

ÍNDICE GENERAL

1.	TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
2.	PLANTEAMIENTO, FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
3.	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
3.1	Objetivo General.....	2
3.2	Objetivos Específicos.....	2
4.	JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
5.	MARCO DE REFERENCIA.....	4
5.1.	Marco teórico.....	4
5.2.	Marco Conceptual.....	6
6.	HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	9
	CAPÍTULO 1.....	10
1.	SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL USO DE HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS DESTINADAS AL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.....	10
1.1.	PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO.....	12
1.1.1.	Fundamentos físicos.....	13
1.2.	DIFERENCIAS DE USO EN HERRAMIENTAS MANUAL Y NEUMÁTICA.....	21
1.2.1.	Herramientas manuales.....	23
1.2.2.	Herramientas de accionamiento eléctrico.....	26
1.2.3.	Herramientas de accionamiento neumático.....	27
1.2.4.	Equipos auxiliares.....	28

1.3.	Beneficios del Uso de las Herramientas Manuales, de Accionamiento Eléctrico y Neumáticas.....	28
1.4.	Ventajas del Uso de las Herramientas Manuales, Accionamiento Eléctrico y Neumáticas.....	30
1.5.	Desventajas del Uso de las Herramientas Manuales, Accionamiento Eléctrico y Neumáticas.....	31
1.6.	TABLA COMPRATIVA ENTRE EL USO DE HERRAMIENTA MANUAL, ELÉCTRICA Y NEUMÁTICA.....	32
	CAPÍTULO 2.....	34
2.	COMPRESORES DE AIRE ESTACIONARIOS.....	34
2.1.	CLASIFICACIÓN.....	34
2.1.1.	Compresores Domésticos o Artesanales.....	35
2.1.2.	Compresores Industriales.....	37
2.2.	PARTES CONSTITUTIVAS DE LOS COMPRESORES.....	39
2.2.1.	Compresores Rotativos de Aletas.....	39
2.2.2.	Compresores Rotativos de Tornillo.....	40
2.2.2.1.	Partes Constitutivas del compresor de Tornillo.....	45
2.2.3.	Compresor Reciprocante de Pistón.....	46
2.2.3.1.	Partes Constitutivas del compresor de Pistón.....	50
2.3.	PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES.....	52
2.3.1.	Leyes y Constantes Físicas.....	52
	a.- Gases perfectos.....	53
	b.- Ley general de los gases.....	56

c.- Gases reales.....	58
d.- Procesos Termodinámicos.....	58
2.4. APLICACIONES DEL AIRE COMPRIMIDO.....	62
2.4.1. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.....	64
CAPÍTULO 3.....	65
3. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO.....	65
3.1. PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.....	66
3.1.1. Impurezas.....	69
3.1.2. Filtro de aire comprimido con regulador de presión.....	69
3.1.3. Reguladores de presión.....	72
3.1.4. Lubricador de aire comprimido.....	73
3.1.4.1. Funcionamiento de un lubricador.....	74
3.2. PARÁMETROS A UTILIZAR PARA UN CORRECTO BALANCE DEL SISTEMA.....	75
3.2.1. Elección del compresor.....	76
3.2.1.1. Caudal.....	76
3.2.1.2. Presión.....	77
3.2.1.3. Accionamiento.....	78
3.2.1.4. Regulación.....	78
3.2.1.5. Refrigeración.....	79
3.3. Distribución del aire comprimido.....	80
3.3.1. Dimensionado de tuberías.....	80
3.3.2. Tendido de la red.....	86

3.3.3. Material de tuberías.....	89
3.3.4. Racores para los tubos.....	90
3.3.5. Acoplamientos.....	91
3.3.6. Válvulas.....	92
3.3.6.1. Válvulas distribuidoras.....	94
3.3.6.2. Representaciones esquemáticas de las válvulas.....	95
CAPÍTULO 4.....	98
4. HERRAMIENTA NEUMÁTICA APLICABLE AL AREA AUTOMOTRIZ.....	98
4.1. CLASIFICACIÓN.....	99
4.1.1. Industriales.....	100
4.1.2. Artesanales o Domésticas.....	101
4.2. PARTES CONSTITUTIVAS DE LAS HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS.....	103
4.2.1. Móviles o desmontables.....	105
4.2.2. Fijas.....	106
4.3. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO.....	108
4.4. CONOCIMIENTOS PARA MANEJO DE HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS.....	108
4.4.1. Básico.....	107
4.4.2. Medio.....	109
4.4.3. Avanzado.....	108
4.5. NECESIDADES DEL USO DE HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS.....	111

4.5.1. Facultad de Mecánica Automotriz.....	112
4.5.2. Alumnado.....	112
4.5.2.1.Encuesta.....	112
4.5.2.2.Tabulación de datos.....	114
CAPITULO 5.....	119
5. SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO.....	119
5.1. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES AL USO DE HERRAMIENTA NEUMÁTICA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.....	122
5.1.1. Normas del INEN.....	124
5.1.1.1.NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 439:1984. "COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD".....	125
5.1.1.2.NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 440:1984. "COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS".....	127
5.1.1.3.NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1366:1986. "TUBERÍA PLÁSTICA. TUBOS DE PVC PARA PRESIÓN CLASIFICACIÓN".....	128
5.1.1.4.NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2378:2004. "AIRE. REQUISITOS".....	128
5.1.2. Normas OSHA.....	129
5.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN EL ECUADOR PARA USO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO CON HERRAMIENTA NEUMÁTICA.....	131
5.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMAS DE AIRE	

COMPRIMIDO.....	132
5.3.1. Compresores estacionarios.....	133
5.3.2. Tuberías de aire comprimido.....	135
5.3.3. Acoplamientos.....	135
5.3.4. Válvulas.....	136
5.3.5. Fallas comunes en el funcionamiento de sistemas de aire comprimido.....	138
CAPÍTULO 6.....	142
6. CONSTRUCCIÓN, CÁLCULO Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO.....	142
6.1. CÁLCULOS.....	142
6.1.1. Selección del compresor.....	157
6.1.1.1.Ubicación del compresor.....	158
6.1.1.2.Alimentación eléctrica del compresor	158
BIBLIOGRAFÍA.....	159
ANEXO.....	161

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y PLANOS

TABLAS:

- [Tabla 1.1 “Sistema Internacional de Medidas Unidades Básicas y Derivadas”.....15](#)
- [Tabla 1.2. “Comparación Herramienta Manual y Eléctrica”.....32](#)
- [Tabla 3.1 “Regulaciones de Aire del Compresor”.....79](#)
- [Tabla 4.1 “Partes Taladro Neumático”.....104](#)
- [Tabla 4.2. “Partes Pistola Neumática”.....105](#)
- [Tabla 5.1. “Colores de seguridad y significado”.....126](#)
- [Tabla 5.2. “Categoría Tuberías”.....127](#)
- [Tabla 5.3. “Posibles Fallas, Soluciones y/o Acciones a Tomar”.....140](#)
- [Tabla 6.1. “Herramientas Donadas a la UIDE”.....142](#)

GRÁFICOS:

- [Gráfico 1.1. “Presión Absoluta”.....18](#)
- [Gráfico 1.2. “Presión de Vacío”.....19](#)
- [Gráfico 1.3. “Temperatura °C y °K”.....21](#)
- [Gráfico 1.4. “Herramientas Manuales 1”.....22](#)
- [Gráfico 1.5. “Herramientas Manuales 2”.....23](#)
- [Gráfico 1.6. “Herramientas Manuales Uso General”.....24](#)
- [Gráfico 1.7. “Herramientas Manuales Uso Específico”.....25](#)
- [Gráfico 1.8. “Herramientas Manuales Corte y Ajuste”.....25](#)
- [Gráfico 1.9. “Herramientas Manuales de Medición”.....26](#)
- [Gráfico 1.10. “Herramientas Accionamiento Eléctrico”.....26](#)

•	<u>Gráfico 1.11. “Herramientas Accionamiento Neumático”</u>	27
•	<u>Gráfico 1.12. “Uso Herramienta Manual”</u>	29
•	<u>Gráfico 2.1. “Clasificación Compresores”</u>	35
•	<u>Gráfico 2.2. “Compresor de desplazamiento positivo en su forma más simple, la bomba de bicicleta”</u>	36
•	<u>Gráfico 2.3. “Compresores Industriales 1”</u>	37
•	<u>Gráfico 2.4. “Compresores Industriales 2”</u>	38
•	<u>Gráfico 2.5. “Compresor Rotativo de Aletas”</u>	39
•	<u>Gráfico 2.6. “Compresor Rotativo de Tornillo”</u>	40
•	<u>Gráfico 2.7. “Rotores Compresor de Tornillo”</u>	40
•	<u>Gráfico 2.8. “Funcionamiento Compresor de Tornillo a Presión de Diseño”</u>	41
•	<u>Gráfico 2.9. “Funcionamiento Compresor de Tornillo a Sobre Presión de Diseño”</u>	41
•	<u>Gráfico 2.10. “Funcionamiento Compresor de Tornillo a Bajo Presión de Diseño”</u>	41
•	<u>Gráfico 2.11. “Vista Seccionada Compresor De Tornillo Rotativo, Tipo Seco, De Una Etapa”</u>	42
•	<u>Gráfico 2.12. “Circuito Circulación Aceite, Para Compresor De Tornillo Rotativo En Baño De Aceite”</u>	43
•	<u>Gráfico 2.13. “Principio Funcionamiento Compresor Tornillo Con Inyección De Aceite Con Un Solo Eje”</u>	46
•	Gráfico 2.14. “Partes Constitutivas del Compresor de Tornillo”	43

•	<u>Gráfico 2.15. “Compresor Reciprocante de Pistón”</u>	48
•	<u>Gráfico 2.16. “Partes Constitutivas del Compresor de Pistón”</u>	52
•	<u>Gráfico 2.17. “Ley de Boyle”</u>	53
•	<u>Gráfico 2.18. “Ley de Poisson”</u>	56
•	<u>Gráfico 2.19. “Proceso Isobárico”</u>	58
•	<u>Gráfico 2.20. “Proceso Isocórico”</u>	59
•	<u>Gráfico 2.21. “Proceso Isotérmico”</u>	60
•	<u>Gráfico 2.22. “Proceso Isentrópico”</u>	61
•	<u>Gráfico 2.23. “Relación de temperatura para compresión isentrópica”</u>	61
•	<u>Gráfico 2.24. “Herramienta Neumática Aplicada En La Industria Automotriz”</u>	64
•	<u>Gráfico 3.1. “Unidad de mantenimiento”</u>	68
•	<u>Gráfico 3.2. “Filtro de aire comprimido con regulador de presión”</u>	70
•	<u>Gráfico 3.3. “Regulador de presión”</u>	72
•	<u>Gráfico</u> <u>3.4.</u> <u>“Principio Venturi”</u>	<u>74</u>
•	<u>Gráfico 3.5. “Lubricador”</u>	75
•	<u>Gráfico 3.6. “Caudal & Capacidad Acumulador”</u>	77
•	<u>Gráfico 3.7. “Accionamiento compresor”</u>	78
•	<u>Gráfico 3.8. “Refrigeración del Compresor”</u>	80
•	<u>Gráfico 3.9. “Monograma Ejemplo Cálculo Tubería”</u>	84
•	<u>Gráfico 3.10. “Tendido de Red abierta”</u>	86
•	<u>Gráfico 3.11 “Tendido de Red cerrada”</u>	86

•	<u>Gráfico 3.12 “Tendido de Red interconectada”</u>	87
•	<u>Gráfico 3.13. “Conexión Tuberías de Servicio”</u>	89
•	<u>Gráfico 3.14. “Racor de Anillo Cortante”</u>	90
•	<u>Gráfico 3.15. “Racor con Anillo de Sujeción”</u>	90
•	<u>Gráfico 3.16 “Racor con borde recalcado”</u>	91
•	<u>Gráfico 3.17. “Racor especial con reborde”</u>	91
•	<u>Gráfico 3.18. “Base de enchufe rápido”</u>	91
•	<u>Gráfico 3.19. “Racor de enchufe rápido”</u>	91
•	<u>Gráfico 3.20. “Boquilla con tuerca de racor”</u>	92
•	<u>Gráfico 3.21. “Boquilla”</u>	92
•	<u>Gráfico 3.22. “Racores rápidos para tubos flexibles de plástico”</u>	92
•	<u>Gráfico 3.23. “Racor CS”</u>	92
•	<u>Gráfico 3.24. “Formato Posición Válvulas”</u>	95
•	<u>Gráfico 3.25. “Formato Posiciones válvulas Distribuidoras”</u>	95
•	<u>Gráfico 3.26. “Formato Representación del Funcionamiento”</u>	95
•	<u>Gráfico 3.27. “Formato Posiciones Circulación”</u>	96
•	<u>Gráfico 3.28. “Representación Entradas y Salidas”</u>	96
•	<u>Gráfico 3.29. “Nombre Posiciones Neumáticas”</u>	96
•	<u>Gráfico 3.30. “Válvula de 3 Posiciones”</u>	96
•	<u>Gráfico 3.31. “Representación Conducto de Escape”</u>	97
•	<u>Gráfico 4.1. “Herramientas Neumáticas Para Mantenimiento Automotriz”</u>	99
•	<u>Gráfico 4.2. “Llaves de Impacto Industriales de 1” (2.53mm) y ¾”(1.9mm)”</u>	100

•	<u>Gráfico 4.3. “Llaves de Impacto”.....</u>	<u>101</u>
•	<u>Gráfico 4.4. “Taladros rectos y angulares”.....</u>	<u>101</u>
•	<u>Gráfico 4.5. “Sierras alternativas”.....</u>	<u>100</u>
•	<u>Gráfico 4.6. “Amoladoras rectas y angulares”.....</u>	<u>102</u>
•	<u>Gráfico 4.7. “Llaves Racha”.....</u>	<u>102</u>
•	<u>Gráfico 4.8. “Lijadoras o pulidoras”.....</u>	<u>102</u>
•	<u>Gráfico 4.9. “Aplicador de Cartuchos”.....</u>	<u>103</u>
•	<u>Gráfico 4.10. “Partes Taladro Neumático”.....</u>	<u>103</u>
•	<u>Gráfico 4.11. “Partes Pistola Neumática”.....</u>	<u>104</u>
•	<u>Gráfico 4.12. “Partes Móviles Herramienta Neumática”.....</u>	<u>106</u>
•	<u>Gráfico 4.13. “Uso Básico de Herramienta Neumática”.....</u>	<u>108</u>
•	<u>Gráfico 4.14. “Uso Intermedio de Herramienta Neumática”.....</u>	<u>109</u>
•	<u>Gráfico 4.15. “% Rendimiento & Presión Aire”.....</u>	<u>110</u>
•	<u>Gráfico 4.16. “Pregunta 1 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>114</u>
•	<u>Gráfico 4.17. “Pregunta 2 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>115</u>
•	<u>Gráfico 4.18. “Pregunta 3 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>115</u>
•	<u>Gráfico 4.19. “Pregunta 4 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>116</u>
•	<u>Gráfico 4.20. “Pregunta 5 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>116</u>
•	<u>Gráfico 4.21. “Pregunta 6 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>117</u>
•	<u>Gráfico 4.22. “Pregunta 7 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>117</u>
•	<u>Gráfico 4.23. “Pregunta 8 Encuesta UIDE”.....</u>	<u>118</u>
•	<u>Gráfico 5.1. “Señal de Advertencia Uso Herramienta”.....</u>	<u>123</u>
•	<u>Gráfico 6.1. “Diagrama Esquemático a Instalar”.....</u>	<u>144</u>
•	<u>Gráfico 6.2. “Longitudes Equivalentes por Accesorio”.....</u>	<u>150</u>

- [Gráfico 6.3. “Diámetro de tubería AH = 8mm”.....154](#)
- [Gráfico 6.4. “Diámetro de tubería AI = 9mm”.....155](#)
- [Gráfico 6.5. “Diámetro de tubería AJ = 9mm”.....156](#)
- [Gráfico 6.6 “Compresor a Instalar”.....157](#)

PLANOS:

- [PLANO 1.1 “Instalación Red Aire Comprimido Vista Exterior](#)
[Galpón”.....145](#)
- [PLANO 1.2. “Instalación Red Aire Comprimido Vista Superior](#)
[Galpón”.....146](#)
- [PLANO 1.3. “Instalación Red Aire Comprimido Vista Interior](#)
[Galpón”.....147](#)

S I N T E S I S

1. TEMA DE INVESTIGACIÓN:

“Diseño, Construcción e Implementación de un Sistema de Aire Comprimido para la utilización de herramientas neumáticas para el trabajo automotriz en el área de fosas de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE”.

2. PLANTEAMIENTO, FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA:

Los sistemas de transmisión de energía neumática son una garantía de seguridad, calidad y fiabilidad, a la vez que reducen costos lo que es un factor vital a la hora de asegurar la competitividad de un país industrial ya que la aplicación de la tecnología moderna debe ser rentable.

Al igual que la hidráulica, la neumática se concentra en el uso de un fluido bajo presión para transmitir potencia y para controlar sus movimientos, pero en la neumática se utiliza un fluido gaseoso -aire comprimido- y es éste el que ejecuta la operación de transmisión. El desconocimiento del uso de herramientas neumáticas por parte del alumnado de la facultad de mecánica automotriz de la UIDE ocasiona una gran desventaja dentro de la competitividad del resto de Universidades del país.

La manipulación de herramientas en los sistemas neumáticos permite que una sola persona pueda utilizar, fácil y rápidamente fuerza, precisión, torque y

tracción según las necesidades de trabajo a realizar, por lo que se formulan las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar un sistema de aire comprimido para el uso de herramientas neumáticas?
- ¿Porqué utilizar herramientas neumáticas para trabajos de mantenimiento automotriz en las instalaciones de la Facultad de Mecánica Automotriz de la UIDE?
- ¿Cómo funciona un compresor de aire y cuál es el mantenimiento preventivo de un sistema de aire comprimido?
- ¿Cómo se realiza el dimensionamiento de un sistema de aire comprimido para la aplicación de herramientas neumáticas utilizadas en el mantenimiento automotriz?
- ¿Cuáles son las normas mínimas de seguridad y ambientales necesarias para la utilización de compresores y herramientas neumáticas?

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:

3.1 Objetivo General

- Implementar un Sistema de Aire Comprimido para la utilización de herramientas neumáticas para trabajo automotriz en el área de fosas de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE.

3.2 Objetivos Específicos

- Enunciar los beneficios, ventajas y desventajas de utilizar un sistema de aire comprimido para el uso de herramientas neumáticas destinadas al mantenimiento automotriz gracias a la información que se obtiene en los

manuales de operación de herramienta neumática y realizar una tabla comparativa con respecto a la herramienta de uso manual.

- Describir las necesidades de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE; del conocimiento, manejo y utilización de herramientas neumáticas para trabajos de mantenimiento automotriz. Mediante encuesta por muestreo a 50 estudiantes de los últimos niveles de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.
- Enunciar las partes constructivas y principios básicos de funcionamiento de los compresores de aire estacionarios y herramienta neumática aplicable al área automotriz, investigando en libros técnicos y catálogos, para demostrar aplicaciones.
- Describir los parámetros y variables a utilizar en el dimensionamiento de la instalación de aire comprimido, en función de las herramientas y accesorios a utilizar.
- Verificar las normas de seguridad industrial del IESS, OSHA y Legislación Ambiental vigente en el Ecuador que se aplicarán a la instalación y uso del Sistema de Aire Comprimido en el área de fosas de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE.
- Implementar la construcción y puesta en funcionamiento del sistema de aire comprimido en el área de fosas de las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz.

4. JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

Se propone poner en práctica la construcción del sistema de aire comprimido en el área de fosas las instalaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica

Automotriz de la UIDE, para que el alumnado de la Facultad se actualice, adquiera destreza y conocimiento en el manejo de tecnología en el uso herramienta neumática para realizar trabajos de mantenimiento automotriz.

La utilización de estas herramientas evitará al estudiante realizar un considerable esfuerzo y a la vez que proporcionará una mayor regularidad y eficacia en el trabajo, favoreciendo una menor fatiga del estudiante y consiguiendo una mayor rapidez en las operaciones, con responsabilidad y competencia bajo normas y estándares mínimos de seguridad, que servirán para el desarrollo de los de los futuros profesionales de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE.

Las herramientas que utilizan accionamiento neumático están destinadas a obtener mayor potencia que las accionadas eléctricamente. Funcionan bajo la acción directa del flujo de aire comprimido el cual, sometido a una presión determinada, acciona: un pequeño rotor que mueve al útil específico, o bien transmite la potencia por medio de pistones.

5. MARCO DE REFERENCIA:

5.1. Marco teórico

Se apoyará en las teorías de las leyes de los gases previamente probadas de:

Ley Boyle

La relación básica entre la presión de un gas y su volumen está expresada en la *Ley de Boyle* que establece:

"La presión absoluta de un gas confinado en un recipiente varía en forma inversa a su volumen, cuando la temperatura permanece constante."

Para la resolución de problemas, la *Ley de Boyle* se escribe de la siguiente forma:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 \text{ o, transponiendo términos:}$$

$$P_2 = \frac{P_1 \times V_1}{V_2} \quad \text{o,} \quad V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

En estas fórmulas, P_1 y V_1 son la presión y volumen inicial de un gas, y P_2 y V_2 la presión y volumen después de que el gas haya sido comprimido o expandido.

Importante: Para aplicar ésta fórmula es necesario emplear valores de *presión "absoluta"* y no manométrica.

La presión absoluta es la presión atmosférica (14.696 psi o 1 bar al nivel del mar), más la presión manométrica

Existe entonces una relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión de un gas siempre que la temperatura se mantenga constante, y que las lecturas de presión sean "absolutas" es decir referidas al vacío perfecto.

La Ley de Boyle, describe el comportamiento de un gas llamado "perfecto". El aire comprimido se comporta en forma similar a la ley de un gas perfecto a presiones menores de 70 Kp/cm² y los cálculos empleando la Ley de Boyle ofrecen resultados aceptables. No ocurre lo mismo con ciertos gases, particularmente de la familia de los hidrocarburos como el propano y etileno.

Ley de Charles.

Esta ley define la relación existente entre la temperatura de un gas y su volumen o presión o ambas.

La ley establece que:

"Si la temperatura de un gas se incrementa su volumen se incrementa en la misma proporción, permaneciendo su presión constante, o si la temperatura del gas se

incrementa, se incrementa también su presión en la misma proporción, cuando permanece el volumen constante."

Para la solución de problemas deben emplearse valores de *presión y temperatura "absolutos"*.

Ley de Dalton

Establece que en una mezcla de gases, cada gas ejerce su presión como si los restantes gases no estuvieran presentes. La presión específica de un determinado gas en una mezcla se llama presión parcial. La presión total de la mezcla se calcula simplemente sumando las presiones parciales de todos los gases que la componen. Por ejemplo, la presión atmosférica es:

Presión atmosférica (760 mm de Hg) = p_{O_2} (160 mm Hg) + p_{N_2} (593 mm Hg) + p_{CO_2} (0.3 mm Hg) + p_{H_2O} (alrededor de 8 mm de Hg).

Ley de Gay Lussac

En 1802, *Joseph Gay Lussac* publicó los resultados de sus experimentos que, ahora conocemos como Ley de Gay Lussac. Esta ley establece, que, a volumen constante, la presión de una masa fija de un gas dado es directamente proporcional a la temperatura kelvin.

5.2. Marco Conceptual

Abrazadera para mangueras: Collar para la fijación estanca de una manguera en una boquilla.

Accesorios de tuberías: Piezas de unión de tuberías de todo tipo. Ej.: codo, te, unión, universal, neplo, etc.

Acumulador neumático: Depósito en el que es almacenado aire comprimido hasta una presión máxima.

Agua de condensación: Humedad contenida en el aire, que precipita por disminución de la temperatura o por acción de centrifugado.

Bar: Unidad de presión, igual a 10^3 dinas por cm. Equivale a una presión de 75,007 cm de mercurio (a 0 °C y a latitud de 45°).

Caída de presión: Véase Pérdida de presión.

Caudal de aire: Volumen de aire en litros o m³ en estado de aspiración. También emplea para el volumen de aire en circulación por unidad de tiempo en NI/min (Nm³/h).

Compresor: Máquina de trabajo para la extracción y compresión de medios gaseosos.

Condensador de Agua: Aparato para separar y recoger el agua de condensación de la red del aire comprimido.

Consumo de aire: Indicado en NI/min o en NI/fase de trabajo para un cilindro o para una instalación completa. Representa la cantidad de aire en estado de aspiración.

Esquema: Representación simbólica de la estructura y enlace de los distintos elementos de un equipo neumático.

Filtro: Aparato para la limpieza del aire comprimido de las partículas de suciedad y separación del agua de condensación.

Regulador de presión: Instrumento que nos permite regular la presión disponible en el cilindro de alimentación a las herramientas neumáticas.

Interruptor de presión: Aparato que abre o cierra un contacto eléctrico al alcanzar la presión ajustada en Kp/cm², ejerciendo así una función de mando.

Línea: Dispositivo para la conducción de energía de producción hasta el consumidor. En la neumática se utilizan para esta finalidad tubos de acero, cobre y plásticos, así como también mangueras de goma.

Manguera: Enlace flexible para la conducción de un material o de una energía desde la fuente de producción hasta el consumidor.

Manómetro: Dispositivo de medida para la determinación de una presión del aire en Kp/cm².

Pérdida de presión: Diferencia de presión entre dos puntos de medida de un aparato o una línea.

Presión de trabajo: Presión a la que trabaja una instalación o la herramienta neumática.

Presión del aire: Magnitud de medida del aire comprimido indicada en Kp/cm² o en bar.

Presostato: Interruptor de presión.

Protección de sobrecargas: Seguro incorporado para que las sobrecargas no averíen el aparato o la máquina. Los elementos neumáticos están protegidos contra sobrecargas, porque un cilindro sobrecargado permanece parado sin sufrir daño alguno.

Purga: Escape al exterior del aire comprimido de los elementos neumáticos. El aire comprimido queda sin presión y se equilibra con la presión atmosférica.

Racor reductor: Pieza roscada con distintas conexiones. Ej.: ¾" a 1½".

Red: Denominación dada a las tuberías de alimentación del aire comprimido.

Símbolos: Representación gráfica simplificada de elementos neumáticos y de otro tipo con inclusión de las funciones.

Tubería: Véase Línea.

Válvula: Elemento de mando para ejercer influencia sobre medios en circulación.

Válvula de escape rápido: Válvula con función anti retorno en la línea de entrada, con la cual es conectada directamente al escape (al exterior) la línea de salida.

Válvula de seguridad: Válvula de alivio o relevo de sobrepresión.

Volumen aspirado: Cantidad de aire aspirado.

6. HIPÓTESIS DE TRABAJO:

Los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE son capaces de utilizar herramientas neumáticas para optimizar tiempos y esfuerzos proporcionando precisión y eficacia en el trabajo con estándares de seguridad y calidad.

CAPÍTULO 1

1. SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO PARA EL USO DE HERRAMIENTAS NEUMÁTICAS DESTINADAS AL MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.

Muchos de los principios básicos de la tecnología moderna ya eran utilizados desde los primeros tiempos por el hombre primitivo. Por ejemplo, la primera aplicación del aire comprimido consistió en el soplado de las brazas para reavivar el fuego. El aire empleado para este efecto era comprimido en los pulmones del hombre lo que podemos considerar como un compresor natural.

Hoy en día el aire comprimido es una fuente indiscutible de energía que ha sustituido en muchos casos a la fuerza del trabajo manual. Sus aplicaciones abarcan innumerables áreas de la industria. Desde sencillos sistemas de suministro de aire, hasta complejos y precisos sistemas automatizados y racionalizados de energía, elevando no sólo los niveles, condiciones y métodos de producción y de seguridad.

La producción y acumulación del aire comprimido, así como su distribución a las máquinas y dispositivos suponen gastos elevados. Se pudiera pensar que el uso de aparatos neumáticos está relacionado con costos especialmente elevados. Esto no es del todo exacto, pues en el cálculo para obtener la rentabilidad de un servicio es necesario tener en cuenta, no sólo el costo de energía, sino también los costos que se producen en el proceso total. En un análisis detallado, resulta que el costo energético es despreciable junto a los salarios, costos de adquisición y costos de mantenimiento de los sistemas neumáticos.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en las ramas industriales más variadas se utilicen equipos neumáticos, cuya alimentación continua y adecuada de aire

comprimido garantizará el éxito y eficiente desempeño de los procesos involucrados en la producción y mantenimiento.

Actualmente en las industrias manufactureras, muchas de las herramientas son accionadas por equipos neumáticos y/o eléctricos, con lo que se consigue mayor comodidad y rapidez en el trabajo. Existe un listado muy extenso de herramientas neumáticas, ya que cada profesional técnico utiliza herramientas específicas para el desarrollo de su actividad dependiendo del área de trabajo. Para el uso general de herramientas por parte de los ingenieros mecánicos automotrices, se puede considerar un listado básico, pero, teniendo en cuenta que una misma herramienta puede tener tamaños y formas diferentes para solucionar los diferentes problemas tecnológicos que se presenta en el mundo automotriz.

Cada día aparece nuevo instrumental que está destinado a satisfacer las necesidades tecnológicas del mercado, pero es necesario hacer notar que la aparición de este tipo de herramienta día a día hace inevitable contar con un mayor grado de perfeccionamiento para su utilización, ya que las diferentes fábricas del mundo aplican más complejidad a sus sistemas de funcionamiento.

Las herramientas neumáticas funcionan gracias a las presiones generadas por el aire utilizando un compresor, este sistema debe poseer las características y cualidades que más se amolden a las necesidades de la industria. Ya que bien puede ser un elemento pequeño que sirva a una sola herramienta o uno que sirva a toda una línea de aire para producción.

1.1 PROPIEDADES DEL AIRE COMPRIMIDO.

Causará asombro el hecho de que la neumática se haya podido expandir en tan corto tiempo y con tanta rapidez. Esto se debe, entre otras cosas, a que en la

solución de algunos problemas de automatización, no puede disponerse de otro medio que sea más simple y económico.

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer cuáles son las cualidades y propiedades favorables y adversas que han contribuido a su popularidad.

- Abundancia: Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- Transportable: El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias y no es necesario disponer tuberías de retorno. Además, se puede transportar en recipientes cerrados (botellas).
- Almacenamiento: No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos.
- Temperatura: El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- Antiexplosivo: No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones anti-explosivas, que son de alto costo.
- Limpio: El aire comprimido es limpio y, en caso de faltas de estanqueidad en elementos, no produce contaminación. Esto es muy importante en las industrias alimenticias, madera, textiles, cuero, etc.
- Velocidad: Es un medio de trabajo muy rápido y, por tanto permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)

- A prueba de sobrecargas: Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden llegar a detenerse completamente durante el trabajo sin riesgo alguno de sobrecargas.
- Preparación: El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (con objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- Compresibilidad: Con el aire comprimido no es posible obtener en los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- Fuerza: El aire comprimido es económico sólo hasta cierto límite de presión. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bar), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (Newton) o 2000 a 3000 KPa (Kilo pascal)
- Escape: El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales insonorizantes.
- Costos: El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en el futuro por los rendimientos y velocidad en los trabajos realizados, además del uso de accesorios de bajo costo.

1.1.1 Fundamentos físicos.

La superficie del globo terrestre está rodeada de una envoltura gaseosa incolora, insípida e inodora. Es una mezcla de gases. La masa total de aire en la atmósfera se calcula en unos 15.17×10^{17} kg. Algo menos que la millonésima parte de la masa del planeta.

La composición del aire permanece relativamente constante al menos hasta unos 25 kilómetros de altura.

Sin embargo, el aire en nuestra atmósfera, no sólo contiene gases, sino también humedad y partículas sólidas como polvo, arena, hollín y cristales salinos, su composición básica es:

- Nitrógeno aprox. 78% en volumen
- Oxígeno aprox. 21% en volumen
- Gases como el bióxido de carbono, argón, hidrógeno, neón, helio, criptón y xenón. 1% en volumen

Para temas industriales se considera solamente como sus componentes al Nitrógeno y al Oxígeno

Para una mejor comprensión de las leyes y comportamiento del aire se indican a continuación las magnitudes físicas y su correspondencia dentro del sistema Internacional de Unidades.

Tabla 1.1. “Sistema Internacional de Medidas Unidades Básicas y Derivadas” Mannesmann Rexroth, Neumática Básica Tomo1, Editorial Buro de Ing. Hasebrink, año 1991

Unidades básicas

Magnitud	Abreviatura	Unidades y símbolos	
		Sistema Técnico	Sistema de Unidades "SI"
Longitud	<i>l</i>	metro (m)	metro (m)
Masa	<i>m</i>	$\frac{kp \times s^2}{m}$	kilogramo (Kg)
Tiempo	<i>t</i>	segundo (s)	segundo (s)
Temperatura	<i>T</i>	grado centígrado (°C) (grado Celsio)	kelvin (K)
Intensidad de corriente	<i>I</i>	amperio (A)	amperio (A)
Intensidad luminosa	<i>lux</i>		lumen (lm)
Volumen molecular	<i>r</i>		mol (mol)

Unidades derivadas

Magnitud	Abreviatura	Unidades y símbolos	
		Sistema Técnico	Sistema de Unidades "SI"
Fuerza	<i>F</i>	Kilopondio (kp) o kilogramo fuerza (kgf)	newton (N) $1 N = \frac{1 kg \times m}{s^2}$
Superficie	<i>A</i>	metro cuadrado (m ²)	metro cuadrado (m ²)
Volumen	<i>V</i>	metro cúbico (m ³)	metro cúbico (m ³)
Caudal	(<i>Q</i>)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
Presión	<i>P</i>	atmósfera (at) (kp/cm ²)	Pascal (Pa) $1 Pa = \frac{1 N}{m^2}$ Bar (bar) 1 bar = 10 ⁵ Pa = 100 kPa (10 ² kPa)

La combinación entre el sistema internacional y técnico de medidas está regulada por las siguientes leyes y magnitudes físicas:

Ley de Newton Fuerza = Masa . Aceleración

$$F = m \cdot a, \text{ siendo } (a) \text{ la}$$

Aceleración de la gravedad

$$g = 9,81 \text{ m/seg}^2$$

Para convertir las magnitudes antes indicadas de un sistema a otro, rigen los siguientes valores de conversión.

Masa $1 \text{ Kg} = \frac{1}{9,81} \frac{\text{kp} \cdot \text{seg}^2}{\text{m}}$

Fuerza $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$

Para los cálculos aproximados puede suponerse

$$1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$$

Temperatura Diferencia de temperatura $1^\circ\text{C} = \text{K (kelvin)}$

Punto cero $0^\circ\text{C} = 273 \text{ K (kelvin)}$

Presión Además de las unidades indicadas en la relación (**at** en el sistema técnico, así como **bar** y **Pa** en el “**sistema SI**”), se utilizan a menudo otras designaciones. Al objeto de completar la relación, también se citan a continuación.

1. Atmósfera = at

(Presión absoluta en el sistema técnico de medidas)

$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 0,981 \text{ bar (98,1 kPa)}$$

2. Pascal, Pa

Bar, bar

(Presión absoluta en el sistema de unidades)

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{ bar}$$

$$1 \text{ Bar} = \frac{10^5 \text{ N}}{\text{m}^2} = 10^5 \text{ Pa} = 1,02 \text{ at}$$

3. Atmósfera física, at

(Presión absoluta en el sistema físico de medidas)

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ at} = 1,013 \text{ bar} (101,3 \text{ kPa})$$

4. milímetros de columna de agua, mm de columna de agua

$$10.000 \text{ mm ca} = 1 \text{ at} = 0,981 \text{ bar} (98,1 \text{ kPa})$$

5. milímetros de columna de mercurio, mm Hg

(Corresponde a la unidad de presión Torr)

$$1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ Torr}$$

$$1 \text{ at} = 736 \text{ Torr}, 100 \text{ kPa} (1 \text{ bar}) = 750 \text{ Torr}$$

Presión:

Toda la superficie de la tierra está sometida a la presión atmosférica por lo tanto no percibimos ésta. A la presión atmosférica **P_{amb}** se la toma como presión de referencia y cualquier divergencia de ésta se designa como sobrepresión **P_e** , el siguiente gráfico lo visualiza.

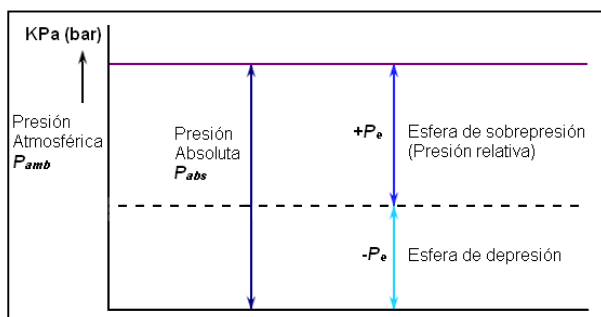


Gráfico 1.1. “Presión Absoluta”

La presión de aire no siempre es la misma. Cambia según la situación geográfica y el tiempo. La zona desde la línea del cero absoluto hasta la línea de referencia variable se llama esfera de depresión ($-P_e$) la superior se llama esfera de sobrepresión ($+P_e$).

La presión absoluta P_{abs} consiste en la suma de las presiones $-P_e$ y $+P_e$. En la práctica se utilizan manómetros que solamente indican la sobrepresión $+P_e$. Si se indica la presión P_{abs} . El valor es unos 100 kPa (1 bar) más alto a nivel del mar. Con la ayuda de las magnitudes básicas definidas pueden explicarse las leyes físicas fundamentales de la aerodinámica.

Vacío:

El vacío es una forma de presión negativa (manométrica bajo el cero). Se dice que un gas está en condiciones de vacío, cuando su presión es más baja que la atmosférica. Un vacío perfecto es la condición que debe darse en el interior de un espacio, para que esté totalmente exento de materia.

El vacío se mide generalmente con un manómetro diferencial, el cual indica la diferencia de presión que existe entre la atmosférica y la del sistema. Sin embargo, este tipo de medición no da una presión adecuada, a no ser que la presión

atmosférica sea dada. Consecuentemente, restando la lectura de vacío de la presión atmosférica dada, se obtiene una P_{abs} precisa.

Cuando la medición se realice de esta forma, nunca debe omitirse la palabra absoluta, supuesto que entonces no sabríamos si el vacío está dado en términos absolutos o diferenciales.

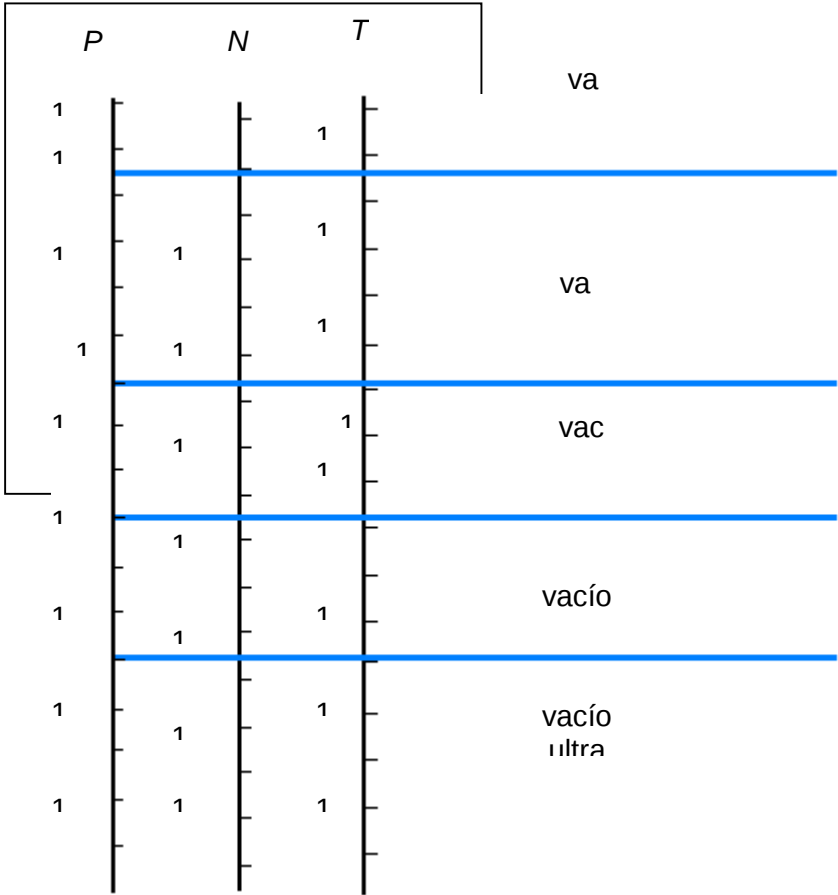


Gráfico 1.2. "Presión de Vacío"

Temperatura:

La temperatura de un gas es un concepto más difícil de definir que la presión, ya que ésta puede medirse directamente en unidades de fuerza por unidad de

superficie. Sin embargo la temperatura tiene que medirse indirectamente a través de sus efectos sobre las propiedades físicas del gas.

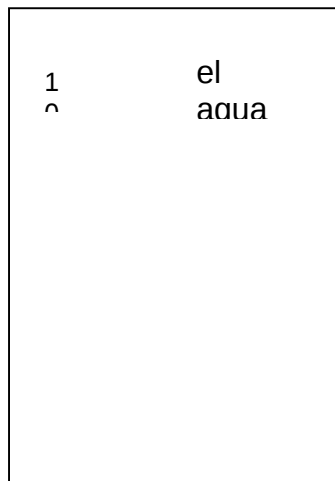
Físicamente, la temperatura es una indicación de la energía cinética de las moléculas, que se mueven mucho más deprisa a medida que aumenta la temperatura.

La temperatura se mide generalmente en grados Celsius (°C). El 0 (cero) en esta escala corresponde al punto de congelación del agua y el cien (100) a su punto de ebullición (a nivel del mar).

La temperatura a la cual las moléculas llegan a detenerse se llama *cero absolutos*, y éste es el punto de arranque de la escala de *temperatura termodinámica*. A la unidad se le llama grado Kelvin o Kelvin simplemente. Una unidad Kelvin (°K) es idéntica a una unidad de la escala Celsius.

El cero absoluto por ejemplo. 0 °K, corresponde a -273.2 °C. De aquí el que la *temperatura absoluta* (T) se obtenga añadiendo 273.2 a la temperatura Celsius:

$$T (^{\circ}\text{K}) = t + 273.2 (^{\circ}\text{K})$$



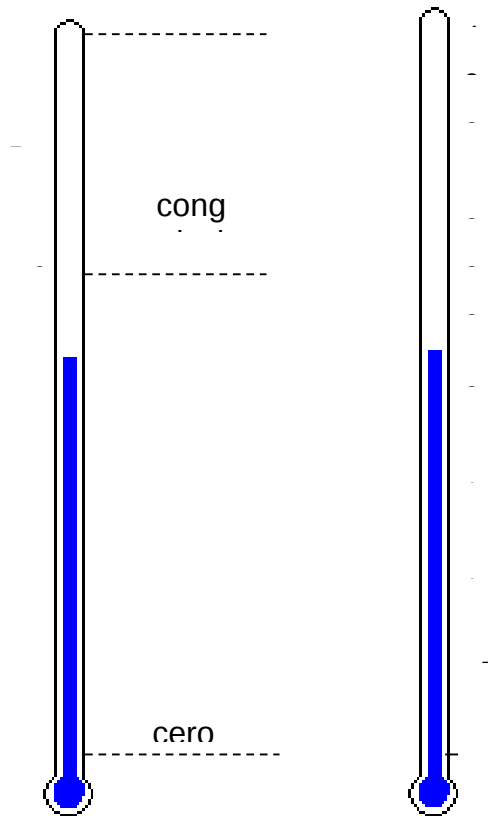


Gráfico 1.3. “Temperatura °C y °K”

Volumen:

El volumen de una sustancia es el espacio que ocupa dicha sustancia. Un gas llena todo el espacio de que dispone. El volumen real de un gas o aire dentro de un recipiente de presión o contenedor de un gas, es siempre idéntico al volumen interno del recipiente o contenedor. Sin embargo la cantidad de gas, en unidades de masa, varía con la presión y la temperatura a la cual se encuentra sometido dicho gas.

1.2. DIFERENCIAS DE USO EN HERRAMIENTA MANUAL Y NEUMÁTICA.

Las herramientas son elementos útiles que aumentan la capacidad de las manos para realizar un trabajo. Capacidad que puede significar más impacto

(martillo), mayor fuerza al asir (pinzas), más torsión (llave, desarmador) e incluso nuevas funciones (sierra de mano, caudín), etc.



Gráfico 1.4. “Herramientas Manuales 1”¹

El Ingeniero Mecánico Automotriz debe realizar en su trabajo diario, tareas muy diversas, como son los desmontajes y montajes de accesorios, el re conformado de elementos de chapa y la sustitución de piezas dañadas realizando el corte y la soldadura de las mismas. Para poder llevar a cabo tan diversas tareas, en un periodo de tiempo óptimo y con la calidad deseada, de forma que no afecten ni a la estética ni a la seguridad del vehículo reparado, es absolutamente indispensable que el Ingeniero Mecánico Automotriz disponga en su puesto de trabajo de una serie de herramientas, equipos y accesorios muy variados, que aseguren que el trabajo sea realizado en las mejores condiciones para garantizar una correcta reparación con óptima confiabilidad.

¹ Maleta con juego de herramientas manuales, incluyen dados, llaves mixtas en pulgadas y milímetros, llaves rachas y puntas de desarmador marca Stanley valor aproximado en el mercado 285 USD

Una reparación de calidad depende, además del proceso de trabajo seguido, de las herramientas y de los equipos utilizados. La práctica, el conocimiento y uso de todas las herramientas, equipos y accesorios por parte del ingeniero automotriz son de máxima importancia para conseguir los objetivos propuestos ya que gracias a ellos se podrán realizar las reparaciones de un modo eficiente y seguro.

Dentro de las herramientas del taller, se dividen en cuatro grandes grupos, que son:

1.2.1. Herramientas manuales.

Las herramientas manuales son elementos de trabajo utilizados generalmente de forma individual y que requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana.

Estas herramientas utilizan la fuerza propia del ingeniero automotriz para su funcionamiento, este grupo está constituido por una gran variedad de herramientas de mano que son, en general, de múltiples usos. Aunque la mayoría son de uso polivalente y las hay de usos específicos.



Gráfico 1.5. “Herramientas Manuales 2”²

² Manual Norgren “Uso Herramienta” USA 2002

Las herramientas manuales del taller pueden ser clasificadas en función de la operación en la cual se emplean, realizando la siguiente agrupación: de uso general, y de uso específico, dentro de estas últimas están incluidas las de medición, conformación, corte y ajuste.

Las **Herramientas manuales de uso general**, o uso no específico y polivalente son herramientas que no tienen un uso definido y que se utilizan principalmente para el montaje y desmontaje de partes y piezas del vehículo. Aquí se encuentran los destornilladores (plano, estrella, torx y allen), llaves (planas o fijas, estrellas, combinadas, inglesas, de tubo, de media vuelta), alicates o tenazas y limas (planas, redondas, curvas).

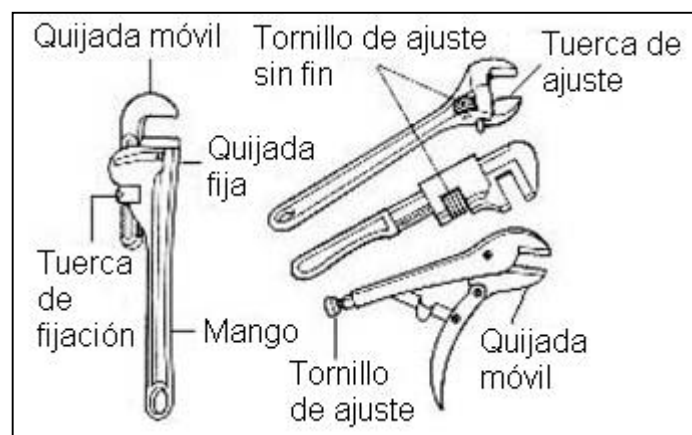


Gráfico 1.6. “Herramientas Manuales Uso General”³

Las **Herramientas manuales de uso específico**, son aquellas que tiene un uso definido y que se utilizan o se destinan a trabajos especiales en el vehículo. Se presentan las llaves de torque, llaves de bujías, escariadores, saca bocados, prensa válvulas, llaves de rines, etc.

³ Manual Norgen “Uso Herramienta” USA 2002

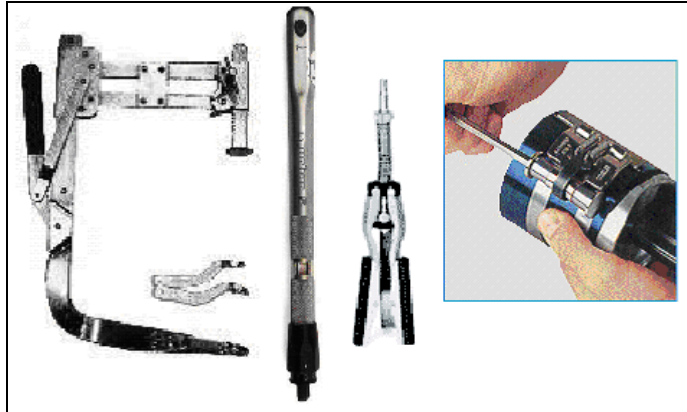


Gráfico 1.7. “Herramientas Manuales Uso Específico”⁴

Las **Herramientas manuales de corte y ajuste**, son aquellas destinadas al corte de la chapa de acero y al ajuste y acoplamiento de elementos del vehículo, especialmente la carrocería en la que se sustituyen los elementos dañados por otros en buen estado. Dentro de este subgrupo se incluyen los cinceles o cortafríos, puntas de trazar, sierras, cizallas y mordazas de fijación con distintas geometrías.



Gráfico 1.8. “Herramientas Manuales Corte y Ajuste”⁵

Las **Herramientas manuales de medición**, se utilizan para realizar algún tipo de medición de las tolerancias, rangos de calibración, cotas internas del motor, transmisión y cotas de la carrocería. Aquí nos encontramos el flexómetro, nivel,

⁴ American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

⁵ American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

calibrador, micrómetro, reloj comparador, galgas para comprobación de holguras, galgas de nivel y el compás de varas.

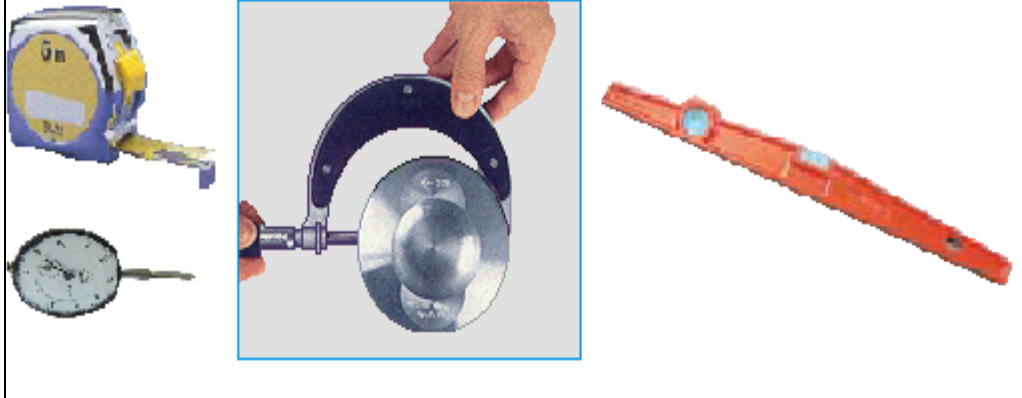


Gráfico 1.9. “Herramientas Manuales de Medición”⁶

1.2.2. Herramientas de accionamiento eléctrico.

Las herramientas de accionamiento motriz, se usan manualmente pero disponen de accionamiento eléctrico o neumático. La utilización de estas herramientas evita al operario realizar un considerable esfuerzo y a la vez que proporcionan una mayor regularidad y eficacia en el trabajo, favoreciendo una menor fatiga del operario y consiguiendo una mayor rapidez en las operaciones.



Gráfico 1.10. “Herramientas Accionamiento Eléctrico”⁷

⁶ American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

⁷ American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

Se realiza una clasificación de este grupo atendiendo al tipo de accionamiento, encontrándonos dos subgrupos el primero que son las herramientas de accionamiento motriz eléctrico y el segundo las herramientas de accionamiento neumático. En el grupo de herramientas con accionamiento motriz eléctrico nos encontramos con taladros, sierras alternativas, lijadoras, esmeriladoras, fresadoras, despunteadoras, perforadoras y sopletes de aire caliente.

1.2.3. Herramientas de accionamiento neumático.

En las herramientas de accionamiento neumático se utiliza la potencia suministrada por un compresor en forma de presión y caudal de aire. Las herramientas que utilizan accionamiento neumático están destinadas a obtener mayor potencia que las accionadas eléctricamente. Funcionan bajo la acción directa del flujo de aire comprimido el cual, sometido a una presión determinada, acciona bien un pequeño rotor que acciona al útil específico, o bien transmite la potencia por medio de pistones.



Gráfico 1.11. “Herramientas Accionamiento Neumático”⁸

⁸ American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

Las herramientas neumáticas funcionan gracias a las presiones generadas por el aire comprimido a través de un compresor, este -motor del sistema- debe poseer las características y cualidades que más se amolden a las necesidades de la industria. Bien puede ser un elemento pequeño que sirva a una sola herramienta o uno que sirva a toda una línea de aire para producción.

En las herramientas de accionamiento eléctrico se aprovecha al movimiento circular propio de la unidad motriz, bien directamente (lijadoras, taladros...), o bien se transforma la dirección de trabajo en un movimiento rectilíneo (sierra alternativa).

1.2.4. Equipos auxiliares.

Como equipos auxiliares se engloban a los equipos de aspiración, de soldadura, de enderezado y los de seguridad.

1.3. Beneficios del Uso de las Herramientas Manuales, de Accionamiento Eléctrico y Neumáticas.

Herramientas Manuales:

En general el uso de herramienta manual es muy conocido y no constituye mayor grado de dificultad su utilización, no implica una capacitación muy extensa para su manejo y mantenimiento. Aunque se debe crear una cultura del uso de la herramienta de mano de acuerdo a las características físico-mecánicas de cada herramienta y los procedimientos de seguridad previamente establecidos.

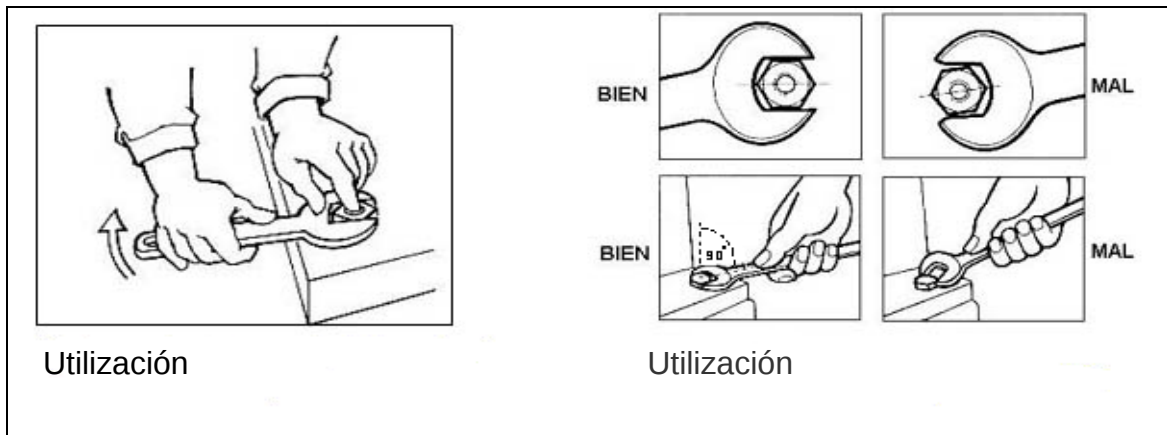


Gráfico 1.12. “Uso Herramienta Manual”⁹

Herramientas de Accionamiento Motoriz Eléctrico y Neumático

Seguridad:

Al no emplear la fuerza humana el ingeniero automotriz se preocupa más de buscar las medidas adecuadas de las herramientas a usarse consiguiendo eficiencia en el ajuste, evitando errores y evitando daños físicos en el usuario de la herramienta.

Rapidez:

Como no interviene esfuerzo físico no hay agotamiento en el operador lográndose incremento de rendimiento y trabajo lográndose cumplir los objetivos propuestos al planificar el trabajo.

Confiabilidad:

Los trabajos realizados al utilizar herramientas neumáticas o hidráulicas brindan confiabilidad y seguridad de ajuste, lo que se podría comprobar con los torquímetros.

⁹Manual SHINAMO “ergonomía y uso de herramienta”

1.4. Ventajas del Uso de las Herramientas Manuales, Accionamiento Eléctrico y Neumáticas.

Herramientas Manuales.

La única ventaja del uso de las herramientas manuales es el monetario ya que el costo de adquisición de las mismas no representan en el mercado Ecuatoriano y en costos elevados, exceptuando ocasiones en las cuales el tamaño, su uso específico, los procesos y materiales utilizados en su fabricación, la complejidad y por supuesto la calidad de la herramienta que agrega un valor adicional al precio final.

Las herramientas de mano son artefactos que ayudan al ingeniero automotriz a realizar su trabajo, y se caracterizan por amplificar o reducir alguna de las funciones propias de la mano, aumentando la funcionalidad de las mismas y una mayor capacidad de impacto (martillo), mayor fuerza de asir (pinzas), mayor torsión (llave, desarmador) e incluso nuevas funciones (sierras de mano, cautín) etc.

Herramientas de Accionamiento Motriz Eléctrico y Neumático.

A pesar de que el costo monetario es mayor, este se compensa porque se logra reducir los tiempos de desembalaje y ensamblaje de los equipos en los que intervienen el uso de esta herramienta, además que se logra eliminar cualquier daño físico al operador, lo que al final es beneficioso tanto económico como laboral en el personal por cuanto se aumenta la seguridad industrial y seguridad física, que es lo que se busca en el desarrollo de una tarea.

1.5. Desventajas del Uso de las Herramientas Manuales, Accionamiento

Eléctrico y Neumáticas.

Herramientas Manuales.

- El nivel de seguridad durante la utilización de la tarea es bajo.
- Demanda mayor esfuerzo físico.
- Requiere mayor tiempo de trabajo.
- Excesivo estrés.
- Para trabajos en serie requiere mayor tiempo.
- Reduce el tiempo de trabajo prolongado.
- Potencia de trabajo baja.

Herramientas de Accionamiento Eléctrico.

- Se requiere una fuente de energía eléctrica.
- Alto costo de adquisición, reposición y mantenimiento.
- No aplicable al uso de trabajo pesado.
- Incremento de temperatura en la herramienta durante trabajos prolongados.
- Para trabajos pesados externos es necesario la utilización de un generador de corriente externo.
- Condiciones ambientales adversas no permite su uso.
- No existe refrigeración interna.
- Vida útil limitada.

Herramientas de Accionamiento Neumático.

- Necesita un acumulador de aire o un compresor.
- Alto costo de adquisición y reposición.

- Condiciones ambientales adversas no permite su uso.
- Se necesita la alimentación de aire seco y limpio.

1.6. TABLA COMPRATIVA ENTRE EL USO DE HERRAMIENTA MANUAL, ELÉCTRICA Y NEUMÁTICA.

Tabla 1.2. “Comparación Herramienta Manual y Eléctrica” Elaborado, Byron Sánchez, año 2009

	HERRAMIENTA		
	MANUAL	ELÉCTRICA	NEUMÁTICA
COSTO DE ADQUISICIÓN BAJO	SI	NO	NO
ELEVADO NIVEL DE SEGURIDAD PARA UTILIZACIÓN	NO	SI	SI
ADQUISICIÓN EN EL MERCADO LOCAL	SI	SI	SI
APLICACIÓN ELEVADA PARA EL TRABAJO PESADO	NO	NO	SI
OPTIMIZACIÓN DE TIEMPO DE TRABAJO	NO	SI	SI
COSTO OPERATIVO BAJO	SI	N/A	SI
BAJO ESFUERZO DEL OPERADOR	NO	SI	SI
TEMPERATURA DE OPERACIÓN BAJA DURANTE LARGOS PERIODOS DE TRABAJO	SI	NO	SI
ELEVADA RAPIDÉS Y RENDIMIENTO PARA REALIZAR EL TRABAJO	NO	SI	SI
INTERCAMBIO MÚLTIPLE DE PIEZAS DE AJUSTE Y ACCESORIOS	SI	SI	SI
APLICACIÓN PARA TRABAJOS DE MANUFACTURA EN SERIE	NO	SI	SI
TIEMPO DE UTILIZACIÓN PROLONGADO SIN PARADA	NO	NO	SI
POTENCIA DE TRABAJO ALTA	NO	SI	SI
MOVILIZACIÓN DEL EQUIPO PARA USO EXTERNO	SI	NO	SI
CAPACIDAD DE UTILIZACIÓN EN CONDICIONES AMBIENTALES ADVERSAS	SI	NO	NO

REFRIGERACIÓN INTERNA	N/A	NO	SI
MANTENIMIENTO COSTOSO	N/A	SI	NO
REPOSICIÓN COSTOSA	NO	SI	NO
MAYOR CUIDADO Y LIMPIEZA CONTRA CONTAMINACIÓN EXTERNA	N/A	SI	NO
VIDA UTIL SUPERIOR	SI	NO	SI

CAPÍTULO 2

2. COMPRESORES DE AIRE ESTACIONARIOS

Los compresores se emplean para aumentar la presión de variedad de gases o vapores. Un caso común es el compresor de aire, que suministra aire a elevada presión para utilizarlo como: transporte neumático, pintura a pistola, inflamamiento de neumáticos, limpieza, herramientas neumáticas y perforadoras. Otro es el compresor de refrigeración, empleado para comprimir el gas del vaporizador. Otras aplicaciones abarcan procesos químicos, conducción de gases, turbinas de gas y construcción.

2.1 CLASIFICACIÓN.

Existe una gran variedad de equipos para la compresión de aire, uno es para propósitos de potencia y el otro para gases de procesos en refinerías y plantas químicas. Los requerimientos para ambos grupos pueden variar sustancialmente, pero la selección del equipo debe regirse por criterios económicos.

Si se compara con turbos soplantes y ventiladores centrífugos o de circulación axial, en cuanto a la presión de salida, los compresores se clasifican generalmente como máquinas de alta presión, mientras que los ventiladores y soplantes se consideran de baja presión. Al clasificarse según el tipo de construcción, los compresores volumétricos, se subdividen en los de émbolo y rotor, los de paletas, centrífugos y axiales.

Es posible la división de los compresores en grupos de acuerdo con el medio en donde se utilizan los cuales pueden ser artesanales o industriales.





Una bomba de bicicleta, puede considerarse como un compresor simple de desplazamiento positivo. El pistón va fijado a un vástago tubular, seguro y manejable, lleva en su extremo una pieza de cuero en forma de copa, que se abre al descender el pistón cuando trabaja la citada bomba. El movimiento descendente del pistón, causa una presión inicial, lo suficientemente alta como para abrir el cuero, y producir un ajuste hermético entre éste y la pared del cilindro. El aire, es forzado a salir y pasa al interior del neumático, a través de una válvula de no retorno (válvula check). Al realizar el movimiento ascendente del pistón se crea un vacío

47

parcial en el interior del cilindro, permitiendo el paso del aire atmosférico hacia el interior de éste, y así el ciclo se repite una y otra vez. El cuero, realmente actúa como una válvula de no retorno, puesto que abre para permitir el paso del aire al interior del cilindro (carrera ascendente), pero evita su escape en la carrera descendente, según el ajuste hermético del pistón de cuero.

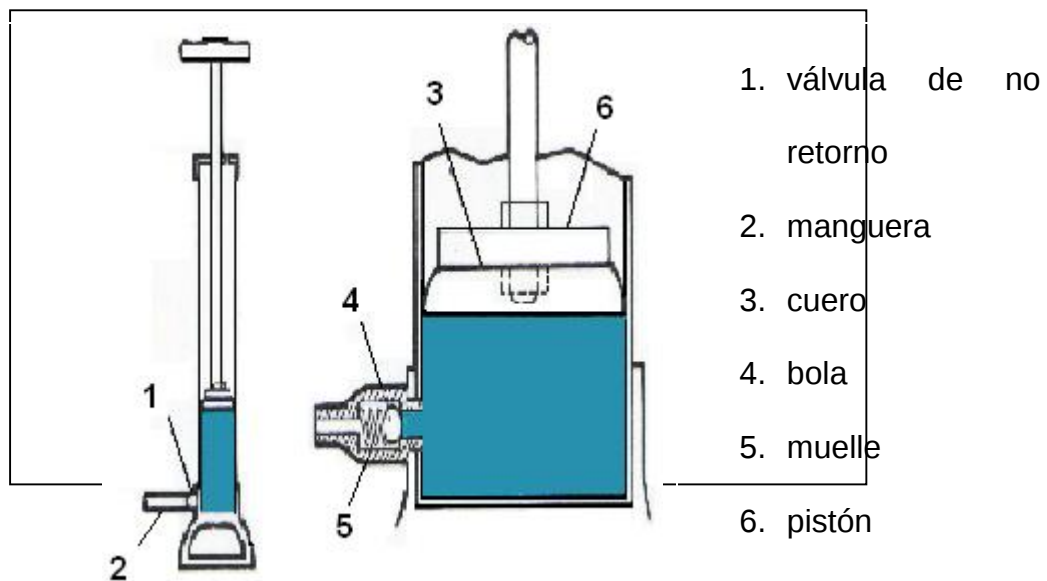


Gráfico 2.2. “Compresor de desplazamiento positivo en su forma más simple, la bomba de bicicleta”¹¹

Los compresores alternativos utilizan el mismo principio, es decir, el aire que ingresa al cilindro es comprimido por un pistón, el mismo que va conectado a una biela y ésta a un eje cigüeñal. La diferencia entre las presiones de aspiración e impulsión, representan el trabajo efectuado por el compresor. La relación de presión, viene dada por el cociente entre la presión absoluta de impulsión y la presión absoluta de aspiración. Una máquina que comprime aire desde la presión

¹¹ Aire Comprimido. Equipos y Herramientas Neumáticas, Carnicer Royo, Enrique, Gustavo Gili, S.A. Primera Edición 1981

atmosférica y lo descarga a una presión efectiva de 7 bares. Funciona según la relación de presión de:

De esta forma, multiplicando la presión absoluta de aspiración, por la relación de presión del compresor, se obtiene la presión de descarga absoluta. El compresor obliga a las moléculas a ocupar un espacio más pequeño, como consecuencia la velocidad de éstas se incrementa, produciéndose un aumento de la temperatura.

2.1.2. Compresores Industriales.



Gráfico 2.3 “Compresores Industriales 1”¹²

La utilización del aire comprimido en el sector industrial contribuye a aumentar el rendimiento; efectivamente, hoy existe aire comprimido en cada planta

¹² *Manual Atlas Copco, 1979*

industrial; y es que un compresor aporta facilidades que permiten economizar mano de obra y a su vez incrementar la producción de los procesos.

La selección de un compresor por consiguiente, requiere de un cuidadoso análisis, ya que es una de las decisiones más importantes que hay que tomar, a la hora de instalar una nueva planta o ampliar una ya existente.

Un compresor es con frecuencia uno de los elementos de mayor consumo de energía, y su rendimiento, obviamente, tiene una influencia considerable sobre los costos de funcionamiento totales, pero se compensa con el incremento de la producción y la eficiencia en el trabajo.

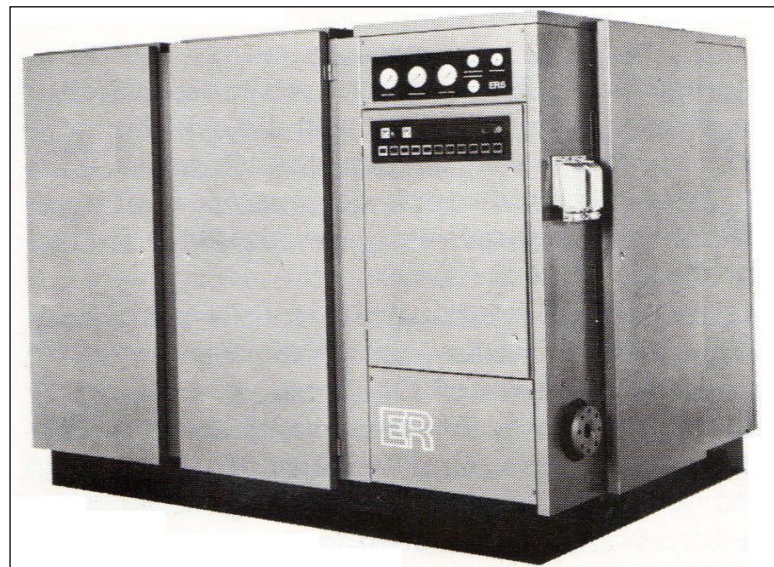


Gráfico 2.4. “Compresores Industriales 2”¹³

Los compresores de aire de pequeña capacidad tienen muchas aplicaciones, especialmente en las industrias de servicio público.

Las necesidades de aire son muy variadas, y por ello se ha desarrollado muchos tipos de compresores que han venido a satisfacer tales necesidades. Hay por ejemplo unidades compresoras accionadas por correas trapezoidales,

¹³ *Manual Atlas Copco, 1979*

unidades compresoras con motores eléctricos directamente embridados, y, unidades completas; es decir, unidades compactas montados sobre plataformas móviles, con o sin arrancadores.

2.2. PARTES CONSTITUTIVAS DE LOS COMPRESORES.

Dentro de este grupo vamos a considerar a los más importantes que son:

- Los compresores rotativos de aletas
- Los compresores rotativos de tornillo
- Los compresores de pistón o reciprocantes

2.2.1 Compresores Rotativos de Aletas:

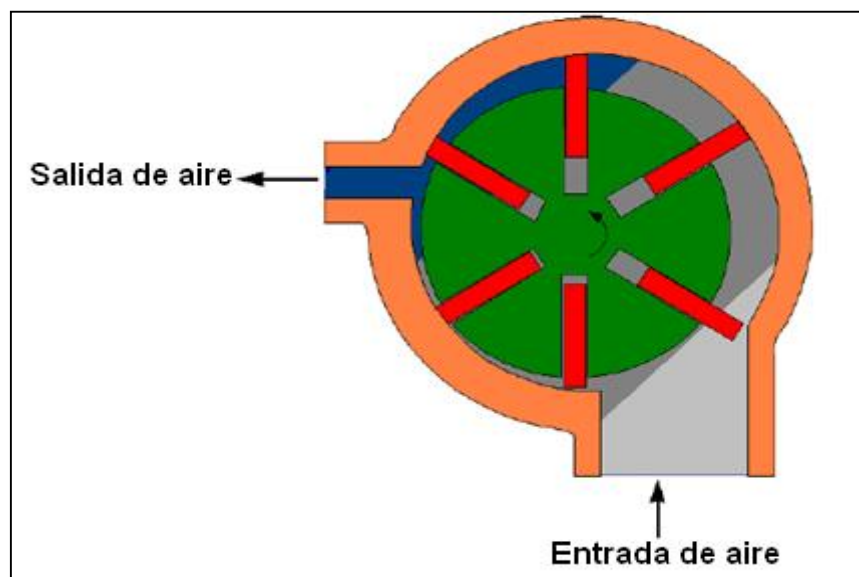


Gráfico 2.5. "Compresor Rotativo de Aletas" ¹⁴

Son máquinas que tienen aletas dispuestas en ranuras axiales sobre el rotor montado excéntricamente dentro de una carcasa cilíndrica.

El principio de funcionamiento de estos compresores es el siguiente:

¹⁴ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

Cuando el rotor gira las aletas se pegan contra la carcasa por acción de la fuerza centrífuga, sellándose así el espacio entre dos aletas consecutivas.

El aire entra al compresor cuando el volumen decrece por efecto de la excentricidad.

2.2.2. Compresores Rotativos de Tornillo:

Este tipo de compresores son de desplazamiento positivo, con una determinada relación de compresión.

El principio paso a paso del funcionamiento se evidencia en el siguiente esquema.

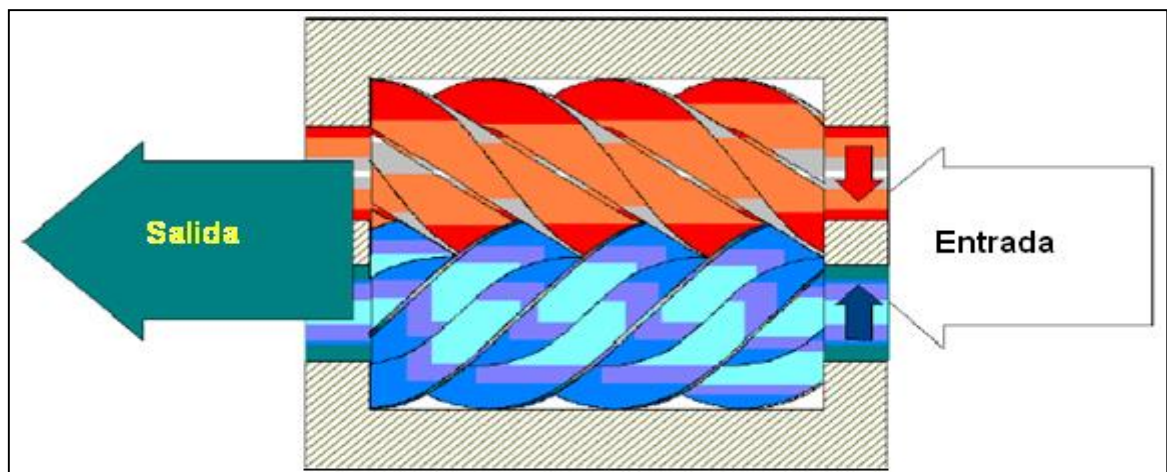
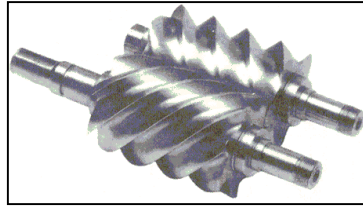


Gráfico 2.6. “Compresor Rotativo de Tornillo”¹⁵

Los rotores helicoidales engranados entre sí y ubicados dentro de una carcasa; comprimen y desplazan el gas hacia la descarga. Los lóbulos de los dos rotores no son iguales; los del macho o rotor principal son de forma tal que se ajustan en las cavidades de la hembra o rotor conducido.

¹⁵ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

Los rotores pueden no tener el mismo número de lóbulos y por ello opera a mayor velocidad.



¹⁶ **Gráfico 2.7. “Rotores Compresor de Tornillo”**

Cuando la presión real de trabajo, no corresponde con la relación de presión determinada, puede darse uno de los supuestos que se muestran en los gráficos que se muestra a continuación.

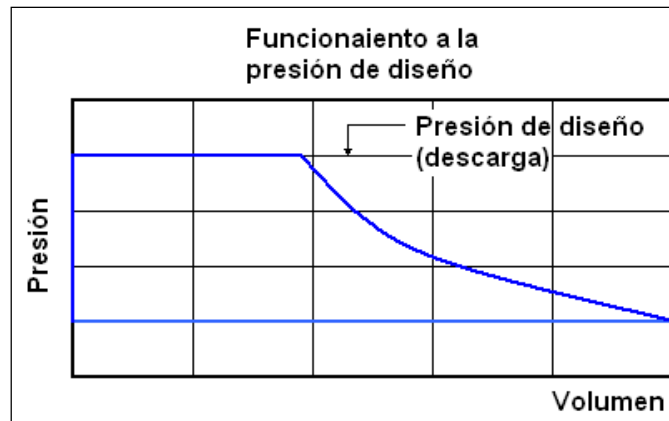


Gráfico 2.8. “Funcionamiento Compresor de Tornillo a Presión de Diseño”

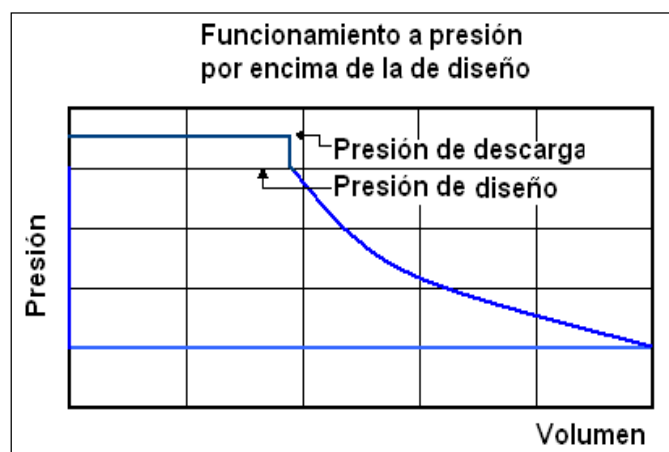


Gráfico 2.9. “Funcionamiento Compresor de Tornillo a Sobre Presión de Diseño”

¹⁶ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

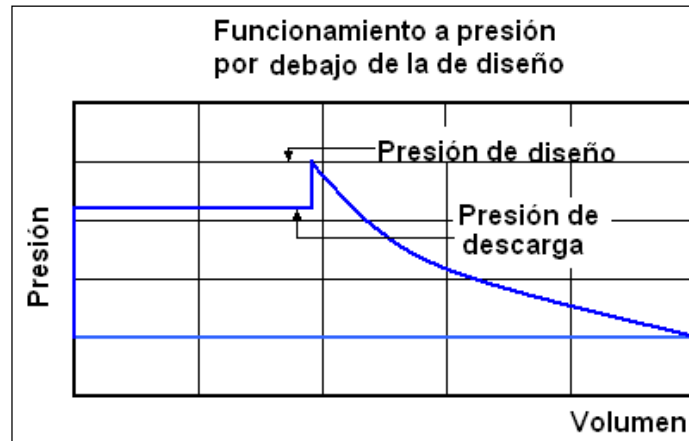


Gráfico 2.10. "Funcionamiento Compresor de Tornillo a Bajo Presión de Diseño"

Estos compresores pueden funcionar a velocidades elevadas, debido al hecho de que no existan válvulas de aspiración/impulsión ni fuerzas mecánicas que pueden generar desequilibrios; y todo ello hace posible, que sus dimensiones exteriores sean muy pequeñas en relación a su capacidad de generación de aire comprimido.

Los compresores de tornillo del tipo seco, incorporan engranajes de distribución, para sincronizar la relación de los rotores macho y hembra. Por otro parte, los rotores no se tocan, ni entre sí, ni con la carcasa, y en consecuencia no se precisa lubricar el espacio de compresión (interlobular). Por lo tanto el aire que suministra es exento de aceite.

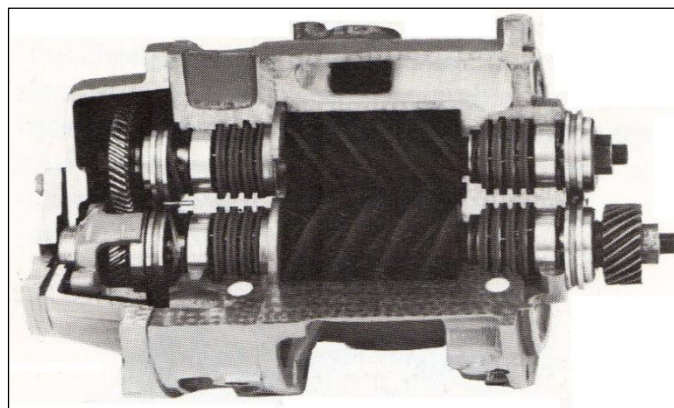


Gráfico 2.11. "Vista Seccionada Compresor De Tornillo"

Rotativo, Tipo Seco, De Una Etapa”¹⁷

Para lograr un rendimiento aceptable, en este tipo de compresores, debido a que su capacidad es pequeña, es necesario que el eje gire a velocidades elevadas. No obstante, si en el espacio interlobular se inyecta aceite, pueden entonces reducirse dichas velocidades.

La inyección de aceite cumple tres funciones:

- Disminuir, e incluso anular sus tolerancias.
- Refrigerar el aire durante la compresión, y
- Lubricar los propios rotores.

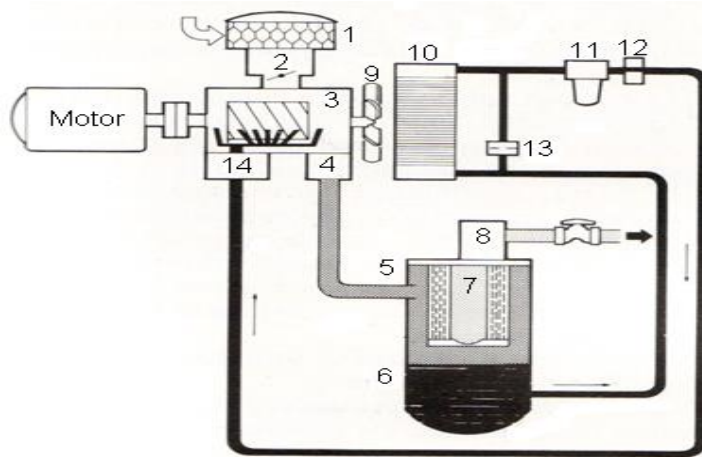
El aceite inyectado, re circula y después de la compresión se recupera, según el circuito indicado anteriormente. Y todo ello en base a que la temperatura del mismo puede mantenerse relativamente baja. Dicha recuperación se realiza en dos etapas:

- Primera: Con un separador mecánico
- Segunda: El filtro desoleador, instalado en el Interior del depósito de aceite.

Generalmente, la inyección se realiza utilizando la presión del aire de descarga.



¹⁷ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003



- | | |
|---|--------------------------------|
| 1. Filtro de aspiración | 8. Válvula de no retorno |
| 2. Válvula de estrangulación (aspiración) | 9. Ventilador de refrigeración |
| 3. Elemento Compresor | 10. Refrigerador de aceite |
| 4. Válvula de no retorno | 11. Filtro de aceite |
| 5. Separador de aceite completo | 12. Restrictor |
| 6. Colector de aceite | 13. Válvula termostática |
| 7. Filtro separador de aceite | 14. Válvula de no retorno |

Gráfico 2.12. “Circuito Circulación Aceite, Para Compresor De Tornillo Rotativo En Baño De Aceite”

Algunas veces, también se utiliza una bomba de barrido, similar a la que incorporan los motores diesel, para asegurar la presión de inyección de aceite, por lo que se instala una válvula de presión mínima, que mantiene dicha presión de descarga.



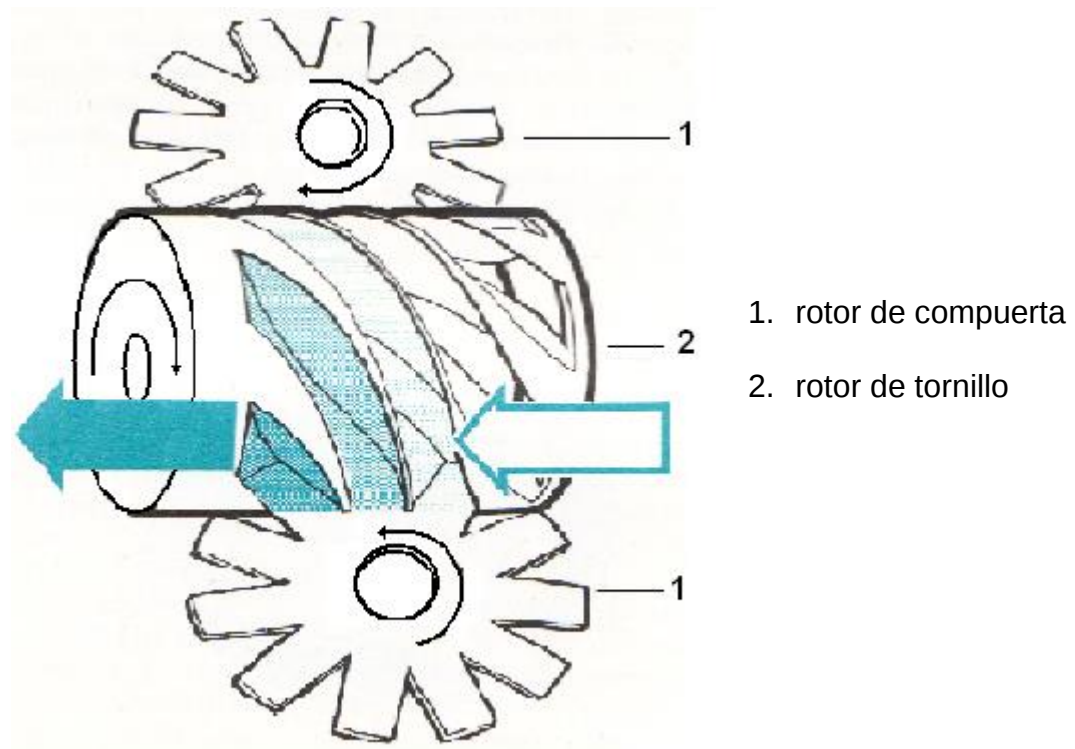


Gráfico 2.13. “Principio Funcionamiento Compresor Tornillo Con Inyección De Aceite Con Un Solo Eje”¹⁸

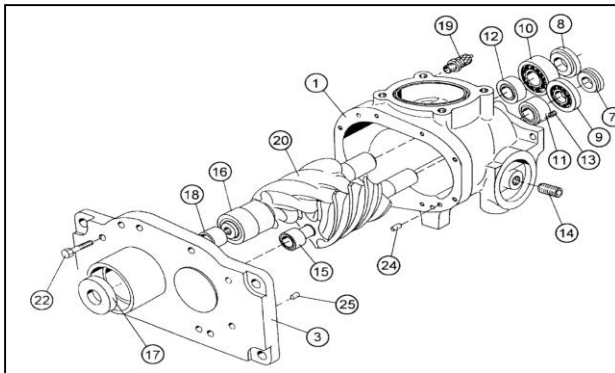
El rotor de tornillo, se entrelaza con dos rotores de compuerta, instalados simétricamente, para asegurarse un sellado hermético, entre los rotores de compuerta y el rotor de tornillo, el perfil de las acanaladuras practicadas en este último, se extiende a lo largo de un arco de círculo. De esta manera el núcleo del tornillo tendrá forma lenticular, semejante a un reloj de arena. El aire de aspiración, entra a través de pasos o acanaladuras, y determinan la relación de compresión. La regulación del flujo o descarga, en los compresores de tornillo, se logra generalmente incorporando una válvula de estrangulación, que corta o restringe la entrada de aire a la máquina.

¹⁸ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

La tubería de impulsión, intercala una válvula de retención, que cierra cuando cesa el suministro de aire. Cuando el compresor trabaja en vacío, sin carga, el aire pasa del lado de alta presión al lado de aspiración (aire de recirculación), con lo que se evita el que la máquina funcione como bomba de vacío.

El flujo también puede regularse, variando la velocidad de giro de la unidad de accionamiento. La válvula de retención, intercalada en la tubería de impulsión, sirve para evitar que el compresor trabaje como un motor.

2.2.2.1. Partes Constitutivas del compresor de Tornillo



1	Cuerpo del compresor	1
3	Tapa del cuerpo del compresor	1
7	Retenedor	1
8	Retenedor	1
9	Rulimán	1
10	Rulimán	1
11	Rodamiento de balanceo	1
12	Rodamiento de balanceo	1
13	Resorte	2

14	Neplo del filtro de aceite en T3	1
15	Rodamiento de balanceo	1
16	Rodamiento de balanceo	1
17	Sello de ensamble del eje	1
19	Conector	1
20	Set del rotor	1
22	Tornillo	8
24	Pin guía	2
25	Pin guía	1

Gráfico 2.14. “Partes Constitutivas del Compresor de Tornillo” ¹⁹

2.2.3. Compresor Reciprocante de Pistón:

En un compresor convencional de una etapa la rotación del eje del compresor, se convierte en movimiento rectilíneo alternativo, por medio de una biela conectada al cigüeñal. El pistón, dentro del cilindro, funciona de la misma forma que en el caso de la bomba de bicicleta. Ahora bien, en lugar de utilizar un cuero como válvula, incorpora válvulas de aspiración e impulsión, montadas en el propio cilindro. Tales válvulas, pueden considerarse también, como válvulas de no retorno, puesto que el paso de aire se efectúa en una sola dirección. La válvula de aspiración, permite el paso del aire atmosférico al interior del cilindro, ya que en el movimiento de descenso del pistón, se crea una depresión o vacío, de tal forma que al ser más elevada la presión atmosférica, ésta abre la válvula de aspiración y el aire entra llenando el cilindro. En la carrera de retorno o ascendente, la presión aumenta por encima de la atmosférica, cerrando la válvula de aspiración, y cuando dicha presión vence la fuerza que mantiene a la válvula de impulsión cerrada, ésta abre y se produce la descarga del compresor.

Las referidas válvulas, son casi siempre automáticas y funcionan merced a la diferencia de presiones, interior y exterior, que llega a establecerse. Se diseñan como conjuntos completos y se instalan en las respectivas lumbreras del cilindro, cada conjunto consta de un asiento de válvula, discos y porta válvula.

Los asientos son discos de acero de pequeño espesor y planos, cuya superficie va provista de ciertas acanaladuras a modo de anillos circulares. Los discos se adhieren contra el asiento, merced a la acción de muelles helicoidales,

¹⁹ GARNER DENVER modelo ELA99A

manuteniéndose así la válvula en posición cerrada, cada disco cubre o tapa una acanaladura (lumbrera).

En una válvula de impulsión, tal lumbrera abre directamente dentro del cilindro, al comprimirse el aire la presión debe incrementarse lo suficiente como para vencer la reacción de los muelles, más la presión del aire situado en la lumbrera de impulsión del cilindro. Cuando esto ocurre, la válvula abre y el aire pasa desde el interior del cilindro a la lumbrera de impulsión, al final de la carrera, las presiones en ambas caras de la válvula se equilibran y entonces los muelles cierran de nuevo la válvula.

Las válvulas de aspiración funcionan de forma similar, excepto que solamente dejan pasar el aire atmosférico, cuando la presión en el cilindro es ligeramente inferior a la presión de entrada (presión atmosférica), el porta válvulas que lleva alojados los muelles, limita el desplazamiento de los discos.

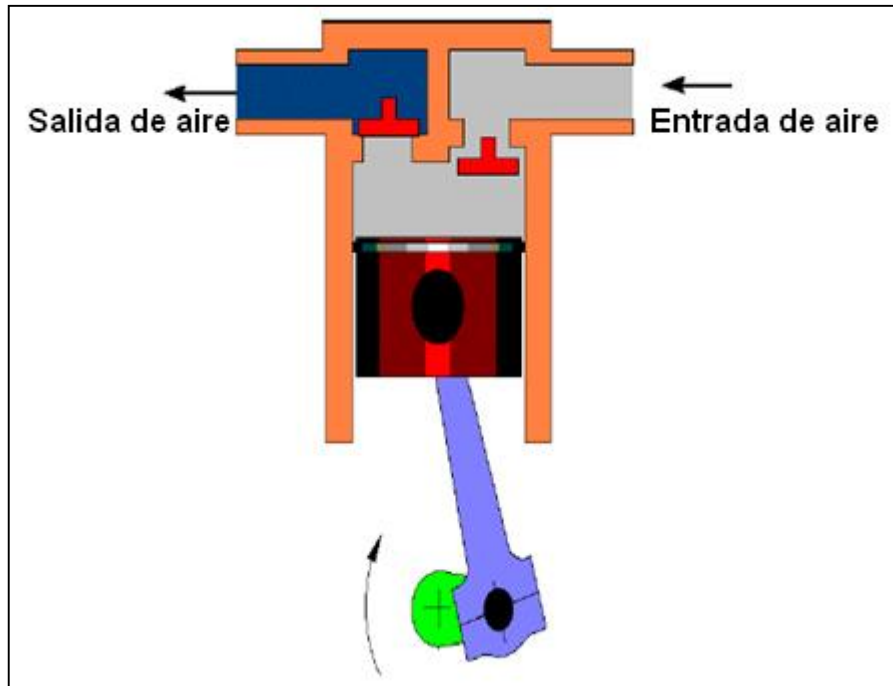


Gráfico 2.15. “Compresor Reciprocante de Pistón”²⁰

El aire que entra al cilindro debe ser comprimido, desde la presión de aspiración inicial a la presión de impulsión o descarga final, continua, termodinámica y mecánicamente. Este proceso se conoce con el nombre de *compresión en una etapa*.

Por otra parte, algunas veces es necesario comprimir, en un primer cilindro, hasta sólo una parte de la presión deseada, refrigerar el aire en un intercambiador de calor (refrigerador intermedio) exterior al cilindro, y comprimir después, en un segundo cilindro, el aire enfriado, hasta la presión final de descarga. Esta es la llamada *compresión en dos etapas*.

Asimismo, pueden efectuarse más de dos etapas de compresión, con refrigeración intermedia entre etapas, lo que será función de la relación entre las presiones inicial y final.

²⁰ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

Estos son los tipos de compresores de desplazamiento positivo, más antiguos y conocidos. En estos equipos el elemento principal de compresión es que el pistón se mueve alternativamente dentro de un cilindro, lográndose así la reducción del volumen del gas.

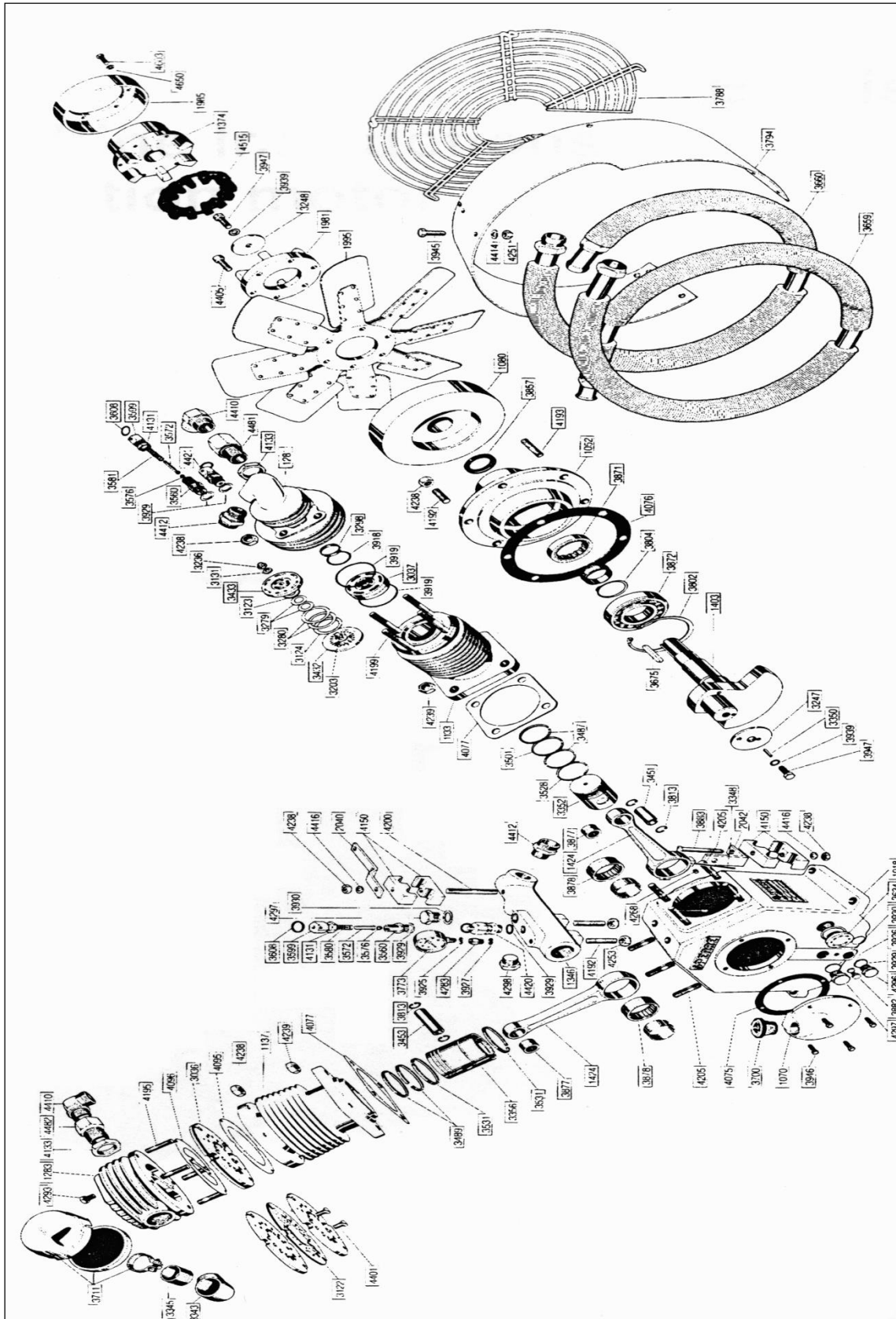
Los compresores de simple efecto comprimen el aire en la parte superior del cilindro y normalmente son del tipo entrocado, mientras que los de doble efecto requieren un acople mediante crucetas, para procurar que el movimiento del vástago sea lineal, con lo cual puede lograrse una reducción en el largo del pistón, creándose dos cámaras de compresión: una por arriba y otra por debajo del mismo.

Los compresores alternativos de pistón son los equipos de compresión más usados; poseen un amplio rango de tamaños y tipos diferentes, su potencia varía desde fracciones de HP hasta unidades de más de 12.000 HP, con rangos de presión desde menos de uno hasta más de 4000 bar.

Debido al movimiento recíprocante de los pistones y a otras partes rotantes desbalanceadas, las fuerzas de inercia tienden a desbalancear la unidad; por ello es necesario emplear alguna base o fundación que estabilice la instalación. La aplicación de este requerimiento depende del tipo y tamaño de compresor.

Dadas las características del funcionamiento de este tipo de compresores, el flujo del aire que ellos entregan no es continuo sino pulsante, lo que representa una desventaja. Sin embargo, ello puede minimizarse utilizando un amortiguador de pulsaciones.

2.2.3.1. Partes Constitutivas del compresor de Pistón.



1	Cárter		1	Anillo de seguro	3804
1018			4	Anillo de seguro	3813
1	Receptor Rodamiento	1052	1	Anillo de sellado	3857
1	Tapa del cárter	1070	1	Rulimán	3871
1	El volante	1080	1	Rulimán	3872
1	Cilindro de alta	1133	2	Soporte de aguja	3877
1	Cilindro de baja	1137	2	Soporte de aguja	3878
1	Cabeza de cilindro de alta		1	Perno	3882
1281			1	Perno	3883
1	Cabeza de cilindro de baja		1	Anillo de válvula sellado	3918
1283			2	Anillo de válvula sellado	3919
1	Manifold	1346	1	Empaque de Cobre	3925
1	Acople de Mando	1374	1	Empaque de Cobre	3926
1	Cigüeñal	1403	1	Empaque de Cobre	
2	Bielas	1424	3927		
1	Acople mando compresor	1981	3	Empaque de Cobre	3929
1	Receptor del acople	1985	2	Empaque de Cobre	
1	Ventilador	1995	3930		
1	Soporte acodado	2040	2	Empaque de Cobre	3932
1	Soporte angular derecho	2042	2	Arandela	3939
1	Válvula de baja	3036	11	Perno	3945
1	Válvula de alta	3037	4	Perno	3946
1	Plato de válvula de baja	3122	2	Perno	3947
1	Plato de válvula de alta	3123	1	Empaque	4075
1	Plato de válvula de alta	3124	1	Empaque	4076
1	Arandela	3131	2	Empaque	4077
1	Perno de la válvula	3203	1	Empaque	4095
1	Tuerca de la válvula		1	Empaque	4096
3236			1	Juego de empaques	
1	Disco final del cigüeñal	3247	4120		
1	Disco final del volante	3248	2	Tuerca de seguridad	
2	Resorte de la válvula	3279	4131		
2	Resorte de la válvula	3280	2	Tuerca de seguridad	4133
1	Anillo de la guía	3298	1	Abrazaderas de bloqueo	4150
1	Codo del filtro	3343	7	Perno corrido	
1	Neplo liso	3345	4192		
1	Receptor de aceite	3348	1	Perno corrido	
1	Pasador tubolar	3350	4193		
1	Pistón de alta		4	Perno corrido	
3352			4195		
1	Pistón de baja	3358	4	Perno corrido	
1	Pasador del plato inferior	3432	4199		
1	Pasador del plato superior	3433	1	Perno corrido	
1	Pasador muñón de alta	3451	4200		
1	Pasador del muñón baja	3453	8	Perno corrido	
2	Rines rascadores aceite	3487	4205		
2	Rines rascadores aceite	3489	16	Tuercas	4238
1	Rines de compresión	3501	8	Tuercas	4239

1	Anillo de aceite de alta	3528	11	Tuerca seguridad	4251
2	Anillo de aceite de baja	3531	2	Tuerca seguridad	4253
1	Resorte de baja	3581	2	Juego de tornillos	4268
1	Tuerca de regulación	3599	1	Acople	
2	Agarraderas	3608	4283		
1	Mirilla de inspección		1	Tapón roscado	4293
3634			1	Tapón roscado	4296
1	Intercambiador calor Int	3659	2	Tapón roscado	4297
1	Intercambiador calor Ext	3660	1	Tapón roscado	4298
1	Llave	3675	1	Perno	4401
1	Válvula de alivio	3700	6	Perno	4405
1	Filtro de aire	3711	2	Codo	4410
1	Manómetro de alta	3773	2	Neplo	4412
1	Reja protectora	3788	16	Arandela	4414
1	Guardia	3794	2	Arandela	4416
1	Anillo de seguro	3802	1	Válvula de seguridad alta	4420
			1	Válvula de seguridad baja	4421
			1	Unión plana	4481
			1	Unión plana	4482
			11	Acople flexible	4515
			6	Perno	4603
			6	Arandela	4650

Gráfico 2.16. “Partes Constitutivas del Compresor de Pistón”²¹

2.3. PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DE LSO COMPRESORES.

2.3.1. Leyes y Constantes Físicas.

El primer principio de la termodinámica es una afirmación, valga la redundancia, del principio de conservación de la energía, para un sistema de masa constante.

El primer principio puede anunciarse de la siguiente forma:

La cantidad de trabajo producido o absorbido por un sistema, es igual a la cantidad de calor ganado o cedido por dicho sistema.

²¹ Catálogo GRAINGER 39, U.S.A. 2003

Dicho de otra forma, la energía ni se crea ni se destruye durante un proceso, aún cuando pueda transformarse de un tipo de energía a otro. El segundo principio de la termodinámica es más abstracto, pero puede enunciarse como:

El calor no puede pasar por sí mismo, de un cuerpo frío a otro más caliente.

Esto quiere decir que la energía existe a varios niveles de temperatura, y que sólo es utilizable, cuando puede moverse de un nivel superior a otro inferior.

a.- Gases perfectos

Un gas ideal es aquél que cumple fielmente la ecuación de los gases perfectos.

Ley de Boyle: establece que, a temperatura constante, los volúmenes ocupados por una misma masa gaseosa son inversamente proporcionales a las presiones que soportan:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 = Cte$$

Si el volumen se divide por dos, la presión se duplica. Un retenedor de gas telescópico es un recipiente a presión constante. El volumen del retenedor de gas varía con los cambios en la temperatura del gas o con la cantidad. Al incrementar las fuerzas de presión, el Espacio disminuye y las moléculas se juntan más

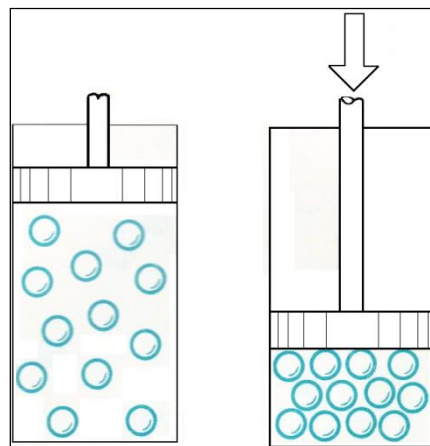


Gráfico 2.17. “Ley de Boyle”

El cilindro de la figura anterior contiene moléculas de gas. Cuando el pistón se desplaza hacia abajo, el gas se ve forzado a ocupar un espacio más pequeño, ejerciendo más fuerza sobre cada centímetro cuadrado de superficie con la que está en contacto; en definitiva aumenta la presión. Si el cilindro contiene un metro cúbico de aire a una presión efectiva de 1 **bar**, la presión absoluta será de 2 **bares** ($P_{ab} = P_{ef.} + P_{atm.}$). Si se comprime el gas hasta la mitad de su volumen inicial, manteniendo la temperatura constante, la nueva presión absoluta del gas será de 4 bares.

Ley de Charles: expresa que, el volumen de gas, a presión constante, es directamente proporcional a la temperatura absoluta.

$$V_1 / T_1 = V_2 / T_2 \text{ o también } \Delta V = V_1 / T_1 \cdot \Delta T$$

Ley de Amonton: expresa que, la presión de un gas, a volumen constante, es directamente proporcional a la temperatura absoluta:

$$P_2 / P_1 = T_2 / T_1; \text{ o también,}$$

$$P_1 / T_1 = P_2 / T_2 = Cte$$

Ley de Dalton: expresa que, la presión total de una mezcla de gases, es igual a la suma de las presiones parciales de los gases que constituyen dicha mezcla. La presión parcial es la que ejercería cada gas, si estuviese, él solo, ocupando el volumen de la mezcla a la temperatura real:

Ya que los gases que componen la mezcla, no reaccionan entre sí, químicamente, puede decirse que ellos se comportan individualmente, sin verse afectados por la presencia de los otros. La Ley de Dalton es aplicable pues, a cualquier mezcla de gases.

Y así, cuando el aire húmedo se comprime, el compresor maneja aire y vapor de agua. El aire, es una mezcla de nitrógeno, oxígeno, argón, etc., tiene una presión total, igual a la suma de las presiones parciales de cada componente. Sin embargo, y debido a las variaciones tan insignificantes que presenta la composición del aire seco, debe considerarse como un gas simple. Después de la compresión, las presiones parciales se utilizan para determinar la condensación de humedad en refrigeradores intermedios y posteriores.

Cuando se alcanza la temperatura del punto de rocío, de cualquier componente, el espacio ocupado por ese componente se dice que está saturado. La presión atmosférica del aire es la suma de las presiones parciales del aire seco y del vapor de agua.

Ley de Amagat; expresa que el resultado del volumen de una mezcla de gases, es igual, a la suma de los volúmenes parciales que cada uno de ellos ocuparía independientemente de la presión que tenga la mezcla.

Ley de Avogadro establece que. Volúmenes iguales, de gases diferentes, en las mismas condiciones, de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas.

Supuesto que una mol de cualquier sustancia, contiene por definición, el mismo número de moléculas, el volumen molar de todos los gases debe ser el mismo. El número de moléculas que contiene una mol, se llama número de Avogadro.

$$N = 6.02257 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Ley de Poisson expresa que, en todo proceso en el que no exista intercambio de calor con el medio externo, la relación entre presión y volumen, viene dada por la ecuación:

$$P_1 \cdot V_1^k = P_2 \cdot V_2^k$$

La relación de calores específicos, C_p / C_v es prácticamente constante a bajas presiones: Generalmente se designa por κ .

$$\kappa = C_p / C_v$$

$\kappa = 1.66$. gases monoatómicos °C

$\kappa = 1.40$. gases diatómicos (aire)

$\kappa = 1.30$. gases triatómicos

κ , varía con la presión y la temperatura

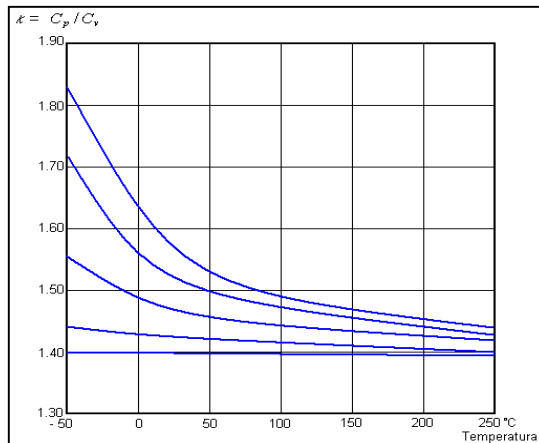


Gráfico 2.18. "Ley de Poisson"

b.- Ley general de los gases

Combinando las leyes de Boyle y Charles se obtiene:

$$\rho \cdot V / T = Cte$$

El valor de la constante depende solamente del gas, así como del sistema de unidades elegido.

La Ley de Avogadro establece que, en un volumen determinado de cualquier gas, existe la misma cantidad de moléculas, a la misma presión y temperatura.

El que el volumen de una mol. a una temperatura determinada, sea el mismo para cualquier gas, es algo a tener muy en cuenta, a la hora de operar con la relación deducida de las leyes antes citadas.

Si v_m es el volumen de una mol de gas a la temperatura y presión de referencia, ocurre que para un mol de cualquier gas:

$$(\rho/T)_{ref} \cdot v_m = \bar{R}$$

$$\bar{R} = 8314 \text{ J/(kmol} \cdot ^\circ\text{K)}$$

Este valor especial de $\bar{R}$ es independiente del gas, ya que v_m es el mismo para todos los gases. La constante $\bar{R}$ es la llamada constante universal de los gases, y para cualquier gas que cumpla estas leyes, se verifica que:

$$\rho \cdot v_m = \bar{R} \cdot T$$

Para operar, generalmente es deseable convertir el volumen molar específico a otras unidades de volumen por unidad de masa más convenientes. Esto equivale a pasar de unidades de masa en moles a kilogramos. Como ya se estableció al definir la mol, el número convencional de unidades de masa de una mol es numéricamente igual a la masa molar del gas, con independencia del sistema de unidades. Por consiguiente, se cumple que:

$$\rho \cdot V = m \cdot R \cdot T$$

o si introducimos el volumen específico:

$$v = V / m \text{ en m}^3/\text{Kg}$$

$$\rho \cdot v = R \cdot T$$

$$\text{siendo } R = \overline{R} / M$$

y donde: p = presión absoluta en Pa

V = volumen en metros cúbicos

M = masa del gas en Kg.

$\overline{R}$ = constante universal de los gases en J/(Kmol • °K)

T = temperatura absoluta en °K

R = constante del gas en J/(kg • °K)

M = masa molar en kg/Kmol

c.- Gases reales

Condiciones críticas: Hay una temperatura por encima de la cual, el gas no condensará al aumentar la presión, por grande que ésta sea. Esta es la temperatura crítica. La presión requerida para condensar un gas, a la temperatura crítica, es la presión crítica.

Para aire $t_{cr} = -140,63 \text{ °C}$, y

$$\rho_{cr} = 37,66 \text{ bar abs}$$

d.- Procesos Termodinámicos

Proceso Isobárico, Aquél que se realiza a presión constante. Para pasar del volumen del estado 1 al estado 2, es preciso añadir calor. El cambio de temperatura es proporcional a la relación de volumen.

$$T_2 - T_1 = T_1 \cdot (V_2 / V_1 - 1)$$

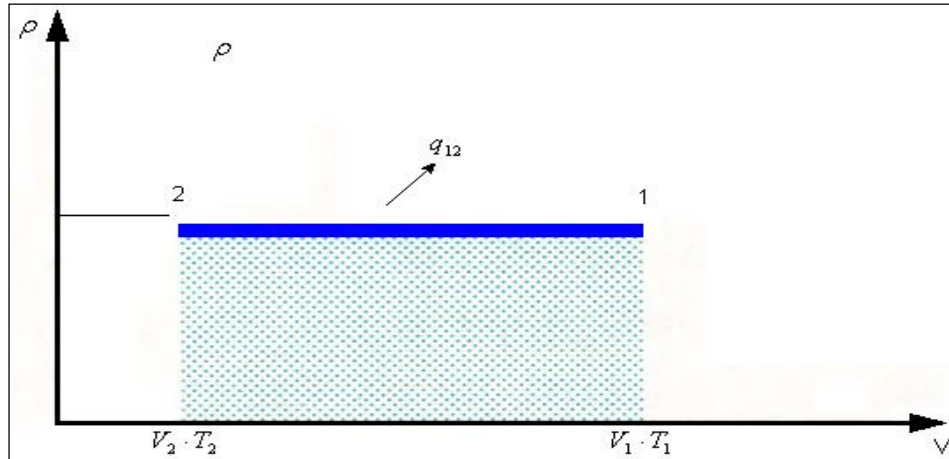


Gráfico 2.19. "Proceso Isobárico" ²²

La cantidad de calor a añadir será:

$$q_{12} = c_p \cdot m \cdot (T_1 - T_2) \quad \text{Joules, en donde:}$$

c_p = Calor específico a presión constante en J/(Kg · °K)

m = masa en Kg

T = temperatura absoluta en °K

Proceso Isocórico. Aquél que se realiza a volumen constante, para elevar la presión desde el estado 1 al estado 2 es necesario añadir calor.

El cambio de temperatura es proporcional a la relación de presión.

$$T_2 - T_1 = T_1(\rho_2 / \rho_1 - 1)$$

²² Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos, Barrero Ripio, Antonio & Pérez-Saborid Sánchez-Pastor Miguel, MacGraw-Hill

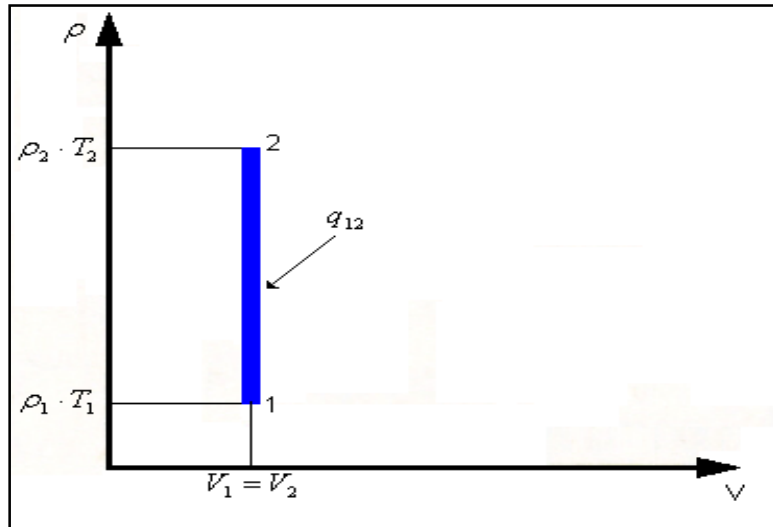


Gráfico 2.20. "Proceso Isocórico" ²³

La cantidad de calor a añadir será:

$$q_{12} = c_v \cdot m \cdot (T_2 - T_1) \quad \text{Joules, en donde:}$$

c_v = calor específico a volumen constante en Joules/ (Kg · °K)

m = masa en Kg

T = temperatura absoluta en °K

Proceso Isotérmico. Aquél que se realiza a temperatura constante. Para comprimir el gas desde el 1 al estado 2, el calor ha de disiparse manteniéndose así la temperatura constante. El cambio de presión es inversamente proporcional a la relación de volumen.

$$p_2 - p_1 = p_1 \cdot (V_1/V_2 - 1)$$

La cantidad de calor a disipar es igual al trabajo de compresión.

²³ Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos, Barrero Ripio, Antonio & Pérez-Saborid Sánchez-Pastor Miguel, MacGraw-Hill

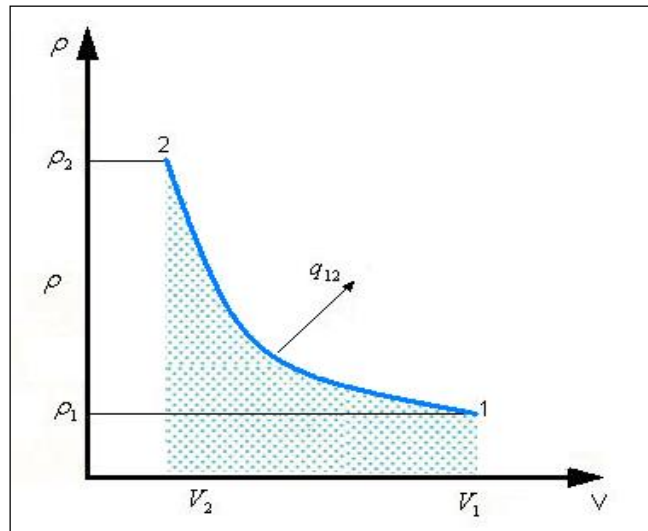


Gráfico 2.21 “Proceso Isotérmico”²⁴

$$q_{12} = \rho_1 \cdot V_1 \cdot 10^5 \cdot \ln(V_1 / V_2) \quad \text{Joules, o también}$$

$$q_{12} = R \cdot T_1 \cdot \ln(\rho_2 / \rho_1) \quad \text{Joules, en donde}$$

ρ = presión absoluta en **bar**

V = volumen en metros cúbicos

m = masa en Kg

R = constante del gas en Joules/(Kg · °K)

Proceso Isentrópico. Aquel que tiene lugar sin que exista intercambio de calor con el medio externo. Tal proceso sigue la ley de Poisson.

²⁴ Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos, Barrero Ripio, Antonio & Pérez-Saborid Sánchez-Pastor Miguel, MacGraw-Hill

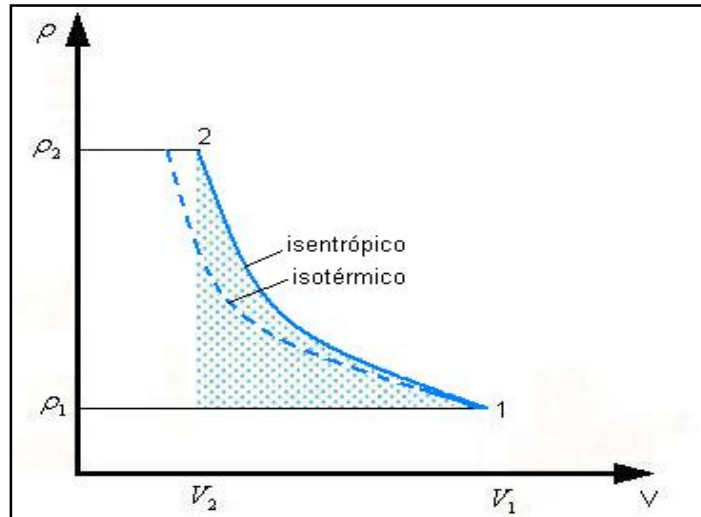


Gráfico 2.22. "Proceso Isentrópico" ²⁵

$$\rho_2 / \rho_1 = (V_1 / V_2)^k \quad \text{o,}$$

$$\rho_2 / \rho_1 = (T_2 / T_1)^{k/(k-1)}$$

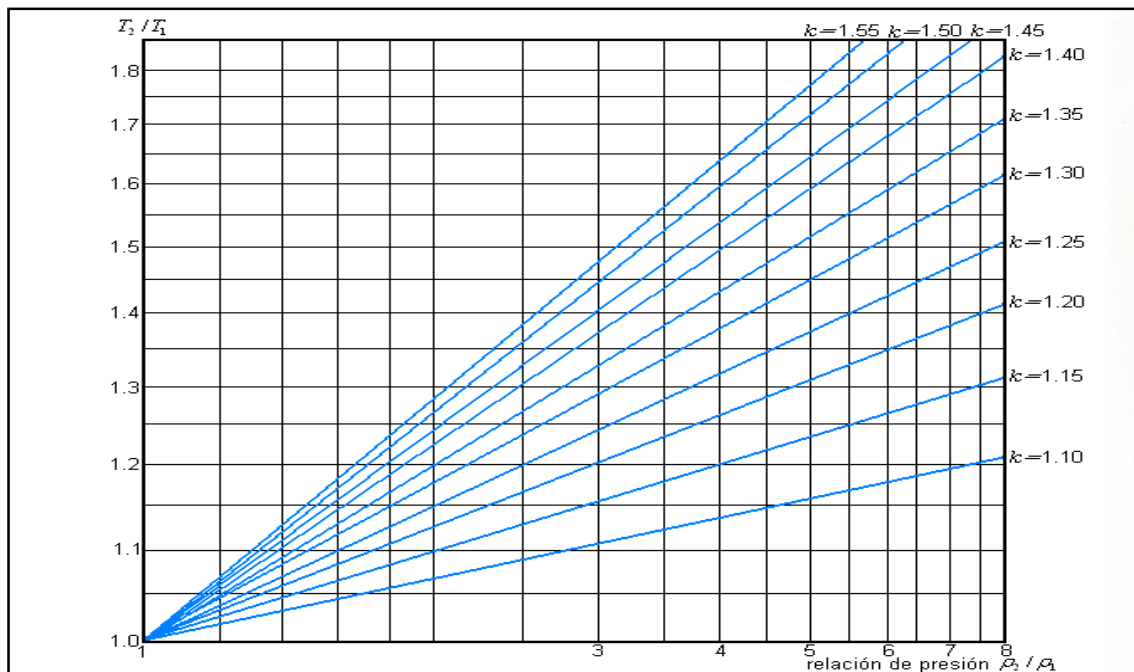


Gráfico 2.23. "Relación de temperatura para compresión isentrópica"

²⁵ Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos, Barrero Ripio, Antonio & Pérez-Saborid Sánchez-Pastor Miguel, MacGraw-Hill

Considerando una compresión isentrópica, a una relación de presión de 4:1 y una temperatura inicial de +20°C, se obtendría una temperatura final de +236°C para hielo y +78°C para el propano.

2.4. APLICACIONES DEL AIRE COMPRIMIDO.

Se consideran dos grupos principales de aplicación del aire comprimido, uno es para propósitos de potencia y el otro es para control de procesos automáticos o semiautomáticos, en refinerías y plantas químicas. Los requerimientos para ambos grupos pueden variar sustancialmente, pero la selección del equipo debe regirse por criterios económicos.

El aire comprimido es la mayor fuente de potencia en la industria con múltiples ventajas. Es segura, económica, fácil de transmitir y adaptable, su aplicación es muy amplia para un gran número de industrias, algunas aplicaciones son prácticamente imposibles con otros medios energéticos.

Los requerimientos del aire comprimido varían de una aplicación a otra. Es determinante establecer el factor de utilización de cada dispositivo y de cada operación. La demanda de aire comprimido se obtiene de tablas producto de la experiencia en la industria. Los factores de su uso van del 10% al 100%. Los fabricantes de compresores y de herramienta neumática, proporcionan tablas confiables para definir consumos y factores de utilización.

Ocasionalmente se encuentra procesos que requieren de una cantidad enorme de aire durante poco tiempo, estas situaciones ameritan un análisis cuidadoso sobre la conveniencia de colocar un deposito acumulador cerca del sitio de consumo, así se puede asumir el pico con una recarga del depósito en un tiempo prolongado.

Los tanques de almacenamiento se utilizan ampliamente en el accionamiento de dispositivos y máquinas automáticas. Aunque cada accionamiento requiere de poco aire, la suma de todos en el tiempo puede significar un consumo apreciable. La velocidad de movimiento de la herramienta influye en el consumo de aire. En herramientas que demanden bajo consumo de aire, hay más tiempo para que la presión de la línea actúe plenamente sobre esta.

En la industria, es de suma importancia, contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para este efecto se utiliza con regularidad la energía proporcionada por aire comprimido.

Otras aplicaciones se pueden dar en la industria automotriz , aplicaciones aeroespaciales, aplicaciones navales etc., por otro lado se puede tener aplicaciones en el campo de la medicina y en general en todas aquellas áreas en que se requiere movimientos muy controlados y de alta precisión, como:

- Aplicación Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.
- Aplicación Naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares
- Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

La neumática tiene aplicaciones tan variadas, que pueden ser empleadas incluso en controles escénicos (teatro), cinematografía, parques de diversión, represas, puentes levadizos, plataformas de perforación submarina, ascensores, elevadores de vehículos, etc.

2.4.1. APLICACIONES EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.

La aplicación del aire comprimido en la industria automotriz se diversifica, tanto en el trabajo propio del vehículo como en los sistemas de suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc. y en su mantenimiento mediante el uso de herramientas para mantenimiento y restauración.

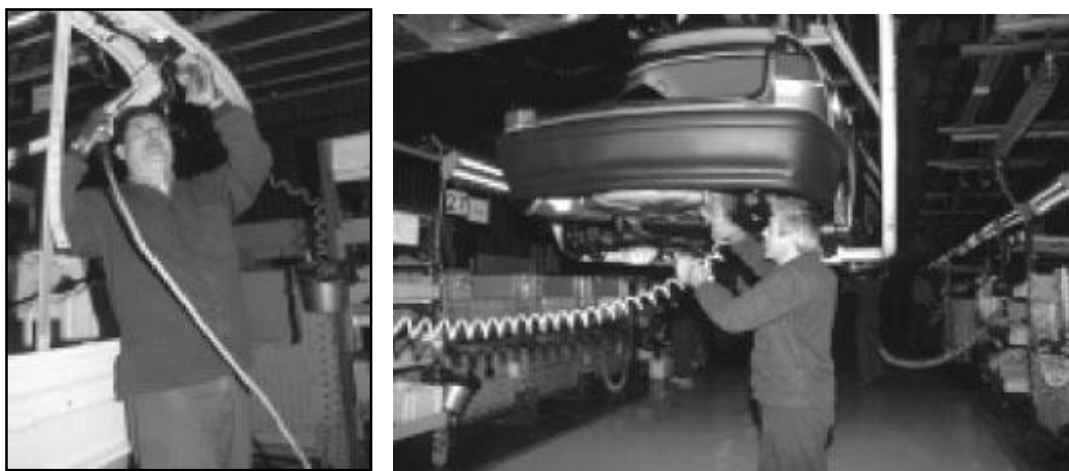


Gráfico 2.24. “Herramienta Neumática Aplicada En La Industria Automotriz”

Existe una amplia variedad de herramientas o equipos portátiles utilizados en el medio automotriz entre las que cabe citar: a los taladros, amoladoras, martillos, atornilladores, pistolas de soplado, etc. Que utilizan como energía de accionamiento el aire comprimido.

Estas máquinas están conectadas a una red de aire comprimido, mediante una manguera flexible, el aire comprimido luego de cumplir con su propósito es expulsado a la atmósfera.

CAPÍTULO 3

3. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

Para producir aire comprimido se utilizan compresores que elevan la presión del aire a presión atmosférica al valor de trabajo deseado, los mecanismos y mandos neumáticos se alimentan desde un acumulador, tanque central o depósito central, por lo tanto no es necesario calcular ni proyectar la transformación de la energía para cada uno de los consumidores, el aire comprimido viene del acumulador y llega a las instalaciones a través de tuberías.

En el momento de la planificación, es necesario prever un tamaño superior al de la red de consumo, con el fin de poder alimentar aparatos neumáticos adicionales que se adquieran y sean instalados en el futuro. Por ello, es necesario sobredimensionar la instalación, con el objeto de que el compresor instalado hoy cumpla con los requerimientos de equipos adicionales a instalarse mañana, puesto que toda ampliación posterior en el equipo generador de aire comprimido supondrá gastos muy considerables.

Es muy importante que el aire que succione el compresor sea lo más puro posible, ya que compresor de aire comprimido tendrá una vida útil más prolongada. También se debe tomar en cuenta los diferentes tipos de compresores existentes en el mercado.

En instalaciones normales, en donde el diámetro de la tubería calculada no exceda de los 200 a 250 mm, y la longitud de la instalación no exceda de los 1500 mm, se debe considerar que la caída de presión máxima, desde el compresor,

hasta el punto de trabajo no exceda de *0,6 bar* (sin incluir unidad triple de tratamiento: filtro, regulador y lubricador).

Otro dato de diseño importante que también se debe considerar, es un caudal del 10 al 15% del total que comprime el compresor el cual se debe prever para compensar las pérdidas de aire por fugas en el sistema.

Para que un sistema sea eficaz, confiable y económico, es esencial que la red de distribución del aire comprimido tenga un diseño, instalación y mantenimiento adecuados. El tipo y dimensiones de las tuberías, válvulas, mangueras, conexiones, etc. Tienen que ser correctos, con lo cual se reduce considerablemente los costos de energía y se asegura la calidad requerida en el suministro del aire comprimido.

3.1 PREPARACIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO

Antes de que el aire comprimido alimente a los elementos neumáticos, este debe ser tratado nuevamente para mejorar sus condiciones. Es necesario sacar el agua que se haya condensado, en el último tramo antes de llegar al punto de uso.

El aire comprimido procedente de la red general, además de las pequeñas partículas que no han sido retenidas, en el filtro de aspiración del compresor, contiene otras impurezas procedentes de la red de tuberías tales como residuos de la oxidación, polvo, cascarillas etc.

Gran parte de estas impurezas se separan en los recipientes condensación con una adecuada instalación de la red general, pero las partículas pequeñas son arrastradas en forma de suspensión por la corriente de aire.

Además se producen fluctuaciones de presión en la corriente de aire, sin embargo, las herramientas en lo posible deben siempre trabajar con la misma presión de aire; a lo expresado anteriormente hay que añadir que las partes móviles de los elementos neumáticos, también necesitan una lubricación

Las impurezas existentes en el aire comprimido, tanto como el agua y las partículas sólidas, se retienen mediante un filtro.

Cuando el aire comprimido entra en el filtro, este se dirige a través de deflectores direccionales originando una corriente centrífuga, las partículas pesadas, líquidas y sólidas, son impulsadas hacia la pared interior del depósito.

El condensado desciende hasta el fondo del depósito del filtro del compresor, el cuál es eliminado por la purga mediante un drenaje manual o automático, luego el aire pasa a través del elemento filtrante para, eliminar las partículas sólidas.

Una pantalla separadora mantiene una «zona de calma» en la parte inferior del depósito que impide que la turbulencia del aire haga retornar hacia la corriente de aire comprimido el líquido obtenido.

Después del filtro, el aire comprimido pasa al regulador o reductor de presión, el cual regula la presión del aire al valor requerido por la herramienta.

Cuando no hay presión sobre el muelle de regulación, la válvula del regulador está cerrada, cuando se gira el tornillo de regulación, se aplica una presión al muelle que es transmitida a la válvula mediante la membrana flexible, abriéndola, el aire comprimido, pasa al circuito secundario y ejerce una presión contra la membrana. Si la máquina a alimentar está en reposo, el circuito secundario se llena y la presión se equilibra cerrándose el regulador, si la máquina

o herramienta utiliza el aire comprimido, la válvula del regulador permanece abierta y admite el aire necesario para equilibrar la presión del muelle.

Finalmente, se efectúa la incorporación de aceite al aire mediante un lubricador, una parte fluye por una válvula, presurizando el depósito. La mayor parte del aire pasa a través del lubricador controlado por un sensor de flujo, que permite que el lubricador mantenga en forma automática una densidad constante de aceite.

La combinación del depósito de aceite presurizado y la diferencial de presión producida por el sensor de flujo, hace que el aceite suba por el tubo sifón, todo el aceite que pasa queda convertido en una niebla de densidad constante y continua hasta el punto de trabajo.

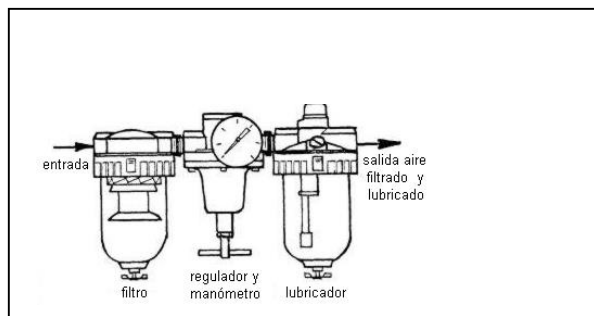


Gráfico 3.1. “Unidad de mantenimiento” ²⁶

El conjunto de los tres elementos (filtro regulador y lubricador) recibe el nombre *unidad de mantenimiento*.

²⁶ Maquinaria y Herramientas para Industria Metalmeccánica, uso y cuidado, American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

3.1.1. 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.

3.1.2. Filtro de aire comprimido con regulador de presión.

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada. En los procesos de automatización neumática se tiende cada vez a miniaturizar los elementos (problemas de espacio), fabricarlos con materiales y procedimientos con los que se pretende el empleo cada vez menor de los lubricadores. Consecuencia de esto es que cada vez tenga más importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización. El filtro tiene por misión:

- Detener las partículas sólidas
- Eliminar el agua condensada en el aire

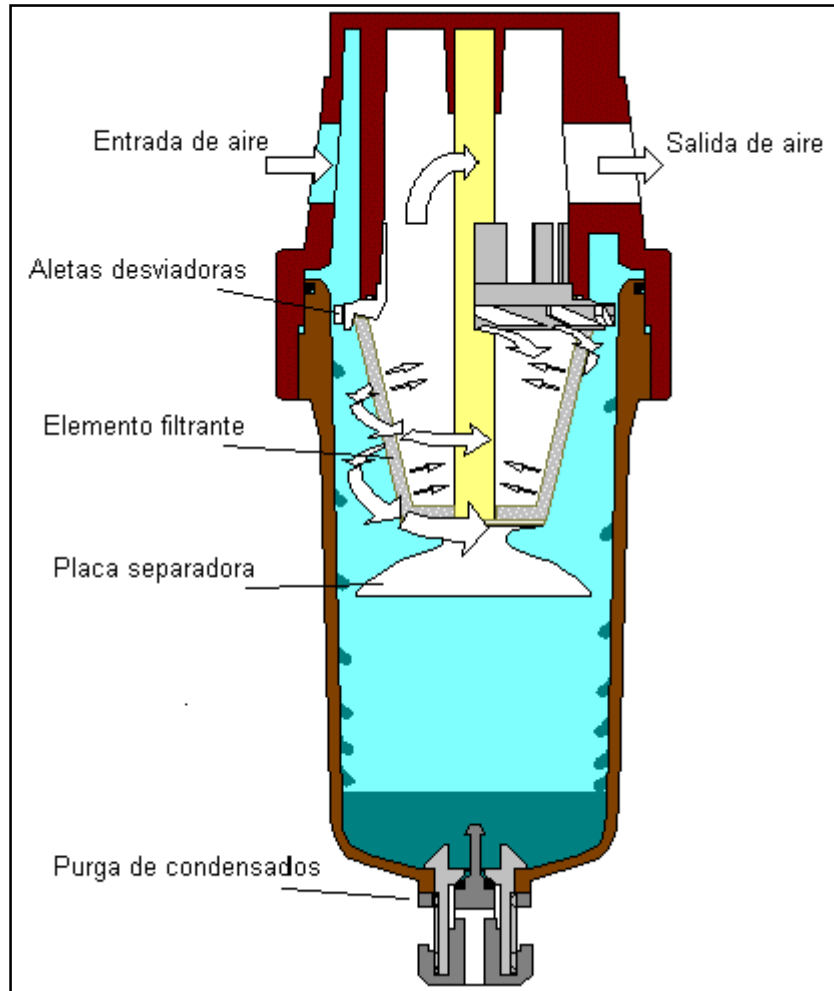


Gráfico 3.2. “Filtro de aire comprimido con regulador de presión”²⁷

Para entrar en el recipiente, el aire comprimido tiene que atravesar la chapa deflectora provista de ranuras directrices. Como consecuencia se somete a un movimiento de rotación. Los componentes líquidos y las partículas grandes de suciedad se desprenden por el efecto de la fuerza centrífuga y se acumulan en la parte inferior del recipiente.

En el filtro sintetizado [ancho medio de poros, 40 mm] sigue la depuración del aire comprimido.

²⁷ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

Dicho filtro separa otras partículas de suciedad. Debe ser sustituido o limpiado de vez en cuando, según el grado de ensuciamiento del aire comprimido.

El aire comprimido limpio pasa entonces por el regulador de presión y llega a la unidad de lubricación y de aquí a los consumidores. Los filtros se fabrican en diferentes modelos y deben tener drenajes accionados manualmente, semiautomática o automáticamente.

Los depósitos deben construirse de material irrompible y transparente. Generalmente pueden limpiarse con cualquier detergente. Generalmente trabajan siguiendo el siguiente proceso: El aire entra en el depósito a través de un deflector direccional, que le obliga a fluir en forma de remolino. Consecuentemente, la fuerza centrífuga creada arroja las partículas líquidas contra la pared del vaso y éstas se deslizan hacia la parte inferior del mismo, depositándose en la zona de calma.

La pantalla separadora evita que con las turbulencias del aire retornen las condensaciones. El aire continúa su trayecto hacia la línea pasando a través del elemento filtrante que retiene las impurezas sólidas. Al abrir el grifo son expulsadas al exterior las partículas líquidas y sólidas en suspensión.

El agua no debe pasar del nivel marcado que normalmente traen los elementos, puesto que en la zona turbulenta el agua sería de nuevo arrastrada por el aire.

La condensación acumulada en la parte inferior del recipiente se deberá vaciar antes de que alcance la altura máxima admisible, a través del tornillo de purga. Si la cantidad que se condensa es grande, conviene montar una purga automática de agua.

3.1.3 Reguladores de presión.

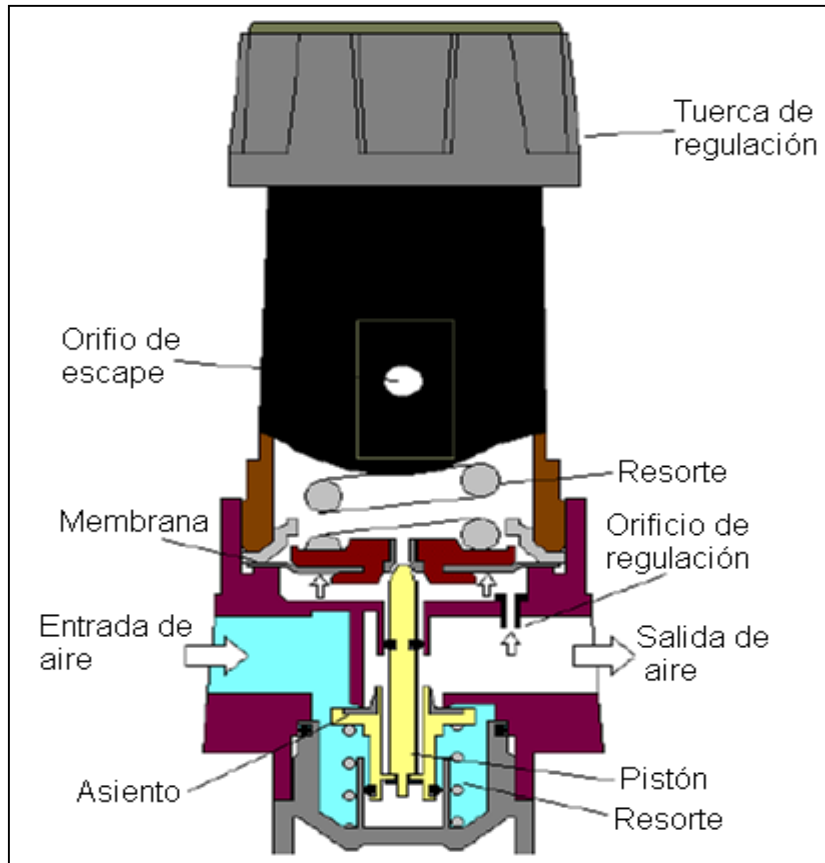


Gráfico 3.3. “Regulador de presión”²⁸

El regulador tiene la misión de mantener la presión de trabajo (secundaria) lo más constante posible, independientemente de las variaciones que sufra la presión de red (primaria) y del consumo de aire. La presión primaria siempre ha de ser mayor que la secundaria. Es regulada por la membrana, que es sometida, por un lado, a la presión de trabajo, y por el otro a la fuerza de un resorte, ajustable por medio de un tornillo.

A medida que la presión de trabajo aumenta, la membrana actúa contra la fuerza del muelle. La sección de paso en el asiento de válvula disminuye hasta que la válvula cierra el paso por completo. En otros términos, la presión es regulada por el caudal que circula.

²⁸ Principios de Hidráulica y Neumática, Alonso Velez Cobo, Madrid 2003

Al tomar aire, la presión de trabajo disminuye y el muelle abre la válvula. La regulación de la presión de salida ajustada consiste, pues, en la apertura y cierre constantes de la válvula. Al objeto de evitar oscilaciones, encima del platillo de válvula hay dispuesto un amortiguador neumático o de muelle. La presión de trabajo se visualiza en un manómetro.

Cuando la presión secundaria aumenta demasiado, la membrana es empujada contra el muelle. Entonces se abre el orificio de escape en la parte central de la membrana y el aire puede salir a la atmósfera por los orificios de escape existentes en la caja.

3.1.4. Lubricador de aire comprimido.

El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite. Los aceites que se emplean deben:

- Muy fluidos
- Contener aditivos antioxidantes
- Contener aditivos antiespumantes
- No perjudicar los materiales de las juntas
- Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50° C
- No pueden emplearse aceites vegetales (Forman espuma)

Los lubricadores trabajan generalmente según el principio "Venturi". La diferencia de presión Δp (caída de presión) entre la presión reinante antes de la

tobera y la presión en el lugar más estrecho de ésta se emplea para aspirar líquido (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire.

El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad de flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito. Por eso, hay que observar los valores de flujo que indique el fabricante.

3.1.4.1. Funcionamiento de un lubricador

El lubricador mostrado en este gráfico trabaja según el principio Venturi.

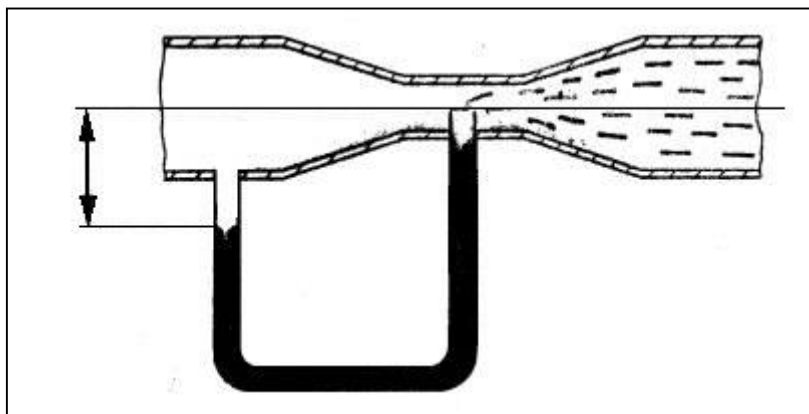


Gráfico 3.4. “Principio Venturi”

El aire comprimido entra dentro del depósito ejerciendo presión sobre el aceite depositado en el fondo, de manera que sube por el tubo hasta el visor de goteo. Una vez allí cae en forma de gotas reguladas por un tornillo; a causa del estrechamiento del tubo (efecto Venturi) se acelera, y un difusor de chorros cruzados lo pulveriza dentro del depósito. Las partículas más ligeras subirán alcanzando la salida. Esto se hace así para poder colocar el lubricador a algunos metros de distancia de válvulas y cilindros, ya que cuanto más pesadas son las gotas menos distancia alcanzarán.

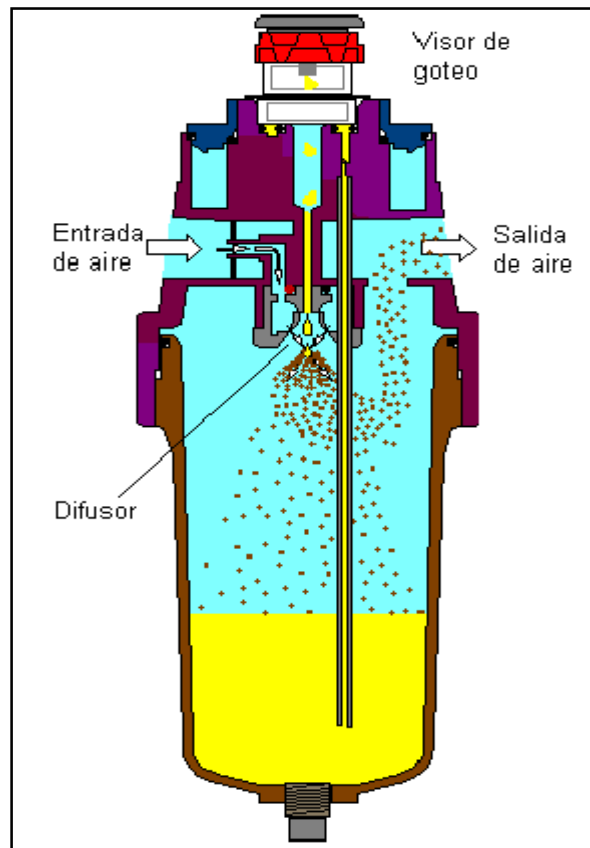


Gráfico 3.5. "Lubricador"

3.2 PARÁMETROS A UTILIZAR PARA UN CORRECTO BALANCE DEL SISTEMA

Al iniciar el proceso de diseño de la instalación de aire comprimido se debe investigar todas las aplicaciones posibles en las que se usará el aire comprimido como la ubicación del compresor y puntos de trabajo en las instalaciones.

Un sistema de distribución de aire comprimido, convenientemente diseñado debe reunir las siguientes características:

- Puntos de consumo con presiones de aire correctas.
- Mínimas fugas de aire.
- Capacidad adecuada del compresor a instalarse

- Calidad de aire correcta.
- Una disposición perfectamente diseñada.
- Eficaces accesorios de línea.

3.2.1. Elección del compresor.

El aire que sale de un compresor está contaminado, caliente, húmedo y generalmente se encuentra a una presión mayor de la requerida por el equipo que se instalará aguas abajo. Un compresor típico de 50 dm³/seg (100 scfm) suministrará a la instalación durante una jornada de 8 horas diarias de trabajo y, durante un período de un año 4.500 litros de agua y 8 litros de aceite degradado del compresor, además de considerables cantidades de partículas sólidas de suciedad.

Previo a la utilización del aire comprimido, este necesitará ser tratado para eliminar todos los contaminantes, la presión deberá reducirse hasta el nivel adecuado, y en muchos casos se le deberá añadir aceite para lubricar el equipo aguas abajo.

3.2.1.1. Caudal.

El caudal de la red deberá ser diseñado con base en la demanda de la herramienta a utilizarse. Los dispositivos neumáticos traen en sus catálogos métodos para estimar su consumo y obtener sus valores.

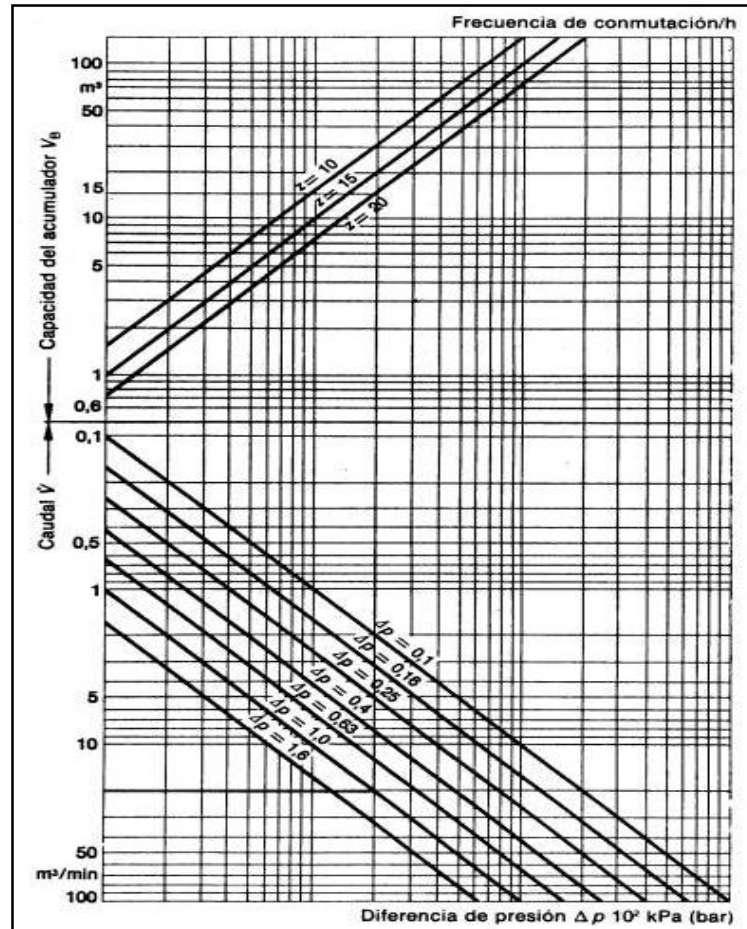


Gráfico 3.6. “Caudal & Capacidad Acumulador”²⁹

3.2.1.2. Presión.

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

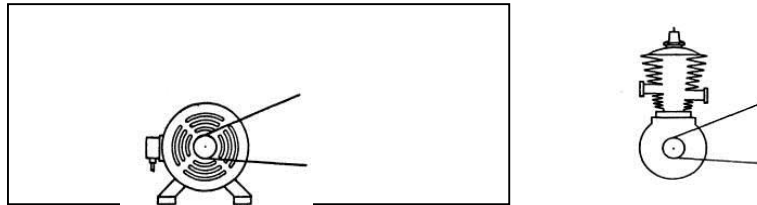
Los componentes de una red de aire comprimido como codos, las T's, cambios de sección, unidades de mantenimiento y otros accesorios que se oponen

²⁹ Neumatica, Edición 4, Sanz Serrano, José Luis; Editorial: Paraninfo año 2000

al flujo generan pérdidas de presión. Garantizar que estas pérdidas estén en los límites permisibles es una labor esencial del diseño.

3.2.1.3. Accionamiento.

Los compresores se accionan, según las exigencias, por medio de un motor eléctrico o de explosión interna. En la industria, en la mayoría de los casos los compresores se arrastran por medio de un motor eléctrico. Generalmente el motor gira un número de rpm fijo por lo cual se hace necesario regular el movimiento a través de un sistema de transmisión compuesto en la mayoría de los casos por un sistema de poleas y correas.



³⁰Gráfico 3.7. “Accionamiento compresor”

Aunque la aplicación anterior es la más difundida y utilizada industrialmente, el elemento de accionamiento también puede ser un motor de combustión interna. Este tipo de energía es especialmente útil para trabajos en terreno en que no se cuenta con electricidad.

Si se trata de un compresor móvil, éste en la mayoría de los casos se acciona por medio de un motor de combustión (gasolina, Diesel).

3.2.1.4. Regulación.

• ³⁰ *Principios Hidráulica y Neumática*, Norgren, 2007

Al objeto de adaptar el caudal suministrado por el compresor al consumo que fluctúa, se debe proceder a ciertas regulaciones del compresor. Existen diferentes clases de regulaciones. El caudal varía entro dos valores límites ajustados (presiones máxima y mínima).

Tabla 3.1. “Regulaciones de Aire del Compresor”, Deppert W., Dispositivos neumáticos, Editorial Alfaomega, 2001

<u>Regulación de marcha en vacío</u>	<u>Regulación de carga parcial</u>	<u>Regulación por intermitencias</u>
a) Regulación por escape a la atmósfera	a) Regulación de velocidad de rotación	
b) Regulación por aislamiento de la aspiración	b) Regulación por estrangulación de la aspiración	
c) Regulación por apertura de la aspiración		

3.2.1.5. Refrigeración.

Por efecto de la compresión del aire se desarrolla calor que debe evacuarse. De acuerdo con la cantidad de calor que se desarrolle, se adoptará la refrigeración más apropiada. En compresores pequeños, las aletas de refrigeración se encargan

de irradiar el calor. Los compresores mayores van dotados de un ventilador adicional, que evacua el calor.

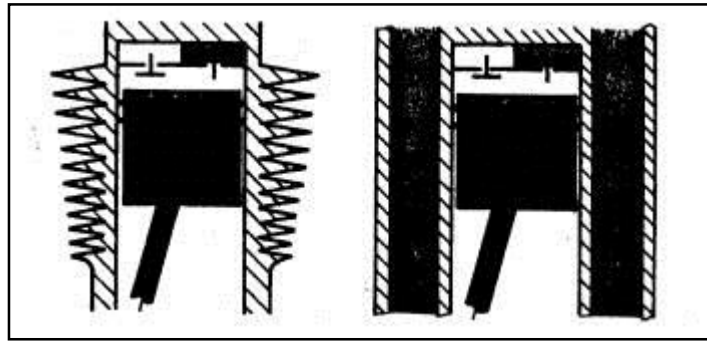


Gráfico 3.8. "Refrigeración del Compresor" ³¹

Cuando se trata de una estación de compresión de más de 30 Kw de potencia, no basta la refrigeración por aire. Entonces los compresores van equipados de un sistema de refrigeración por circulación de agua en circuito cerrado o abierto. A menudo se temen los gastos de una instalación mayor con torre de refrigeración. No obstante, una buena refrigeración prolonga la duración del compresor y proporciona aire más frío y en mejores condiciones. En ciertas circunstancias, incluso permite ahorrar un enfriamiento posterior del aire u operar con menor potencia.

3.3 DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.

3.3.1. Dimensionado de tuberías.

Todo movimiento de fluidos por una tubería produce una pérdida de presión debido a la rugosidad y diámetro asociado de las tuberías, la selección de los diámetros de las tuberías en una red de aire comprimido se determina de acuerdo a los principios de la mecánica de fluidos y para ello se utilizan ecuaciones y

• ³¹ *Principios Hidráulica y Neumática* Norgren, 2007

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 comprimido es el acero, debe evitarse el uso de tuberías soldadas, puesto que aumentan la posibilidad de fugas, se recomienda el uso de tuberías sin juntas. Actualmente en el mercado se encuentra un nuevo tipo de tuberías en acero al carbono que, aunque más costoso, tiene mayor duración que las del acero.

En general, la tubería de una red no necesita mantenimiento, lo único que nos debe preocupar es la eliminación de fugas de detectadas en forma inmediata las mismas que se producen en las conexiones o en los accesorios.

En caso de que la tubería presente obstrucción por incrustaciones debido a la humedad del aire, estas deben limpiarse y en el caso de obstrucción excesiva, estas deben procederse a su reemplazo, aunque esto no es muy común en las industrias que utilizan aire comprimido.

Se pueden considerar tres tipos de tuberías:

- Tubería principal, o colector general.
- Tuberías secundarias.
- Tuberías de servicio.

La tubería principal es la que sale del acumulador, y canaliza la totalidad del caudal de aire. Deben tener el mayor diámetro posible. Se deben dimensionar, de tal manera que permita una ampliación del 300 % del caudal de aire nominal.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 8 m/s.

Las tuberías secundarias toman el aire de la tubería principal, ramificándose por las zonas de trabajo, de las cuales salen las tuberías de servicio. El caudal que pasa por ellas, es igual a la suma del caudal de todos los puntos de consumo.

Las tuberías de servicio, son las que alimentan los equipos neumáticos. Llevan acoplamientos de cierre rápido, e incluyen las mangueras de aire y los grupos filtro – regulador – engrasador.

Se ha de evitar tuberías de diámetro inferior a ½”, ya que si no se pueden cegar.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 15 m/s.

La pérdida de presión máxima permisible, en el sistema de tuberías, no puede pasar de un 2% de la presión del compresor, así si trabajamos con 7 bar, la máxima caída permisible, será de 0,14 bar, ya que si a esta caída de presión sumamos las de los demás elementos del circuito, la presión en el punto de trabajo, puede ser mucho más baja que la idónea, para el circuito neumático.

La caída de presión para tubos rectos se calcula o mediante fórmulas o nomogramas: La fórmula nos viene dada por:

$$\Delta p = \frac{\beta}{R * T} * \frac{v^2}{D} * L * p$$

Siendo:

- Δp , la caída de presión en bar.
- p , presión en bar.
- R , constante del gas, para aire 29,27.
- T , temperatura absoluta ($t + 273$), siendo t la temperatura del aire en el interior de la tubería, aproximadamente, la temperatura ambiente.
- D , diámetro de la tubería en mm.
- L , longitud de la tubería en m.
- v , velocidad del aire en m/s.
- β , Grado de resistencia, que es función del caudal másico.

- $\dot{m}$, caudal másico, en kg/h = 1,3 m³/min. * 60.

Las pérdidas de presión en accesorios (válvulas, T's, codos, etc.), a efectos de cálculo, y con la misión de encontrar un resultado rápido con una aproximación aceptable, basta añadir, a la longitud propia de la tubería que estamos proyectando, un suplemento de longitud de tubería que compense la pérdida de presión ocasionada por dichos elementos.

Cálculo de una tubería:

- El consumo de aire en una industria es de 4 m³/min (240 m³/h). En 3 años aumentará un 300%, lo que representa 12 m³/min (720 m³/h).

El consumo global asciende a 16 m³/min (960 m³/h) La red tiene una longitud de 280 m; comprende 6 piezas en T, 5 codos normales, 1 válvula de cierre. La pérdida admisible de presión es de $\Delta p = 10$ kPa (0,1 bar). La presión de servicio es de 800 kPa.

Se busca el diámetro de la tubería en el monograma siguiente con los datos dados, lo que nos permite determinar el diámetro provisional de las tuberías.

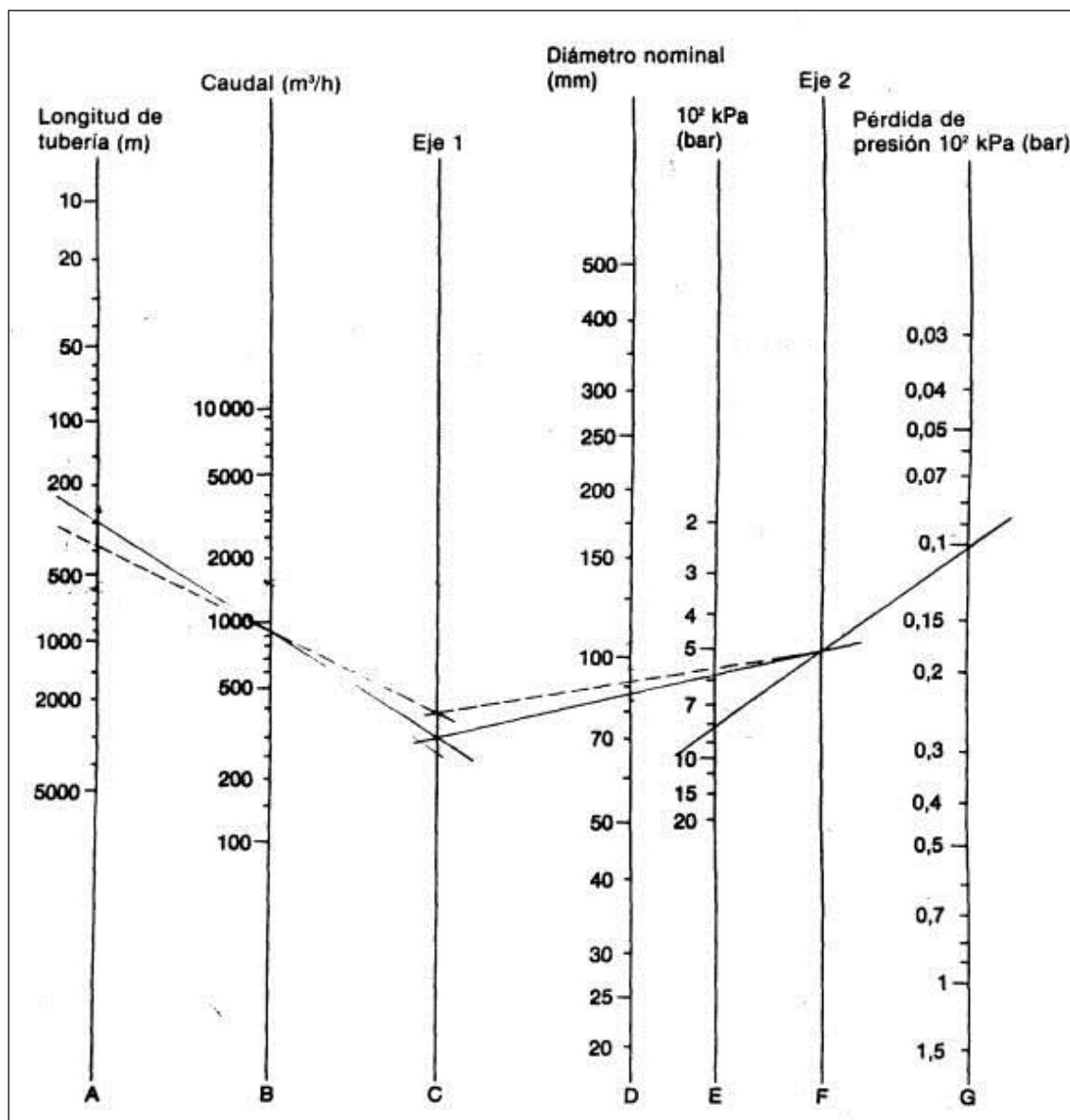


Gráfico 3.9. "Monograma Ejemplo Cálculo Tubería" ³²

En el gráfico al unir la línea A (longitud M tubo) con la B (cantidad de aire aspirado) y prolongar el trazo hasta C (eje 1). Unir la línea E, (presión). En la línea F (eje 2) se obtiene una intersección. Unir los puntos de intersección de los ejes 1 y 2. Esta línea corta la D (diámetro nominal de la tubería) en un punto que proporciona el diámetro deseado.

³² Sistemas de Aire Comprimido: Apuntes Generales, Ing. Alonso Velez Covo, 2002

En este caso, se obtiene para el diámetro un valor de 90 mm.

Equipo compresor y depósito.

Calcularemos nuestra instalación de aire comprimido tomando una presión de *diseño mayor que la presión máxima de servicio*. La presión máxima de servicio es el máximo valor de la presión de tarado de las válvulas de seguridad (del compresor y el regulador). Además sabemos que en nuestro taller vamos a tener 3 tomas de aire comprimido, 2 para el uso exclusivo de la herramienta neumática y 1 de acceso libre sin la unidad de lubricación para el uso de: pulverizadores, pistolas de pintura e infladores de neumáticos. Cada una de las tomas especificadas para el uso de la herramienta neumática tiene una presión de salida de 3.15 Kg/cm².

$$Q = V \times S \quad V = 4 \times Q / \pi \times D^2$$

Si a continuación se aplica el principio de Bernoulli entre los puntos 1 y 2 correspondientes a la salida del compresor y a la entrada de la válvula de acople rápido respectivamente, se obtiene:

$$H_s + V_s^2/2 + G \times Z_s - H_e + V_e^2/2 + G \times Z_e = 0$$

$$H_e = H_s ; G = 9.81 \text{ m/s}$$

$$Z_s - Z_e = 1 \text{ m} ; V_e = 102.6 \text{ m/s}$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación de Bernoulli y despejando la velocidad de salida se obtiene:

$$V_s = 102.7 \text{ m/s}$$

Debido a la escasa variación de velocidad, se puede afirmar que el diámetro real para el tubo que une el tramo 1-2 (manguera de conexión entre el compresor y depósito), es $D = \frac{1}{2}$ ". Como la rosca de entrada al depósito es de $D = 1$ " debemos colocar una reducción específica que posea una rosca de $D = \frac{1}{2}$ " en la unión al

compresor, y una rosca de $D = 1"$ en la unión al depósito. Como la rosca de salida del compresor es $D = 1"$, la manguera de conexión del depósito a la red deberá tener igual diámetro en la unión con el depósito y en la unión a la red, en nuestro caso $D = 1"$.

Cálculo de los demás elementos de la instalación.

Usaremos para el circuito general tuberías de $\frac{1}{2}"$, y para cada una de las 3 tomas auxiliares usaremos tuberías de $\frac{1}{2}"$. Con estos diámetros se cumplen sobradamente las necesidades a las que puede estar solicitada dicha instalación.

3.3.2. Tendido de la red.

Existen varias posibles configuraciones de una red de aire comprimido. En una red de aire el factor más esencial de todos es la distribución del aire comprimido en la red puesto que los datos de pérdidas, velocidad, presión y otros pueden ser calculados matemáticamente sin mayor dificultad.

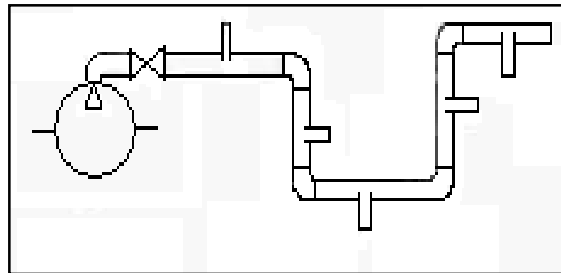


Gráfico 3.10. “Tendido de Red abierta”

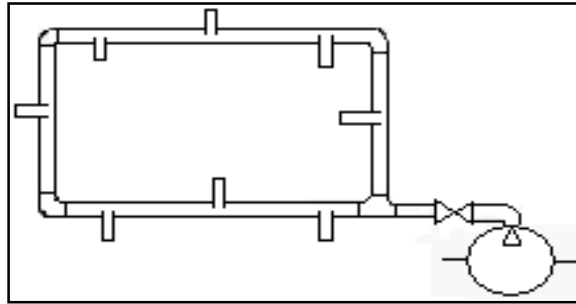


Gráfico 3.11. “Tendido de Red cerrada”

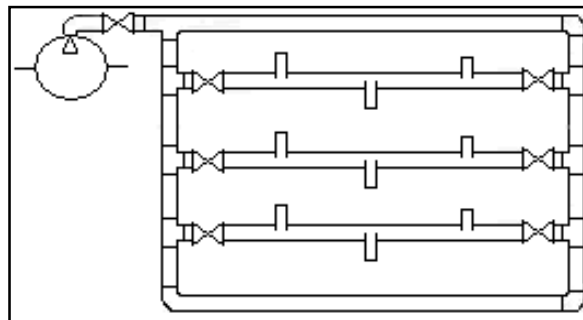


Gráfico 3.12. “Tendido de Red interconectada”

El tendido de red a utilizar en las instalaciones de la facultad será de red cerrada el cual está constituido por una sola línea principal de la cual se desprenden las secundarias y las de servicio. 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. 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.

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 observaciones¹:

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. Un ejemplo de dicha conexión se muestra en el siguiente gráfico.

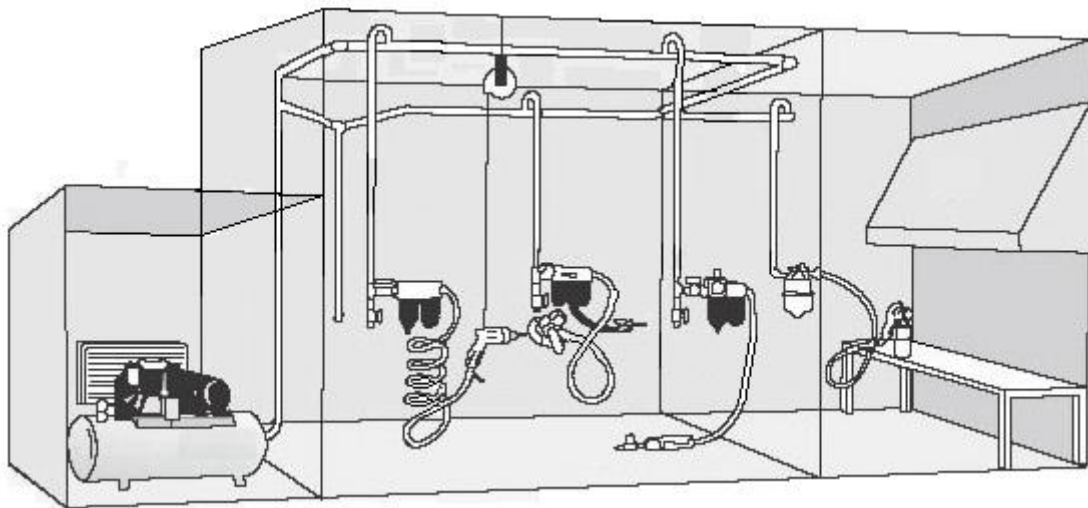


Gráfico 3.13. “Conexión Tuberías de Servicio” ³³

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. Al final debe instalarse una válvula de purga.

3.3.3. Material de tuberías.

³³ Aire Comprimido. Equipos y Herramientas Neumáticas, Carnicer Royo, Enrique, Gustavo Gili, S.A. Primera Edición 1981

Para la elección de los materiales brutos, tenemos diversas posibilidades:

Cobre Tubo de acero negro, Latón Tubo de acero galvanizado, Acero fino, Plástico. Las tuberías deben poderse desarmar fácilmente, ser resistentes a la corrosión y de precio módico. Las tuberías que se instalen de modo permanente se montan preferentemente con uniones soldadas. Estas tuberías así unidas son estancas y, además de precio económico. El inconveniente de estas uniones consiste en que al soldar se producen cascarillas que deben retirarse de las tuberías. De la costura de soldadura se desprenden también fragmentos de oxidación; por eso, conviene y es necesario incorporar una unidad de mantenimiento.

En las tuberías de acero galvanizado, los empalmes de rosca no siempre son totalmente herméticos. La resistencia a la corrosión de estas tuberías de acero no es mucho mejor que la del tubo negro. Los lugares desnudos (roscas) también se oxidan, por lo que también en este caso es importante emplear unidades de mantenimiento. Para casos especiales se montan tuberías de cobre o plástico.

3.3.4. Racores para los tubos.

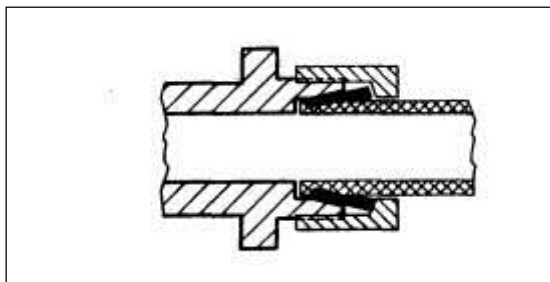


Gráfico 3.14. “Racor de Anillo Cortante”

El empalme puede soltarse y unirse varias veces.

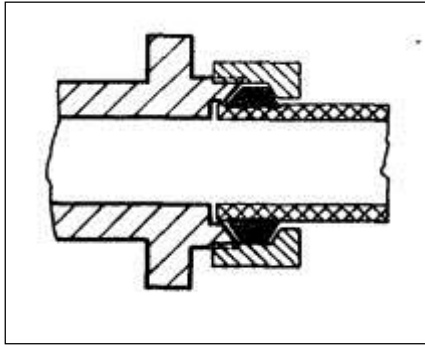


Gráfico 3.15. “Racor con Anillo de Sujeción”

Para tubos de acero y cobre, con anillo interior especial (vi-cono) también para tubos de plástico.

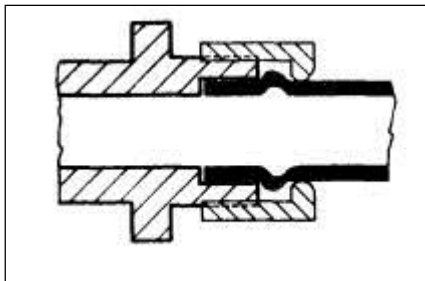


Gráfico 3.16. “Racor con borde recalcado”

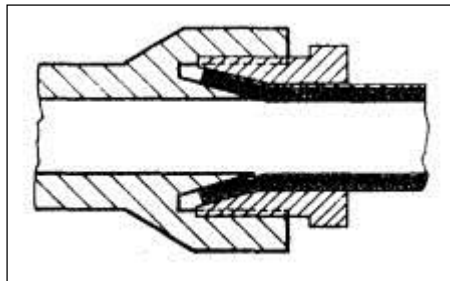


Gráfico 3.17. “Racor especial con reborde”

Para tubo de cobre con collarín.

3.3.5. Acoplamientos.

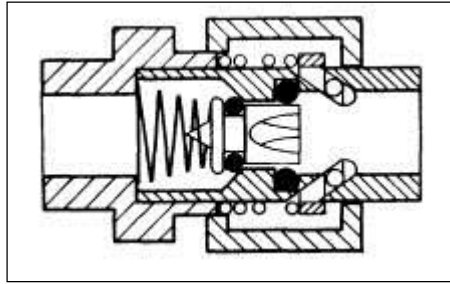


Gráfico 3.18. “Base de enchufe rápido”

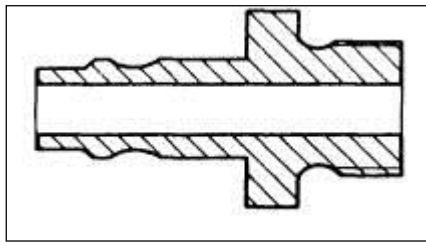


Gráfico 3.19. “Racor de enchufe rápido”

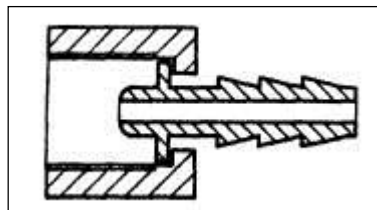


Gráfico 3.20. “Boquilla con tuerca de racor”

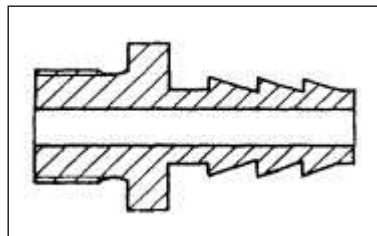


Gráfico 3.21. “Boquilla”

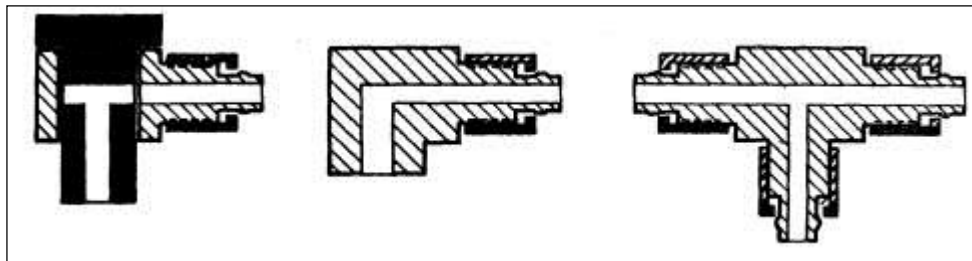


Gráfico 3.22. “Racores rápidos para tubos flexibles de plástico”

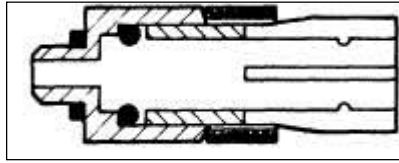


Gráfico 3.23. “Racor CS”

3.3.6. Válvulas.

Los mandos neumáticos están constituidos por elementos de señalización, elementos de mando y una parte 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 lo constituyen:

- Elementos de información
- Órganos de mando
- Elementos de trabajo

Para el tratamiento de la información y órganos de mando es preciso emplear aparatos que controlen y dirijan el flujo 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 o aceite.

En los principios del automatismo, los elementos reseñados se mandan manual o mecánicamente. Cuando por necesidades de trabajo se precisaba efectuar el mando a distancia, se utilizaban elementos de comando por émbolo neumático (servo).

Actualmente, además de los mandos manuales para la actuación de estos elementos, se emplean para el comando procedimientos servo-neumáticos y electro-neumáticos que efectúan en casi 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 neumáticamente o hidráulicamente y otras nos obliga a recurrir a la electricidad 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 una bomba hidráulica o almacenada en un depósito. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

Esta es la definición de la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (Comité Européen des Transmissions Oiéohydrauliques 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

3.3.6.1. Válvulas distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Start-Stop). Son válvulas de varios orificios (vías) los cuales determinan el camino el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc.

Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías correspondiente a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar.

3.3.6.2. Representación esquemática de las válvulas

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Hay que distinguir, principalmente:

1. Las vías, número de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
2. Las posiciones, las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados.

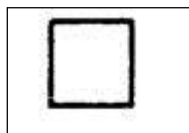


Gráfico 3.24. “Formato Posición Válvulas”

La cantidad de cuadrados yuxtapuestos indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora.

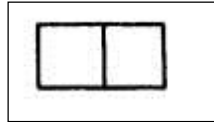


Gráfico 3.25. “Formato Posiciones válvulas Distribuidoras”

El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros).

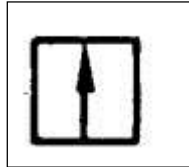


Gráfico 3.26. “Formato Representación del Funcionamiento”

Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido. Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales.

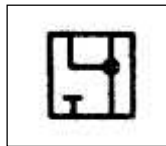


Gráfico 3.27. “Formato Posiciones Circulación”

La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.

Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla que esquematiza la posición de reposo o inicial.

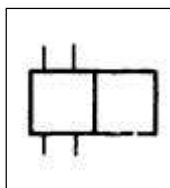


Gráfico 3.28. “Representación Entradas y Salidas”

La otra posición se obtiene desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan. Las posiciones pueden distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c y 0.

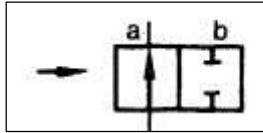


Gráfico 3.29. “Nombre Posiciones Neumáticas”

Válvula de 3 posiciones. Posición intermedia = Posición de reposo.

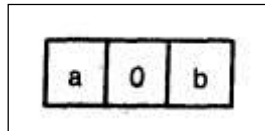


Gráfico 3.30. “Válvula de 3 Posiciones”

Por posición de reposo se entiende, en el caso de válvulas con dispositivo de reposición, p. ej., un muelle, aquella posición que las piezas móviles ocupan cuando la válvula no está conectada.

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido.

Conductos de escape sin empalme de tubo (aire evacuado a la atmósfera).

Triángulo directamente junto al símbolo.

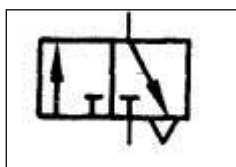


Gráfico 3.31. “Representación Conducto de Escape”

Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión).

Triángulo ligeramente separado del símbolo.

Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas.

CAPÍTULO 4

4. HERRAMIENTA NEUMÁTICA APLICABLE AL AREA AUTOMOTRIZ.

Las herramientas manuales han sido siempre utilizadas para fabricar y reparar vehículos automotrices. No obstante, la revolución industrial demanda métodos de producción y mantenimiento más óptimos. Esto llevó al desarrollo de procesos de producción racionalizados, las herramientas manuales perdieron algo de su importancia siendo reemplazadas por herramientas de accionamiento mecánico-hidráulico y mecánico-neumático.

En esta transición de herramientas manuales, a mecánicas accionadas por acción hidráulica, eléctrica ó neumática, el aire comprimido fue el primer medio de energía que se aplicó. Las herramientas neumáticas comenzaron a ser utilizadas

en 1.850, en principio se utilizaban para trabajos de perforación de rocas y cincelado. Hasta que el método de soldar se convirtió en una práctica normal, el remachado antiguamente fue el método más normal de ensamblaje para componentes de acero utilizados en la fabricación de calderas, construcción de barcos, construcción de edificios, etc.

Las herramientas manuales utilizadas para remachar comenzaron a ser reemplazadas por martillos neumáticos hace aproximadamente un siglo. También se probaron las herramientas accionadas por vapor y electricidad, pero nunca consiguieron competir con el aire comprimido, para las herramientas de percusión.

A pesar de que el aire comprimido originalmente fue aplicado a las herramientas de percusión, el aire comprimido comenzó a ser utilizado para herramientas de rotación, aproximadamente al terminar el siglo pasado. Frecuentemente éstas eran herramientas pesadas y se empleaban para perforar metales. Con la práctica se determinó que el aire comprimido también era apropiado para otros tipos de herramientas de rotación.

En los años 40 se produjo un tremendo desarrollo de herramientas neumáticas de rotación en América del Norte, tales como: perforadoras, esmeriladoras, y numerosos tipos de herramientas para el ensamblaje y el mantenimiento. En las últimas décadas ha continuado el aumento y la necesidad de crear una amplia gama de herramientas accionadas por aire. Hoy en día las tenemos en toda clase de equipos semi-automáticos y completamente automáticos, por lo que las herramientas neumáticas encuentran aplicación tanto en los países más industrializados como en los que están en desarrollo.

4.1 CLASIFICACION.

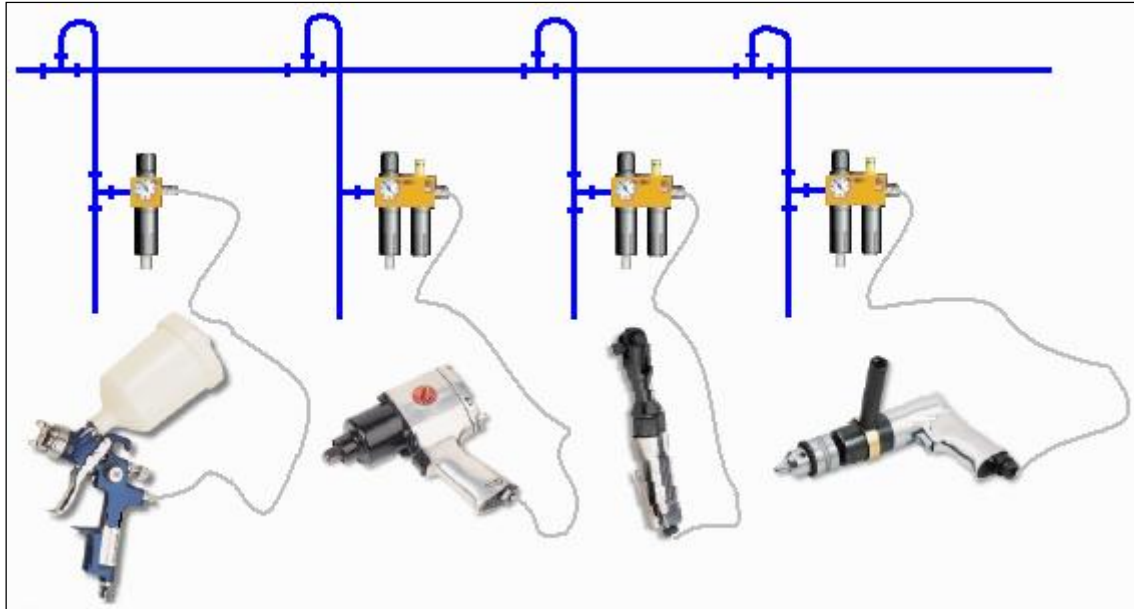


Gráfico 4.1. “Herramientas Neumáticas Para Mantenimiento Automotriz”

Las herramientas neumáticas aplicadas al trabajo de mantenimiento automotriz se clasifican bajo el tipo de trabajo que realizan o a las condiciones del mismo, es decir para el trabajo industrial en serie y el trabajo doméstico u artesanal.

4.1.1. Industriales.

Dentro de la rama de las herramientas neumáticas para uso industrial existen básicamente tres grupos fundamentales los cuales son:

- Herramientas de percusión (perforadoras, rompedoras).
- Herramientas para maquinado (Esmeriladoras y Amoladoras, Taladros, Escariadores)
- Herramientas de montaje



Gráfico 4.2. “Llaves de Impacto Industriales de 1”(2.53mm) y $\frac{3}{4}$ ”(1.9mm)”

Las llaves de impacto son sumamente potentes, son de tipo reversible con potencia regulable y de uso específico, ideal o apropiado para mantenimiento en vehículos industriales. Se usan comúnmente para montaje y desmontaje de las ruedas en camiones y remolques.

4.1.2. Artesanales o Domésticas.

Las herramientas de uso artesanal son el tipo de herramienta que no está en uso continuo durante la jornada de trabajo y que son utilizadas para realizar trabajos específicos de apriete, corte, perforación pequeña o devastación pequeña.

Toda esta gran gama de herramientas están siempre disponibles para realizar cualquier operación fina o gruesa. Todas las máquinas son de elevada potencia, en relación con su peso y tamaño, son de diseño ergonómico y de una gran seguridad en su utilización.

Dentro de este grupo podemos considerar a:



Gráfico 4.3. “Llaves de Impacto”



Gráfico 4.4. “Taladros rectos y angulares”



Gráfico 4.5. “Sierras alternativas”



Gráfico 4.6. “Amoladoras rectas y angulares”



Gráfico 4.7. “Llaves Racha”



Gráfico 4.8. “Lijadoras o pulidoras”



Gráfico 4.9. “Aplicador de Cartuchos”

4.2. PARTES CONSTITUTIVAS DE LAS HERRAMIENTAS NEUMATICAS

Dentro de las partes constitutivas las herramientas neumáticas existen partes fijas y partes desmontables, las cuales variarán dependiendo del tipo y capacidad de herramienta para la cual haya sido diseñada.

A continuación se presenta el diagrama esquemático de un taladro neumático de 3/8” reversible.

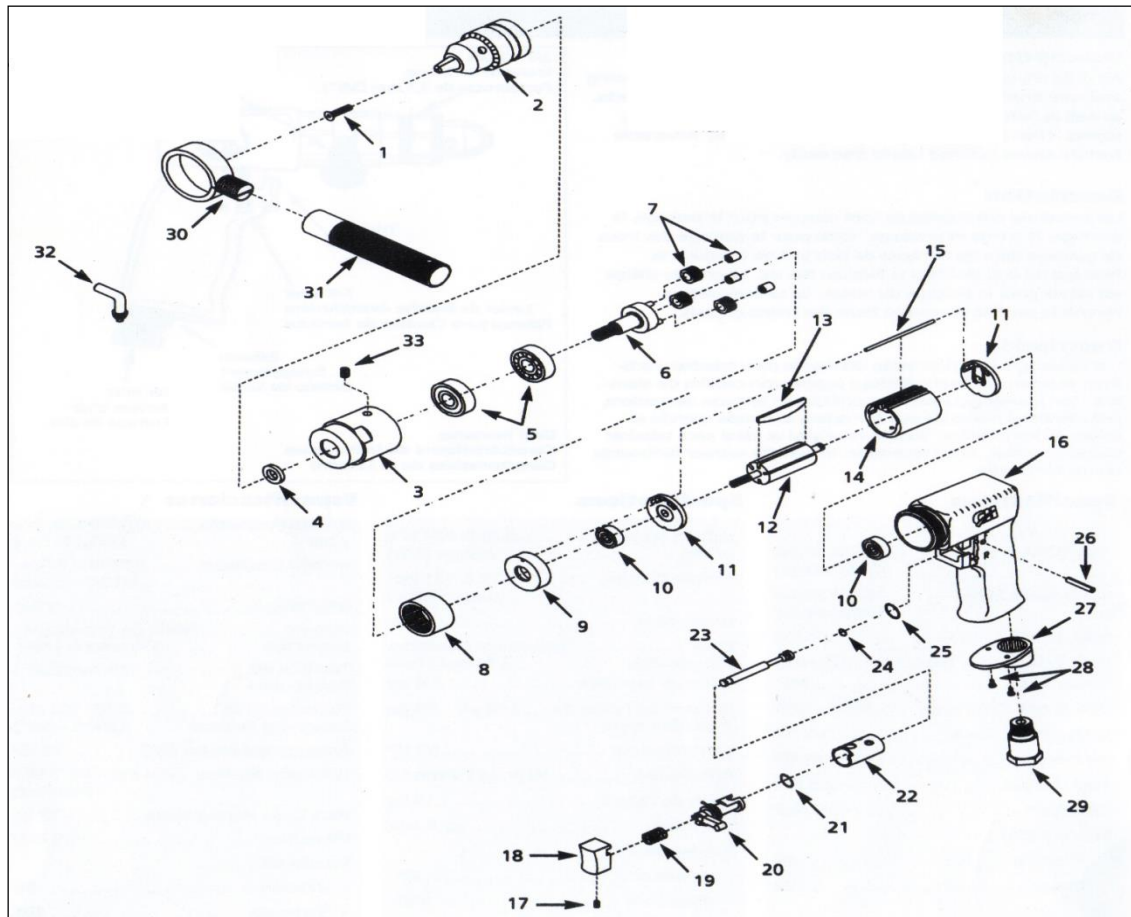


Gráfico 4.10. “Partes Taladro Neumático”

Tabla 4.1 “Partes Taladro Neumático” Manual Taladro Craftsman de 3/8”, año 2000

1	Tornillo de cabeza tubular plana	18	Gatillo
2	Porta brocas	19	Resorte de la válvula
3	Tuerca de la abrazadera	20	Válvula reversa
4	Arandela plana	21	O Rin
5	Rodamiento	22	Buje para la válvula de contra flujo
6	Cubierta de engranaje planetario	23	Válvula reguladora
7	Engranaje planetario con buje	24	O Rin
8	Engranaje interno	25	O Rin
9	Cubierta de cojinetes	26	Pasador
10	Rodamiento	27	Difusor del orificio de salida
11	Tapa	28	Tornillo autorroscante
12	Rotor	29	Entrada de aire con rejilla
13	Aletas del rotor	30	Anillo de la Abrazadera
14	Cilindro	31	Mango
15	Pasador del motor	32	Llave para porta brocas de 3/8"

16	Envoltura del motor
17	Tornillo de fijación

33	Tornillo de fijación
----	----------------------

A continuación se detallan las partes constitutivas de una pistola de impacto de mando de ½”.

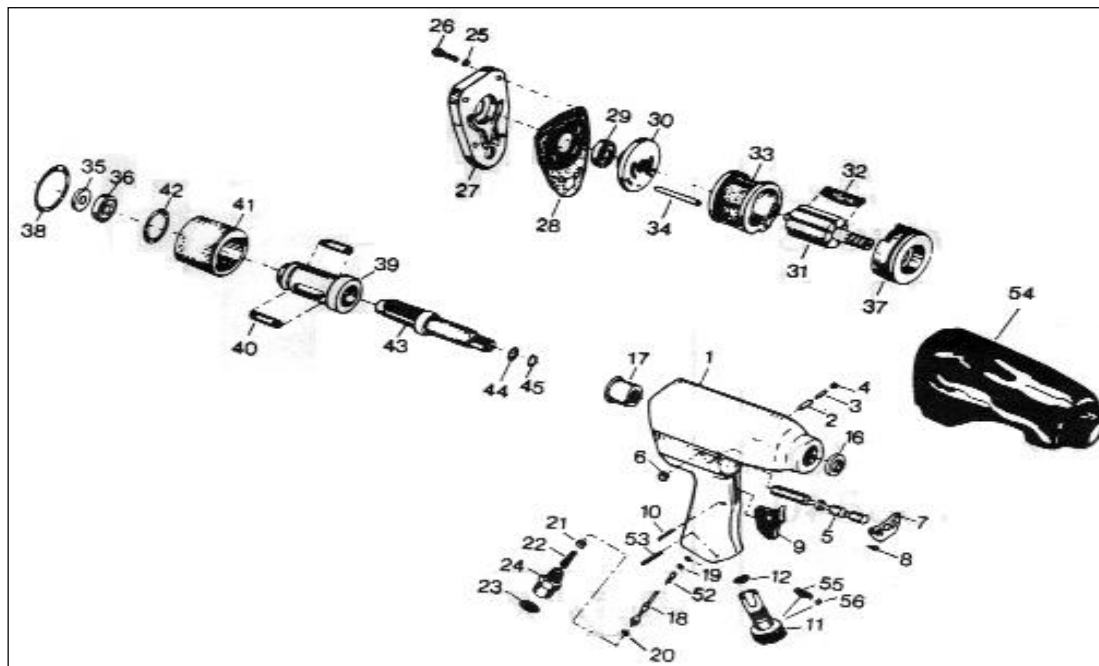


Gráfico 4.11. “Partes Pistola Neumática”

Tabla 4.2. “Partes Pistola Neumática” Manual Pistola de Impacto Craftsman de ½”, año 2000

1	Alojamiento del motor	27	Final de la tapa
2	pin retenedor de la válvula	28	Empaquetadura de la tapa
3	Pin retenedor del resorte	29	Rulimán
4	Tapón del retenedor	30	Plato trasero
5	Válvula de reversa	31	Rotor
6	Orificio de llenado de aceite	32	Aletas del rotor
7	Deflector de la descarga	33	Cilindro
8	Tornillos tapa del deflector	34	Pin del motor
9	Gatillo	35	Cello de aceite
10	Pin del gatillo	36	Rulimán
11	Regulador de aire	37	Plato delantero
12	O rin	38	O rin
16	Sello de aceite	39	Jaula
17	Bocín	40	Pin del motor
18	Varilla de empuje	41	Martillo

19	O rin
20	O rin
21	O rin retenedor
22	Resorte de la válvula
23	Tapa
24	Adaptador del acople rápido
25	Arandela
26	Tornillo de cabeza larga

42	O rin
43	Yunque
44	O rin
45	Retenedor del O rin
52	Buzo
53	Pin regulador
54	Protector
55	Resorte regulador
56	Rulimán del regulador

4.2.1. Móviles o desmontables

Las partes móviles de todas las herramientas neumáticas son en su mayoría, rulimanes, engranajes o piñones, pistones, rotores, piezas basculantes y oscilantes y por supuesto diafragmas y válvulas de flujo de aire.



Gráfico 4.12. “Partes Móviles Herramienta Neumática”

4.2.2. Fijas.

Las partes fijas de las herramientas neumáticas están diseñadas para dar seguridad y fiabilidad durante la operación de las mismas y son ergonómicamente construidas para proporcionar al usuario la facilidad de utilización en el trabajo sin desgaste físico.

4.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

Dependiendo de la herramienta neumática el principio de funcionamiento varía sustancialmente:

El martillo neumático: es en esencia un pistón que realiza un movimiento alternativo dentro de un cilindro. Este movimiento se consigue por medio de una válvula de corredera, que permite la actuación del aire comprimido de manera alternativa en ambas caras del pistón. Se puede obtener en las herramientas diferentes características, variando la carrera del pistón, su diámetro y masa.

La energía de impacto e , por embolada, se calcula a partir de la fórmula:

$$e = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{Nm; (Newton metro)}$$

en donde:

m = masa del pistón, en Kg

v = velocidad del impacto, cuando el pistón golpea, en m/seg

La amoladora o esmeril neumático, posee un motor neumático de aletas lo que permite velocidades de rotación periférico desde 33 m/seg hasta 80 m/seg.

El taladro neumático, funciona bajo el mismo principio de la amoladora pero está constituida en el motor neumático, con aletas más pequeñas. Básicamente consta de un motor con un porta brocas fijado al eje, que convierte directamente, la rotación del motor en trabajo mecánico. En las taladradoras neumáticas de

mano, la fuerza de avance está limitada a la acción que es capaz de desarrollar el cuerpo humano.

Los atornilladores neumáticos, constan básicamente de un motor de aletas que acciona una punta de atornillar, a través de un engranaje planetario y un embrague de par o deslizante.

Las llaves de impacto, incorporan un motor de aletas y un mecanismo de impactos, cuando se aprieta una unión empernada, es necesario alcanzar el par que tense adecuadamente el perno.

4.4. CONOCIMIENTOS PARA MANEJO DE HERRAMIENTA NEUMÁTICA.

Taladrar, pintar, golpear, engrapar y atornillar, entre otras, son algunas de las funciones que prestan las herramientas neumáticas a la industria moderna automotriz. Además de acelerar los procesos, este tipo de elementos ofrecen ventajas como el ahorro de energía y acabados de precisión y calidad.

4.4.1. Básico.



Gráfico 4.13. “Uso Básico de Herramienta Neumática” ³⁴

Cuando la herramienta neumática está funcionando, se descargará una cierta cantidad de aire, que vaciará el compresor de acuerdo al consumo de la herramienta. Por esto, el primer requisito a tener en cuenta en un compresor es que la capacidad del mismo sea lo suficiente para mantener la marcha normal de la herramienta. Cuando no es la adecuada, la herramienta perderá poder y rendimiento.

El óxido y la excesiva condensación en las líneas de alimentación son los peores enemigos de las herramientas neumáticas. Si no se dispone de un lubricador en la línea, entonces se debe inyectar aproximadamente 5 cm³ de aceite liviano a través del conector de entrada de aire cada 24 horas si su uso es periódico.

Se recomienda el uso de un conjunto filtro - regulador y lubricador. El filtro detiene el agua y las partículas arrastradas por el aire, mientras que el regulador mantiene la presión necesaria constante, y el lubricador entrega una película de aceite que entra a la herramienta durante su uso.

4.4.2. Medio



³⁴ Maquinaria y Herramientas para Industria Metalmecánica, uso y cuidado. American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

Gráfico 4.14. “Uso Intermedio de Herramienta Neumática” ³⁵

A la hora de elegir una herramienta neumática para un trabajo determinado se debe realizar una pequeña comparación entre el costo, la calidad, la potencia, y el peso de la misma. Una herramienta de rendimiento elevado, siempre ofrecerá confiabilidad al momento de realizar un trabajo, las normas y estándares de seguridad y mantenimiento de las herramientas neumáticas serán una parte fundamental del conocimiento para poder utilizar las mismas sin correr riesgo alguno.

4.4.3. Avanzado.

Existen tres factores que sobre todos los demás, pueden incidir substancialmente en la economía en el trabajo automotriz, y son:

- Presión de aire: el cual es un requerimiento básico para conseguir un rendimiento óptimo de la herramienta, el diagrama adjunto indica como varía el rendimiento de potencia de la herramienta, al variar la presión de aire.

³⁵ Maquinaria y Herramientas para Industria Metalmeccánica, uso y cuidado, American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

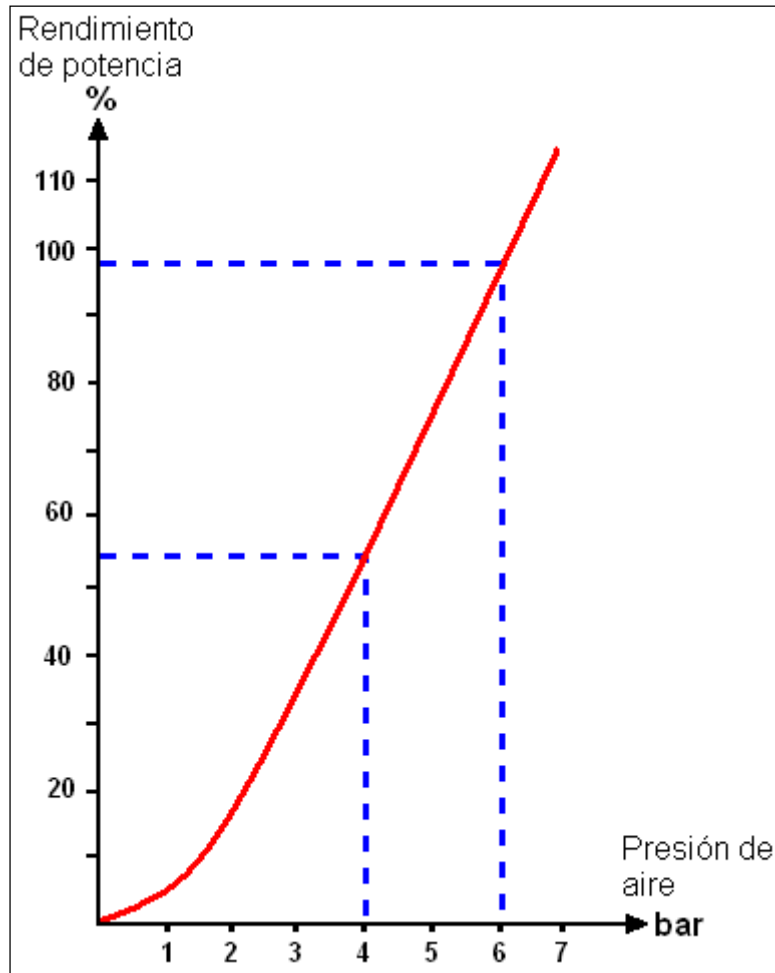


Gráfico 4.15. “% Rendimiento & Presión Aire”

En el diagrama se demuestra que: si la presión de aire pasa de 6 a 4 **bares** el rendimiento aproximado de máquina será la mitad de su potencia nominal. Por consiguiente, es de vital importancia el mantener la presión adecuada. La caída de presión debe vigilarse muy de cerca, asegurándose que la misma este dentro de los límites prefijados. Las mangueras y acoplamientos deben tener las dimensiones adecuadas.

- Lubricación: El desgaste, obviamente, incide de forma negativa en el rendimiento de la herramienta y en su vida útil de servicio. Las herramientas neumáticas necesitan ser lubricadas frecuentemente para que su

funcionamiento sea el adecuado y estén dentro de la potencia deseada y recomendada por el fabricante.

- Vibración: Repercute en la salud del usuario u operador de la herramienta y por supuesto en la vida útil de la herramienta. Existe también el desgaste que ocasiona la vibración en las piezas en donde se utilizó la herramienta neumática, se podrá dar el caso extremo que por exceso de vibración, los accesorios que se usan con la herramienta neumática se fisuren, cuarteen o rompan. Por tal motivo se debe evitar en lo posible exceso de vibraciones al momento de utilizar las herramientas neumáticas tales como las rachas de aire, pistolas de impacto y taladros de aire.

4.5. NECESIDADES DEL USO DE HERRAMIENTA NEUMÁTICA.

La manipulación de herramientas en los sistemas neumáticos permiten que una sola persona pueda utilizar, fácil y rápidamente los accesorios obteniendo: fuerza, precisión, torque y tracción según las necesidades exigidas en el trabajo.

4.5.1. Facultad de Mecánica Automotriz.

Las herramientas que utilizan accionamiento neumático están diseñadas para lograr mayor potencia, que las accionadas eléctricamente. Funcionan bajo la acción directa del flujo de aire comprimido el cual, sometido a una presión determinada, acciona: un pequeño rotor que mueve al accesorio específico, o bien transmite potencia por medio de pistones y válvulas.

4.5.2. Alumnado.

La utilización de las herramientas neumáticas evitará que los estudiantes realicen un considerable esfuerzo y a la vez proporciona una mayor regularidad y eficacia en el trabajo, favoreciendo una menor fatiga de los estudiantes y consiguiendo una mayor rapidez en las operaciones, con responsabilidad y competencia bajo normas y estándares mínimos de seguridad, que servirán para el desarrollo de los de los futuros profesionales de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE.

4.5.2.1. Encuesta.

Para el desarrollo de esta tesis, hubo la necesidad de recopilar información de parte de los estudiantes, para demostrar la necesidad o no, de la instalación del sistema de aire comprimido, en las instalaciones de la UIDE, y se realiza la encuesta con las preguntas siguientes:

1.- ¿Tiene conocimiento sobre el uso de compresores de aire para uso de herramienta neumática para realizar trabajos de mantenimiento en mecánica automotriz?

Si ____	No ____
---------	---------

2.- ¿Considera necesario que la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE posea instalaciones y herramientas neumáticas?

Si ____	No ____
---------	---------

3.- ¿Tiene conocimientos para dimensionar una instalación neumática para el uso de herramientas neumáticas en un taller de mecánica automotriz?

Si ____	No ____
---------	---------

4.- ¿Conoce usted la normativa de seguridad sobre el manejo de compresores y herramienta neumática?

Si ____	No ____
---------	---------

5.- ¿Conoce el mantenimiento que debe realizarse a un compresor y herramientas neumáticas utilizadas para trabajo de mantenimiento en mecánica automotriz?

Si ____	No ____
---------	---------

6.- ¿Conoce usted a que presión se trabaja con las herramientas neumáticas en la rama automotriz?

Si ____	No ____
---------	---------

7.- ¿Conoce usted las ventajas del uso de las herramientas neumáticas en la rama automotriz?

Si ____	No ____
---------	---------

8.- ¿Conoce usted los tipos de compresores que existen en el mercado local para uso doméstico e industrial?

Si ____	No ____
---------	---------

4.5.2.2. Tabulación de datos

La muestra tomada para realizar la encuesta fue de 50 estudiantes de diferentes salones y niveles de la facultad de Mecánica Automotriz de la UIDE. De ahí se han desprendido las siguientes respuestas a las preguntas enunciadas en el punto 4.5.2.1.

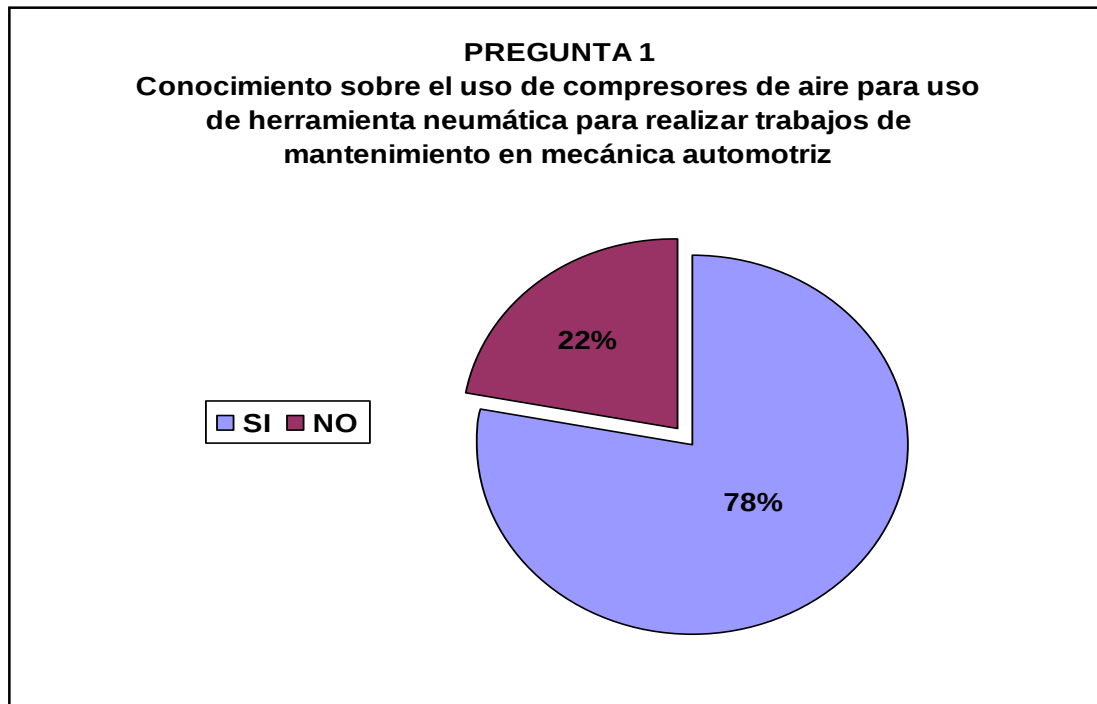


Gráfico 4.16. “Pregunta 1 Encuesta UIDE”

PREGUNTA 2
Se considera necesario que la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE posea instalaciones y herramientas neumáticas

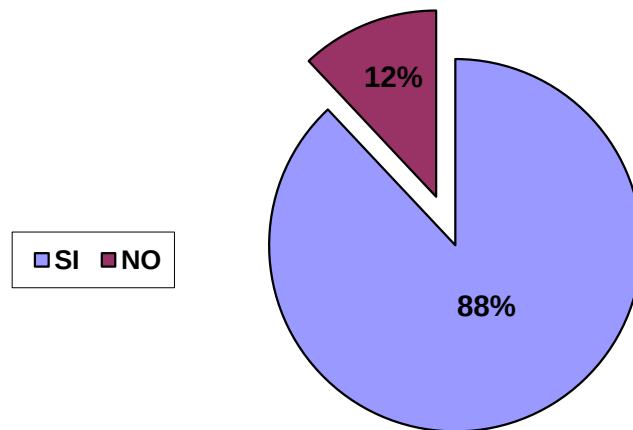


Gráfico 4.17. “Pregunta 2 Encuesta UIDE”

PREGUNTA 3
Conocimientos para dimensionar una instalación neumática para el uso de herramientas neumáticas en un taller de mecánica automotriz

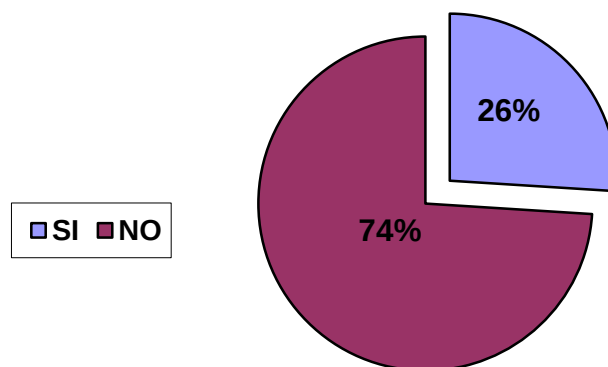


Gráfico 4.18. “Pregunta 3 Encuesta UIDE”

PREGUNTA 4
Conocimiento de la normativa de seguridad sobre el manejo de
compresores y herramienta neumática

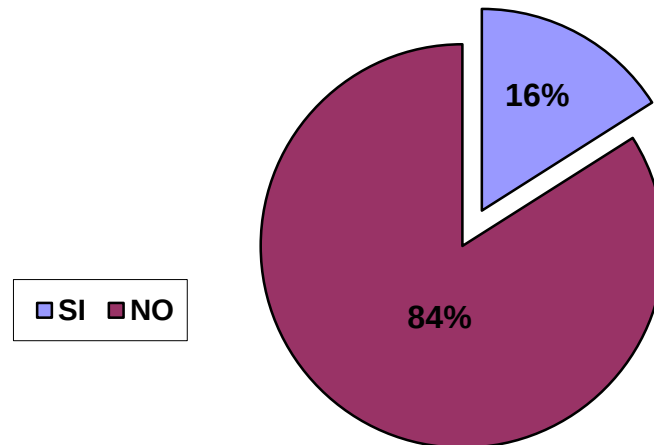


Gráfico 4.19. "Pregunta 4 Encuesta UIDE"

PREGUNTA 5
Conocimiento del mantenimiento que debe realizarse a un
compresor y herramientas neumáticas utilizadas para
trabajo de mantenimiento en mecánica automotriz

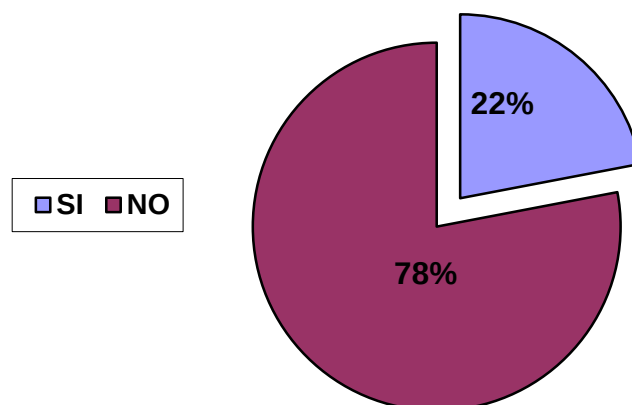


Gráfico 4.20. "Pregunta 5 Encuesta UIDE"

PREGUNTA 6
Conocimiento de la presión de trabajo con las herramientas
neumáticas en la rama automotriz

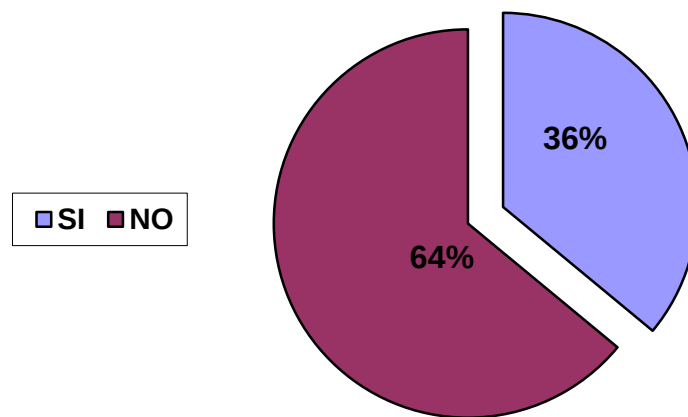


Gráfico 4.21. "Pregunta 6 Encuesta UIDE"

PREGUNTA 7
Conocimiento de las ventajas del uso de las herramientas
neumáticas en la rama automotriz

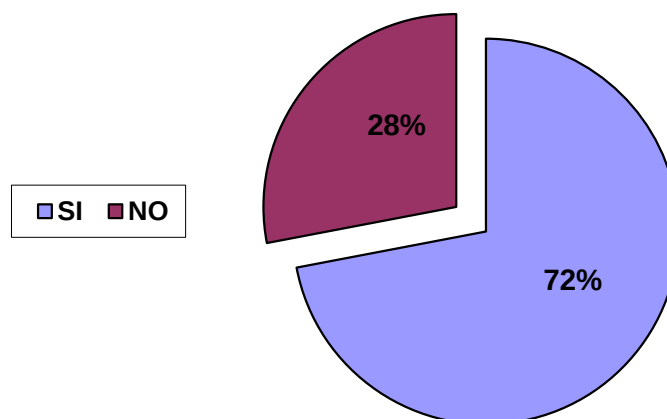


Gráfico 4.22. "Pregunta 7 Encuesta UIDE"

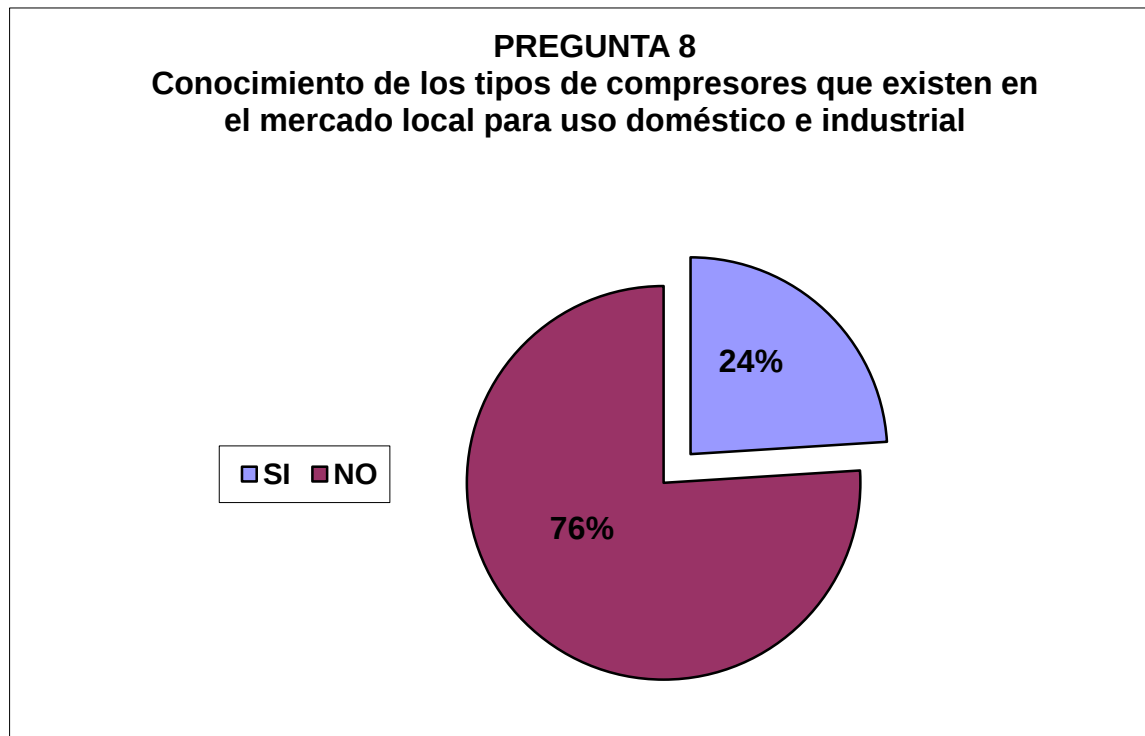


Gráfico 4.23. “Pregunta 8 Encuesta UIDE”

Después de tabular los datos, se evidencia que existe la necesidad de que los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Automotriz de la UIDE, tengan conocimientos sobre el uso de compresores, herramientas neumáticas, su uso y normas de seguridad y también sepan como dimensionar instalaciones neumáticas. Todo esto aplicado para la rama automotriz dentro de talleres mecánicos.

CAPÍTULO 5

5. SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO.

Seguridad: Bajo la premisa de que toda actividad implica riesgos y conociendo qué se debe hacer si se suscita una emergencia es necesaria una inducción continúa sobre seguridad al personal que hará uso del equipo. Se debe entender los fundamentos básicos de los controles de riesgos para ejecución y manejo de herramientas neumáticas mediante la aplicación de normas y procedimientos de seguridad e higiene industrial.

Existe una amplia variedad de herramientas neumáticas o equipos portátiles, entre las que cabe citar: taladros, amoladoras, martillos, atornilladores, pistolas de soplado, etc, que presentan riesgos específicos propios de cada tipo de máquina o herramienta.

Las máquinas neumáticas están conectadas a una red de aire comprimido y no a una red eléctrica que requiere un cableado a un circuito eléctrico, las herramientas neumáticas son alimentadas mediante una manguera flexible que evita los riesgos tales como aumentos de tensión o eventuales incendios por cables defectuosos. El aire luego de accionar la herramienta escapa a la atmósfera, lo que puede dar lugar a la aparición de los siguientes riesgos:

- El aire comprimido, a alta presión, puede atravesar la piel.
- Los escapes de aire comprimido pueden producir heridas en los ojos, bien por las partículas de polvo arrastradas, o por la presencia de partículas de

agua, y/o aceite, procedentes de la condensación de la humedad del aire o del aceite utilizado en el compresor y engrasador.

- El aire comprimido, al ser utilizado inadecuadamente, puede penetrar por orificios del cuerpo humano; boca, nariz, oídos y ano, provocando graves lesiones e incluso la muerte. El origen de estos accidentes son debidos a una incorrecta utilización.
- El uso de presiones inadecuadas puede dar lugar a la ruptura de herramientas con el consiguiente riesgo de proyección de elementos extraños.
- Las equivocaciones en el uso del sistema neumático puede dar lugar a conectar herramientas o equipos, en líneas de gases existentes, distintos a las del aire comprimido, con los consiguientes riesgos debidos al escape del gas en cuestión. A título de ejemplo, se puede citar la formación de atmósferas sobre-oxigenadas, con riesgo de incendio o sub-oxigenadas, con riesgo de asfixia, si se conectasen a una línea de oxígeno o de nitrógeno respectivamente.
- El aire comprimido, al escaparse de una herramienta, puede dar lugar a elevados niveles de ruido.
- El empleo del aire comprimido para la limpieza de máquinas, bancos de trabajo, etc, o el escape del mismo, puede ser causa de riesgos higiénicos, como son la dispersión de polvos, partículas, etc., así como la formación de nieblas de aceite si el aire proviene de líneas con engrasadores, o atmósferas explosivas.

- Las mangueras de conexión pueden estar sometidas durante su utilización, a flexiones, golpes, erosiones, etc., lo que puede traer como consecuencia el deterioro y la ruptura de las mismas, con el consiguiente movimiento repentino serpenteo o látigo, producido por la salida brusca del aire comprimido, y que puede ser causa de lesiones. Este movimiento, de por sí peligroso, puede verse agravado por la presencia de elementos metálicos, como por ejemplo las piezas o racores de conexión.
- Las herramientas pueden ser causa de vibraciones, que puede ser vibración transmitida al sistema mano brazo, lo que ocasiona riesgos para los trabajadores, en particular problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares y vibraciones transmitidas al cuerpo entero, lo que conlleva a la aparición de lumbalgias y lesiones de la columna vertebral, por lo que se debe tomar en cuenta las instrucciones del fabricante que viene en el manual de instrucciones sobre las vibraciones de las maquinas portátiles.
- Nunca se debe oprimir los gatillos a menos que las herramientas neumáticas estén apuntando al área de trabajo. Se debe cerciorar que los accesorios estén bien apretados. De lo contrario, podrían ocasionar heridas graves.
- Hay que liberar toda la presión del sistema antes de tratar de instalar, darle servicio, reubicar o darle mantenimiento a cualquier herramienta neumática.
- No hay que colocar las manos cerca o debajo de las partes móviles de cualquier herramienta neumática.
- En el caso del uso de pistolas de impacto se debe usar siempre accesorios diseñados para herramientas neumáticas (dados de impacto). Los dados

para herramientas manuales son tan fuertes como el vidrio y se romperán ocasionándole heridas graves al estudiante.

- Nunca se debe exceder la capacidad máxima de presión de la herramienta neumática. La herramienta neumática podría explotar y ocasionarle la muerte o heridas graves al estudiante.
- Después de una herramienta neumática ha sido lubricada ha sido lubricada expulsará aceite por el orificio de salida durante los primeros segundos de funcionamiento. Por lo tanto, se deberá cubrir el orificio de salida con un paño, antes de aplicar presión de aire. De lo contrario, podría ocasionar heridas graves.
- Nunca se debe cargar una herramienta por la manguera o halar de la misma para mover la herramienta. Hay que mantener las mangueras alejadas del calor, aceite o puntas afiladas, se debe reemplazar cualquier manguera que esté dañada, deteriorada o desgastada

5.1. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES AL USO DE HERRAMIENTA NEUMÁTICA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ.

La medida más importante de seguridad en el uso de una u otra herramienta es la persona que manipulará esta herramienta. El cuidado y sentido común son la mejor protección en contra de las lesiones. No se puede enumerar todos los posibles peligros aquí, pero trataremos de delinear algunos de los más importantes. Las personas que usen las herramientas deberán buscar y obedecer las indicaciones de Precaución, Advertencia y Peligro que se han colocado en las herramientas y que se

exhiben en los lugares de trabajo. Los operadores deberán leer y seguir las instrucciones de seguridad incluidas con cada herramienta.

Hay que aprender a operar las herramientas. Incluso si previamente se han utilizado herramientas similares, se debe revisar las herramientas antes de usarlas. Se debe conocer sus capacidades, limitaciones, posibles peligros, de cómo se operan y cómo se detienen.

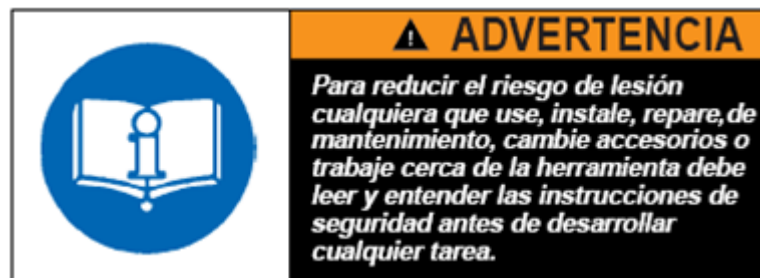


Gráfico 5.1. “Señal de Advertencia Uso Herramienta” ³⁶

Peligros de Aire a Presión

El aire sometido a presión puede causar lesiones.

- *Nunca* se debe apuntar una manguera de aire hacia uno mismo o hacia otra persona.
- *Nunca* se elimine el polvo o impurezas de su ropa con aire comprimido.
- Siempre apunte el aire de escape lejos de usted y de otras personas en el área de trabajo.
- Siempre revise la herramienta para determinar si hay mangueras o accesorios sueltos o dañados, y reemplácelos si fuera necesario.

³⁶ Maquinaria y Herramientas para Industria Metalmeccánica, uso y cuidado, American Machinist Magazine, México/McGraw-Hill/1982

Las mangueras fuera de control pueden causar serias lesiones.

- Desconecte la herramienta del suministro de aire cuando no se use, antes de cambiar accesorios,
- Determinar la torsión máxima del acople cuando se hacen reparaciones del sistema.
- No exceda la presión de aire determinada para incrementar el rendimiento de la herramienta. Esto puede causar lesiones y reducir la vida de la herramienta.
- No ensamble el acoplamiento rápido en una herramienta. La vibración puede causar que este se quiebre, lo que resultaría en una manguera fuera de control. Es mejor usar los acoplamientos rápidos en el extremo de una manguera corta.
- Cuando se usan acoplamientos universales de rosca, se deberán instalar los pernos de seguridad en la misma para evitar una desconexión accidental de la manguera.
- Las herramientas neumáticas no están diseñadas para ser usadas en ambientes explosivos ni están aisladas para entrar en contacto con fuentes de poder eléctricos.

5.1.1. Normas del INEN.

El instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) es el único organismo calificado y facultado por el Estado Ecuatoriano para formular las Normas Técnicas Ecuatorianas que definan las características de materias primas, productos intermedios y productos terminados que se comercialicen

en el Ecuador, así como, los métodos de ensayo, inspección, análisis, medida, clasificación y denominación de aquellos materiales o productos.

Bajo esta normativa el planteamiento de esta tesis tiene la obligatoriedad de mantener los estándares estipulados por la ley para el uso de la tubería, color y tolerancias, señales y símbolos de seguridad, requisitos del aire a utilizar. A continuación se detallan las normas en las que se basa esta tesis:

5.1.1.1. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 439:1984

COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD.

Esta norma establece los colores, señales y símbolos de seguridad, con el propósito de prevenir accidentes y peligros para la integridad física y la salud, así como para hacer frente a ciertas emergencias.

Se aplica a la identificación de posibles fuentes de peligro y para marcar la localización de equipos de emergencia o de protección. Esta norma no intenta la sustitución, mediante colores o símbolos, de las medidas de protección y prevención apropiadas para cada caso; el uso de colores de seguridad solamente debe facilitar la rápida identificación de condiciones inseguras, así como la localización de dispositivos importantes para salvaguardar la seguridad.

TERMINOLOGIA

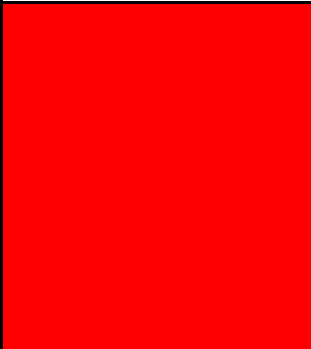
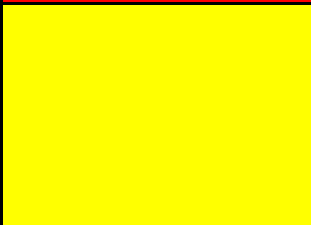
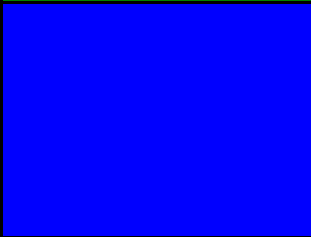
Color de seguridad. Es un color de propiedades colorimétricas y/o fotométricas especificadas, al cual se asigna un significado de seguridad.

Señal de seguridad. Es aquella que transmite un mensaje de seguridad en un caso particular, obtenida a base de la combinación de una forma

geométrica, un color y un símbolo de seguridad. La señal de seguridad puede también incluir un texto (palabras, letras o números).

Color de contraste. Uno de los dos colores neutrales, blanco o negro, debe ser usado en las señales de seguridad.

Tabla 5.1. “Colores de seguridad y significado” Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN439:1984, COLORES, SEÑALES Y SÍMBOLOS DE SEGURIDAD, año 1984.

COLOR	SIGNIFICADO	EJEMPLOS DE USO
	Alto Prohibición	Señal de parada Signos de prohibición Este color se usa también para prevenir fuego y para marcar equipo contra incendio y su localización
	Atención Cuidado, peligro	Indicación de peligros (fuego, explosión, envenenamiento, etc) Advertencia de obstáculos
	Seguridad	Rutas de escape, salidas de emergencia, estación de primeros auxilios.
	Acción obligada *) Información	Obligación de usar equipos de seguridad personal. Localización de teléfono
*) El color azul se considera color de seguridad sólo cuando se utiliza en conjunto con un círculo		

5.1.1.2. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 440:1984

COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS.

Esta norma define los colores, su significado y aplicación, que deben usarse para identificar tuberías que transportan fluidos, en instalaciones en tierra y a bordo de barcos.

Los fluidos transportados por tuberías se dividen, para efectos de identificación en diez categorías, a cada una de las cuales se le asigna un color específico:

Tabla 5.2. “Categoría Tuberías”, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 440:1984, COLORES DE IDENTIFICACIÓN DE TUBERÍAS, año 1984.

FLUIDO	CATEGORIA	COLOR
Agua	1	verde
Vapor de agua	2	gris-plata
Aire y oxígeno	3	azul
Gases combustibles	4	amarillo ocre
Gases no combustibles	5	amarillo ocre
Ácidos	6	anaranjado
Álcalis	7	violeta
Líquidos combustibles	8	café
Líquidos no combustibles	9	negro
Vacío	0	gris
Agua o vapor contra incendios	-	rojo de seguridad
GLP (gas licuado de petróleo)	-	blanco

El cuerpo y órganos de accionamiento de las válvulas pueden o no pintarse también con el color de identificación.

5.1.1.3. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1366:1986

TUBERÍA PLÁSTICA. TUBOS DE PVC PARA PRESIÓN. CLASIFICACIÓN.

Esta norma indica el sistema de clasificación en series de acuerdo con presión, diámetros y espesor de la pared nominales para tubos de PVC.

ISO, ecuación de esfuerzo. Ecuación que establece la relación entre: esfuerzo, presión y las dimensiones del tubo.

$$\sigma = \frac{P}{2e} (D - e)$$

Siendo:

σ = esfuerzo tangencial

P = presión

e = espesor de pared

Para nuestro caso la tubería utiliza viene de la industria Plastigama, la cual está aprobada y estandarizada según el cumplimiento de esta y otras normas INEN, de acuerdo a esto la tubería ya viene dimensionada y con una presión de trabajo probada.

5.1.1.4. NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2378:2004

AIRE. REQUISITOS.

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el aire con fines medicinales e industriales. Se aplica al aire, obtenido del aire atmosférico o del aire

sintético o producido por la mezcla de oxígeno y nitrógeno en proporciones adecuadas que se utiliza con fines medicinales e industriales o en equipos de respiración y aplicaciones analíticas.

Ya que es demás conocido que el aire es una mezcla química constituida por 78,09 % de nitrógeno, 20,94 % de oxígeno, 0,93% de argón y pequeñas trazas de otros gases raros y vapor de agua. Es incoloro, inodoro, no corrosivo, no tóxico, ni inflamable, de densidad 1,20 kg/m³, punto de ebullición -194,3 °C, punto de congelación - 216,2°C, en condiciones normalizadas.

El “aire comprimido”. Producto obtenido por la compresión y purificación del aire atmosférico, para efectos de cálculo en que el contenido de oxígeno está comprendido entre 20,4% (V/V) y 21,4% (V/V). 1 ppm (V/V) = 1 ml/m³

- No se debe utilizar compresores lubricados por aceites para obtener aire comprimido medicinal.
- No se debe usar grasa o aceite en las conexiones, roscas o empaques, porque pueden provocar incendios o explosiones
- El aire comprimido a alta presión puede acelerar la combustión de otros materiales combustibles.
- Las especificaciones del aire pueden variar de acuerdo a los requerimientos del usuario

5.1.2. Normas OSHA.

La OSHA u organización internacional de “Ley de Seguridad y Salud Ocupacional”, también conocida como la Ley William-Steiger de 1970, dice que los patronos, en nuestro caso los profesores u autoridades de la Facultad tienen el deber general y consistente en facilitar a cada uno de sus alumnos bajo su tutela

de realizar prácticas en instalaciones que estén libres de riesgos reconocidos como agentes productores o con posibilidad de que produzcan la muerte o daño físico grave a su alumnado. Se requiere también que el profesor cumpla con las normas relativas a la seguridad y la salud ocupacionales promulgadas por la ley.

Los alumnos tienen el deber de acatar las normas de seguridad y salud ocupacional, así como las reglas, reglamentos y órdenes publicadas en relación con esta ley y estatutos de la UIDE sean aplicables a sus propias acciones y conducta.

Derechos de los alumnos aplicados a la OSHA:

- El derecho a solicitar al Director Académico, por escrito, que se realicen inspecciones acerca de la seguridad y la salud sobre la instalación del sistema de aire comprimido y las herramientas instaladas.
- El derecho a contar con un representante del alumnado que acompañe a los directivos y/o profesores a vigilar el cumplimiento, de las normas, cuando se realice una inspección en la facultad en el área en donde está instalada la red de aire comprimido.
- El derecho a que los profesores mantengan informes exactos acerca de la exposición del alumnado a los materiales potencialmente tóxicos o a los agentes físicamente perjudiciales y a tener acceso a tales informes relacionados con sus propias exposiciones.
- El derecho a que las sustancias peligrosas sean identificadas mediante etiquetas o carteles en la Facultad.

- El derecho a ser informado prontamente por el profesor acerca de la exposición a cualquier material tóxico o agente físico perjudicial que se encuentra presente en concentraciones al nivel o por encima del nivel prescrito como norma aplicable en el uso de aire comprimido.
- El derecho a que las violaciones realizadas por otros alumnos o personas ajenas a la Facultad y determinadas por los profesores sean expuestas en forma diligente, en el lugar de trabajo.

5.2. LEGISLACIÓN AMBIENTAL VIGENTE EN EL ECUADOR PARA USO E INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO CON HERRAMIENTA NEUMÁTICA.

Como ya se conoce, la seguridad del trabajo se ocupa de analizar los riesgos de accidentes, detectando sus causas principales para de esta forma estudiar la manera más adecuada para su reducción o eliminación.

No existe normativa alguna que regule la instalación de los sistemas de aire comprimido para el uso de herramienta neumática. Debido a esta falencia en las autoridades, se optará que luego de aprobar la presente tesis, realizar un llamado en el Colegio de Ingenieros Mecánicos para que se estandarice o implante una normativa sobre el uso de las instalaciones neumáticas.

Para conseguir el objetivo concreto de la seguridad: se debe detectar y corregir los diferentes factores que intervienen en los riesgos de accidentes de trabajo y controlar sus consecuencias. La seguridad se sirve de métodos, sistemas o formas de actuación definidas, denominadas técnicas de seguridad las cuales se utilizarán en la lucha contra los accidentes de trabajo y pueden actuar de diferentes

formas, dando lugar a las distintas técnicas empleadas, dependiendo de la etapa o fase del accidente en que se actúe.

5.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO.

Dado que cada instalación o circuito neumático es distinto en función de su diseño, componentes, usos, capacidad, etc, Es evidente que todo el empeño que se dedica al buen mantenimiento y monitoreo de la red de aire comprimido redundará en beneficios económicos inmediatos.

El funcionamiento y manejo de los equipos neumáticos es sencillo y no requieren operaciones complejas de mantenimiento. Sin embargo, antes de su uso es recomendable conocer las instrucciones del fabricante y considerar las recomendaciones como las siguientes:

- Uno de las tareas rutinarias es el lubricado, bien sea realizándola directamente en la herramienta a diario, o por medio de lubricadores instalados en las líneas de aire que se dirigen a la herramienta. Este procedimiento es vital ya que proporciona los requerimientos de aceitado mínimos para un correcto funcionamiento, reduciendo la fricción en las partes móviles de la herramienta.
- Utilizar racores de conexión y desconexión automáticos adecuados.
- No superar nunca la presión máxima de servicio admisible por cada herramienta en más del 10%.
- Evacuar el agua de la condensación del filtro del compresor y de la línea de alimentación diariamente, si no se dispone de un sistema de purga automática.

- Utilizar mangueras y conectores de $\frac{1}{4}$ " a $\frac{3}{8}$ " de diámetro, para conseguir un rendimiento óptimo de las herramientas.
- Limpiar periódicamente el polvo y la suciedad acumulados en las partes móviles del equipo.

El mantenimiento que exige la red de aire es mínimo. No obstante, conviene mantener la presión estable, revisar el nivel de aceite del compresor y evitar las acumulaciones de agua.

Sin embargo, para evitar ciertos riesgos, deben tenerse en cuenta las recomendaciones siguientes:

- Las herramientas deben disponer de un sistema que evite el arranque no intencionado (seguro), dispositivo en el que se necesiten dos acciones por separado para su puesta en marcha. Este dispositivo no está instalado en las herramientas de alambre fino.
- Comprobar periódicamente el estado de mangueras y conexiones, desechando aquellas que estén rotas o deterioradas y no realizar empalmes en las mangueras existentes.
- El operario en nuestro caso el estudiante, debe utilizar los equipos de protección personal apropiado al tipo de trabajo que realiza o a la herramienta que utiliza, respetando siempre las etiquetas de aviso de la seguridad impresa en los equipos.

5.3.1. Compresores estacionarios.

Primeramente la ubicación del Compresor debe facilitar su refrigeración, y la una correcta aspiración de aire fresco, también su ubicación nos

debe permitir un fácil acceso para realizar trabajos de mantenimiento y el control de sus componentes.

El compresor de pistón el cual hemos usado en nuestra instalación, es una máquina que por su trabajo está sujeto a desgaste en sus partes móviles y necesita de un mantenimiento correcto en cuanto se refiere al control del cambio de aceite y filtro de aire.

Se debe llevar un perfecto control del compresor, y de las instalaciones, incluyendo periódicamente comprobaciones de su nivel de aceite y cambios del mismo periódicamente. De la misma manera se debe usar el aceite recomendado por el fabricante, por ende hay que revisar el estado y tensión del sistema de correas de transmisión del motor al compresor.

El único mantenimiento que se debe dar al motor, es revisar que su sistema de protección térmico trabaje correctamente, el cambio revisión y limpieza de sus partes deberá ser considerado luego de un margen de uso según el fabricante de 500 horas.

Una parte a ser tomada muy en cuenta en el manejo de compresores que almacenan aire en un acumulador, es 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 del volumen mayor a la del compresor.

El principal aspecto que se debe tener en cuenta, es la seguridad en la operación, ya que estos elementos mal usados ocasionan riesgos adicionales. La rutina de mantenimiento se debe realizar de acuerdo al manual del fabricante, se debe verificar el estado de los elementos de seguridad a los cuáles se debe realizar

inclusive ensayos no destructivos tales como ultrasonido y radiografías para verificar el óptimo estado del mismo.

El aire posee humedad, al ser comprimido este aire por un compresor y ser acumulado en un tanque genera una condensación del agua. El mantenimiento que se le realiza al acumulador limita a una limpieza interior en muy escasas ocasiones, además de la verificación constante de las purgas para evitar que se corroa el tanque. Por la condensación del aire

5.3.2. Tuberías de aire comprimido.

Antes de implementar extensiones o nuevas demandas de aire en la red debe verificarse que los diámetros de la tubería si soportarán el nuevo caudal.

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.

Todo cambio brusco de dirección o variación de nivel son sitios de acumulación de condensados, allí es donde se debe ubicar válvulas adicionales de purga.

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 por ende el deterioro asociado de la humedad.

5.3.3. Acoplamientos.

Hay que revisar exhaustivamente la posible existencia de fugas del *Circuito Neumático*, en especial en conectores, acoplamientos, extensiones, actuadores

neumáticos, válvulas, filtros, medidores de presión y/o caudal neumático, etc. Las fugas de aire a presión en una instalación neumática producen muchos inconvenientes como: derroche energético, calentamiento excesivo de compresores y válvulas, menor duración de sistemas de lubricación y filtrado, mayor contaminación y desechos, etc.

5.3.4. Válvulas

Las válvulas, se abren y cierran por medio de bolas, discos, placas o conos. La estanqueidad se asegura de una manera muy simple, generalmente por juntas elásticas, los elementos de desgaste son muy pocos y, por tanto, estas válvulas tienen gran duración, son resistentes a la suciedad y muy robustas.

La vida útil y la fiabilidad de los mandos neumáticos aumentan si los servicios de mantenimiento se efectúan sistemáticamente.

Las maquinas y herramientas requieren periódicamente tareas de mantenimiento para asegurar su correcto funcionamiento, y permitir que su vida útil sea prolongada, es importante crear conciencia en esto para evitar frustraciones al usar las diferentes herramientas y que estas no le respondan de la manera adecuada.

Se calcula que una maquina en uso intensivo requiere un mantenimiento preventivo cada trescientas horas de funcionamiento. La limpieza, el engrase, el posible reemplazo de rodamientos o carbones son las tareas más usuales, que ayudaran a que su herramienta sea eterna.

El propósito de los accesorios, 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 cambiar de dirección en la red y el paso o no del 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.

El mantenimiento de las válvulas reguladoras de presión es de cierta manera más complejo que del resto de elementos de la unidad, dicho mantenimiento se basa en las pruebas de fuga de aire, las cuales consisten principalmente en suministrar 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 suministrando sólo aire a presión por la salida, si esta es inferior a la máxima del resorte, no debería salir aire por el ducto opuesto a la válvula (entrada).

Las válvulas que lubrican la herramienta deben tener el nivel de lubricante adecuado para toda la jornada de trabajo, es por eso que los estudiantes deben tener a su alcance el suficiente lubricante. Si existieran condensados de agua, esta se eliminará por la llave de purga; si se da el caso, de que el agua ingrese al lubricador, el agua permanecería bajo el aceite porque el aceite es más ligero y flotaría sobre el agua, por lo cual el estudiante deberá verificar la presencia de agua con regularidad, si el nivel del agua alcanza el tubo de aspiración se produciría la pulverización del agua hacia la herramienta.

En condiciones normales, la limpieza o eliminación de sedimentos cada seis meses suele ser suficiente.

5.3.5. Fallas comunes en el funcionamiento de sistemas de aire comprimido

- Se debe tener en cuenta que la principal causa de la caída de presión son los filtros saturados. En una línea de distribución bien diseñada es aceptable una caída del 10% de presión, no incrementar el valor de la regulación de presión para compensar las pérdidas; en vez de ello, revise las posibles causas del problema.
- Se recomienda una inspección periódica del sistema para que este siempre activo dando productividad.
- Se debe disponer de un plano de planta y un plano isométrico de la instalación con las dimensiones de la tubería, la posición de los elementos y accesorios.
- Disponer de una ficha técnica física y digital en donde se registre la fecha de revisión de todos los elementos, recomendaciones del fabricante y/o instalador, al igual que el registro de la fallas sus causas, reparaciones y fechas del suceso.
- Ubicar llaves de paso en las tuberías que permite independizar los diferentes ramales del sistema.
- No dejar mangueras de los equipos en el suelo ya que los sistemas de transporte dentro de la planta pueden ocasionar averías muchas veces imperceptibles.

- Evitar las fugas de aire (5 a 10 %), y las caídas de presión a lo largo de la instalación (2% la presión del compresor) y mantener mínima la cantidad de agua en la red.
- Creer que se puede compensar la insuficiencia de caudal de aire de un compresor aumentando la capacidad de reserva de aire por medio de tanques. Estos tienen como función regular el caudal y evitar cambios bruscos en la presión. el uso de tanques solo es justificable cuando se necesita gran volumen de aire en un periodo de tiempo muy corto.
- Elevar la presión de trabajo para suplir la falta de aire de suministro. esto aumenta un poco la reserva de aire, pero a un costo de energía adicional en Kilovatios muy alto.
- Diseñar la tubería enterrada o subterránea sin que sea necesario hacerlo.
- No ajustar las herramientas, ni inspeccionar constantemente la caída de presión, fugas pequeñas son imperceptibles debido a que el aire es inodoro y no es visible.

A continuación se detalla las posibles fallas comunes que puede presentar un sistema de aire comprimido con su respectiva posible causa y solución:

Tabla 5.3.: Posibles Fallas, Soluciones y/o Acciones a Tomar, Elaborado

Byron Sánchez

FALLA	POSIBLE CAUSA DEL PROBLEMA	ACCION A TOMAR
El compresor no arranca	Falta de corriente eléctrica que alimente al motor eléctrico	Reparar la alimentación de la red eléctrica hacia el compresor
	Arrancador manual del compresor fuera de servicio	Verificar correcto funcionamiento, de no ser así cambiarlo
	Protección térmica del motor accionada	Resetear mediante el pulsador instalado detrás del motor eléctrico.
	Motor no arranca Quemado, trabado etc.	Realizar reparación del motor.
	Una de las fases de alimentación del motor no posee corriente	El motor trabaja a 220 V, se debe verificar su correcta alimentación
El compresor no se detiene	Fugas en el sistema	Reparar las fugas
	El interruptor de presión de seguridad del compresor no funciona	Reparar el interruptor, o cambiarlo
	La banda de accionamiento entre el motor y el compresor rota o patina	Ajustar o cambiar la banda
	Acumulador sin presión de aire	Esperar que se acumule presión en el acumulador o chequear fugas

La herramienta no trabaja o trabaja discontinuamente	Perdidas de presión en las líneas de alimentación a la herramienta	Corregir fugas de presión en las líneas
	Regulador obstruido	Limpiar
	Lubricador tapado	Limpiar
	Herramienta remordida o trabada	Lubricar herramienta o dar mantenimiento
	Presión de la línea bajo el rango de trabajo	Regular la salida de presión del acumulador
	Herramienta dañada	Reparar herramienta o sustituirla
	Presencia de agua en la herramienta	Purgar el acumulador y las líneas de alimentación de aire.
Sale humedad por la herramienta neumática	Hay agua en las líneas o mangueras de aire	Purgar las líneas de alimentación de aire comprimido
	El secador de aire no funciona	Purgar el secador, limpiar la membrana del mismo
	Agua en el elemento lubricador, el aceite está contaminado	Purgar todo el aceite contaminado y cambiarlo

CAPÍTULO 6

6. CONSTRUCCIÓN, CÁLCULO Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

6.1 CALCULOS

En función a las herramientas a donar a la Facultad:

Tabla 6.1. “Herramientas Donadas a la UIDE”, Catálogos: Craftsman, Husky y Campbell

	
Pistola de Impacto marca Craftsman mando de 1/2". Caudal de trabajo 0.13 m³/min a 6.21 bar	Racha de aire marca Campbell mando 3/8". Caudal de trabajo 0.13 m³/min a 6.21 bar
	
Martillo de aire marca Husky. Caudal de trabajo 0.11 m³/min a 6.21 bar	Lijadora de aire Caudal de trabajo 0.13 m³/min a 6.21 bar

En función a las herramientas neumáticas entregadas y conociendo los valores de consumo de caudal y presión de operación de las mismas, e instalando

dos tomas de aire con lubricador, determinamos que dos herramientas que consuman alto caudal de aire comprimido y que estén trabajando al mismo tiempo necesitarán un máximo neumático de $0.26 \text{ m}^3/\text{min} = 15.60 \text{ m}^3/\text{hora}$ a 6.21 bar, para un correcto funcionamiento.

Tuberías.

Se consideran dos tipos de tubería: la principal y la de servicio. La primera es la que sale desde el acumulador y es donde se canaliza la totalidad del caudal de aire. Esta tubería se ramifica por las zonas de trabajo tomando el nombre de cañerías de servicio. El caudal que sale del acumulador será igual a la suma del caudal de todos los puntos de consumo.

Las tuberías de servicio, son las que alimentan las herramientas neumáticas y empiezan desde los acoples de cierre rápido.

La pérdida de presión máxima permisible, en el sistema de tuberías, no puede pasar de un 2% de la presión que suministra el compresor, es así que, si trabajamos con 6.21 bar, la máxima caída permisible, será de $\Delta p = 0,12 \text{ bar}$, porque si a esta caída de presión, le sumamos todas las caídas de presión en los demás elementos instalados en el circuito, la presión en el punto de trabajo, será más baja de la requerida para una operación eficiente en el circuito neumático.

Normalmente se sobredimensiona la tubería de suministro principal en un 300%, para posibles ampliaciones futuras del uso del sistema neumático instalado. Por lo tanto, el caudal máximo para el cálculo para la línea principal, considerando tres (3) puntos de uso, nos vendrá dada por:

$$3 * 0.26 \text{ }^3/\text{min} = 0.78 \text{ m}^3/\text{min} = 46.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

El primer paso para el cálculo de la red de distribución es la confección de un diagrama esquemático en donde se plantea todo el equipo necesario y propuesto de nuestra instalación:

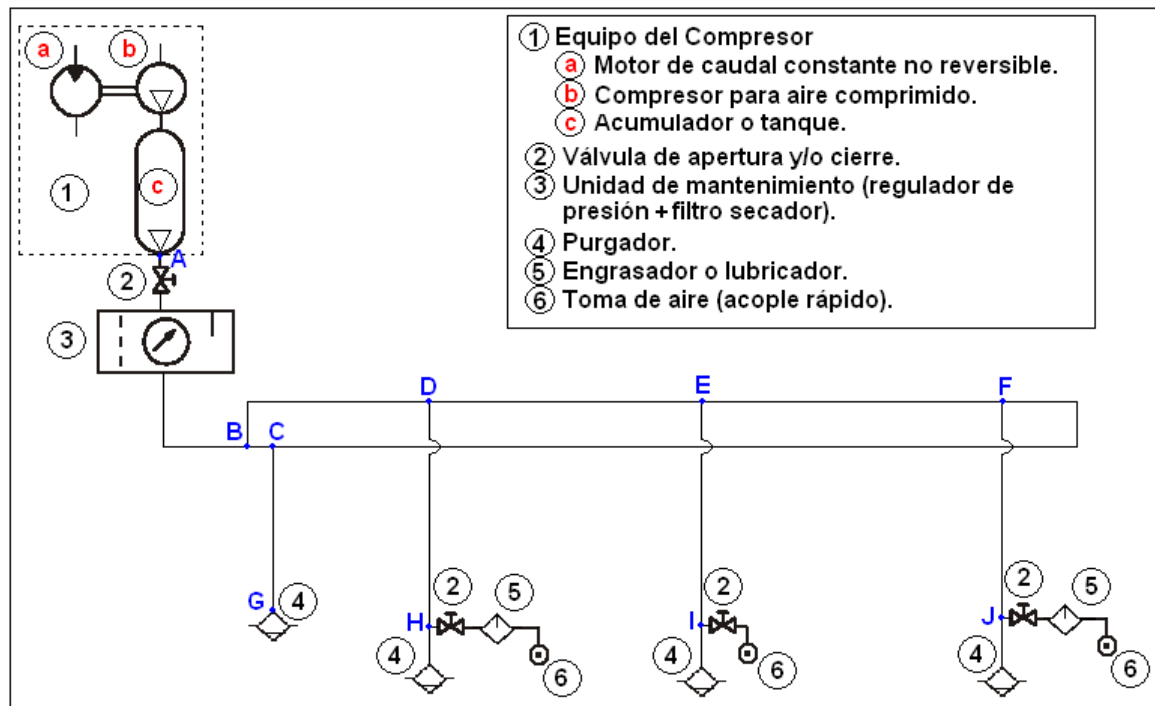


Gráfico 6.1. “Diagrama Esquemático a Instalar”³⁷

Se realiza un gráfico de la red de aire comprimido lo más detallado posible, el cual incluye longitudes, y accesorios instalados (válvulas de apertura, T's, codos, etc.), para la instalación actual:

³⁷ Elaborado Byron Sánchez

La instalación neumática planteada para esta tesis es de circuito cerrado, la ventaja de esta disposición de cañerías es que se obtiene una alimentación uniforme cuando el consumo de aire es alto en cualquiera punto de acceso de la instalación. El aire puede pasar en dos direcciones para evitar caídas de presión. Contabilizando los elementos, tenemos:

Tubería principal:

- Tramo: $\overline{AB} = 0.75 \text{ m}$
 1 válvula esférica de $\frac{1}{2}$ "
 2 acoples reductores de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{8}$ "
 1 unidad de mantenimiento
 1 curva a 90° de $\frac{1}{2}$ "
 1 T salida de $\frac{1}{2}$ "
- Tramo: $\overline{BC} = 0.05 \text{ m}$
 1 T de $\frac{1}{2}$ "
- Tramo: $\overline{BD} = 0.55 \text{ m}$
 1 curva a 90° de $\frac{1}{2}$ "
 1 T de $\frac{1}{2}$ "
- Tramo: $\overline{DE} = 4.46 \text{ m}$
 1 T de $\frac{1}{2}$ "
- Tramo: $\overline{EF} = 1.40 \text{ m}$
 1 T de $\frac{1}{2}$ "
- Tramo: $\overline{FC} = 6.46 \text{ m}$
 2 curva a 90° de $\frac{1}{2}$ "

Tuberías secundarias:

- Tramo $\overline{DH} = 2.38 \text{ m}$
4 curva de 90° de $\frac{1}{2}"$
1 T de $\frac{1}{2}"$
1 válvula esférica de $\frac{1}{2}"$
3 acoples reductores de $\frac{1}{2}"$ a $\frac{3}{8}"$
1 Lubricador
- Tramo $\overline{EI} = 2.43 \text{ m}$
4 curva de 90° de $\frac{1}{2}"$
1 T de $\frac{1}{2}"$
1 válvula esférica de $\frac{1}{2}"$
3 acoples reductores de $\frac{1}{2}"$ a $\frac{3}{8}"$
- Tramo $\overline{FJ} = 2.53 \text{ m}$
4 curva de 90° de $\frac{1}{2}"$
1 T de $\frac{1}{2}"$
1 válvula esférica de $\frac{1}{2}"$
3 acoples reductores de $\frac{1}{2}"$ a $\frac{3}{8}"$
1 Lubricador

Las pérdidas de presión en accesorios (válvulas, T's, codos, etc.), a efectos de cálculo, y con el fin de encontrar un resultado rápido y con una aproximación aceptable, basta con añadir a la longitud propia de la tubería que estamos proyectando, el aumento de la longitud equivalente por cada accesorio, que lo obtenemos de la tabla adjunta, para compensar las pérdidas de presión ocasionadas por dichos elementos.

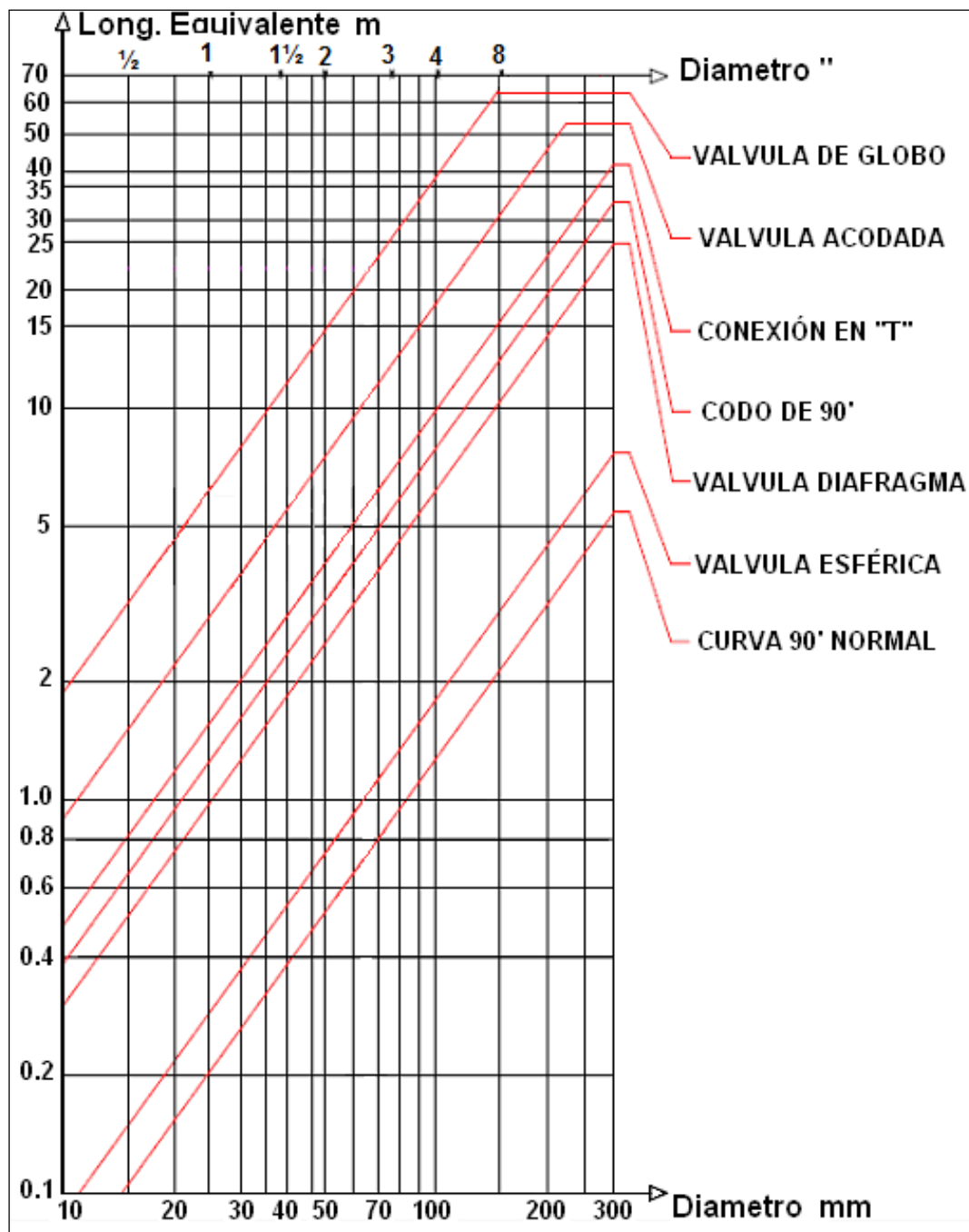


Gráfico 6.2. "Longitudes Equivalentes por Accesorio" ³⁸

Válvula esférica de ½" = 0.17 m

Acoples reductores (válvula acodada) de ½" a ¾" = 0.90 m

³⁸ Sistemas de Aire Comprimido: Apuntes Generales, Ing. Alonso Velez Covo, 2002

Unidad de mantenimiento = 2.40 m

Curva a 90° de ½" = 0.11 m

T de ½" = 0.9 m

Lubricador = 1.70 m

Reemplazando las longitudes equivalentes a los accesorios instalados se llega a la conclusión que las tuberías tienen una longitud de:

Tubería principal:

- Tramo: $\overline{AB} = 0.75 \text{ m} + \text{longitud equivalente}$
 $= 0.75 \text{ m} + 5.38 \text{ m}$
 $= 6.13 \text{ m}$
- Tramo: $\overline{BC} = 0.05 \text{ m} + \text{longitud equivalente}$
 $= 0.05 \text{ m} + 0.95 \text{ m}$
 $= 1.00 \text{ m}$
- Tramo: $\overline{BD} = 0.55 \text{ m} + \text{longitud equivalente}$
 $= 0.55 \text{ m} + 0.95 \text{ m}$
 $= 1.50 \text{ m}$
- Tramo: $\overline{DE} = 4.46 \text{ m} + \text{longitud equivalente}$
 $= 4.46 \text{ m} + 0.95 \text{ m}$
 $= 5.41 \text{ m}$
- Tramo: $\overline{EF} = 1.40 \text{ m} + \text{longitud equivalente}$
 $= 1.40 \text{ m} + 0.95 \text{ m}$
 $= 2.35 \text{ m}$
- Tramo: $\overline{FC} = 6.46 \text{ m} + \text{longitud equivalente}$
 $= 6.46 \text{ m} + 0.22 \text{ m}$

$$= 6.68\text{m}$$

Tuberías secundarias (puntos de toma de aire H, I y J):

- Tramo $\overline{DH}$ = 2.38m + longitud equivalente

$$= 2.38\text{m} + 6.35\text{m}$$

$$= 8.73$$

- Tramo $\overline{EI}$ = 2.43 m + longitud equivalente

$$= 2.43 \text{ m} + 6.35 \text{ m}$$

$$= 8.78 \text{ m}$$

- Tramo $\overline{FJ}$ = 2.53 m + longitud equivalente

$$= 2.53 \text{ m} + 6.35 \text{ m}$$

$$= 8.88 \text{ m}$$

A la tubería $\overline{CG}$ no se la calcula, puesto que se trata de una tubería de purga y por tal motivo, siempre se la considera como empaquetada y presurizada.

Para nuestro caso dependiendo del punto de uso de la instalación (H, I o J), la distancia a utilizarse, será considerada en función al recorrido menor que experimentará el flujo de aire desde el acumulador es decir:

Punto H: $\underline{AH} = \underline{AB} + \underline{BD} + \underline{DH}$

$$\overline{AH} = 6.13\text{m} + 1.50\text{m} + 8.73\text{m}$$

$$\overline{AH} = 16.36\text{m}$$

Punto I: $\overline{AI} = \overline{AB} + \overline{BD} + \overline{DE} + \overline{EI}$

$$\overline{AI} = 6.13\text{m} + 1.50\text{m} + 5.41\text{m} + 8.87\text{m}$$

$$\overline{AI} = 21.91\text{m}$$

Punto J: $\overline{AJ} = \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CF} + \overline{FJ}$

$$\overline{AJ} = 6.13\text{m} + 1.00\text{m} + 6.68\text{m} + 8.88\text{m}$$

—

$$AJ = 22.69\text{m}$$

Graficando los datos obtenidos previamente de la longitud de la tubería por punto de uso, el caudal necesario para el correcto funcionamiento de nuestra instalación al monograma, la máxima presión de trabajo necesaria y la pérdida permisible en el circuito, se obtiene de los gráficos para dimensionar el diámetro de tubería, que para cada uno de los casos sería:

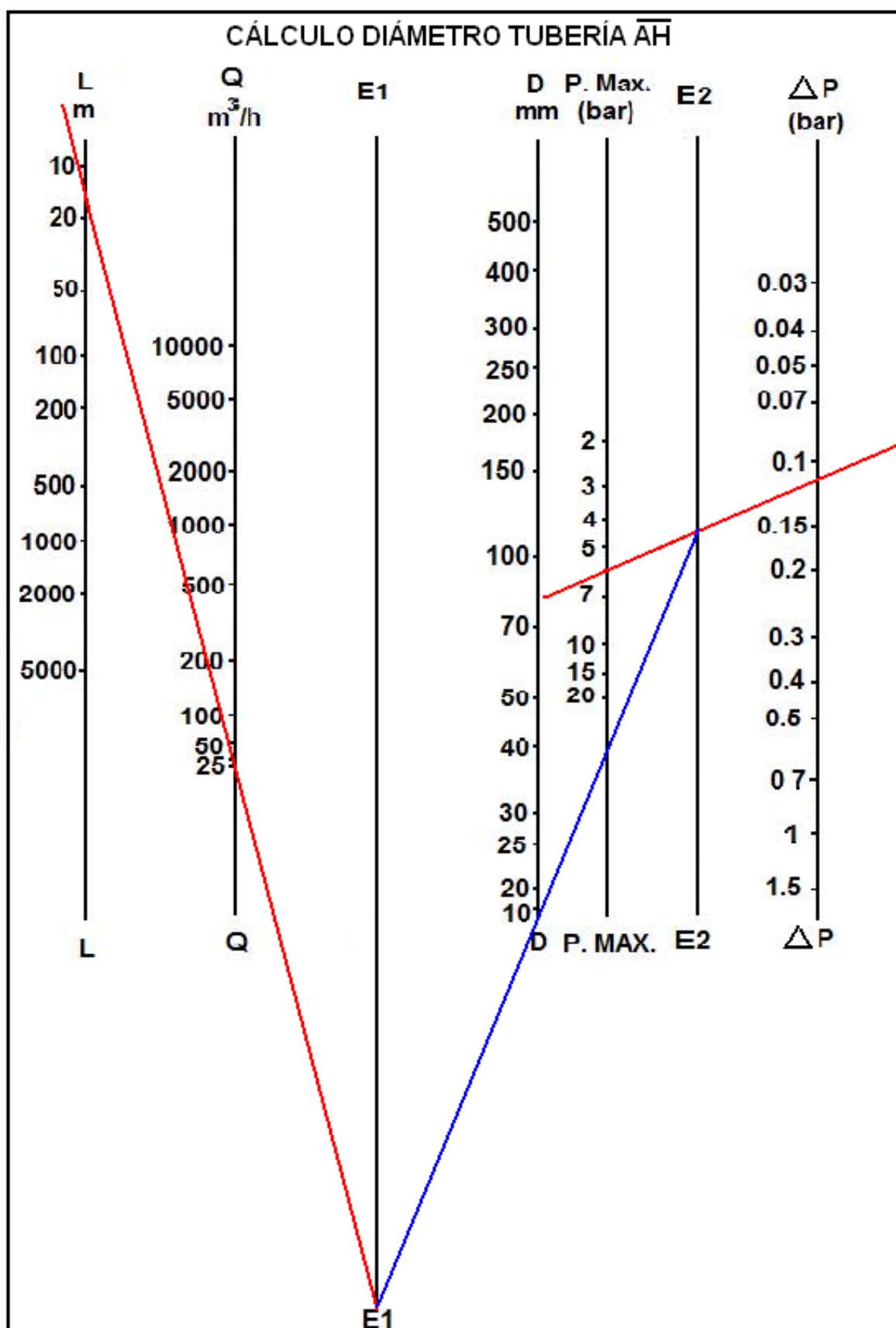


Gráfico 6.3. “Diámetro de tubería $\overline{AH} = 8\text{mm}$ ”

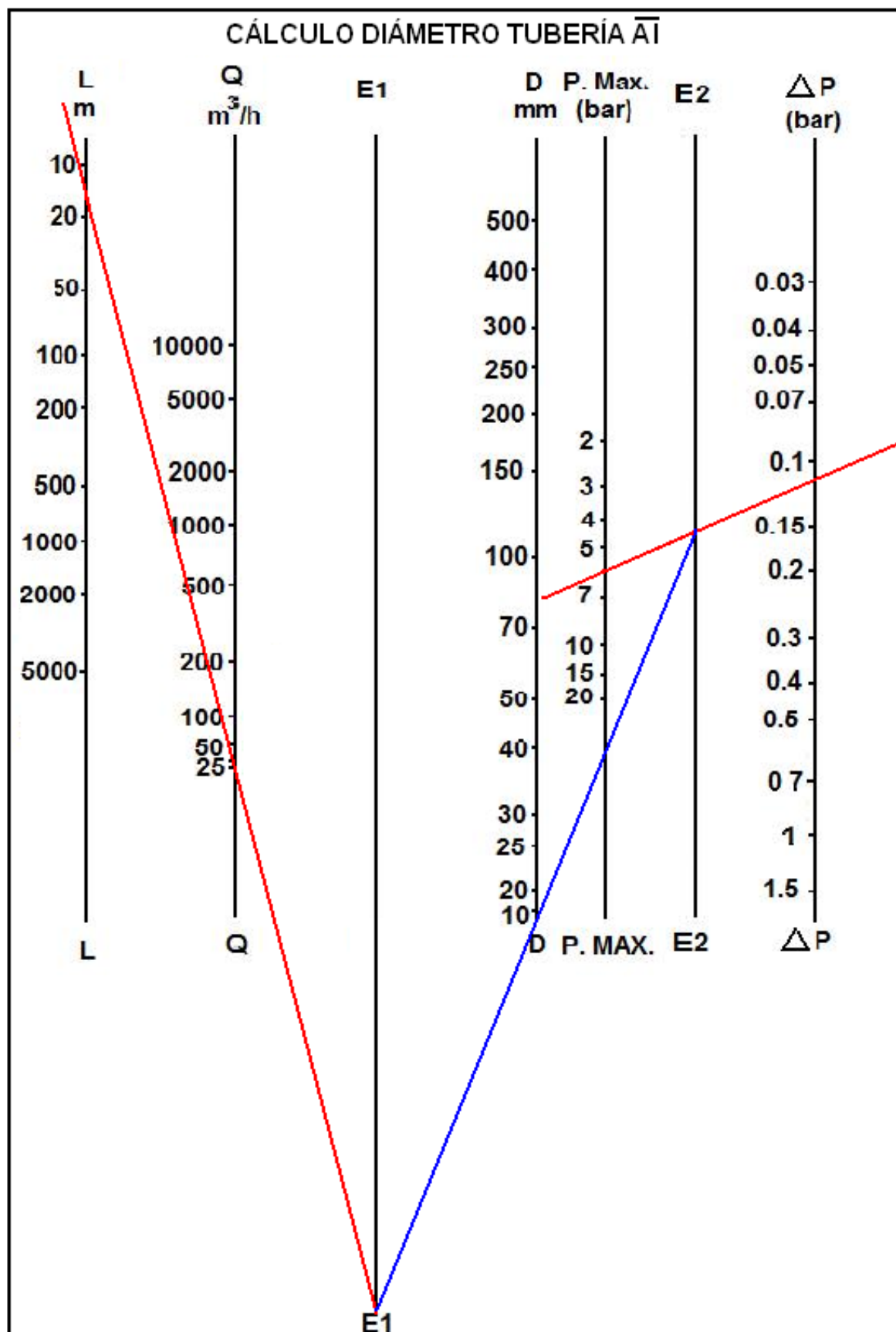


Gráfico 6.4. "Diámetro de tubería $\bar{A}I = 9\text{mm}$ "

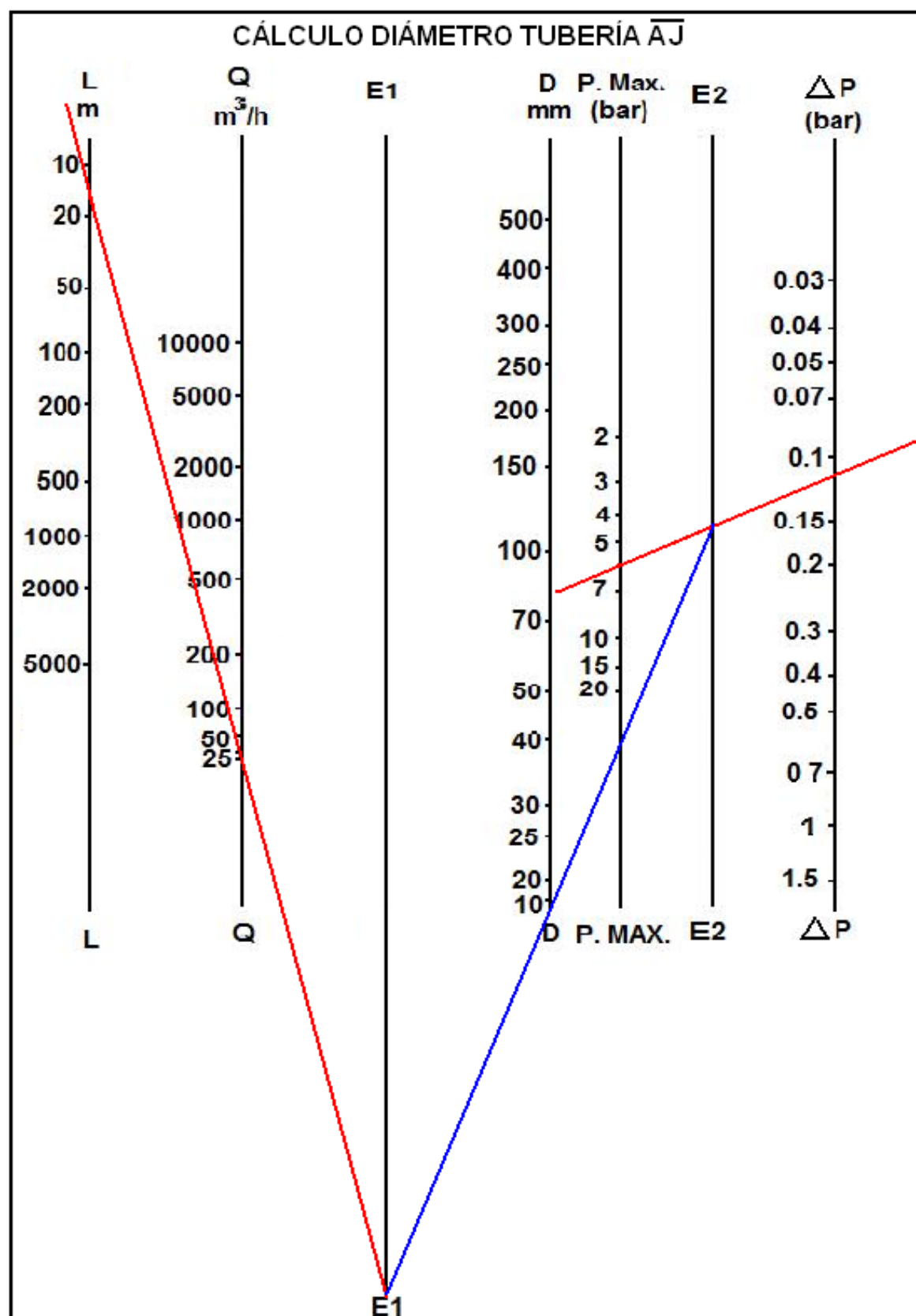


Gráfico 6.5. “Diámetro de tubería $\bar{A}J = 9\text{mm}$ ”

De los cálculos obtenemos que el diámetro máximo de la tubería a usarse para el correcto funcionamiento de nuestra instalación, no debería exceder de 9 mm, debido a que en el mercado local no se encuentra este diámetro de tubería, se ha instalado tubería de ½" que soporta una presión de trabajo certificada de hasta 145 PSI, hay que tomar en cuenta que se trabajó bajo los principios de un caudal laminar, más no turbulento, por el tipo de tubería y accesorios (PVC) utilizados, por cuanto no existe pérdidas por rozamiento interno o son mínimas debido a no existir rugosidad.

6.1.1. Selección del compresor.

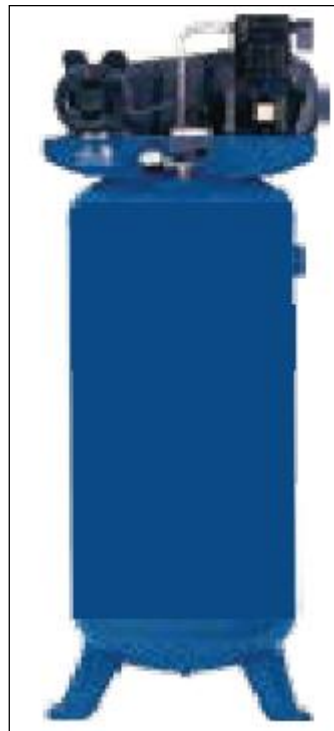


Gráfico 6.6 “Compresor a Instalar”

Para seleccionar el compresor nos hemos basado en las necesidades de caudal y presión que las herramientas neumáticas necesitan para un correcto funcionamiento, el máximo caudal neumático necesario es de $0.26 \text{ m}^3/\text{min} = 15.60 \text{ m}^3/\text{hora}$ a 6.21 bar,

En el mercado Ecuatoriano existe una amplia gama de compresores, pero no un exacto para nuestras necesidades de cálculo y con la proyección de extender la red de aire por necesidades de la UIDE, se ha decidido instalar un compresor de las siguientes características:

- Motor Trifásico de 6 HP
- Tanque acumulador de 60 galones
- Presión máxima de trabajo 135 psi
- 10.2 CFM a 90 psi

Con lo que suplimos sobradamente nuestras condiciones de trabajo.

6.1.1.1. Ubicación del compresor.

El compresor debido a la generación de ruido será instalado en los exteriores de las instalaciones de la UIDE para evitar interrumpir las actividades de aprendizaje de los estudiantes, acorde a las disposiciones de los directivos de la Facultad evitando además obstruir o dificultar los pasos de acceso y a zonas de evacuación de las instalaciones.

6.1.1.2. Alimentación eléctrica del compresor.

El compresor necesita alimentación eléctrica de doscientos veinte voltios (220V), se utilizarán las líneas de alimentación previamente colocadas en las instalaciones las cuales poseen las características necesarias para el servicio continuo. De manera adicional y para realizar un correcto mantenimiento del sistema se instala un horómetro instalado en paralelo al compresor.

Para evitar la manipulación de la unidad de aire comprimido sin supervisión, tanto el arrancador de la unidad como el horómetro se instalaron dentro de una caja cerrada y con cerradura de seguridad.

BIBLIOGRAFÍA:

- Neumatica, Edicion 4
Sanz Serrano, José Luis;
Editorial: Paraninfo año 2000
- Diseño e Implantación del Programa de Mantenimiento Preventivo a los Compresores de Aire BETICO
modelo S-JJ de la empresa PDVSA
JULIO DE 1999
- Neumática
Serrano Nicolás, Antonio
Edición 1ra. Año 2000. Madrid
- Maquinaria y Herramientas para Industria Metalmeccánica, uso y cuidado
American Machinist Magazine
México/McGraw-Hill/1982
- Aire Comprimido. Equipos y Herramientas Neumáticas
Carnicer Royo, Enrique
Gustavo Gili, S.A. Primera Edición 1981
- Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos
Barrero Ripio, Antonio & Pérez-Saborid Sánchez-Pastor Miguel
MacGraw-Hill
- <http://tecno-neum.tripod.com>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (I.N.E.N.)
- www.excelaire.com.ar/Esp/Cat-herram-Shinano.pdf
- http://web.educastur.princast.es/proyectos/jimena/pj_angelp/Producci%C3%B3n.htm
- Oficinas de Pintulac Matriz Quito
- Sistemas de Aire Comprimido: Apuntes Generales
Ing. Alonso Velez Covo, 2002
- *Catálogo GRAINGER 394*
U.S.A. 2003

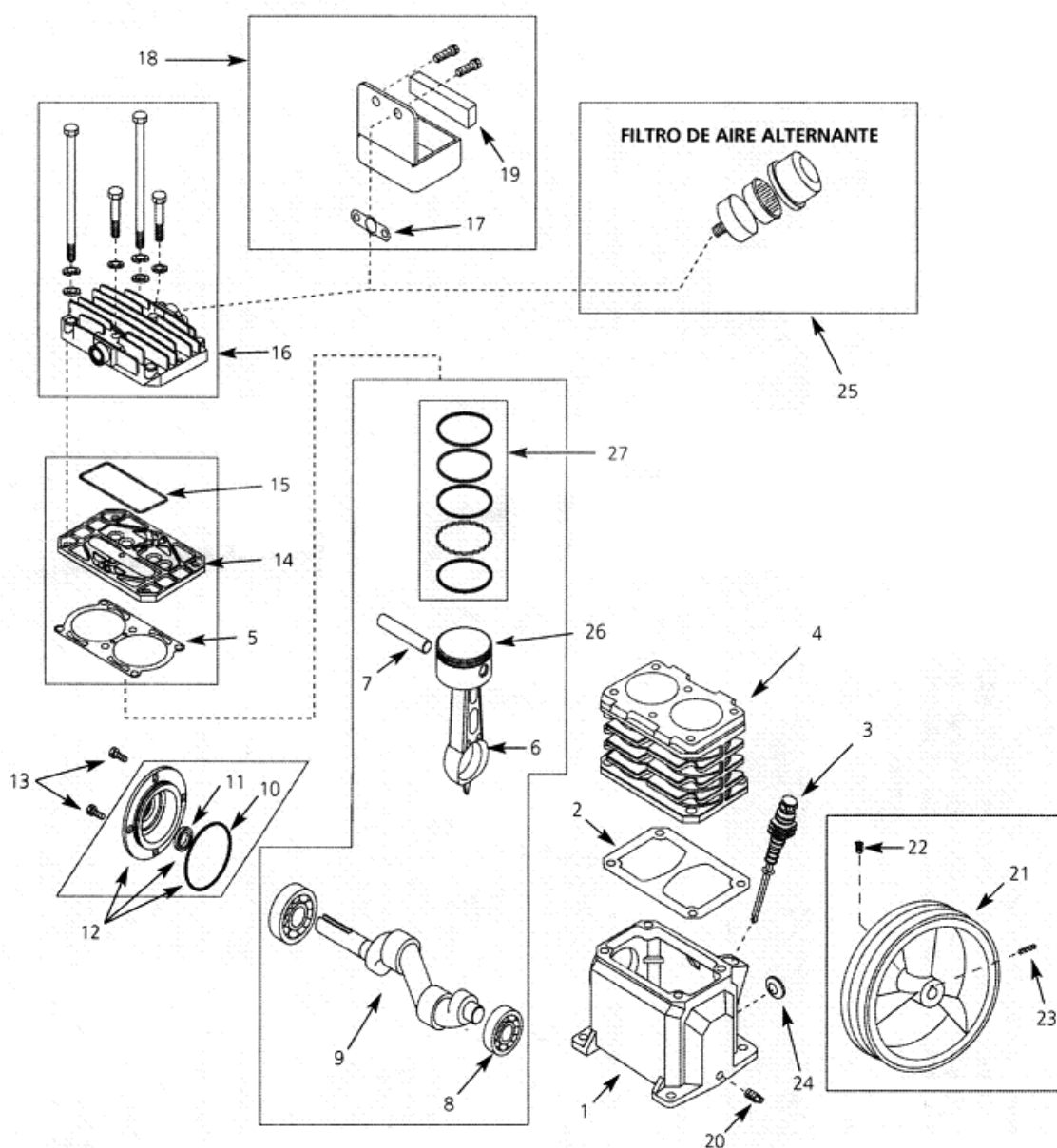
- *Manuales Atlas Copco*
1971 – 1979 - 1984
- *Principios Hidráulica y Neumática*
Norgren, 2007

ANEXO

MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

INTRODUCCIÓN:

El Compresor de aire, también denominado bomba de aire es una máquina que se encarga de disminuir el volumen de una determinada cantidad de aire y aumentar su presión por procedimientos mecánicos.



Referencia	Descripción
1	Carter
2	Empaque del Carter
3	Medidor de nivel de aceite
4	Cilindro
5	Empaque del Cilindro
6	Biela
7	Pin o Bulón del pistón
8	Rodamiento o rulimán del cigüeñal
9	cigüeñal
10	O rin
11	Sello del aceite
12	Cuerpo del rodamiento
13	Pernos M6 - 1.00 x 10 mm
14	Cuerpo de válvulas

Referencia	Descripción
15	Empaque del cuerpo de válvulas
16	Tapa del cilindro y sujetadores
17	Empaque del filtro
18	Ubicación del filtro de aire
19	Filtro de aire
20	Tapón del drenaje del aceite, 2 mm (1/8") NPT
21	Polea
22	Seguro de la polea
23	Chaveta
24	Mirilla
25	Filtro de aire alternante
26	Pistón
27	Juego de anillos o rines del pistón

El aire comprimido posee una alta energía potencial, por lo que si eliminamos la presión exterior, se expandirá rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz para muchas máquinas y herramientas neumáticas como: martillos, taladros, pistolas de impacto, rachas, sopletes de pintura, etc.

El establecer un programa continuo y preventivo de mantenimiento del sistema de aire comprimido y de las herramientas a usarse, son parte fundamental para proporcionar y alargar la vida útil de todos los componentes asegurando una operación óptima del sistema.

Gracias a que el sistema neumático instalado, posee un horómetro de horas de uso, se ha preparado una lista de verificación que debe ser realizada por personas que conozcan de mantenimiento mecánico y neumático. Esta lista será utilizada para hacer las inspecciones programadas en forma regular al sistema de aire instalado.

Paso 1: Rutina Diaria

Antes de poner en marcha el sistema:

- Verificar los elementos de la red, no estén deteriorados o incompletos.
- Verificar el correcto funcionamiento de las llaves de purga.
- Verificar el correcto funcionamiento del horómetro.
- Verificar y completar el aceite de las unidades de lubricación en los depósitos.
- Verificar el nivel y estado del aceite lubricante.
- Control del mecanismo del motor del compresor de aire.
- Control de vibración del motor.

Al concluir la jornada de trabajo:

- Purgar totalmente el sistema de aire: líneas y válvula reguladora de presión con secador y acumulador
- Verificar el correcto funcionamiento del horómetro luego del arranque.

Paso 2: Cada 120 horas de trabajo o tres meses, lo que suceda primero:

- Engrase y lubricación del motor del compresor de aire.
- Limpieza del motor del compresor de aire.
- Control del presostato del motor eléctrico.
- Control de desgaste de la correa de transmisión.
- Verificación de estado y limpieza del elemento secador de aire.
- Verificación de estado y limpieza del filtro de aire.
- Verificación de correcta fijación del filtro de aire.
- Revisión y calibración de la válvula de seguridad.

Paso 3: Cada 500 horas de trabajo o un año, lo que suceda primero:

- Cambio de aceite del compresor.
- Cambio de las correa de transmisión.
- Cambio del filtro de aire.
- Cambio de acoples rápidos.

