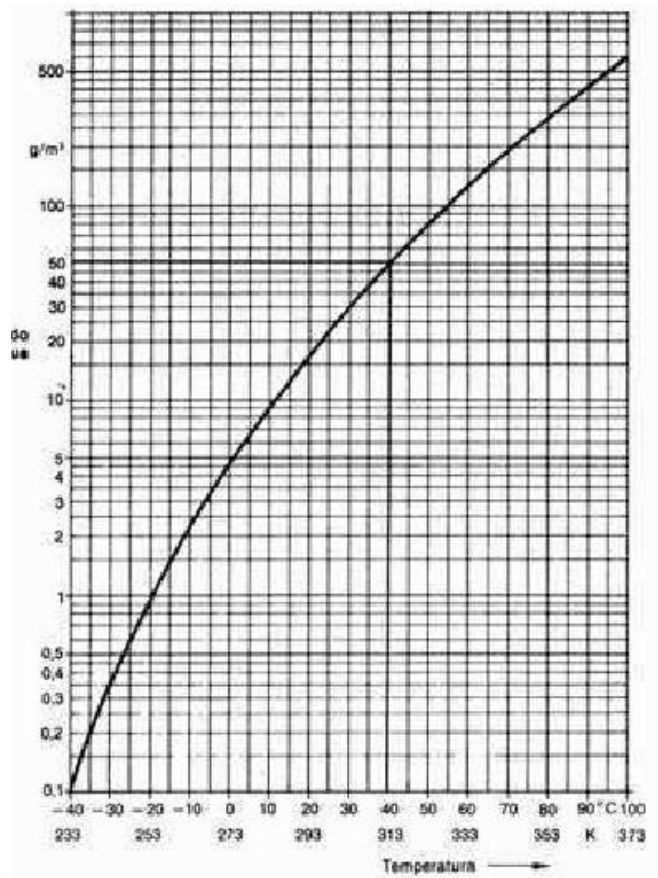


Fig. 2.9.- En esta figura se ilustra el diagrama característico del Punto de Rocío.

2.5.10.2.1.- Mantenimiento.

Comprobar los secadores de aire y controladores. El mantenimiento incorrecto de este sistema implica un incremento del consumo de energía que puede ascender hasta un 30%. Si el aire comprimido contiene humedad, habrá de someterse a un secado el cual puede ser:

- Secado por Absorción.
- Secado por Adsorción.

- Secador por Enfriamiento.

2.5.10.3.- Secado por absorción.

El secado por absorción es un procedimiento puramente químico. El aire comprimido pasa a través de un lecho de sustancias secantes. En cuanto el agua o vapor de agua entra en contacto con dicha sustancia, se combina químicamente con ésta y se desprende como mezcla de agua y sustancia secante. En el procedimiento de absorción se distingue:

- Instalación simple
- Reducido desgaste mecánico, porque el secador no tiene piezas móviles
- No necesita aportación de energía exterior

2.5.10.3.1.- Mantenimiento.

La mezcla de agua y sustancia secante tiene que ser eliminada regularmente del absorbedor. Ello se puede realizar manual o automáticamente. Con el tiempo se consume la sustancia secante, y debe suplirse en intervalos regulares (2 a 4 veces al año). Al mismo tiempo, en el secador por absorción se separan vapores y partículas de aceite. No obstante, las cantidades de aceite, si son grandes, influyen en el funcionamiento del secador. Por esto conviene montar un filtro fino delante de éste.

2.5.10.4.- Secado por adsorción.

Este principio se basa en un proceso físico. (Adsorber: Deposito desustancias sobre la superficie de cuerpos sólidos.)El material de secado es granuloso con cantos vivos o en forma de perlas. Se compone de casi un 100% de dióxido de silicio. En general se le da el nombre de gel. La misión del gel consiste en adsorber el agua y el vapor de agua. El aire comprimido húmedo se hace pasar a través del lecho de gel, que fija la humedad. La capacidad adsorbente de un lecho de gel es naturalmente limitada. Si está saturado, se regenera de forma simple. A través del secador se sopla aire caliente, que absorbe la humedad del material de secado. El calor necesario para la regeneración puede aplicarse por medio de corriente eléctrica o también con aire comprimido caliente. Disponiendo en paralelo dos secadores, se puede emplear uno para el secado del aire, mientras el otro se regenera (soplándolo con aire caliente).

2.5.10.5.- Secado por enfriamiento.

Los secadores de aire comprimido por enfriamiento se basan en el principio de una reducción de la temperatura del punto de rocío. Se entiende por temperatura del punto de rocío aquella a la que hay que enfriar un gas, al objeto de que se condense el vapor de agua contenido. El aire comprimido a secar entra en el secador pasando primero por el llamado intercambiador de calor de aire-aire. El aire caliente que entra en el secador se enfría mediante aire seco y frío proveniente del intercambiador de calor (vaporizador).

El condensador de aceite y agua se evacua del intercambiador de calor, a través del separador. Este aire preenfriado pasa por el grupo frigorífico (vaporizador) y se enfría más hasta una temperatura de unos 274,7 K (1,7 °C) En este proceso se elimina por segunda vez el agua y aceite condensados. Seguidamente se puede hacer pasar el aire comprimido por un filtro fino, al objeto de eliminar nuevamente partículas de suciedad.

2.6.- Cálculos y fundamentos.

2.6.1.- Caída de presión por fricción en tubería.

Al igual que en un circuito hidráulico, al realizar un diseño de una red neumática, se deben calcular las pérdidas de energía debidas al paso del fluido de trabajo en las tuberías. Para esto se utilizara la ecuación de Harris.

$$P_f = \frac{cLQ^2}{CRd^5} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7.1}$$

En donde: $P_f = \text{Pérdida de presión (psia)}$

$c = \text{Coeficiente determinado de forma experimental}$

$L = \text{Longitud de la tubería (ft)}$

$Q = \text{Caudal de trabajo (scfs)}$

$$CR = \text{Relación de compresión} = \frac{\text{Presión de trabajo} + \text{Presión atmosférica}}{\text{Presión atmosférica}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7.2}$$

Para el cálculo en una tubería cedula 40, el coeficiente determinado experimentalmente puede ser representado como una función del diámetro interior del tubo, como lo muestra la expresión siguiente:

$$c = \frac{0.1025}{d^{0.31}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7.3}$$

Dónde: $d = \text{Diámetro interno de la tubería (in)}$

Sustituyendo la ecuación 7.2 en la ecuación de Harris, se reduce a la expresión siguiente:

$$P_f = \frac{0.1025LQ^2}{CRd^{5.31}} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7.4}$$

2.6.2.- Caída de presión por fricción en accesorios.

Para realizar el cálculo de la caída de presión debido al rozamiento entre fluido y accesorios se utilizara la tabla de equivalencias de pérdidas, de acuerdo al tipo de accesorio:

Accesorio	Diámetro de tubería						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Válvula de compuerta (Completamente abierta)	0.30	0.35	0.44	0.56	0.74	0.86	1.10
Válvula de globo (Completamente abierta)	14.0	18.6	23.1	29.4	38.6	45.2	58.0
Conexión T	0.50	0.70	1.10	1.50	1.80	2.20	3.30
Conexión T (a través de la rama)	2.50	3.30	4.20	5.30	7.00	8.10	10.44
Codo a 90°	1.40	1.70	2.10	2.60	3.50	4.10	5.20
Codo a 45°	0.50	0.78	0.97	1.23	1.60	1.90	2.40

Tabla 7.3.-En esta tabla se puede observar, para cada tipo de accesorio y diámetro de tubería, la longitud equivalente en ft (Pies), que produciría la misma perdida por fricción que el accesorio.

2.6.3.- Potencia del compresor.

La potencia teórica del compresor en unidades del sistema ingles está dada por la siguiente expresión:

$$HP = \frac{P_{in}Q}{65.4} \left[\left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)^{0.286} - 1 \right] \dots\dots\dots \text{Ecuación 7.5}$$

P_{in} = Presión de entrada (psia)

P_{out} = Presión de salida (psia)

Q = Flujo de aire (scfm)

La potencia teórica del compresor para unidades del sistema internacional se determina mediante la expresión siguiente:

$$KW = \frac{P_{in}Q}{17.1} \left[\left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)^{0.286} - 1 \right] \dots\dots\dots \text{Ecuación 7.6}$$

En donde:

P_{in} = Presión de entrada (KPa)

P_{out} = Presión de salida (KPa)

Q = Flujo de aire (smcm)

2.6.4.- Tanque de almacenamiento.

Para calcular las dimensiones del tanque de almacenamiento se hará uso del diagrama que se muestra en la figura siguiente:

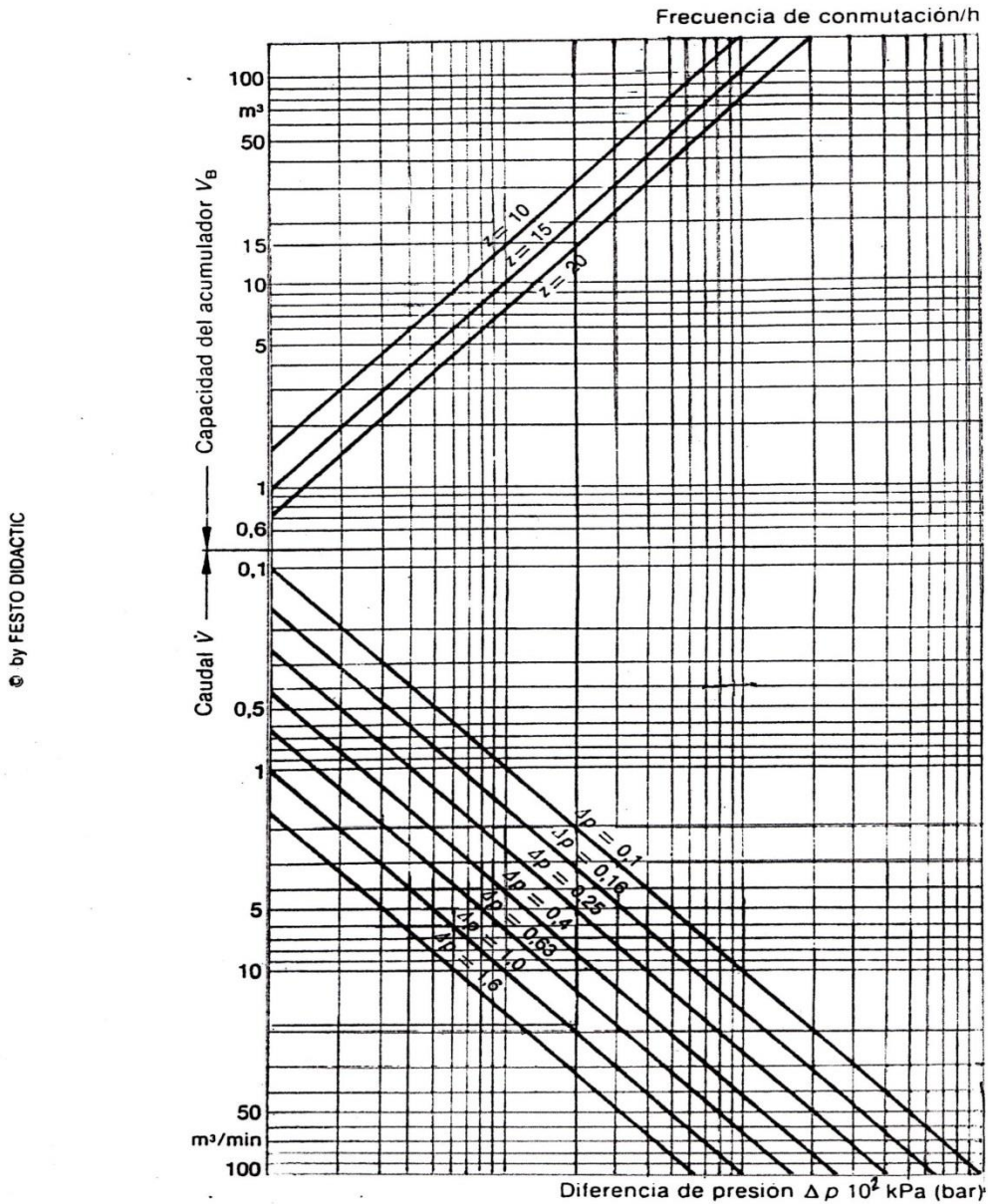


Tabla 7.4.- En esta se ilustra el diagrama para calcular las dimensiones del tanque de almacenamiento en función del caudal, diferencial de presión y número de conmutaciones por hora. By FESTO

3.- Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Para comenzar con el diseño de la red neumática se procederá a analizar la demanda de aire comprimido en cada una de las áreas de trabajo que estarán dentro del taller de mantenimiento. La distribución de las áreas puede verse en el diagrama de planta del anexo A. Al revisar el diagrama isométrico del anexo B, podemos observar que el tipo de red será abierta.

El taller contará con las siguientes áreas de trabajo:

- Mecánica
- Soldadura
- Electricidad
- Engrasado
- Lavado
- Hojalatería
- Pintura

A continuación en la siguiente tabla se enlista las herramientas que se pretenden utilizar en cada una de las áreas de trabajo, la presión de trabajo de cada una de ellas y su consumo en volumen de aire.

Equipos	Tamaño o Tipo	Presión de Aire (Psi)	Consumo de Aire (scfm)
Pistolas de aire		70-90	3
Taladros	1/4"	70-90	2
Amoladoras	Diámetro 8"	70-90	15
Pulverizador de pintura	Para Producción	40-70	5
Pulverizador de pintura	De mano	70-90	2
Remachadoras	De 1/2" a 3"	70-90	10
Talladoras		70-90	10
Lijadoras		70-90	5
Inflador de Ruedas		70-90	2
Gato Neumático		70-90	1
Martillo Neumático	Ligeros o Pesados	70-90	15
Destornilladores	1/4" a 3/4"	70-90	10
Enroscadores	Pequeño o Grande	80-90	4
Botes de Spray		70-90	2
Aspiradoras		100-120	6
Pistola de Arena	Amplios Rangos	90	30

Tabla 3.1.- Presión de trabajo y consumo de las herramientas a utilizar. By FESTO

3.1.- Demanda de caudal de aire.

Como se puede ver en el diagrama isométrico del anexo B, las herramientas a utilizar se enlistan en la siguiente tabla, tomando en cuenta la cantidad de trabajo simultaneo dentro del taller y la cantidad de herramientas a utilizar.

Equipos	Cantidad	Presión de Aire (Psi)	Consumo de Aire/cantidad equipos (scfm)
Pistolas de aire	1	70-90	3
Taladros	1	70-90	2
Amoladoras	1	70-90	15
Pulverizador de pintura	1	40-70	5
Pulverizador de pintura	1	70-90	2
Remachadoras	1	70-90	10
Talladoras	1	70-90	10
Lijadoras	1	70-90	5
Inflador de Ruedas	1	70-90	2
Gato Neumático	1	70-90	1
Martillo Neumático	1	70-90	15
Destornilladores	1	70-90	10
Enroscadores	1	80-90	4
Botes de Spray	1	70-90	2
Aspiradoras	1	100-120	6
Pistola de Arena	1	90	30
Caudal Total Requerido			122

Tabla 3.2.- Herramientas que se utilizaran simultáneamente dentro del taller en cada una de las áreas de trabajo.

Como podemos observar en la tabla 3.2, el caudal total requerido para el sistema es de 122 scfm (pies cúbicos por minuto estándar) y la presión máxima requerida de trabajo es de 120 psi (Libras por pulgada cuadrada).

3.2.- Longitud de tubería y accesorios.

Tomando en cuenta el diagrama isométrico de la red del anexo B, se tiene que la longitud de la tubería tiene una magnitud de 87 m, por lo que realizando la conversión a unidades del sistema inglés tendríamos:

$$(87m) \left(\frac{1ft}{.3048m} \right) = 285.433 ft$$

Podemos darnos cuenta que la longitud de la tubería es aproximadamente 286 ft.

3.3.- Calculo de Caída de presión en tubería y diámetro de tubería.

Se llevara a cabo el cálculo de la caída de presión en la línea principal considerando el caudal real requerido, la longitud total de la tubería principal, para esto, se utilizará la ecuación de Harris, (Ec. 7.1).

A continuación se procederá a calcular la relación de compresión (CR) utilizando la ecuación 7.2:

$$CR = \frac{120 + 14.7}{14.7} = \frac{449}{49} = 9.163$$

Con esto tenemos que la relación de compresión tiene un valor de 9.163 adimensional.

Recordando que la longitud de la tubería es de 286 ft, el caudal requerido es de 122 scfm y considerando una pérdida del 2% de la presión de trabajo tenemos:

$$2.4 \text{ psi} = \frac{0.1025(286\text{ft})(122\text{scfs}/60)^2(49)}{(449)(d)^{5.31}}$$

Resolviendo para el diámetro tenemos:

$$d = \left[\frac{0.1025(286\text{ft})(476\text{scfs}/60)^2(49)}{(449)(2.4\text{psi})} \right]^{1/5.31}$$

$$d = 1.3790\text{in}$$

De la tabla de Ansys, podemos observar que para una cedula 40 el inmediato superior corresponde a una tubería de 1.5 in de diámetro o aproximadamente 38.1 mm.

Resolviendo ahora para las perdidas, utilizando el diámetro obtenido del cálculo anterior y las pérdidas equivalentes en longitud de cada accesorio de la tabla 7.3, tomando en cuenta que la línea tiene 16 Tese y 2 válvulas de compuerta, tenemos:

$$P_f = \frac{0.1025[286\text{ft} + (16)(2.2\text{ft}) + (2)(0.86\text{ft})](122\text{scfs}/60)^2(49)}{(449)(1.5\text{in})^{5.31}}$$

$$P_f = 1.7343\text{psi}$$

Podemos comprobar que utilizando el diámetro inmediato superior se reduce considerablemente las pérdidas en la línea principal de la red, por lo tanto se procederá a seleccionar el diámetro de la tubería con un valor nominal de 1.5 in, cedula 40.

Se considera en este caso utilizar tubería de material galvanizado, debido a que la instalación estará bajo techo, sin riesgo de inclemencias del medio ambiente.

Ahora, se procederá a calcular la pérdida en la tubería de bajante la cual tiene una longitud de 4 ft, considerando 30 scfm que es la mayor demanda de aire en una de las líneas de servicio y la caída de presión igual al 2% de la presión máxima de trabajo, tenemos:

$$2.4 \text{ psi} = \frac{0.1025(4\text{ft})(30\text{scfs}/60)^2(49)}{(449)(d)^{5.31}}$$

Resolviendo para el diámetro, tenemos:

$$d = \left[\frac{0.1025(4\text{ft})(110\text{scfs}/60)^2(49)}{(449)(2.4\text{psi})} \right]^{1/5.31}$$

$$d = 0.3638\text{in}$$

Revisando en la tabla de Ansys, podemos observar que para un diámetro de 0.3638 in, el valor inmediato superior del diámetro para la tubería de bajante sería de ½ in.

Recalculando ahora las pérdidas y considerando, además, las pérdidas por accesorios tomando los valores equivalentes de la tabla 7.3, y sabiendo que la línea de servicio tiene 3 codos a 90° y una válvula de compuerta, para ½ in de diámetro tenemos:

$$P_{fb} = \frac{0.1025[4ft + (3)(1.70ft) + (1)(.35)](30scfs/60)^2(49)}{(449)(0.5)^{5.31}}$$

$$P_{fb} = 1.0483 \text{ psi}$$

Observamos que la pérdida en la tubería de bajante es de 1.0483 psi.

Ahora, encontrando la pérdida total, sumando la pérdida en la línea principal con la pérdida en la línea de bajante, tenemos:

$$P_{fT} = P_f + P_{fb} = 1.7343\text{psi} + 1.0483\text{psi} = 2.7826\text{psi}$$

Luego entonces tenemos que la pérdida total en toda la tubería es de 2.7826 psi

Para un óptimo funcionamiento de la red, la presión de salida del compresor debe ser igual a la suma de la presión de trabajo más las pérdidas totales, resolviendo tenemos:

$$P_{out} = P_w + P_{fT} = 120 \text{ psi} + 2.7826 \text{ psi} = 122.7826 \text{ psi}$$

En conclusión para que haya un correcto funcionamiento del sistema neumático, la presión de servicio deberá ser igual o mayor a 122.7826 psi.

3.4.- Cálculo de potencia del compresor.

Para poder calcular la potencia del compresor en caballos de potencia (HP) se utilizará la ecuación 7.5, considerando los siguientes datos:

- $P_{in} = 14.7 \text{ psia}$
- $P_{out} = 137.4826 \text{ psia}$
- $Q_T = 122 \text{ scfm}$

Tenemos:

$$HP = \frac{P_{in} Q_T}{65} \left[\left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)^{0.286} - 1 \right] = \frac{(14.7 \text{ psia})(122 \text{ scfm})}{65.4} \left[\left(\frac{137.4826 \text{ psia}}{14.7 \text{ psia}} \right)^{0.286} - 1 \right]$$

$$HP = 24.5519 \text{ hp}$$

De acuerdo al cálculo realizado, la potencia teórica es de 24.5519 hp, aproximadamente 25 caballos de fuerza.

3.5.- Selección del compresor.

Se utilizará un compresor de tipo tornillo debido a que se requiere un caudal continuo de aire comprimido.

Considerando las siguientes especificaciones:

- Potencia del compresor igual o mayor a 25 hp.
- Caudal de trabajo igual o mayor a 122 scfm.
- Presión de trabajo igual o mayor a 120 psi.

Se procederá a seleccionar el compresor que cumple con las especificaciones, la cual se puede observar en el anexo C.

Un compresor de tipo tornillo, el cual trabaja hasta con 29.5 hp de potencia, un caudal de 123 scfm y una presión estándar de hasta 160 psi.

(Fuente de información, catálogo de KAESER Compresores).



Fig. 8.1.- En esta imagen se puede observar el compresor que se seleccionó por el cumplimiento en las especificaciones del cálculo. By KAESER Compresores

3.6.- Estimación de dimensiones para el tanque de almacenamiento de aire comprimido.

Analizando la tabla No. 7.4, y teniendo las siguientes consideraciones:

- Para una presión de servicio de 10 bares (147 psi).
- Una diferencial de presión de 1 bar (14.7 psi).

- Con una frecuencia de 20 conmutaciones por hora.
- Un suministro de aire del compresor al depósito de 3.45 N-m³/min, (122scfm).

Se calcula la capacidad de almacenamiento del depósito de aire comprimido, con un valor de 2 m³ (2000 lts).

3.7.- Selección del tanque para almacenamiento de aire comprimido.

Seleccionando el depósito que cumple con las especificaciones requeridas según el anexo D, tenemos:

Deposito vertical para 10 bares de presión con las siguientes medidas:

1000x1000x2740mm, (Fuente de Información, catálogo de la marca SEDEL).



Fig. 8.2.- En esta figura se puede observar el tanque de almacenamiento que cumple con las especificaciones del cálculo. By catalogo SEDEL

3.8.- Selección de purificador de aire.

A continuación se procederá a seleccionar el purificador que se instalara después del tanque de almacenamiento.

De acuerdo a las especificaciones de la red, la demanda de aire comprimido y el diámetro calculado para la línea principal de la red, se seleccionará una

purificadora marca NORGREN la cual puede observarse en la siguiente imagen, los datos técnicos del dispositivo se describen a detalle en el anexo E.



Fig. 8.3.- En esta figura se puede observar el purificador, dispositivo que se instalará después del tanque de almacenamiento. By NORGREN Air Compressor

3.9.- Selección de unidades de mantenimiento.

La unidad de mantenimiento que se utilizara para cada una de las líneas de bajante o servicio, serán especificadas por la marca FESTO, según anexo F, en la siguiente imagen puede observarse el dispositivo.



Fig. 8.4.- Unidad de Mantenimiento, dispositivo que se instalará en cada una de las aplicaciones de la red. By FESTO.

3.10.- Distribución del Cuarto de Máquinas.

Una vez habiendo calculado la potencia requerida del compresor, se procederá distribuir el espacio asignado para los elementos que componen al cuarto de máquinas.

En la siguiente figura se muestran los dispositivos principales:

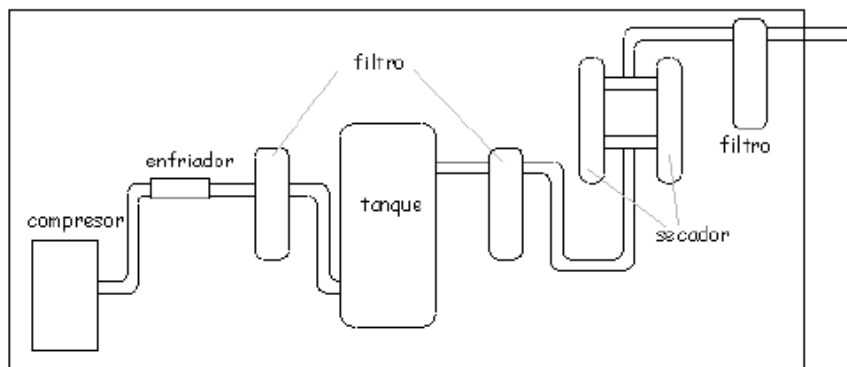


Fig. 7.10.- Elementos del cuarto de máquinas de la red de aire comprimido.

3.11.- Elementos que compondrán la red.

De los elementos principales que compondrán la red neumática son los siguientes:

- Filtro de Compresor
- Compresor.
- Enfriador.
- Filtro Primario.
- Tanque de almacenamiento.
- Postenfriador.
- Filtro Secundario.
- Secador de aire.
- Filtro de línea.
- Válvula de compuerta.
- Tubería principal.
- Aplicaciones.

Recomendaciones y Conclusiones.

Recomendaciones.

- En el tendido de las tuberías debe cuidarse, sobre todo, de que esta tenga un descenso en el sentido de la corriente, del 1 al 2%. Así se evita que el agua condensada que posiblemente se encuentre en la tubería principal, llegue a través de las tomas. Para recoger y vaciar el agua condensada se disponen tuberías recolectoras en la parte inferior de la principal hacia el drene.
- El cuarto de máquinas debe tener diferentes elementos aparte del compresor. Las impurezas en forma de partículas de suciedad u óxido, residuos de aceite lubricante y humedad dan origen muchas veces a averías en las instalaciones neumáticas y a la destrucción de los elementos neumáticos. Mientras que la mayor separación del agua de condensación tiene lugar en el separador, después de la refrigeración, la separación fina, el filtrado y otros tratamientos del aire comprimido se efectúan en el puesto de aplicación. Por esta razón se dispone de un enfriador, secador, separador de humedad y filtros, además de una válvula de seguridad y un tanque (para evitar los pulsos de presión) para el caso de compresores normales ya que si se coloca un compresor de tornillo este podría suministrar aire continuo sin necesidad de tanques.

- Para el depósito de aire comprimido se recomienda colocar los siguientes accesorios: un termómetro, un manómetro, una válvula psv (desfogue), y una purga automática.
- Se sugiere que todas las uniones roscadas de la instalación sean selladas con cinta teflón o algún producto sellante de cualquier marca.
- Vigilar constantemente que la instalación sea totalmente hermética para evitar fugas que aumentarían los costos.

Conclusiones.

Como parte de la formación como ingeniero, se ha aprendido que es muy importante aplicar todos aquellos conocimientos adquiridos durante la estancia en el aula.

Al tener la oportunidad de ingresar a una empresa y proponer un proyecto, se puede desarrollar y vivir algunos de los problemas que no se dan en el salón de clases. Al comenzar el “Diseño de una Red Neumática para Taller de Mantenimiento Industrial”, se aprendió que para poder tomar decisiones al realizar cualquier tipo de proyecto, es necesario sustentar la vida real en las bases del cálculo y la experiencia. En el proyecto antes propuesto se puede notar que los fundamentos teóricos son una parte muy importante, las investigaciones tienen como producto el avance de distintas tecnologías, en esta residencia profesional se aprovecha aquellas ciencias estudiadas, como la neumática.

En base a esta, se diseñó y distribuyó una red de tuberías alimentadas por un compresor, con la finalidad de suministrar aire comprimido y facilitar los trabajos dentro de un taller de mantenimiento, en base a los cálculos se seleccionó cada uno de los dispositivos que conformaran la red, se especificó el funcionamiento de cada uno de ellos y su importancia dentro de la línea, ahora, sabiendo de antemano que este no es el final de un proyecto si no el comienzo de muchos más, se queda realmente satisfecho con la idea propuesta y en espera de poder implementar, para así terminar con esta bella experiencia, como lo es, el diseño industrial.

10. - Fuentes de Información.

Fluid Power with Applications, Anthony Esposito 4th Edition.

[http://mx.kaeser.com/Products_and_Solutions/Rotary-screw-](http://mx.kaeser.com/Products_and_Solutions/Rotary-screw-compressors/standard/with-V-belt-drive-up-to-22-kW/default.asp#0)

[compressors/standard/with-V-belt-drive-up-to-22-kW/default.asp#0](http://mx.kaeser.com/Products_and_Solutions/Rotary-screw-compressors/standard/with-V-belt-drive-up-to-22-kW/default.asp#0)

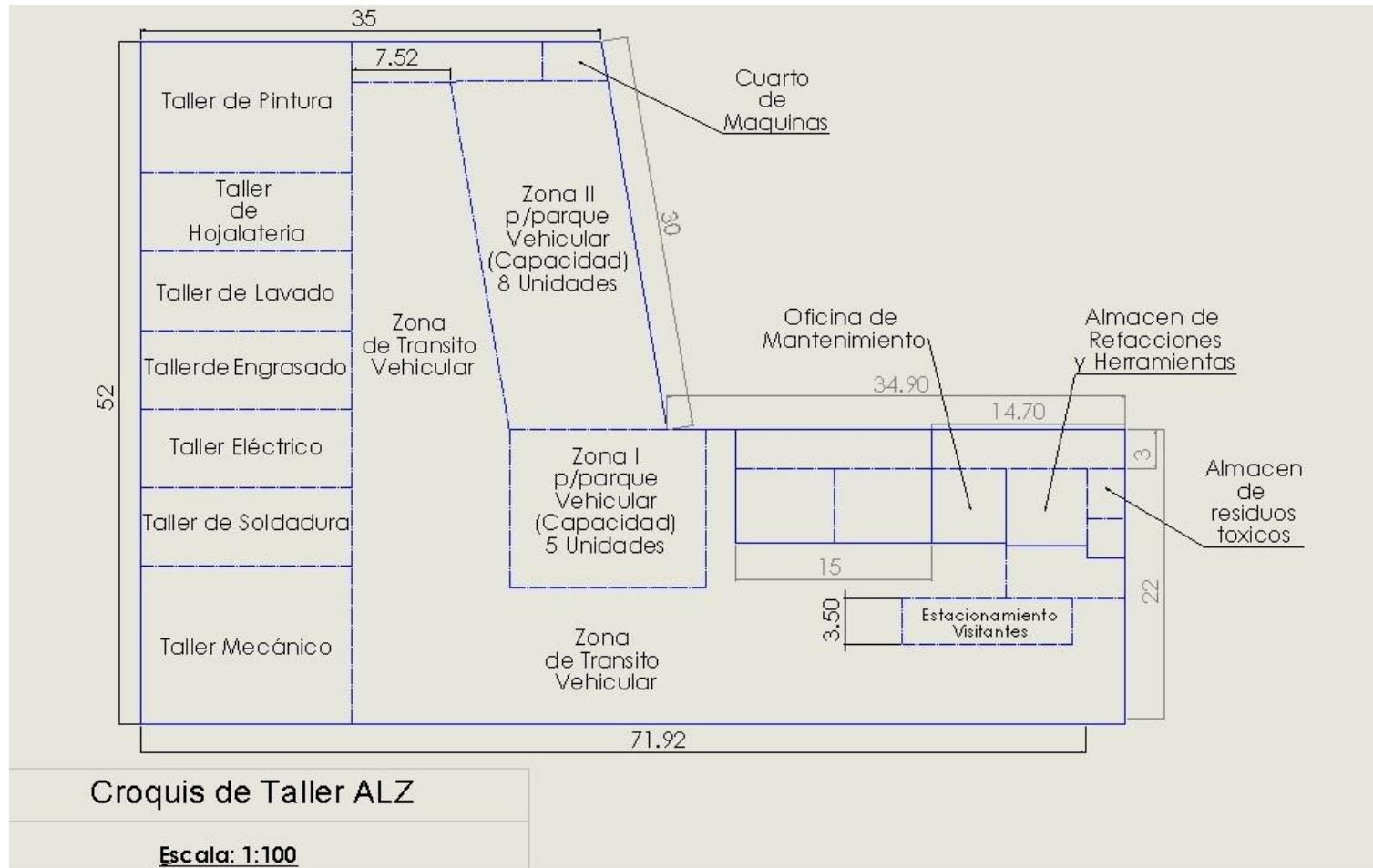
<http://www.serviciotecnicocompresores.com/productos/compresores/depositos-de-aire-comprimido.php>

http://www.fluidpower.com.mx/NORGREN_REGULADORES.html

http://www.festo.com/cms/es-mx_mx/9643.htm

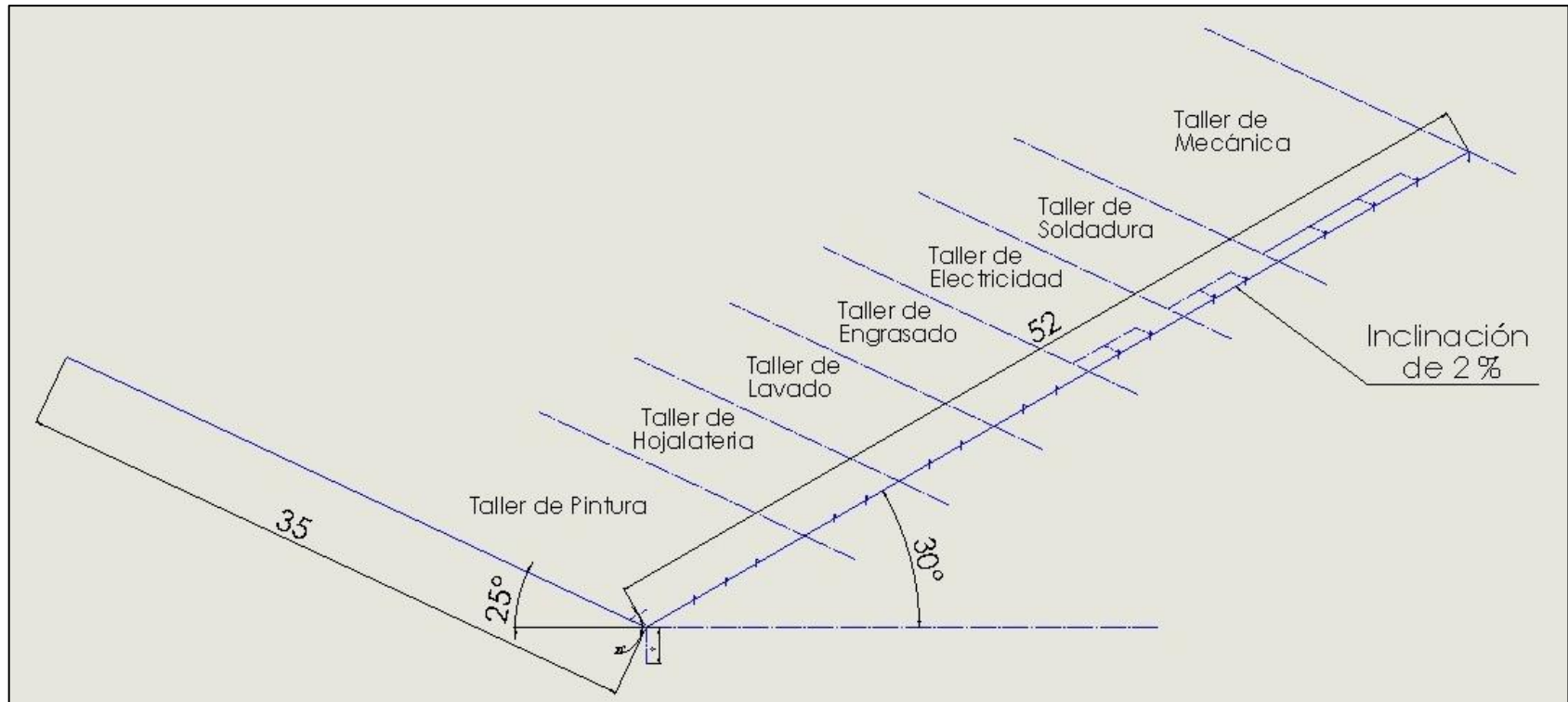
<http://www.compresordeaire.co/5-4-tanque-de-almacenamiento-de-aire.html>

Anexo A.



En este anexo puede observarse el diagrama de planta del taller, dibujo realizado utilizando el software y paquetería de Solid Works, en ella se detalla la distribución de cada una de las áreas del taller para mantenimiento.

Anexo B.



En este anexo puede observarse el diagrama isométrico de la red, dibujado utilizando el software y paquetería de Solid Works, la cual, dicha red se encontrará dentro del taller de mantenimiento y abastecerá aire comprimido a cada una de las áreas.

Anexo C.

KAESER COMPRESORES

[Productos](#)
[Asistencia Técnica](#)
[Servicios en Línea](#)
[Catálogos](#)
[Referencias](#)
[Acerca de Nosotros](#)
[Contactos](#)
[Artículos Técnicos](#)
[Noticias KAESER](#)
[Servicio de Aplicación Laboral](#)

- ▶ Compresores de Tornillo Rotativo
 - Recuperación de calor
 - ▶ Diseño Estándar
 - ▶ transmisión por correas y motor de hasta 29.5 hp
 - acople directo y motor de hasta 650 hp
 - Con Secador Refrigerativo
 - Con Transmisión de Frecuencia Variable
- OILFREE AIR
- Compresores de Pistón
- Compresores Dentales
- Sistema de Tratamiento de Aire
- Controladores
- Bombas de Vacío de Tornillo Rotativo
- Sopladores de Lóbulos
- Compresores Portátiles de Tornillo
- Herramientas & Accesorios
- Repuestos Originales KAESER
- SIGMA PET AIR
- SIGMA AIR UTILITY - Venta de aire por m3

Compresores de tornillo rotativo con transmisión por correas y motor de hasta 29.5 hp de potencia

Especificaciones técnicas

Series: SX – AS
 Potencia del motor: de 2.95 a 29.5 hp
 Caudal: de 9 a 123 cfm
 Presión estándar: 116/160/218 psi_(g)



Eficaz sistema de transmisión por correas en V KAESER

Los compresores de tornillo KAESER con sistema de transmisión por correas en V operan con magnífica eficiencia y confiabilidad. KAESER fue uno de los primeros fabricantes de compresores en implementar la transmisión por correas en V. El sistema de transmisión KAESER se caracteriza por su mecanismo automático de tensión que garantiza una transmisión de potencia eficiente y constante, así como bajos costos de mantenimiento. Los modelos de la serie SX están equipados con una correa de transmisión lisa que no requiere que se le vuelva a tensionar.



Costos energéticos que se pueden ahorrar al recuperar el calor y reciclarlo como calefacción

Costos energéticos que se pueden ahorrar mediante la optimización del sistema

Ahorre energía con el perfil SIGMA de KAESER

Cada unidad compresora de KAESER se equipa con rotores de perfil SIGMA de bajo consumo energético. Componentes fabricados con los más altos estándares de calidad y rodamientos cilíndricos, alineados con precisión, garantizan la larga vida útil del equipo y la máxima confiabilidad.

 Inversión en el sistema de aire	 Costos de energía
 Costos de mantenimiento	 Costos de energía que se pueden ahorrar

🏠
🔍
📏

Más información

[Ejemplo del diagrama de funcionamiento de un sistema serie SM](#)

[Bajos costos durante la vida útil del equipo](#)

[Maquinado de precisión de óptima calidad](#)

[SIGMA PROFILE: más aire por menos energía](#)

[Descarga de catálogos](#)

[Formato de Contacto](#)



Sección del catálogo de KAESER Compresores, información utilizada para seleccionar el compresor de alimentación a la red. (Fuente de información KAESER Compresores).

Anexo D.

Depósitos de aire comprimido.

Los acumuladores o depósitos de aire comprimido se utilizan para compensar oscilaciones de presión en la red y como depósito al que puede recurrirse para amortiguar picos de consumo de aire comprimido. Apropriados para disponer de suficiente aire comprimido para alimentar sus equipos que funcionan ejecutando ciclos rápidos. Con los acumuladores se pueden conseguir tiempos de retardo para la generación de presión cuando esta pueda ser ligeramente superior a la capacidad del compresor.



Catálogo de depósitos de aire comprimido.

Modelo	Volumen	Presión	Dimensiones	Peso
	Litros	Bar	L W H mm	Kg.
PRESIÓN 8 BAR				
DV 900 - 8 BAR	900	8	800X800X2500	185
PRESIÓN 10-11 BAR				
DV 100 - 11 BAR	100	11	370x370x1200	37
DV 200 - 11 BAR	200	11	450x450x1550	62
DV 270 - 11 BAR	270	11	500x500x1650	80
DV 500 - 11 BAR	500	11	600x600x2100	135
DV 1000 - 10 BAR	1000	10	800x800x2500	230
DV 2000 - 10 BAR	2000	10	1000x1000x2740	420
PRESIÓN 15 BAR				
DV 300 - 15 BAR	300	15	490x490x1650	85
DV 500 - 15 BAR	500	15	600x600x2100	150
DV 1000 - 15 BAR	1000	15	800x800x2500	250

Sección del catálogo de SEDEL Compressors, información utilizada para seleccionar el Tanque de almacenamiento que cumple con las especificaciones. (Fuente de información SEDEL Compressors).



R68G

**Olympian Plus
Regulador de presión
G³/₄ a G1¹/₂"**

Sistema Olympian Plus

Compacto y robusto

Unidad de alto caudal y válvula de escape

**Pomo de regulación con bloqueo, caperuza
antimanipulación opcional**

Excelentes características de caudal y regulación



Sección del catálogo de NORGREN, especificaciones del purificador de aire seleccionado. (Fuente de información NORGREN).

Anexo E.

<p>Unidad de mantenimiento combinada LFR-K/LFRS-K</p> 	-	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad de filtro y regulador • Otros módulos funcionales 	G1/8, G1/4, G3/8, G1/2, G3/4	595 ... 9.400	<ul style="list-style-type: none"> • 3 tamaños: Mini, Midi, Maxi • Dos márgenes de presión: 0,5 ... 12 bar, 2,5 ... 12 bar • Unidad de filtro y regulador, con manómetro • Grado de filtración: 40 µm • Purga del condensado: manual, automática • Opción: botón giratorio con llave → Unidad de mantenimiento combinada FRC-K/FRCS-K en el catálogo
--	---	---	------------------------------	------------------	---

Sección del catálogo de FESTO, especificaciones de la unidad de mantenimiento seleccionada para cada una de las aplicaciones. (Fuente de información FESTO).