

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO PARA LA
ADQUISICIÓN DE UNA COMPRESORA DE 200 HP
PARA UNA PLANTA TEXTIL**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

JULIO RAUL VALDIVIESO MILLA

PROMOCION 75-II

LIMA-PERU

2 011

PROLOGO

En este trabajo enfocaremos la selección de los equipos de producción y tratamiento de aire para una planta de textiles sintéticos. Mostraremos las diferencias tecnológicas en las compresoras (con aceite y sin aceite), necesarias para proporcionar aire de calidad, tanto como los posibles secadores (con secado por flujo externo, y con aire de el mismo compresor) a utilizar en el proceso.

En el primer capítulo veremos los antecedentes de estas aplicaciones, los objetivos a obtener de este trabajo, la justificación analizará lo pertinente de esta labor y en los alcances hablaremos acerca de los límites de esta obra.

En el segundo capítulo se hará una descripción muy sucinta de la planta Textil, de los compresores que están operando y describiremos las unidades con que trabajaremos, los diversos caudales que usan los fabricantes de equipos, las diversas clases de aire de calidad así como una breve nota acerca del sonido.

En el tercer capítulo veremos la nueva capacidad requerida por la planta y haremos una rápida descripción de los principios termodinámicos, en que se basa este trabajo, y precisaremos los requerimientos de la planta para los equipos de aire.

En el cuarto capítulo, se hará un análisis de tres tipos de compresores, y se planteará las posibles soluciones.

La evaluación económica entre los diversos equipos seleccionados es la parte principal del capítulo 5 y con este último punto podremos tomar las decisiones respectivas para hacer nuestras conclusiones y recomendaciones.

INDICE

| | |
|---|----|
| Prologo | 1 |
| 1. Introducción | |
| 1.1. Antecedentes | 2 |
| 1.2. Objetivos | |
| 1.3. Justificación | 3 |
| 1.4. Alcances | |
| 2. Descripción General de la Planta | |
| 2.1. Generales | 4 |
| 2.2. Capacidad Instalada | 5 |
| 2.3. Descripción de los equipos instalados y en uso | 6 |
| 2.4. Conceptos Básicos para la ampliación | 7 |
| 2.4.1. Unidades SI usadas | |
| 2.4.2. Presión y Temperatura | |
| 2.4.3. Caudal de aire diversas formas de expresarlo | 8 |
| 2.5. Normas del Aire de Calidad para la Ampliación | 12 |
| 2.5.1. Introducción | |
| 2.5.2. Partículas Solidas | |
| 2.5.3. Humedad | 13 |
| 2.5.4. Aceite Lubricante | |
| 2.6. Sonido, Adición de Niveles de Ruido | 14 |
| 2.6.1. Definición de Sonido | |
| 2.6.2. Adición de Niveles de Ruido | 15 |
| 3. Requerimientos Técnicos para la Ampliación | |
| 3.1. Capacidad Requerida | 18 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2. | Condiciones de Operación | 19 |
| 3.3. | Termodinámica principios teóricos | |
| 3.3.1. | Definiciones Básicas | 21 |
| 3.3.2. | Primera Ley de la Termodinámica | |
| 3.3.3. | Gases ideales | |
| 3.3.4. | Mezcla de Gases | 23 |
| 3.3.5. | Segunda ley de la termodinámica | 25 |
| 3.3.6. | Humedad en el Aire | |
| 3.4. | Procesos de Compresión | 26 |
| 3.4.1. | Compresión Isotérmica (Ley de Boyle) | |
| 3.4.2. | Compresión Isentrópica | |
| 3.4.3. | Compresión Politrópica | 27 |
| 3.4.4. | Compresión por etapas | |
| 3.4.5. | Desplazamiento del Compresor y eficiencia volumétrica | 29 |
| 3.4.6. | Energía específica requerida por el compresor | 30 |
| 3.4.7. | Influencia de la altitud en los compresores. | |
| 4. | Evaluación Técnica - Alternativas | |
| 4.1. | Tipo de Compresores | 32 |
| 4.1.1. | Compresores de Tornillo Húmedo | |
| 4.1.2. | Compresores de Tornillo Seco | 37 |
| 4.1.3. | Compresores Centrifugos | 42 |
| 4.2. | Secadores | 51 |
| 4.2.1. | Secadores de Refrigeración | |
| 4.2.2. | Secadores de Absorción | 52 |
| 4.2.3. | Secadores de Adsorción | 53 |
| 4.2.4. | Filtros de Línea | 55 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.3. | Planteamiento de Soluciones para la ampliación | |
| 4.3.1. | Primer Planteamiento: Compresora GA 132 + -125 y accesorios | 58 |
| 4.3.2. | Segundo Planteamiento: Compresora ZR145 – 125 – 60 exento de aceite y accesorios | 68 |
| 4.3.3. | Tercer planteamiento: Compresora GA 160 y accesorios. | 72 |
| 5. | Evaluación Económica | 78 |
| | Conclusiones | 81 |
| | Bibliografía | 84 |
| | Apéndices | 85 |

CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

El aire comprimido es una aplicación relativamente común en la Industria, sin embargo la información existente y la literatura especializada es relativamente poca en el Perú.

Sin embargo existen Tesis e Informes de Suficiencia importantes referente a la aplicación de los equipos de aire comprimido a los problemas de perforación en minas y en plantas industriales.

Uno de los trabajos interesantes es Mejora en el sistema de aire comprimido de una planta de producción de Glutamato monosódico (GMS) del Ing. Faustino Ticona T. el tema trata de la selección de compresoras de baja presión y existe una comparación interesante respecto a compresoras de tornillo y compresoras centrifugas en este ámbito de aplicación.

1.2. Objetivos

El objetivo es seleccionar los equipos que trabajen con la mayor eficiencia posible (sin excesos de potencia), aplicar los conceptos de calidad en el aire comprimido, y demostrar que la inversión económica es la más conveniente para el usuario a través del periodo de tiempo especificado

1.3. Justificación

Debemos recordar que una gran parte de la energía consumida por un compresor se pierde en forma de calor (alrededor del 85%), y si además tenemos presiones incorrectas, excesiva potencia consumida, grandes consumos de aire comprimido por una errónea selección del secador, entonces la eficiencia de los equipos seleccionados deviene en muy baja y en la mayoría de los casos causará una deficiente operatividad en los equipos que usan el aire.

1.4. Alcances

El informe está referido a la selección de los compresores y los equipos auxiliares necesarios para el aire requerido por el usuario, comparará máquinas inyectadas con aceite en la cámara de compresión, compresoras exentas de aceite, los diversos secadores que hay que utilizar en casos en que la calidad del aire es vital para el proceso, se hará un análisis de energía, de costo de mantenimiento, y el análisis de los costos de la adquisición de la maquinaria respectiva, también mostrará la forma de revisar el rendimiento de los equipos con alguna independencia de los proveedores. Todo esto circunscrito a la sala de compresores.

CAPITULO 2

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

2.1. Generales

La empresa es una Compañía Textil de hilados sintéticos el cual cuenta con una sala de compresoras conformada por cuatro compresoras Atlas Copco ZR 3B de 150 HP de potencia exentas de aceite y una compresora Sullair TS20-125 de 125 Hp inyectada con aceite, con filtros de línea para evitar la contaminación. El plan es cambiar las compresoras ZR 3 que provienen de la década del 70 y cuya confiabilidad es cada vez menor (una de las ZR será dada de baja en cuanto se instale la nueva y luego se remplazaran sucesivamente y en un plazo de cuatro años, las demás), y mantener una compresora en reserva. A su vez la planta por efecto de las mejoras y ampliaciones ha aumentado su producción, lo que ha causado un incremento en el consumo de aire por lo que se planifica aumentar la potencia de los compresores de acuerdo a la demanda solicitada. La planta cuenta con compresores tanto inyectados como exentos de aceite, pero desea determinar cuál de los dos métodos es mejor para su proceso desde el punto de vista de la calidad, del ahorro de energía y de la inversión económica, pues el aire tiene contacto con el producto en varias partes del proceso.

Otro factor importante es que la sala de compresores también es ocupada por dos calderos de vapor de alta potencia, lo que debemos tener en cuenta al momento de recomendar el proceso de la instalación de los equipos. Los compresores están en una sala centralizada y el plan es colocar el nuevo equipo en un área libre del mismo.

2.2. Capacidad Instalada

La capacidad instalada del sistema de aire comprimido, consta de cinco compresoras de tornillo, se muestra en el siguiente cuadro con los equipos que están en producción:

Tabla 1. Capacidad Instalada

| CAPACIDAD INSTALADA | | | | | | |
|---------------------|---------|----------|---------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
| MODELOS | MARCA | UNIDADES | CAUDAL L/S | CAUDAL TOTAL L/S | POTENCIA UNITARIA KW | POTENCIA TOTAL KW |
| ZR 3B* | AC | 4 | 311 | 1244 | 113 | 452 |
| TS20-125H** | SULLAIR | 1 | 290 | 290 | 110,9 | 110,9 |
| | | | | | | 562,9 |

* Caudal medido a 7 bar manométrico, aire seco a una presión atmosférica de 1bar, 15 °C de temperatura ambiente.

** Caudal y potencia medida a condiciones de ISO 1217 anexo C, a presión de 8.6 bares.

Los caudales que figuran en los cuadros anteriores corresponden a los datos del folleto técnico, en el caso de la ZR el caudal FAD a 8.6 bar es de 309 l/s (reportado por el usuario, y obtenido mediante medición de caudal en cada compresor). Normalmente cuatro equipos permanecen trabajando y uno está en reserva.

2.3. Descripción de los equipos instalados y en uso

Las compresoras ZR instaladas son del tipo tornillo seco (exento de aceite) de doble etapa, enfriadas por agua con enfriadores intermedios y post enfriadores para el aire comprimido, diseñados para trabajo pesado en servicio continuo.

Cada equipo está conformado por dos elementos compresores de tornillo, cada uno de los cuales consta de una carcasa entera, con camisa de agua que cumple dos funciones: de equilibrio térmico y de refrigeración, y que consta de un rotor macho y de una hembra, no existe contacto metálico entre rotores ni con la carcasa.

Los sistemas de control son todo-nada y constan de una válvula de admisión tipo mariposa, la cual se abre o cierra de acuerdo a la presión menor o mayor en la que se haya graduado el sistema. Inicialmente los compresores tuvieron un sistema de control modulado que fue anulado en el transcurso de los años de operación.

La compresora TS20-125H es una compresora de doble etapa refrigerada por agua, inyectada con aceite en la cámara de compresión, con enfriadores para el mismo y para el aire de salida. La principal característica es la inyección de aceite al aire entre etapas, permitiendo que la temperatura del aire se reduzca para el ingreso al elemento de alta. Los elementos compresores están conformados por tornillos hembra y macho, lubricados y con un sistema de control modulado.

2.4. Conceptos Básicos Generales para la ampliación

2.4.1. Unidades SI usadas

Las unidades que usaremos se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 2 Unidades

| Sistema Internacional | Sistema Inglés |
|----------------------------------|---|
| Presión | |
| Pa, KPa, MPa | Psi |
| Bar | |
| Atm | |
| Volumen | |
| Cm ³ , m ³ | Ft ³ , inch ³ (pulgada) |
| Litros (l) | |
| Fuerza | |
| Newton | lbf |
| Masa | |
| Kg | lbm |
| Tiempo | |
| Hr (hora), s (segundo) | Hr, s |
| Potencia | |
| Kw, watts | HP |
| CV | |

2.4.2. Presión y Temperatura

Las definiciones de Presión absoluta, presión atmosférica, y presión manométrica son bastante conocidas y solo mostraremos la formula general:

$$P_{\text{absoluta}} = P_{\text{atmosférica}} + P_{\text{manométrica}}$$

Las escalas de temperatura que utilizaremos en este trabajo serán en el SI la escala Celsius (°C) conjuntamente con la respectiva escala Kelvin absoluta, que se expresa de esta manera.

$$T \text{ (K)} = T \text{ (°C)} + 273.15$$

En el sistema inglés se usará los grados Fahrenheit (°F) y su sistema absoluto Rankine, en este caso la expresión es:

$$T (R) = T ({}^{\circ}F) + 459.67$$

Normalmente en los dos casos se acostumbra a redondear las cifras a 273 en el primero, y a 460 en el segundo caso.

2.4.3. Caudal de Aire, diversas formas de expresarlo

Los fabricantes de compresoras tienen sus propias formas de expresar el caudal que entregan los compresores, sin embargo este es un punto muy importante para hacer las necesarias evaluaciones con los equipos a trabajar, esto con el fin de comparar las unidades pertinentes a las mismas condiciones y luego no tener muy desagradables sorpresas.

Expondremos en este acápite algunos de los más usados:

- **SCFM** (pies cúbicos por minuto estándar) fue determinado como el caudal de aire entregado a 14.7 psia, 60 °F y 0% de H.R. Estas condiciones están definidas por el ASME.

Sin embargo es muy común encontrarse con fabricantes que usan las condiciones de referencia de 14.7 psia, una temperatura de 68 °F y el aire con una humedad del 36%.

Actualmente CAGI define Standard cfm como el flujo de aire medido y convertido a las condiciones de referencia de 14.5 psia (1 bar), 68 °F (20 °C) y 0% de humedad relativa.

PNEUROP define el aire estándar (Standard Air) de acuerdo a ISO y a las mismas condiciones que las mencionadas para CAGI.

- **Nm³/min (NI/s, Nm³/hr, etc.):** estas unidades están referidas a las condiciones de una presión atmosférica de 1.013 bar, a una

temperatura ambiente de 0 °C. y aire seco. Unidades de muy común uso en el área técnica.

- **FAD:** Es el caudal de aire entregado a en el punto estándar de medición de acuerdo a ISO 1217, y referido a las condiciones de entrada. Se puede graficar de la siguiente manera:

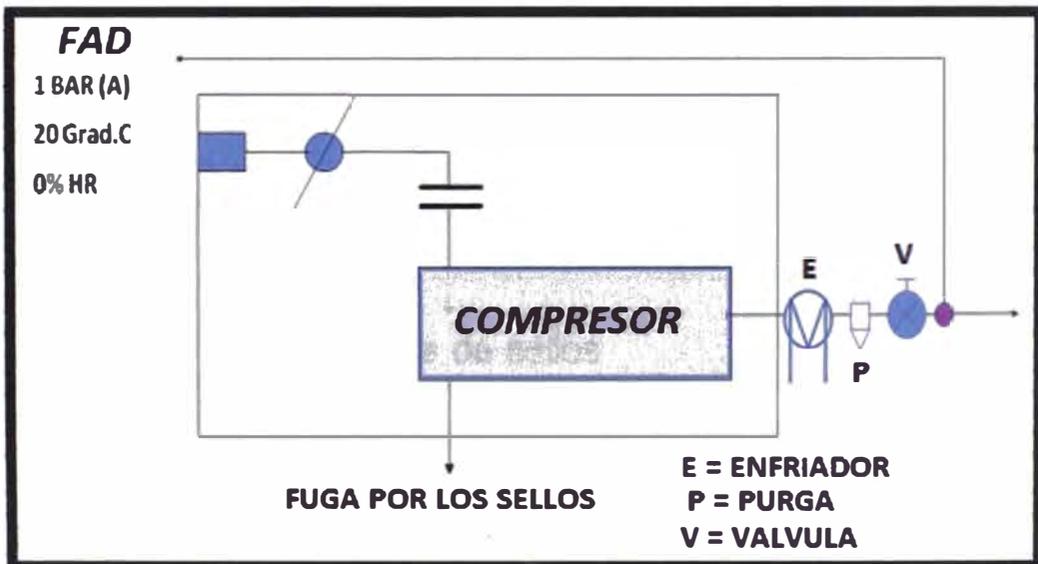


Fig. 2.1 Grafico de FAD (Tomado de Atlas Copco)

El FAD puede ser expresado en l/s, m³/min, ft³/min, etc.

- **ICFM**, el uso de estas unidades requiere una información clara de las condiciones a la que se está dando la capacidad del compresor, y es normalmente utilizado para expresar el caudal de las compresoras centrífugas. Una de sus definiciones la indica como la capacidad del equipo referida a las condiciones de la brida de ingreso de la primera etapa (o el primer rodete) y las condiciones de medición pueden ser las siguientes:

| | |
|----------------------|-----------|
| Temperatura ambiente | 95 °F |
| Presión (en brida) | 14.5 psia |
| H.R. | 60% |

Temperatura del agua de refriger: 85 °F

Caída de Presión al ingreso 0.2 psia

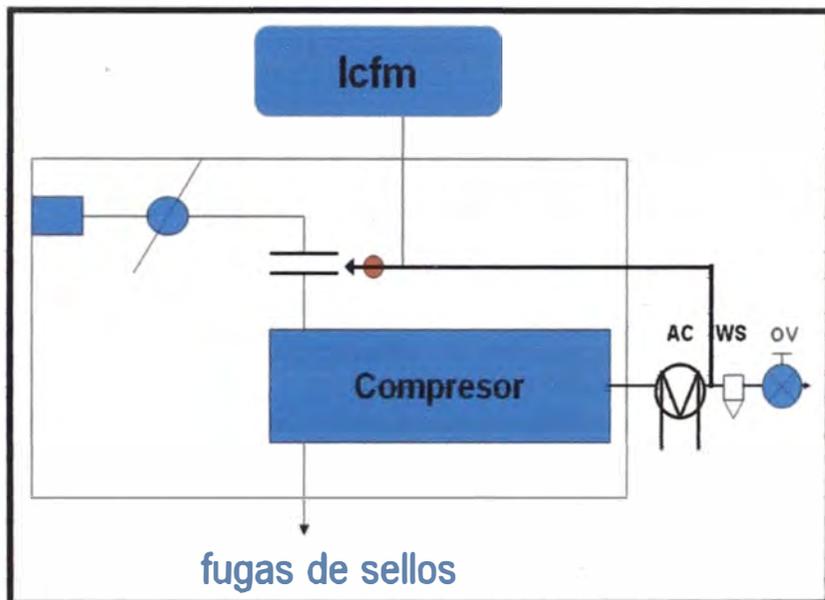


Fig. 2.2 Diagrama de ICFM (tomado de Oil Free AC)

La norma de medición más ampliamente usada por los fabricantes americanos es la de ASME PTC-10.

- **ACFM:** actualmente viene siendo expresado en función de la norma ISO 1217 pero anteriormente también se usaba de acuerdo a la siguiente definición: Caudal entregado por el compresor medido en el punto de salida del elemento compresor, y referido a la brida de ingreso del mismo. Se debe siempre aclarar, bajo qué condiciones se está expresando el caudal de aire cuando el fabricante use estas unidades. ASME introdujo las normas PTC 9 para la medición del caudal en las compresoras de desplazamiento positivo.

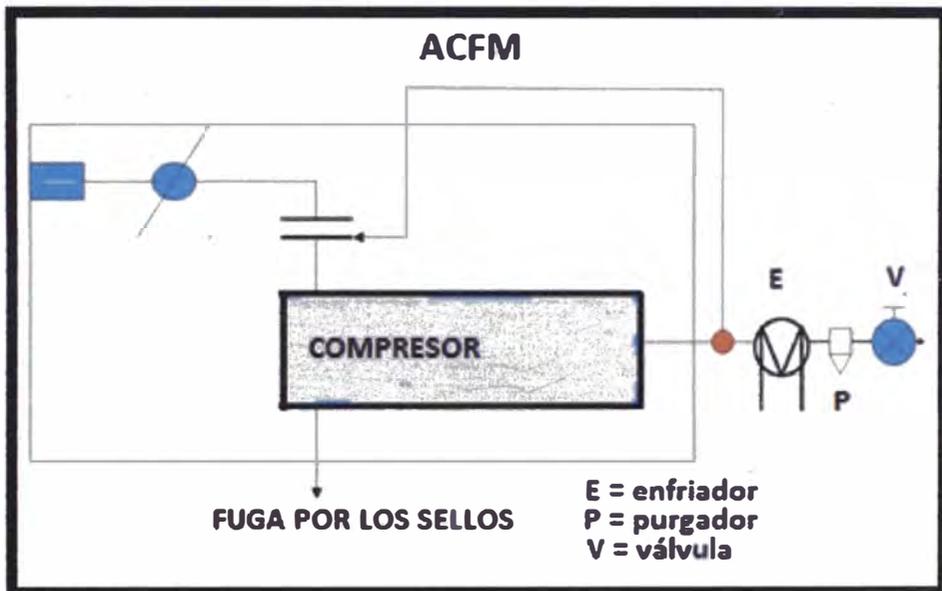


Fig. 2.3 Diagrama ACFM

CAGI (Compressed Air and Gas Institute) ha estandarizado mediante un formato llamado Compressor Data Sheet, la forma de presentar el equipo con los datos más importantes y relevantes que se usan en un proceso de selección, tales como:

- Capacidad plena a presión de operación
- Presión de operación
- Presión máxima de operación,
- Potencia nominal de placa del motor principal,
- Eficiencia nominal de placa del motor principal,
- Potencia nominal de placa del motor del ventilador,
- Eficiencia nominal de placa del motor del ventilador,
- Potencia total de entrada en vacío,
- Potencia total consumida a carga plena, y presión máxima,
- Consumo de potencia dividido por el caudal entregado.

Esto permite comparar los equipos con una mayor confiabilidad.

2.5. Normas del Aire de Calidad para la Ampliación

2.5.1. Introducción

Los siguientes cuadros de PNEUROP nos ayudaran a clasificar la calidad del aire requerida por el usuario.

2.5.2. Partículas Solidas

Los elementos sólidos en suspensión tienen su origen en el mismo aire atmosférico, y las partículas que proceden de los equipos y tuberías de distribución de aire.

De acuerdo a la clasificación de PNEUROP, el grado de contaminación se divide en 7 clases, en el cuadro siguiente podemos ver estas:

Tabla 3. Clasificación de Partículas solidas

| Class | Max. número de partículas por: m ³ | | | | | Concentración de masa mg/m ³ | |
|---------|--|-----------|-----------|---------|---------|--|----------|
| | 0,0 µm | 0,1 µm | 0,5 µm | 1 µm | 5 µm | 5 µm | 40 µm |
| Class 0 | Como lo especifique el usuario de equipo o el proveedor mas estreto que la clase 1 | | | | | - | - |
| Class 1 | - | 100 | 1 | 0 | - | - | - |
| Class 2 | - | 100 000 | 1 000 | 10 | - | - | - |
| Class 3 | - | - | 10 000 | 500 | - | - | - |
| Class 4 | - | - | - | 1 000 | - | - | - |
| Class 5 | - | - | - | 20 000 | - | - | - |
| Class 6 | - | - | - | - | - | 5 | - |
| Class 7 | - | - | - | - | - | - | 10 |

La tabla indica por ejemplo que la clase 1, puede contener 100 partículas entre los 0,5 y 0,1 µm y una partícula entre 1 y 0,5 µm en un m³ del aire suministrado.

2.5.3. Humedad

El grado de humedad se determina de acuerdo a las condiciones que impongan los fabricantes de los equipos, herramientas, o instrumentos que utilicen el aire comprimido, en el cuadro siguiente vemos la clasificación:

Tabla 4. Clasificación del punto de rocío

| | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|--|--|-----|---|----|
| Class 0 | <i>De acuerdo a especificaciones del usuario o del proveedor</i> | | | | | | | | | | |
| Class 1 | | | | | | | | | | | |
| Class 2 | | | | | | | | | | | |
| Class 3 | | | | | | | | | | | |
| Class 4 | | | | | | | | | | | |
| Class 5 | | | | | | | | | | | |
| Class 6 | | | | | | | | | | | |
| Class 7 | - | - | - | - | - | - | - | | 0.5 | | |
| Class 8 | - | - | - | - | - | - | - | | - | 5 | |
| Class 9 | - | - | - | - | - | - | - | | - | - | 10 |
| ← <i>Humedad – Punto de Rocío</i> °C | | | | | | | <i>Agua líquida</i> g/m ³ → | | | | |
| < - 80 - 80 - 70 - 40 - 20 + 3 + 7 + 10 | | | | | | | | | | | |

Por ejemplo la clase 4 indica que el punto de rocío máximo es de +3 °C en el aire comprimido.

2.5.4. Aceite Lubricante

La contaminación de aceite es también normada por PNEUROP y la clasificación es la siguiente:

Tabla 5. Contaminación por aceite

| | | | | | |
|---------|---|-------|------|-----|---|
| Class 0 | Como lo especifique el usuario o el proveedor del equipo Más severa que la clase 1 | | | | |
| Class 1 | 0,000 | 0,002 | 0,01 | 0,1 | 1 |
| Class 2 | 0,000 | 0,002 | 0,01 | 0,1 | 1 |
| Class 3 | 0,000 | 0,002 | 0,01 | 0,1 | 1 |
| Class 4 | 0,000 | 0,002 | 0,01 | 0,1 | 1 |
| | 0,000 | 0,002 | 0,01 | 0,1 | 1 |

Concentración total de aceite (aerosol, líquido + vapor)
mg/m³

Para los requerimientos de aire de este caso la clasificación solicitada es la ISO 8573 –1: 3.3.1, o puede ser ISO 8573 – 1: 3. 3. 0 dependiendo del análisis que a continuación se hará.

2.6. Sonido, Adición de niveles de Ruido

2.6.1. Sonido

Uno de los puntos más importantes en la selección de compresoras es el ruido, actualmente normas exigentes limitan la cantidad de ruido aceptable para el confort ambiental. Explicaremos que significa el sonido en general.

El sonido es una fluctuación de la presión del aire que se superpone a la presión atmosférica. La unidad que se emplea para medir el sonido es el decibel (dB), y es importante definir los siguientes términos:

-Nivel de potencia acústica: Que define el nivel de volumen (potencia) del sonido y está determinada por la siguiente fórmula:

$$L_w = 10 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_{ref}} \right)$$

Donde: $P_{ref} = 10^{-12}$ (W)

P es la potencia del sonido en (W)

L_w es en dB

-Nivel de intensidad de sonido: El oído humano tiene un nivel de resistencia al ruido de 1 W/m^2 (se lo nombra como umbral del dolor) y un nivel de percepción del mismo de 10^{-12} W/m^2 . La fórmula que se aplica es la siguiente:

$$L_I = 10 \cdot \lg (I / I_{ref}) \quad (dB)$$

Donde: $I_{ref} = 10^{-12}$ (W/m^2)

I es la intensidad del sonido (W/m^2)

-Nivel de presión sonora: se define como una presión sonora instantánea que genera una intensidad de sonido, su fórmula es la siguiente:

$$L_p = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_{ref}} \right) \text{ dB}$$

El valor inferior para el oído humano (umbral inferior de audición) está en los 0 dB, pero algunos seres humanos pueden escuchar a niveles de -10 dB a un KHz. El valor referencial (P_{ref}) está referido a 1 KHz

2.6.2. Adición de Niveles de Ruido

Debido a su característica logarítmica los sonidos no se suman directamente, si tenemos diversos niveles de sonido debemos proceder de la siguiente manera:

-Dos sonidos del mismo nivel: se aplicará la siguiente fórmula:

$$L_{p(\text{total})} = L_{p1} + 10 \cdot \log 2$$

Ejemplo: dos sonidos de 95 decibeles

$$L_{p(\text{total})} = 95 + 10 \cdot \lg 2 = 98$$

-Sonidos diferentes: para este caso debemos usar el siguiente grafico:

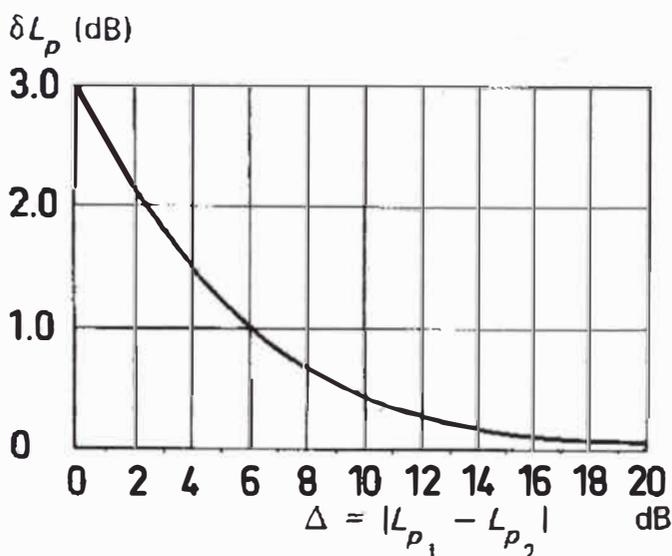


Fig. 2.4. Cuadro de valores de sonido

Ejemplo de dos sonidos diferentes:

$$L_{p1} = 96 \text{ dB} \text{ y } L_{p2} = 90 \text{ dB}$$

$$\Delta = 96 - 90 = 6$$

En el grafico, el eje de las ordenadas indicará el valor a añadir:

$$L_{p(\text{total})} = 96 + 1 = 97 \text{ dB}$$

Cuando la diferencia es mayor de 10 el ruido mayor es el predominante y cuanto más grande la diferencia la tendencia a 0 es mayor.

En el caso de una sala centralizada este valor suele ser muy importante debido a la presencia de varias unidades con diferentes niveles de sonido.

Para el diseño de una sala de compresoras debemos tener en cuenta que se debe considerar la absorción del ruido por parte de los materiales con que se construye la sala, la reverberación, y otros valores necesarios para un buen diseño. Este proceso es más complejo y debe realizarse con profesionales especializados.

CAPITULO 3

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARA LA AMPLIACIÓN

3.1. Capacidad Requerida

La demanda requerida por la fábrica está representada por el siguiente cuadro (es de hacer notar que cada planta ha hecho los estudios y requerimientos respectivos, ha aplicado los factores de seguridad y de simultaneidad que resultó en un 15% más sobre la demanda real, y el 5% respectivo por posibles fugas de aire):

Tabla 6. Caudales de Operación (N l/s)

| | CAUDAL Nl/s | PRESION TRABAJO (BAR) |
|-----------------|----------------|--------------------------|
| PLANTA TEXTIL 1 | 230,9 | 7,0 |
| PLANTA TEXTIL 2 | 321,9 | 7,0 |
| PLANTA TEXTIL 3 | 322,8 | 7,0 |
| PLANTA QUÍMICA | 309,0 | 7,0 |
| TOTAL | 1184,7 | |

Los requerimientos se han entregado con valores de Nl/s y debemos transformarlos a l/s FAD, para esto aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\frac{Q_i P_i}{(273 + T_i)} = \frac{Q_n (1.013)}{273}$$

Donde:

Q_i = Caudal en l/s

P_i = Presión de ingreso en bares (1 bar para este caso)

T_i = Temperatura de ingreso en °C (20 °C)

Q_n = Caudal a condiciones Normales (N l/s)

Aplicando la ecuación obtenemos el siguiente cuadro:

Tabla 7. Caudal de planta l/s (FAD)

| | CAUDAL l/s | PRESION TRABAJO (Bar) |
|-----------------|---------------|--------------------------|
| PLANTA TEXTIL 1 | 251 | 7 |
| PLANTA TEXTIL 2 | 350 | 7 |
| PLANTA TEXTIL 3 | 351 | 7 |
| PLANTA QUIMICA | 336 | 7 |
| | | |
| TOTAL | 1288 | |

Por otra parte, si el plan inicial es mantener tres compresoras ZR (927 l/s FAD) en operación más la adicional que se decida comprar, esta última debe aportar un mínimo de 361 l/s FAD para cumplir con la demanda, tomando como base un promedio de temperatura de 20 °C en el ambiente.

En el análisis tendremos en cuenta que todo el aire comprimido debe secarse a un punto de rocío de -10 °C mínimo, y se debe adicionar, en los casos que lo requieran, los filtros de línea y los accesorios necesarios para limpiar el aire de cualquier contaminante, y que se debe evitar en lo posible la contaminación de aceite.

3.2. Condiciones de Operación

De los compresores: Los compresores deberán operar las 24 horas del día y durante los 365 días del año, la planta está situada a nivel del mar (en la Distrito de Ventanilla) y las condiciones ambientales son las siguientes:

Verano:

Temperatura máxima de 28 °C

Humedad relativa máxima 85%

Invierno:

Temperatura mínima 13 °C

El promedio de temperatura de aire ambiental es de 20 °C.

Condiciones generales:

Medio de refrigeración: Agua a presión de 3 bares suministrada por la planta

Presión Máxima de trabajo: 860 KPa

Presión mínima: 700 KPa

Nivel de ruido máximo 85 dB a un metro

El voltaje: 380V, 60 Hz, trifásico

Condiciones de Operación del secador:

- Presión de operación 860 KPa máximo
- Punto de Rocío: -10 °C
- Voltaje de trabajo: 380V, 60 Hz, 3F

Costo de la Energía: 0.07 USD/Kw hr.

Se deberá recomendar el mejor arreglo de los equipos, considerando que el o los equipos seleccionados remplazaran a los ZR que serán descartados uno por vez y por año de acuerdo a el programa de inversiones resultante de esta recomendación, es posible considerar un cambio de tecnología si fuera lo adecuado, pero el objetivo básico es la óptima inversión con el mayor ahorro de energía posible.

3.3. Termodinámica principios teóricos

3.3.1. Definiciones Básicas

Para hacer un análisis de un proceso termodinámico es necesario definir lo que entendemos por sistema. Esta se define como una región con fronteras definidas las cuales pueden ser fijas o móviles.

Los sistemas pueden ser cerrados o abiertos, los cerrados (masas de control) son aquellos que constan de una masa fija, es decir ninguna cantidad de masa puede cruzar sus fronteras, salvo la energía en forma de calor o de trabajo.

En contraparte un sistema abierto es definido como un sistema que tiene un flujo de masa a través de sus fronteras (es el caso de las compresoras). A los sistemas abiertos también se les da el nombre de volumen de control.

3.3.2. Primera Ley de la Termodinámica

La energía no se crea ni se destruye solo se transforma, este es el enunciado de la primera ley de la termodinámica y está basada en los experimentos llevados a cabo por Joule a mediados del siglo XIX y que comprobaron esta ley.

3.3.3. Gases ideales

La termodinámica define como ecuación de estado aquellas que relacionan la presión (P), la temperatura (T), y el volumen molar específico (\bar{v}) de un gas.

Se define como gases ideales a todos los que responden a la siguiente ecuación de estado (a bajas densidades):

$$P\bar{v} = \bar{R}T$$

En este caso \bar{R} es la constante universal de los gases y cuyo valor es $\bar{R} = 8.3145 \text{ kNm} / \text{Kmol}\cdot\text{K}$ para el caso de el sistema inglés el valor de \bar{R} es de

$$\bar{R} = 1545 \text{ pie lbf} / \text{lb mol}\cdot\text{R}.$$

Esta ecuación se convierte (cuando la dividimos con el peso molecular) en la siguiente ecuación:

$$PV = mRT$$

Robert Boyle logró establecer relaciones entre los tres factores de las ecuaciones de estado e instituyó el siguiente enunciado:

En un gas si se mantiene constante la temperatura se cumple que el

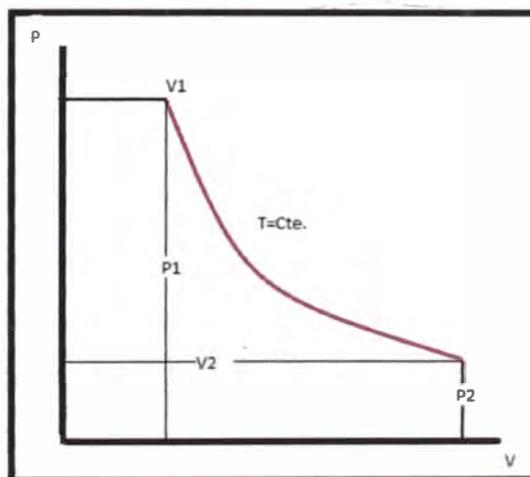


Fig. 3.1 Cuadro P- V

volumen varía en proporción inversa a la presión absoluta durante el

cambio de su estado. Esto se traduce en la siguiente forma matemática:

$$P_1V_1=P_2V_2 \text{ donde } T=\text{cte.}$$

Charles en sus experimentos llegó a la siguiente conclusión: Si la presión se mantiene constante el volumen de un gas cambia en proporción directa a su temperatura absoluta. Este enunciado se puede expresar como:

$$V_1 T_2 = V_2 T_1$$

En forma resumida podemos expresar que la ecuación $PV=mRT$ se puede expresar también como:

$$(P_1V_1/T_1) = (P_2V_2/T_2)$$

Estas ecuaciones tienen una aplicación adecuada en ciertas condiciones, pero para aplicaciones reales especiales esta ecuación no funciona, es esta la razón por la que se introdujo el factor de compresibilidad cuyo símbolo es Z y se define por la siguiente ecuación:

$$P\bar{v} = Z\bar{R}T$$

Sin embargo experimentos llevados a cabo con el aire ha demostrado que se puede utilizar con razonable exactitud (hasta los 10 MPa de presión), las ecuaciones de los gases ideales (lo que hace a $Z = 1$).

3.3.4. Mezcla de Gases

En el aire comprimido se presenta con frecuencia como un inconveniente a resolver, la presencia de humedad en los sistemas

de aire y de hecho, este es un problema de mezcla de gases. Tanto Dalton como Amagat realizaron experimentos que demostraron las siguientes relaciones:

Ley de Dalton:

En este caso Dalton consideró que los gases existían por separado y que cada uno estaba a las mismas condiciones de temperatura y volumen de la mezcla. De sus experiencias dedujo que la presión de la mezcla de gases ideales es la suma de las presiones parciales de los gases presentes, y esto se representa por:

$$P = P_A + P_B$$

Donde P_A y P_B son las presiones parciales de los gases componentes de la mezcla.

Ley de Amagat:

En este modelo se considera como si cada uno de los componentes, existiera por separado a la Presión y temperatura de la mezcla. Los resultados de sus experimentos llevaron a la siguiente conclusión:

$$V_A + V_B = V$$

Donde tanto V_A como V_B representan los volúmenes parciales de los gases individuales a la presión y temperatura de la mezcla.

3.3.5. Segunda ley de la Termodinámica

La segunda ley de la termodinámica enuncia básicamente que no existe una máquina térmica que pueda tener una eficiencia del 100%. Una definición importante es la de Kelvin-Planck cuyo enunciado dice: es imposible que un dispositivo que opera en un ciclo reciba calor de un solo depósito y produzca una cantidad neta de trabajo (tomado de Termodinámica de Yunus A. Cengel y Michael A. Boles).

También tenemos el enunciado de Clausius: es imposible construir un dispositivo que funcione en un ciclo y que no produzca otro efecto que la transferencia de calor de un cuerpo más frío a otro más caliente. (Tomada de Fundamentos de Termodinámica, autor Van Wylen).

3.3.6. Humedad en el Aire

La humedad es un problema importante en un proceso de compresión de aire, este último en la naturaleza, tiene siempre un contenido de vapor de agua que en la mayor parte de las veces debe ser extraído pues es causa de deterioro de las líneas de aire y de los equipos e instrumentos con los que tiene que trabajar.

Cuando el aire producido también contiene aceite, debido al uso de compresoras de pistón o inyectadas con aceite la contaminación aumenta y el fluido contaminante se hace más peligroso.

Algunas instalaciones solo extraen el agua condensada a raíz de la compresión. En otras plantas son más exigentes extrayendo toda el

agua hasta un punto de rocío, determinado por el cliente (es más común cuando solicitan un punto de rocío de 3-4 °C). La cantidad de agua a extraer está en función a la temperatura ambiental, la humedad relativa y también la presión final de trabajo.

3.4. Procesos de Compresión

3.4.1. Compresión Isotérmica (Ley de Boyle)

La compresión isotérmica en un gas ideal es aquel proceso donde la temperatura se mantiene constante, es decir en la formula $PV^n = C$ donde n se hace igual a 1.

Luego la formula de trabajo isotérmico es la siguiente:

$$w_I = \int_1^2 P dV = PV \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$$

3.4.2. Compresión Isentrópica

La compresión isentrópica en un gas ideal es el proceso en el cual la entropía se mantiene constante y es reversible. En este proceso se cumple que $PV^k = \text{Constante}$.

$$\text{Donde } k = c_p/c_v$$

Y se cumplen las siguientes relaciones isentrópicas (gas ideal):

$$\left(\frac{T_2}{T_1} \right) = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{k-1}$$

$$\left(\frac{T_2}{T_1} \right) = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \text{y} \quad \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^k$$

Todas referidas a un gas ideal.

3.4.3. Compresión Politrópica

Los procesos reales de compresión se comportan siguiendo la fórmula $PV^n = C$, estos son los llamados procesos politrópicos ($1 < n < 1.4$). La expresión para el trabajo en este proceso es el siguiente:

$$w_p = \int_1^2 p \, dV = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{1-n}$$

Y dado que la siguiente relación rige para esta compresión:

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n = C$$

Entonces para un gas ideal donde $PV = mRT$ la ecuación del trabajo también podemos expresarla de la siguiente manera:

$$w_p = \frac{mR(T_2 - T_1)}{1-n}, n \neq 1$$

3.4.4. Compresión por etapas

La mayor parte de los procesos de compresión son politrópicos e ineficientes. Sin embargo para tratar de alcanzar una mejora se diseñan los compresores de varias etapas con un enfriamiento mecánico intermedio o un enfriamiento a través de un fluido que puede ser aceite o agua dependiendo de las aplicaciones.

Es importante conocer el máximo de ahorro que puede entregarnos un compresor de estas características. Tomemos como referencia la figura siguiente:

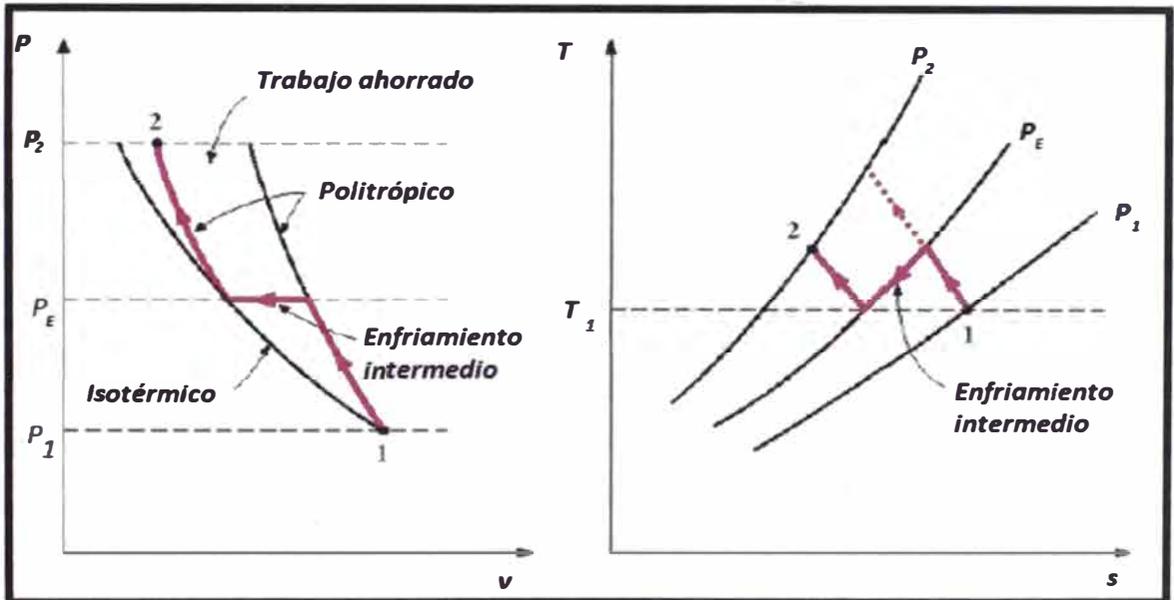


Fig. 3.2. Diagramas P-v y T – s (tomado de Termodinámica Y.Cengel)

El trabajo total de entrada será la suma de los trabajos parciales:

$$w = \frac{nRT_1}{n-1} \left[\left(\frac{P_E}{P_1} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right] + \frac{nRT_1}{n-1} \left[\left(\frac{P_2}{P_E} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

Si tenemos que la única variable es P_E si derivamos de acuerdo a esto, y luego lo igualamos a cero obtenemos la siguiente igualdad:

$$P_E = (P_1 P_2)^{1/2} \quad \text{o} \quad \frac{P_E}{P_1} = \frac{P_2}{P_E}$$

Es decir para minimizar el trabajo de la compresora de dos etapas, la relación de presiones debe ser la misma en cada etapa.

3.4.5. Desplazamiento del Compresor y eficiencia volumétrica

La capacidad real de un compresor es menor que la capacidad teórica. En general la capacidad es afectada por las pérdidas en la admisión, las fugas tanto internas como externas, las condiciones ambientales, y la expansión del aire remanente en la cámara de compresión (llamado volumen muerto).

Las pérdidas en un compresor de tornillos comprenden las pérdidas mecánicas, las volumétricas y las dinámicas. Las mecánicas son básicamente pérdidas por fricción.

Las pérdidas volumétricas están compuestas por fugas:

- En el espacio entre lóbulos,
- a lo largo de el tornillo y la carcasa,
- entre los ejes de los rotores y la carcasa,
- entre los frentes del tornillo y las tapas de los tornillos,

Estas pérdidas disminuyen con el incremento de las rpm.

Las pérdidas dinámicas son causadas por la turbulencia en la admisión, y la salida del elemento compresor. Estas pérdidas se incrementan con la velocidad.

Para los compresores dinámicos las pérdidas principales debido al flujo se producen en la admisión del aire también las condiciones ambientales influyen fuertemente en el caudal entregado.

3.4.6. Energía específica requerida por el compresor

En algunos casos y como referencia se usa la energía específica consumida por los compresores (J/l o Kwh/m³) la cual es la relación entre la potencia utilizada y el flujo entregado por el compresor. Estos datos permiten conocer la energía consumida en los procesos de compresión para cada modelo.

3.4.7. Influencia de la altitud en los compresores.

Debemos tener cuidado en el momento de seleccionar la compresora cuando el lugar de trabajo es una zona alta. Tanto la temperatura como la presión atmosférica se reducen con la altura.

En la siguiente tabla podemos ver el efecto de la altura en la capacidad y la potencia para compresoras trabajando a una presión efectiva de 7 bares.

Tabla 8. Factores de Reducción

| Tipo de Compresor | Reducción en % por cada 1.000 m. de incremento | |
|---|--|----------|
| | Capacidad | Potencia |
| De tamaño medio y refrigerado por aire | 2.1 | 7.0 |
| De tornillo en baño de aceite | 0.6 | 5.0 |
| De tamaño grande, pistón y refrigerado por agua | 1.5 | 6.2 |
| De tamaño grande, tornillo y refrigerado por agua | 0.3 | 7.0 |

El consumo de una herramienta en una zona alta se incrementa conforme se vaya ascendiendo, el siguiente cuadro ayuda a calcular las necesidades de la herramienta:

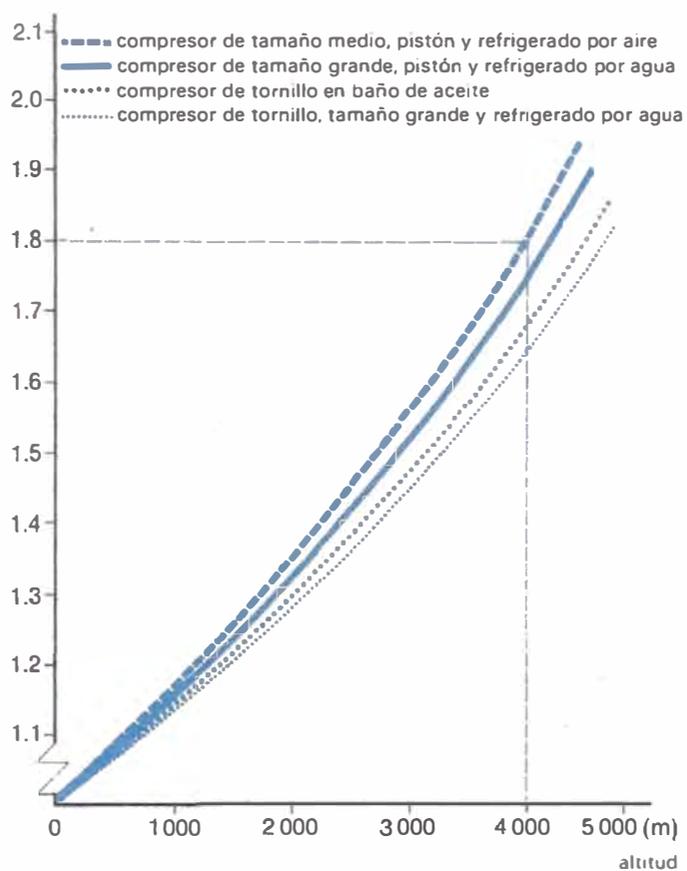


Fig. 3.3 Factores de rectificación para altura (tomado del manual de Atlas Copco)

CAPITULO 4

EVALUACIÓN TÉCNICA – ALTERNATIVAS

4.1. Tipo de Compresores

4.1.1. Compresores de Tornillo Húmedo

Los compresores de tornillo húmedo son máquinas de desplazamiento positivo, el elemento compresor consta de dos tornillos que desplazan el aire mientras van rotando y el aire se va moviendo entre la carcasa y los tornillos, (ver fig. 4.1).

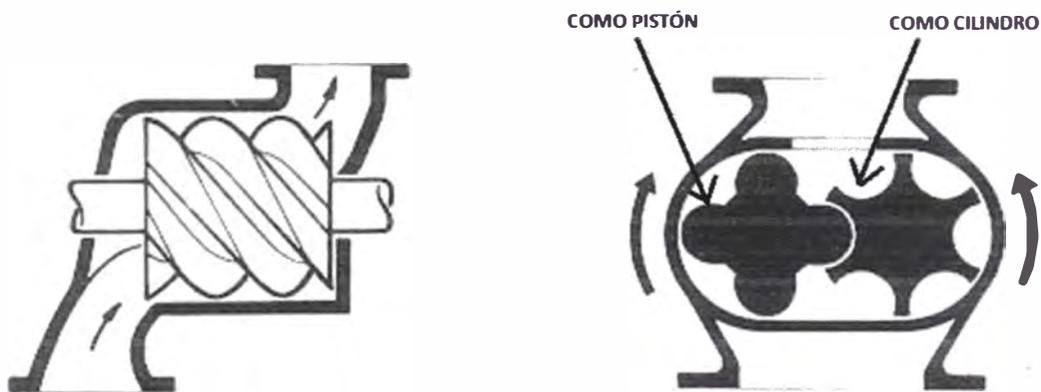


Fig. 4.1 Compresores de tornillo (manual de Atlas Copco)

Este movimiento va reduciendo progresivamente el volumen del aire hasta que alcanza el puerto de descarga a la presión del sistema.

El aceite se inyecta en la cámara y tiene como función lubricar, sellar e impedir el retorno de aire cuando se va realizando la compresión y refrigerar el sistema debido al incremento de temperatura por la compresión del aire.

Se pueden encontrar equipos que trabajan con un elemento de compresión, con dos elementos en paralelo y dos elementos compresores enseriados, cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas que deben ser analizados cuando se adquieren estos equipos.

Podemos ver el siguiente diagrama para explicar el proceso de compresión:

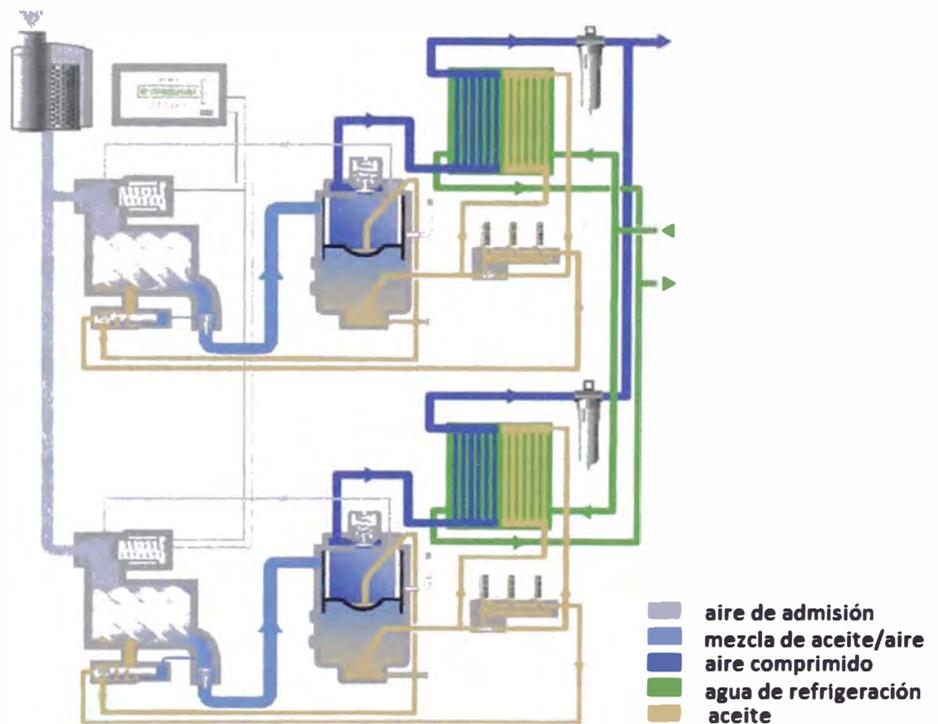


Fig. 4.2. Diagrama de Compresores húmedos

El aire ingresa a través del filtro de aire, y es absorbido por, en este caso, dos elementos compresores que están trabajando en paralelo, previamente ha pasado por la válvula de admisión que es la que regula el ingreso de aire. Luego es comprimido y se mezcla con el aceite, posteriormente en el tanque de separación el aceite es separado por centrifugación, gravedad y por un filtro separador. El

aceite separado es enviado, la mayor parte, a un enfriador, para, previa filtración ser dirigido al elemento compresor. El aire mientras tanto, con contaminación de aceite (dependiendo del fabricante) sale a través de la válvula de mínima presión y es enfriado en el intercambiador de calor antes de ser entregado a su consumo (en este punto la contaminación de aceite es de 2 ó 3 ppm), en el caso del diagrama presentado, el refrigerante es agua pero es común la existencia los enfriados por aire.

El rango de potencias de fabricación oscila entre los 3 hasta los 500 Kw, y la presión va desde los 5 bares hasta los 20 bares en aplicaciones especiales

Sistemas de control:

A. Todo – nada con este sistema el compresor está en carga máxima, entregando el caudal completo del compresor, y consumiendo la máxima potencia, pero cuando el sistema alcanza la presión de descarga, automáticamente el compresor interrumpe la entrega de aire, pasa a la posición de descarga, y se establece un circuito cerrado al interior del equipo con el fin de garantizar una presión mínima para la lubricación del tornillo (la lubricación se realiza por la presión del aire en el tanque separador). Cuando el compresor está en esta última posición el consumo de potencia es de aproximadamente el 22 al 25% de la potencia máxima.

B. Modulado: Dependiendo del fabricante, existen varias formas de modular la entrega de aire del compresor, es decir de hacer trabajar

el equipo de acuerdo a la demanda de la planta, describiremos los siguientes:

B1. Modulando la válvula de admisión: Con este método se logra controlar el caudal de aire en un rango de entre 10 a 15%, el método consiste en controlar la posición de la válvula de admisión, modulando el ingreso de aire. La desventaja está en que se produce un alto ratio de compresión lo que aumenta el consumo de energía.

B2. Modulando la válvula de espiral (instalada en el elemento compresor) este método llamado también Control de Capacidad Variable consiste en graduar la longitud real de los tornillos mediante una espiral que va abriendo puertas en el elemento y disminuyendo virtualmente la longitud de los tornillos. Esto permite un control del aire hasta aproximadamente un 50% de su capacidad como se ve en la siguiente figura:

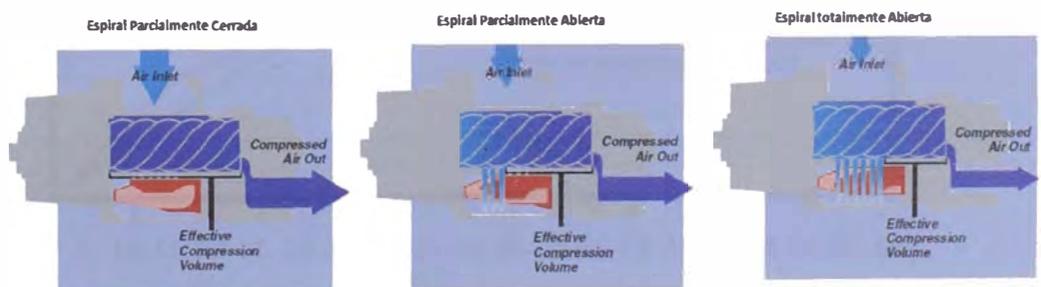


Fig. 4.3. Control modulado (CCV)

B3. Variadores de Velocidad: Método por el cual se controla el caudal variando la velocidad del motor, mediante esta

aplicación el compresor entrega aire de acuerdo a la demanda de la planta, ajustando las rpm y disminuyendo la potencia consumida permitiendo un ahorro de energía. Este método permite trabajar al compresor en un rango de 20 al 100% de entrega.

La selección y la aplicación de estos controles dependerán del perfil de consumo de la planta, y se deberá analizar las potencias consumidas de una manera cuidadosa en cada compresor.

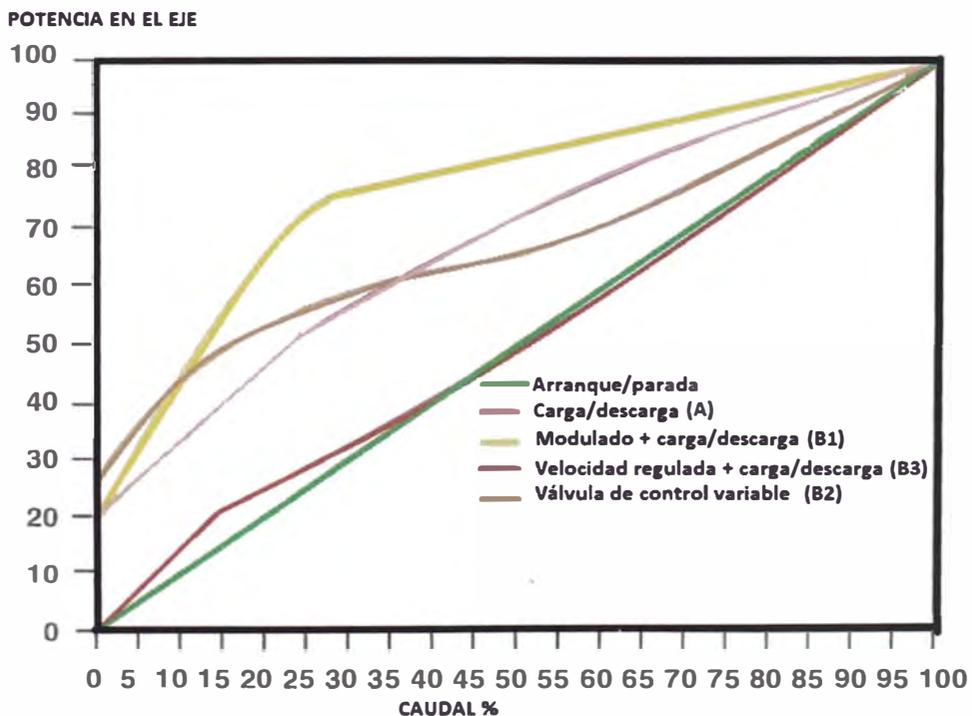


Fig.4.4 Sistemas de Regulación

C. Arranque – parada es el método sencillo de mantener en funcionamiento y en carga al equipo mientras hay demanda, y se apaga cuando esta cesa. La desventaja está en el número de

arranques permitidos al motor que en el caso de los motores hasta 15 HP puede ser de 12 por hora, pero en los más grandes solo es de 3 por hora.

En la fig. 4.4 podemos observar el modo de trabajo de estos controles.

4.1.2. Compresores de Tornillo Seco

Los compresores de tornillo seco se diferencian de los anteriores en que no existe aceite dentro de la cámara de compresión.

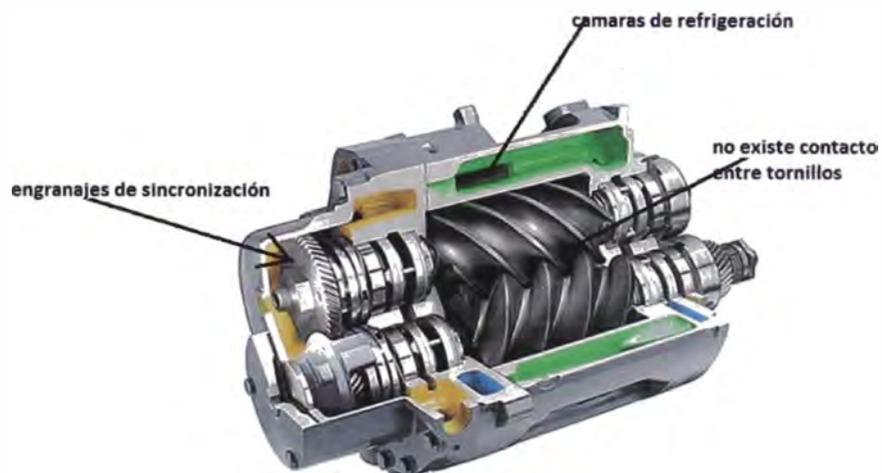


Fig. 4.5 Elemento tornillo (Manual ventas AC Oil Free)

Debido a que no existe refrigerante dentro del elemento, deben trabajar enseriados para alcanzar la presión solicitada (cuando esta es mayor de 4 bares).

Normalmente cada rotor (tornillo) está recubierto con un tipo de pintura o material especial para protegerlo de la oxidación, y evitar el retorno del flujo de aire durante la compresión. El principio de funcionamiento es el mismo que para una compresora con inyección de aceite, salvo que el elemento cuenta con engranajes de

sincronización que regulan la posición de los rotores el uno con el otro, normalmente los rodamientos son especiales y diseñados para esa aplicación, también cuenta con cámaras de refrigeración (diseñadas más como cámaras de equilibrio térmico con el medio ambiente) y cuenta además con sellos de laberinto especiales para evitar la fuga del aire. Son sellados y construidos para una larga duración. También como en el caso de las inyectadas, los rotores son llamados macho y hembra, siendo el macho el conductor en el elemento. Los perfiles son asimétricos y vienen en relaciones de 4/6, 3/4 o 6/8 dependiendo del fabricante.

En el diseño de este equipo se contempla un circuito de aire, un circuito de refrigeración y un circuito de aceite. En la fig. 4.6 podemos ver los circuitos mencionados:

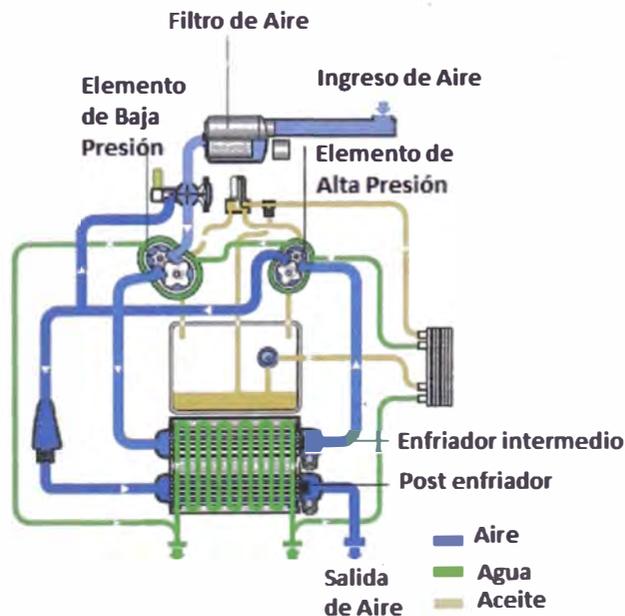


Fig. 4.6. Compresor seco de Doble etapa.

Circuito de Aire: El aire ingresa atravesando un filtro de 3 micras que tiene una eficiencia de 99.9 % y que posee un indicador de caída de presión para el mantenimiento correspondiente. El aire atraviesa la válvula de admisión, y es tomado por el elemento de baja que lo eleva entre 2.5 a 3.5 bar, esto produce un aumento de temperatura que oscila entre los 150 °C hasta los 210 °C dependiendo del equipo y su presión de descarga. El aire atraviesa el enfriador intermedio donde la temperatura regresa lo más cerca posible a la temperatura ambiente y luego se dirige al elemento de alta. Aquí el aire alcanza la presión para la que está graduado el equipo y nuevamente el aire ingresa aun post enfriador para luego ser entregado a la línea de la planta.

Circuito de Agua: Generalmente consta de dos circuitos, el primero se ocupa de los enfriadores de aire exclusivamente y el otro circuito va primero al enfriador de aceite, seguidamente al elemento de alta presión, y luego al elemento de baja para salir conjuntamente con el agua de los enfriadores de aire.

Circuito de Aceite: El aceite se usa en estos equipos para lubricar el tren de engranajes principal y los engranajes de sincronización que se encuentran en cada elemento. El circuito cuenta con una bomba de aceite y un sistema de filtrado que garantiza la calidad de la lubricación en la compresora. En el caso de las enfriadas por aire, el aceite también sirve para refrigerar los elementos.

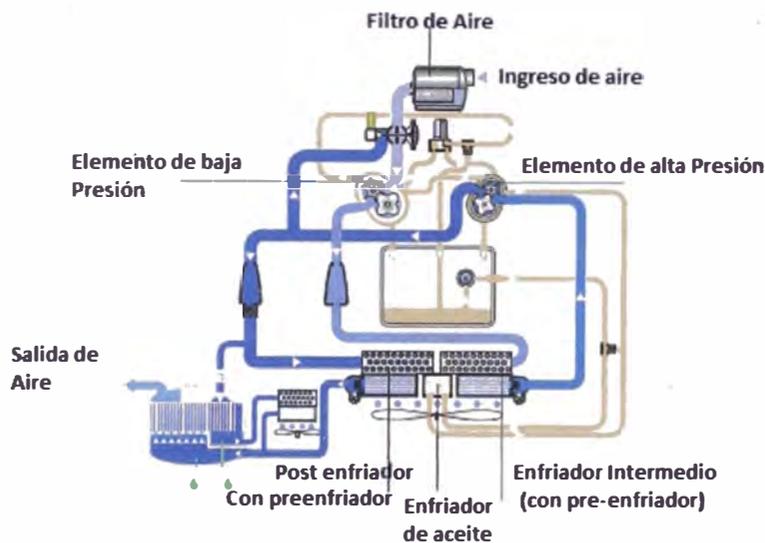


Fig. 4.7 Compresora de doble etapa (enfriado por aire)

Este tipo de compresora se fabrica desde los 37 hasta los 900 Kw de potencia.

Sistemas de control para Tornillos Secos:

A: Todo o nada: Con este sistema el compresor entrega su máximo caudal hasta alcanzar la presión regulada, hecho esto inmediatamente entra en descarga y deja de entregar aire al sistema. Durante la descarga hay un proceso de recirculación que involucra aproximadamente al 10% del caudal de aire del compresor que es enfriado a través del sistema bleed-off, esto se mantiene así, hasta que el compresor detecta la caída de presión en las líneas de aire comprimido. El sistema no tiene que usar la presión del aire para la lubricación, pues no existe aceite en la cámara de compresión. Es un medio efectivo de control pues no le produce sobrecargas al compresor, dado que pasa directamente a consumir

aproximadamente del 18 al 22 % de la potencia máxima del compresor.

B: Modulado: Bajo este sistema el compresor regula la válvula de admisión de acuerdo al consumo de aire de la planta, no es muy usado en esta clase de compresores, pues aumenta el consumo de energía en forma importante.

C: Regulando la velocidad del motor: con este sistema el equipo cuenta con un variador de velocidad el cuál regula automáticamente la velocidad del motor de acuerdo al consumo de aire de la planta, la principal ventaja es que sigue el perfil de consumo de la fabrica y va adecuando la potencia del motor a las necesidades de la planta. Se debe hacer un análisis serio de los consumos y de los equipos instalados, antes de decidir por uno de estos modelos de compresores, para que el ahorro de energía sea efectivo.

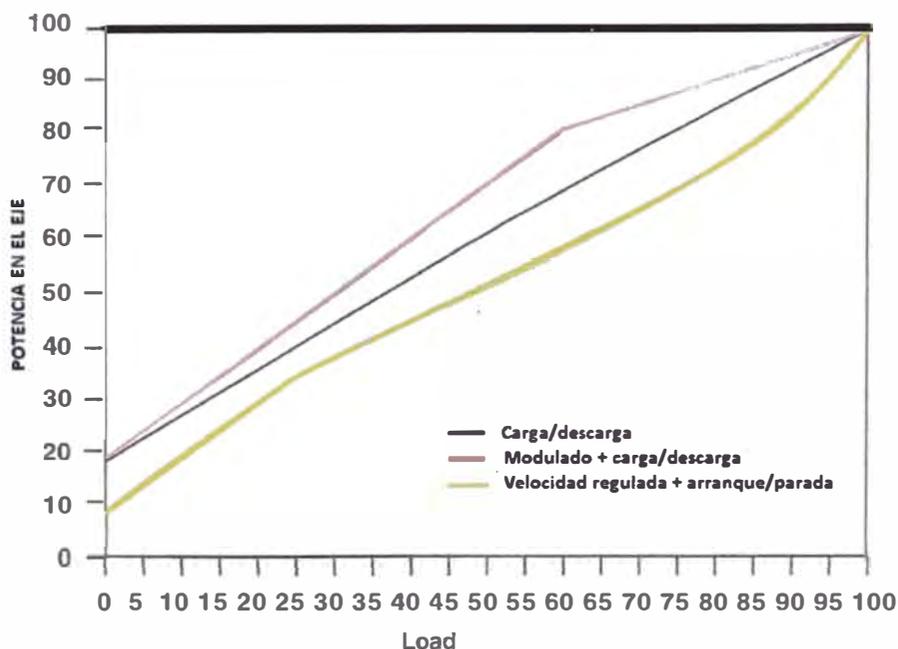


Fig. 4.8. Sistemas de regulación tornillo seco.

4.1.3. Compresores Centrifugos

Las compresoras centrifugas tienen una operación diferente a las demás compresoras. Las condiciones de trabajo afectan en mayor medida a estos equipos, como veremos a continuación.

En la fig. 4.9 mostramos un corte de una etapa de la compresora centrifuga, las flechas indican la dirección en que se mueve el aire.

La succión se realiza a través de una tobera de succión que dirige el flujo hacia los alabes del impulsor, donde la masa de aire toma una velocidad importante, siendo expulsada radialmente hacia el difusor, este componente rodea el impulsor y en esta sección la velocidad del aire es reducida y transformada en presión, el otro componente que es la voluta o cubierta encierra el flujo y está instalado alrededor de todo este sistema y colecta el aire, recuperando también parte de la energía de velocidad y transformándola en presión.

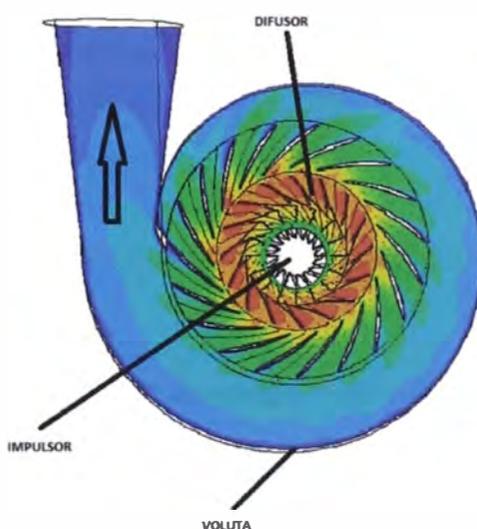


Fig. 4.9. Flujo de aire en la Compresora Centrifuga.

La mayor parte de la presión se desarrolla en la sección del difusor como se muestra en el grafico siguiente:

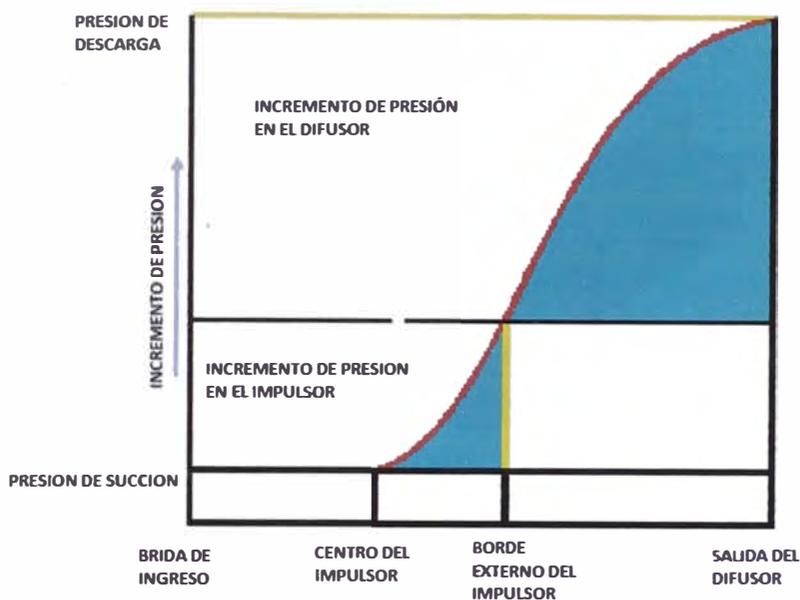


Fig. 4.10. Desarrollo de la Presión en centrifugas

La dirección del flujo de aire la podemos ver en la siguiente figura:

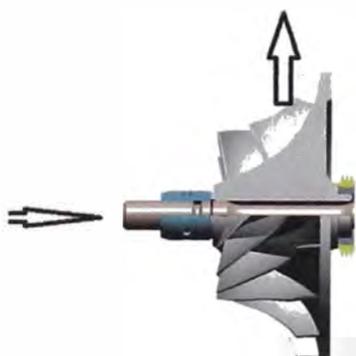


Fig. 4.11. Rodete de Compresor centrífugo

La máxima presión de descarga que se puede obtener de una compresora de simple etapa, está limitada por las tensiones permisibles en el impulsor. De hecho existen compresoras de dos o más etapas de acuerdo a los requerimientos de presión que sean necesarios.

Una compresora multietapica la podemos ver en la fig. 4.12:

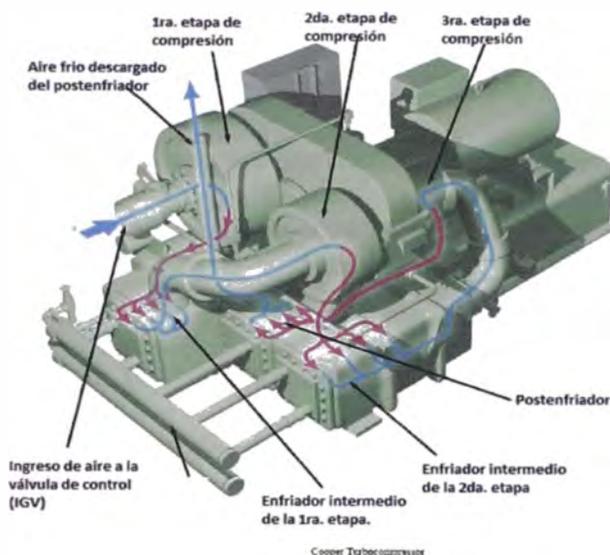


Fig. 4.12 Compresora Centrifuga (Folleto de Cooper)

Curvas características de Operación:

La curva de las compresoras centrífugas, crece de izquierda a derecha en un diagrama de flujo vs. Presión. Y tiene la característica de presentar un caudal máximo de estrangulamiento llamado en inglés stonewall, y un punto de rotura del flujo debido a las oscilaciones que se presentan por la alta presión, (llamada en inglés surge line).

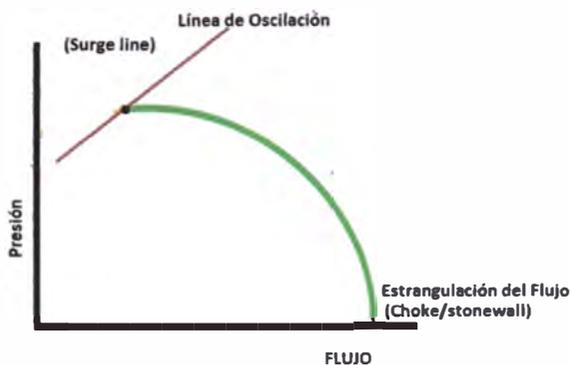


Fig. 4.13. Curva Característica de Compresora Centrifuga

Las curvas que normalmente se encuentran en las propuestas y en los folletos de ventas, presentan las cualidades propias de cada compresor y su sistema de control, normalmente estos equipos poseen una válvula llamada IGV la que gobierna el flujo de aire de ingreso a la máquina. El siguiente grafico (fig. 4.14) viene con varias posiciones que explican el comportamiento del equipo cuando los alabes de la válvula IGV toman determinados ángulos con respecto al flujo, regulando así el caudal de la compresora en un rango que puede llegar a ser hasta del 20% del total, como lo podemos ver en la figura mencionada:

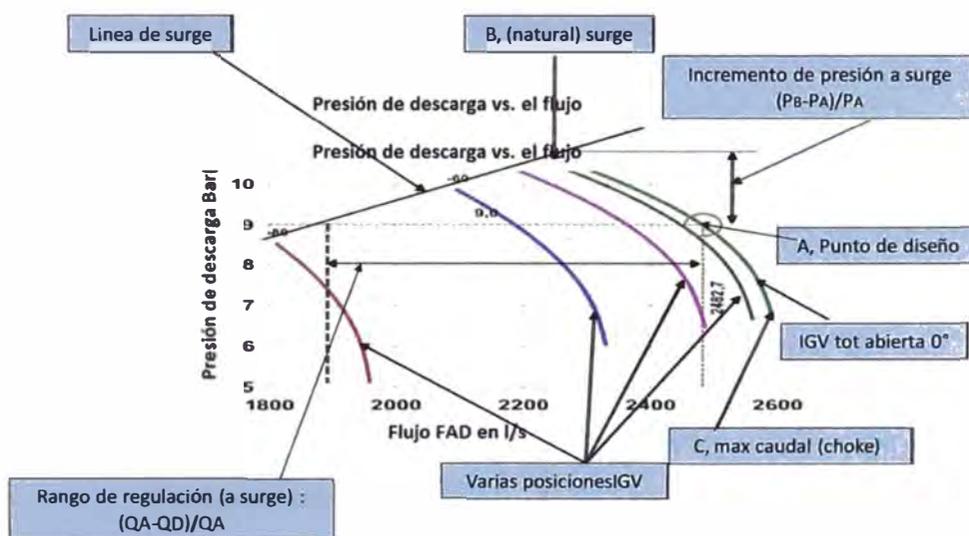


Fig. 4.14. Curvas de regulación para Compresoras Centrifugas

Efecto de las variaciones de las condiciones de Ingreso: La

Temperatura de ingreso tiene un apreciable efecto sobre la operación de una compresora centrífuga.

En un equipo de geometría fija y de revoluciones constantes cuando la temperatura de ingreso se incrementa entonces el flujo disminuye

y la potencia baja, cuando la temperatura de ingreso disminuye el flujo entregado aumenta y la potencia consumida aumenta, esto se puede ver en la figura siguiente:

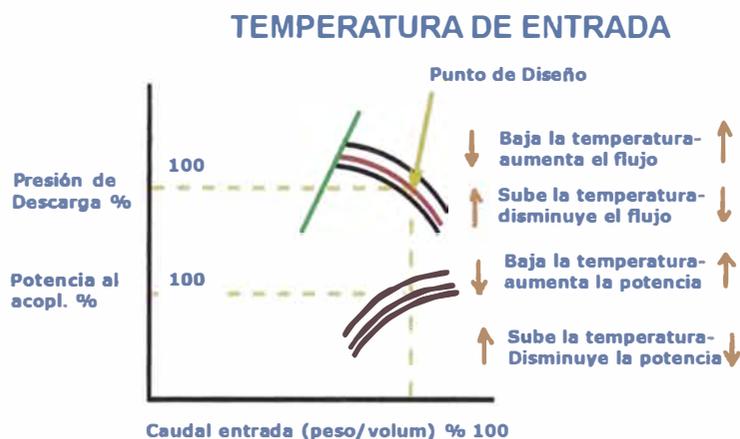


Fig. 4.15. Variaciones de las Condiciones de Ingreso

Un efecto parecido resulta cuando la presión de admisión cambia, definitivamente no afecta el ratio de compresión establecido para la compresora, pero la presión de descarga varía directamente con los cambios de la presión de ingreso:

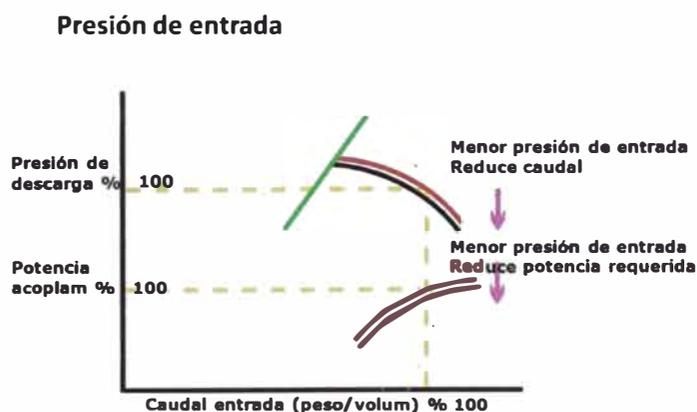


Fig. 4.16. Variación de la Presión de Entrada.

Como es normal si una presión definida de descarga es necesaria y la presión de admisión disminuye, el ratio de compresión aumenta, este rasgo se debe tener muy en cuenta cuando se selecciona equipo para zonas altas de nuestra geografía.

También debe tenerse mucho cuidado en el mantenimiento, pues un filtro de aire sucio causa el mismo efecto en la operación del equipo.

El agua fría o caliente también afecta el rendimiento de un compresor centrífugo, si bien es cierto que en la primera etapa el proceso no es afectado, si lo es en las siguientes etapas. Si se baja la temperatura del agua de refrigeración, el efecto es un incremento de la presión de descarga, y consecuentemente un aumento en la temperatura del refrigerante causa que la presión de descarga baje y que al flujo másico y el consumo de potencia también caiga.

Agua de refrigeración

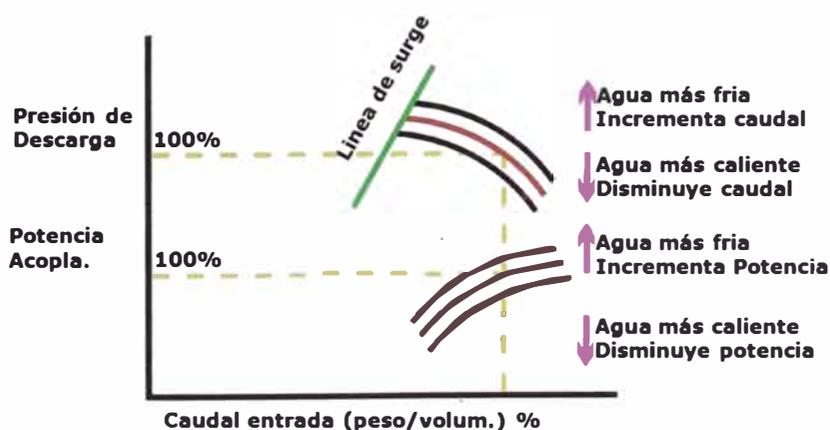


Fig. 4.17. Efecto del Agua de Refrigeración

Controles para un Compresor Dinámico: los controles para este tipo de compresora suelen ser complejos, pero tienen dos funciones específicas que cumplir:

-Controlar el Anti surge para que el compresor trabaje en el rango de su operación estable, y así evitar daños irreversibles al equipo.

-Controlar el desempeño o rendimiento del compresor a los requerimientos solicitados por el usuario.

La curva llamada de oscilación (surge) la poseen todos los compresores centrífugos y es el límite mínimo de flujo en el cual debe operar el equipo para que no entre en un proceso inestable que llevaría al compresor a destruirse.

Esta línea y todos los controles que se pueden colocar son afectados por el siguiente grupo de factores:

-El ratio de presión utilizado en el diseño

-La velocidad del impulsor

-Tipo de compresor

-Características del gas manipulado:

-La constante R del gas

-Temperatura de ingreso,

-El valor de k

Control de Presión Constante:

Este es un sistema de control modulado, en cuanto el consumo disminuye, la válvula de estrangulamiento empieza a cerrarse e inmediatamente reduce el caudal entregado, es decir es llevada desde el punto A hasta el B luego si la demanda sigue disminuyendo tal como se muestra en la fig. 4.18, el sistema empieza a abrir la válvula Blow-off expulsando parcialmente aire hacia la atmosfera y disminuyendo la posibilidad que se presente el problema de la oscilación (surge).

La desventaja es que en este tipo de control el desperdicio de energía es apreciable, dado que el aire que se arroja a la atmosfera está parcialmente comprimido. La pérdida de energía depende de los modelos y de los tamaños de compresor.

Modo de Control de Presión Constante

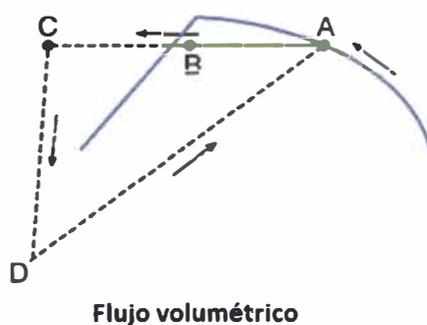


Fig. 4.18. Control de Presión Constante

Modelo de Control Autodual:

Modo de Control Autodual

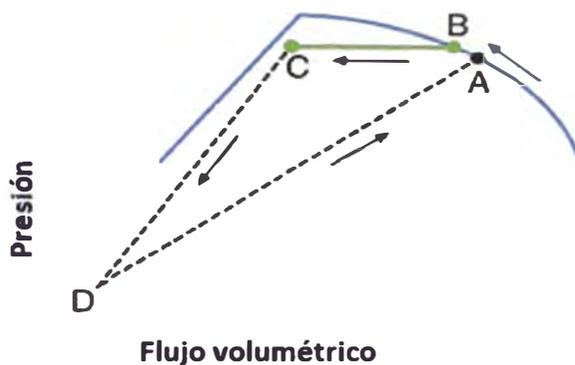


Fig. 4.19 Control Autodual

Este modelo de control trabaja en forma parecida pero en este sistema la válvula de estrangulamiento, es cerrada parcialmente y en forma progresiva hasta el punto B y luego hasta el punto C tratando de mantener la presión del sistema, luego si la demanda sigue disminuyendo, el compresor entra en descarga (punto D). Los problemas que se tienen con esto es que en el momento de la descarga en los cojinetes se produce una desestabilización de la película de lubricación por lo que toma un tiempo (puede llegar a tres minutos) antes que se pueda volver a entregar aire si la demanda aumentara repentinamente. Esto puede causar grandes variaciones de presión y además dado los esfuerzos envueltos en el proceso se requiere que el diseño contemple un balance en ambas direcciones en los impulsores.

Los compresores dinámicos se fabrican a partir de los 250 HP hasta potencias muy altas

4.2. Secadores

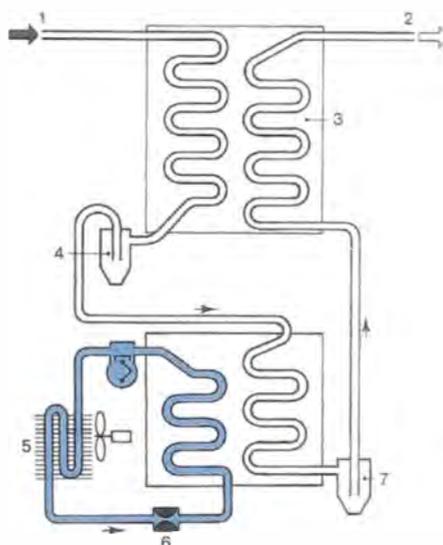
Los secadores se utilizan para retirar la cantidad de agua que el sistema requiera, existen varios tipos de estos, pero aquí trataremos aquellos de refrigeración, los de absorción y de adsorción.

4.2.1. Secadores de Refrigeración

El secador de tipo de refrigeración o frigorífico es usado cuando el punto de rocío requerido está entre los 4°C y los 6 °C, esto debido a que si se utilizara a menores temperaturas el agua se congelaría y se obstruiría el paso de aire, el sistema más simple funciona de acuerdo a la descripción siguiente:

El aire caliente y a presión ingresa por el punto 1 (fig. 4.20) y calienta el aire que va saliendo del secador por el intercambiador 3, al mismo tiempo el aire ingresante se enfría y en el colector de humedad (4) se descarta el agua que se haya condensado, luego el aire continúa por el evaporador de gas refrigerante, el cual lo enfría de acuerdo a la temperatura a la que se haya graduado el sistema (normalmente 4 °C), descartando el agua que se condense a través del colector de humedad 7. En el sistema del gas refrigerante, la válvula de expansión es la que permite al mismo expandirse en forma de gas y extraer el calor del aire comprimido, luego pasa al compresor el que reduce su volumen y eleva la presión enviándolo

al condensador donde se enfría y parte se licua para cerrar el circuito. Se debe tener cuidado de regular el trabajo del compresor con este secador, pues el agua puede congelarse y obstruir el paso del aire.



Secador de refrigeración o frigorífico, de expansión directa, con recuperación de calor.

1. aire húmedo
2. aire seco
3. intercambiador de calor aire-aire
4. colector de humedad
5. condensador
6. válvula de expansión
7. colector de humedad con purgador o drenaje

Fig. 4.20. Secador de refrigeración

4.2.2. Secadores de Absorción

Este tipo de secador, extrae el vapor de agua al combinar material químico con el vapor. Estos materiales desecantes se saturan con el agua y deben cambiarse periódicamente, usualmente se usan sales de cloruro de calcio, cloruro de litio, pero todos estos agentes son altamente corrosivos, además no se pueden usar sobre los 30 °C pues tienden a aglomerarse y causan una gran pérdida de presión, el punto de rocío que alcanzan es de +15 °C.

4.2.3. Secadores de Adsorción

Estos secadores producen los puntos de rocío más bajos, y se utilizan agentes adsorbentes sólidos, que retienen el agua a través de procesos físicos. Están conformados por dos torres una realiza el secado y la otra se va regenerando paralelamente. Con estos secadores se puede obtener puntos de rocío tan bajos como $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Existen dos tipos de secadores de adsorción:

1. **Secadores regenerados por calor** (del tipo BD en Atlas Copco), con el aporte de energía externa o interna. Usualmente la fuente de energía externa son resistencias que calientan un flujo de aire que ingresa a la torre que se está recuperando, o en su defecto puede ser aire comprimido a una elevada temperatura que retira el agua del elemento adsorbente.

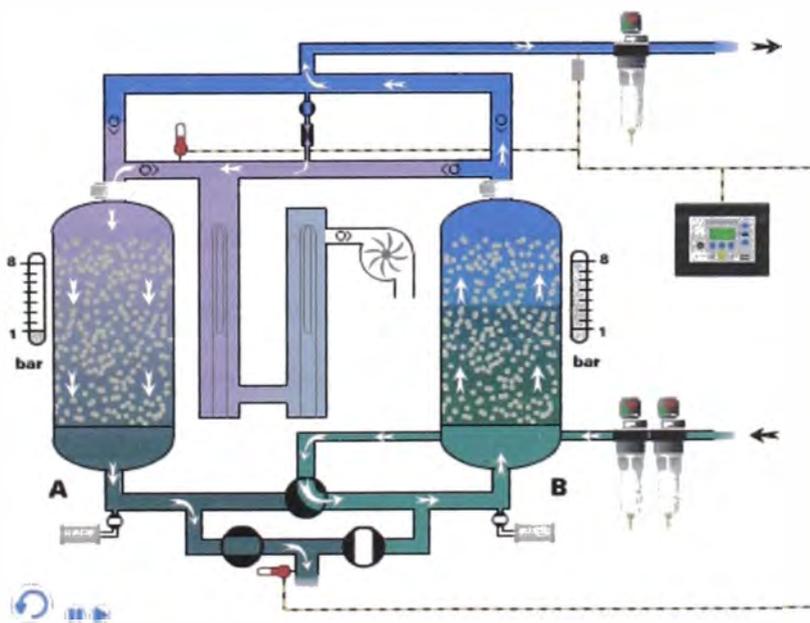


Fig. 4.21. Secador Regenerado por calor externo. (Manual AC)

En el caso de la Fig. 4.21 el aire de secado es proporcionado por un soplador externo, que previo calentamiento a través de unas resistencias ingresa a las torres y seca el material adsorbente, de la torre que esté en la fase de recuperación. Normalmente estos equipos necesitan tiempos bastantes largos para completar el proceso.

El equipo trabaja de la siguiente manera: el aire del compresor ingresa a la torre B a través de los filtros de línea y el flujo circula de abajo hacia arriba, cumpliendo la labor de secado, mientras tanto la torre A está en recuperación y el soplador situado entre las torres ingresa aire que previamente es calentado por las dos resistencias colocadas al interior y que permite recuperar la silicagel, expulsando el aire húmedo al exterior a través de los conductos de desfogue.

- 2. Secadores regenerados por un flujo de aire seco** (tipo CD en Atlas Copco, sin aporte de calor) que retira la humedad del agente adsorbente regenerándolo para un siguiente ciclo. Este caso requiere una cantidad bastante apreciable de aire seco proporcionado por el mismo compresor - secador (entre 15 a 20% del caudal de trabajo).

En todos estos casos debe tenerse especial cuidado con el aceite del compresor que contamina el aire a secar, pues malogra rápidamente el agente adsorbente, cubriendo los poros y quitándole vida útil. La figura siguiente ilustra cómo trabaja este tipo de secadores: el ingreso de aire es a través de los filtros de

línea, estos se usan, para evitar la suciedad y en lo posible la penetración de aceite lo que dañaría al desecante, el flujo es dirigido a la torre A donde es secado y luego parte es entregado a la línea de aire y parte (alrededor de 15 a 20% es dedicado a recuperar la otra torre de secado, este ultimo flujo es desechado a la atmosfera con lo que se pierde una cantidad extra de energía).

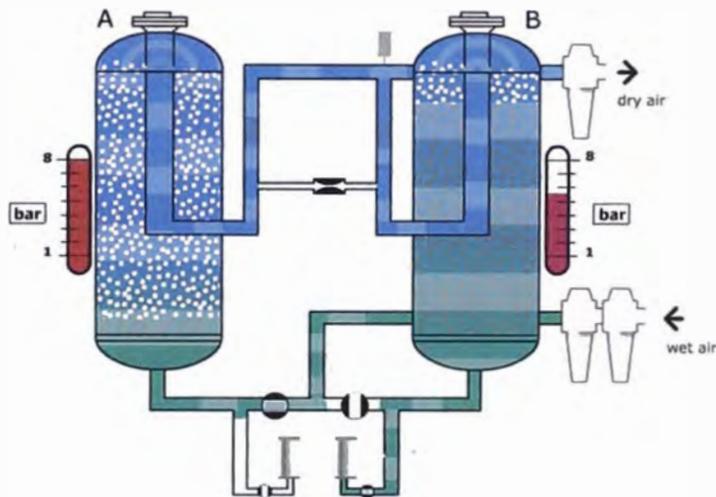


FIG. 4.22 Secador CD (Folleto de Venta CD de AC)

Luego una válvula secuenciadora cambia la dirección del flujo y el ciclo se invierte para regenerar la torre A.

4.2.4. Filtros de Línea

4.2.4.1. Filtros DD:

Filtro de línea coalescente para extraer partículas de suciedad hasta 1 micra, y para retener hasta 0.1 mg/m^3 (0.1 ppm) de aceite en aerosoles y vapor.

4.2.4.2. Filtros DDp

Filtros para remover partículas de polvo de hasta una micra, solo se debe usar con aire seco.

4.2.4.3. Filtros PD

Filtros coalescentes de alta eficiencia, remueve el aceite en aerosoles hasta 0.01 mg/m^3 (0.01 ppm) y partículas hasta 0.01 micras., el flujo es del interior hacia el exterior.

4.2.4.4. Filtros QD

Filtro de carbón exclusivamente para retener aerosoles de aceite y de hidrocarburos con un máximo remanente de aceite de 0.003 mg/m^3 (0.003 ppm) en la línea.



Fig. 4.23. Filtros de Línea

4.3. Planteamiento de Soluciones para la ampliación

Como hemos mencionado antes el consumo futuro será de 1288 L/s FAD, es decir el nuevo compresor deberá aportar a la línea 361 l/s

FAD netos, pero se debe añadir lo que consume el secador. Se tendrá los tres compresores ZR 3B antiguos trabajando y quedará la compresora Sullair en Stand by. El punto de rocío de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ hace necesario seleccionar el compresor, el secador y los accesorios en conjunto pues el consumo de los secadores de adsorción, únicos capaces de obtener menos de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, implica, en principio que los compresores aumenten el caudal de entrega como veremos más adelante. Si se usa secadores regenerados térmicamente con aporte de energía exterior (tipo BD), debemos tener un caudal mínimo de 2% adicional (369 L/s FAD), si usamos secadores regenerados por aire seco (tipo CD), necesitaremos un compresor de 16% más de caudal en promedio (419 L/s FAD). Bajo estas consideraciones los equipos seleccionados son los siguientes (tabla 9):

Tabla 9 Equipos seleccionados

| MODELO DE COMPRESOR | GA 160 | ZR 145-125 | GA 132+ -125 |
|--|---------|------------|--------------|
| Capacidad a plena Carga l/s (FAD) | 437 | 398 | 385 |
| Presión de Operación para prueba (bar) | 8,6 | 8,6 | 8,6 |
| Presión máxima de Operación (Bar) | 9,1 | 8,6 | 9,1 |
| Potencia en placa de motor (HP) | 200 | 200 | 175 |
| Eficiencia de placa del motor (%) | 96,2 | 95,8 | 96,2 |
| Potencia total a la descarga (Kw) | 43 | 32,3 | 38 |
| Potencia total consumida (Kw) | 169 | 164 | 147 |
| Potencia específica consumida (Kw/100 l/s) | 38,67 | 41,21 | 38,19 |
| Filtro primario | DD390 | MD 300 | DD390 |
| Filtro secundario | PD390 | | PD390 |
| Secador | CD 390 | | BD 390 |
| Filtro Aceite | QD 390 | | QD 390 |
| Filtro para partículas | DDp 390 | | DDp 390 |

4.3.1. Primer Planteamiento: Compresora GA 132 + -125 y

accesorios (ver apéndices 1 y 4):

Tabla 10. Características de la GA 132+ 125

| MODELO DE COMPRESOR | GA 132+ -125 |
|--|--------------|
| Capacidad a plena Carga l/s (FAD) | 385 |
| Presión de Operación para prueba (bar) | 8,6 |
| Presión máxima de Operación (Bar) | 9,1 |
| Potencia en placa de motor (HP) | 175 |
| Eficiencia de placa del motor (%) | 96,2 |
| Potencia total a la descarga (Kw) | 38 |
| Potencia total consumida (Kw) | 147 |
| Potencia especifica consumida (Kw/100 l/s) | 38,19 |
| | |

Con este equipo solo se puede usar un secador del tipo regenerado térmicamente, con aporte externo de calor; por lo que el compresor se analizará conjuntamente con el secador BD 390 el cuál es un equipo para un caudal de 390 l/s FAD (nominales), una presión máxima de 11 bares.

Para seleccionar el secador se ha procedido en base a la siguiente fórmula (ver apéndices 4 y 5):

Capacidad real = capacidad nominal x k_1 x k_2 , donde:

K_1 = Corrección por la presión de entrada,

K_2 = factor de corrección por la temperatura

Para los cálculos del secador BD tenemos:

$K_1 = 1.13$ (tomando una presión promedio de 8 bares)

$K_2 = 1$ (la salida del aire del compresor está a una temperatura de 15 °C encima de la temperatura ambiente)

Luego: Capacidad real = $390 \times 1.13 \times 1 = 440.7$ l/s FAD

La temperatura de rocío de este secador es de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (el mínimo solicitado es $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), con lo que la parte de calidad de aire se obtendría con el siguiente grupo de equipos y accesorios:

Tabla 11. Características de Filtros y Secador

| | |
|------------------------|--------|
| Filtro primario | DD390 |
| Filtro secundario | PD390 |
| Secador | BD 390 |
| Filtro Aceite | QD 390 |
| Filtro para partículas | DDp390 |

Los dos primeros filtros DD y PD se usan para evitar en lo posible que el polvo y el aceite afecten a la silicagel del secador, de otra manera el cambio del desecante se haría más frecuente, el filtro de carbón se usa para captar todo resto de vapor de aceite que quede en el flujo de aire, dado que el secador cuenta con resistencias eléctricas y debemos evitar toda posibilidad de contacto pues las temperaturas en el secador por las resistencia son altas,, y usamos el filtro DDp para evitar el acceso de polvo de silicagel a la línea final de aire. El arreglo sería el que se muestra a continuación:

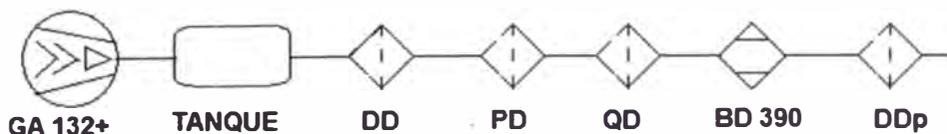


Fig. 4.24. Arreglo de GA 132 y accesorios

Tiempos de carga y tiempo de descarga:

Para analizar la energía consumida debemos hallar los tiempos de carga y descarga del compresor, y para esto debemos tener las caídas de presión promedio en los equipos, en la siguiente tabla tenemos estos datos:

Tabla 12. Caídas de Presión

| MODELO DE COMPRESOR | GA 132+ -125 | CAIDA DE PRESION NUEVOS | CAIDA DE PRESION PROMEDIO |
|------------------------|--------------|-------------------------|---------------------------|
| Filtro primario | DD390 | 0,05 | 0,25 |
| Filtro secundario | PD390 | 0,08 | 0,25 |
| Secador | BD 390 | 0,15 | 0,2 |
| Filtro Aceite | QD 390 | 0,07 | 0,1 |
| Filtro para particulas | DDp390 | 0,05 | 0,2 |
| | TOTAL | 0,4 | 1 |

Consideraremos que la presión a la salida del filtro DDp debe ser 7.1 bar. (la caída de presión desde este lugar hasta el punto de trabajo debe ser 0.1 bar).

La presión mínima a la salida del compresor debe ser:

Presión mínima (P_i) = 7.1 + 1 = 8.1 bare

Presión máxima (P_v): 8.1 + 0.5 = 8.6 bare

El volumen del sistema es 8.93 m³ (sitema de tanque y tuberías existentes)

$$t = \frac{V(P_v - P_i)}{QP_a}$$

Donde:

t = Tiempo en segundos

V= Volumen del sistema de aire

P_i = Presión mínima absoluta en el sistema (Kg/cm² o bar))

P_v = Presión final absoluta (Kg/cm² o bar)

Q = Caudal suministrado menos el que sale del sistema (m³/s)

P_a = Presión atmosférica

El ciclo de carga y descarga, con sus respectivos tiempos y la diferencia de presiones, se puede graficar de la siguiente manera:

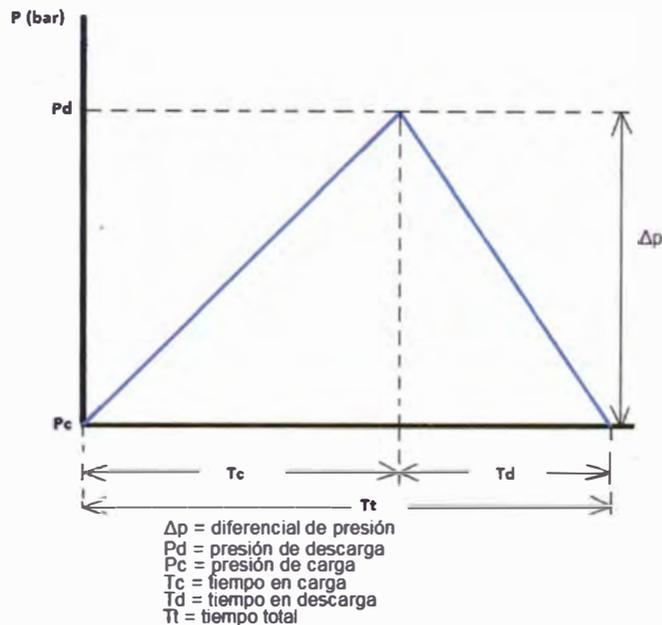


Fig. 4.25. Tiempos de Carga y Descarga

Para calcular el tiempo en carga emplearemos los siguientes datos:

Caudal suministrado = 385 l/s (0.385 m³/s)

Caudal extraído (361 + 2%) = 369 l/s (0.369 m³/s)

Diferencial de presión = 0.5 bar

Presión abs. final en el tanque = 9.613 bares

Presión abs. mínima en el tanque = 9.113 bares

Presión atmosférica = 1.013 bares

Al efectuar el cálculo el resultado es 275 seg. en carga.

Empleando los mismos datos (excepto que el compresor no entrega aire y solo hay consumo y que el diferencial de presión es negativo en razón que debe alcanzarse la presión mínima) el resultado es 12 segundos. Pero aquí debemos presentar una característica propia de los compresores inyectados con aceite que trabajan en carga – descarga.

Para esto el siguiente grafico nos ayudará:



Fig. 4.26. Grafico de Potencia a la descarga –carga

En el punto A se inicia la descarga del compresor, durante este proceso el equipo establece un circuito cerrado entre el tanque separador de aceite y la válvula de admisión. Entre estos dos puntos circula un pequeño flujo que mantiene bajo presión al aceite para la lubricación del equipo, pero la disminución de la potencia no es inmediata, le toma a los equipos inyectados con aceite, en general, entre 60 a 80 segundos llegar al punto mínimo, por lo que debemos, conservadoramente, tomar una potencia del 50% (en este caso) para analizar el proceso de descarga. Con estos datos ya podemos calcular el costo de la energía consumida por el compresor y el secador:

Costo de la energía: Costo de potencia en carga (C_c):

$C_c = \text{Pot. Máxima (valor total en la hoja CAGI)} \times \text{Tiempo en carga} \times \text{Horas trabajadas} \times \text{costo de la energía.}$

$$C_c = 147 \text{ Kw/hr } (275 / (275 + 12)) \text{ } 8400 \text{ hr } \times 0.07 \text{ USD/Kw}$$

$$C_c = 82822 \text{ USD}$$

Costo de potencia en descarga:

$$C_d = 73.5 (12/(275 + 12)) \times 8400 \times 0,07$$

$$C_d = 1807 \text{ USD}$$

Costo Total (CT):

$$CT \text{ (para el GA 132+)} = 84629 \text{ USD}$$

Como mostramos en el cuadro anterior el secador que trabajará con este compresor es el BD 390 del tipo adsorción regenerado con aporte de un flujo externo de aire calentado por resistencias. El consumo promedio de potencia es de 9.9 Kw de acuerdo a los datos de consumo del equipo:

Tabla 13. Característica del BD 390

| | |
|--------------------------|--------|
| Tipo de Secador | BD 390 |
| Precio (USD) | 40072 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Punto de Rocío (°C) | -20 |
| Consumo de Potencia (Kw) | 9,9 |
| Aire para la purga % | 2 |
| Pérdida de Presión (bar) | 0,2 |

Ahora podemos ver el costo de la potencia consumida que es el siguiente:

$$C_{BD} = 9.9 \text{ Kw} \times 8400 \times 0.07 \text{ USD/Kw}$$

$$C_{BD} = 5821 \text{ USD}$$

Filtros de línea:

Los siguientes son los datos de los filtros de línea:

Tabla 14. Características del DD 390

| | |
|-----------------------------|-------|
| Filtro de Propósito General | DD390 |
| Precio (USD) | 1519 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 4500 |
| Precio del reemplazo (USD) | 668 |
| | |

Tabla 15. Características del PD 390

| | |
|---------------------------|-------|
| Filtro de Alta Eficiencia | PD390 |
| Precio (USD) | 1519 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 4500 |
| Precio del reemplazo(USD) | 668 |
| | |

Los filtros DD y PD se cambiarán cada 4500 horas para poder mantener la caída de presión controlada, es decir debemos utilizar 1.9 elementos de reemplazo por cada 8400 horas de trabajo al año.

Tabla 16. Características del PDp 390

| | |
|----------------------------|--------|
| Filtro de Polvo | PDp390 |
| Precio (USD) | 1430 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 4500 |
| Precio del reemplazo (USD) | 626 |
| | |

Lo mismo sucede con el filtro para partículas PDp colocado aguas abajo del secador.

Para el filtro de carbón activado cuyas características figuran abajo el cambio es cada 1000 hrs. Y se utilizan 8.4 juegos de servicio, este filtro impide la llegada de los vapores de aceite al secador y a la línea final.

Tabla 17. Filtro QD 390

| | |
|----------------------------|-------|
| Filtro de Carbón Activado | QD390 |
| Precio (USD) | 1430 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 1000 |
| Precio del reemplazo (USD) | 626 |
| | |

Posible Contenido de Aceite en la línea:

El caudal de 385 l/s está dado a condiciones FAD (8.6 bares de presión de trabajo, a 1 bar de presión atmosférica 20 °C y aire seco). A condiciones de nivel del mar la variación es pequeña. También debemos considerar la necesidad de usar una tobera aguas abajo del último filtro, para evitar la fluctuación violenta de la velocidad del flujo de aire y así no dañar el desecante. La velocidad ideal que debe tener el flujo de aire dentro del secador es de 0.32 m/s para lograr un secado efectivo (la que está garantizada con el rango flujo de aire del secador).

La máxima cantidad de aceite al final de la línea (siempre y cuando se cumpla con el mantenimiento respectivo es el siguiente:

$$\text{Aceite} = 0.003 \text{ mg/m}^3 \times 361 \text{ l/s} \times 3.6 \text{ (s/l} \times \text{m}^3/\text{hr)} \times 8400 \text{ hr}$$

$$\text{Aceite} = 32.75 \text{ gr de aceite (en el año).}$$

Nota: 0.003 mg/m³ de aceite es la cantidad máxima de aceite después del filtro QD (Ver apéndice 6)

Verificación de Caudales Totales:

El cuadro de caudales entregados por el conjunto sería el siguiente:

Tabla 18. Caudales finales

| MODELO | CAUDALES | UNIDADES | FAD |
|--------------|----------|----------|---------|
| ZR 3A | 309 | 3 | 927 |
| GA 132 + 125 | 377,36 | 1 | 377,36 |
| TOTAL | | | 1304.36 |

El caudal seco entregado a 28 °C se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_n = \frac{Q_i(273)(P_i)}{(273+T_i)1.013}$$

$$Q_n = 1183 \text{ N l/s}$$

Calcularemos el efecto de la humedad y de la temperatura en conjunto. La humedad relativa es de 85% en promedio tal como lo expresa el requerimiento del usuario:

$$P_v = P_s \times \text{HR}$$

Donde P_s es la presión de saturación del vapor de agua (en este caso 37.8 mbar para una temperatura de 28 °C)

$$P_v = 37.8 \times 0.85$$

$$P_v = 32.13 \text{ mbar}$$

$$P_{\text{aire seco}} = 1013 - 32.13 = 980.87 \text{ mbar}$$

La temperatura de secado es de -20 °C, por lo tanto la presión de saturación será de 1.03 mbar, pero esto es a condiciones atmosféricas, a condiciones de presión usaremos la siguiente fórmula:

$$P_v = \frac{(p_s)_p}{P}$$

Donde P_v es la presión parcial del vapor de agua a presión atmosférica

$(P_s)_p$ es la presión de saturación a presión de servicio

Y P es la presión absoluta de trabajo (en este caso 9.013 bar)

$$P_v = 0.114 \text{ mbar}$$

El porcentaje de pérdida será de:

$$\Delta Q_c = \frac{\Delta P_v}{P_a} (100)$$

Entonces $Q_c = (32.13 - 0.114) (100) / 1013 = 3.16\%$ (esta es el porcentaje de la pérdida en masa causada por el vapor de agua)

El caudal realmente entregado por los compresores será de:

$$Q_r = 1145.6 \text{ N l/s}$$

Ligeramente por debajo de lo requerido (1184.7 N l/s) pero recordemos que hay un 15% de factor de seguridad por lo que no es necesario tomar precauciones adicionales.

Programa de mantenimiento para la GA 132 y los equipos auxiliares:

Las visitas para el mantenimiento se programaran cada 4000 horas (las actividades figuran en los anexos 9 y 10) para el compresor y se harán de acuerdo a la siguiente secuencia:

| AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| SERVICIO | A B | A C | A F | A B | A D | A B | A C | A F | A B | A D |

Normalmente en estas visitas de mantenimiento se usan kits para 4000, 8000, 16000, etc. Horas. Se han hecho los estimados con estos conjuntos recomendados por el fabricante.

En cada visita se revisará el funcionamiento del secador y de la instalación en general. El usuario deberá cuidar de cambiar los filtros de línea, en el tiempo programado.

4.3.2. Segundo Planteamiento: Compresora ZR145 – 125 – 60 exento de aceite y accesorios:

Tabla 19. Características de Compresora ZR 145-125-60

| MODELO DE COMPRESOR | ZR 145-125 |
|--|------------|
| Capacidad a plena carga l/S (FAD) | 398 |
| Presión de Operación para prueba (bar) | 8,6 |
| Presión máxima de operación (bar) | 8,6 |
| Potencia en placa de motor (HP) | 200 |
| Eficiencia de placa de motor (%) | 95,8 |
| Potencia total a la descarga (Kw) | 32,3 |
| Potencia total consumida (kw) | 164 |
| Potencia específica consumida (Kw/100 l/s) | 41,21 |
| Filtro primario | MD300 |
| Filtro secundario | |
| Secador | |
| Filtro Aceite | |
| Filtro para partículas | |

El secador que usaremos para este caso es el MD 300, cuyo precio es USD 29359. Es del tipo de adsorción pero fabricado exclusivamente, para los compresores ZR, el punto de rocío que se puede obtener es de - 30 °C, mucho mejor que la temperatura de rocío exigida.

El arreglo del conjunto de equipos sería el siguiente:

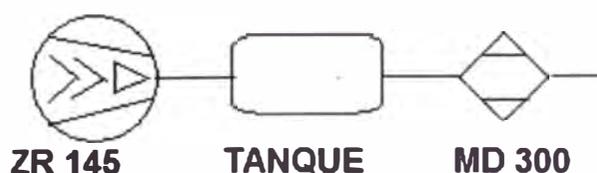


Fig. 4.27. Arreglo de equipos para el ZR 145.

El grafico siguiente muestra la forma de trabajo del secador, el cual no desperdicia aire comprimido:

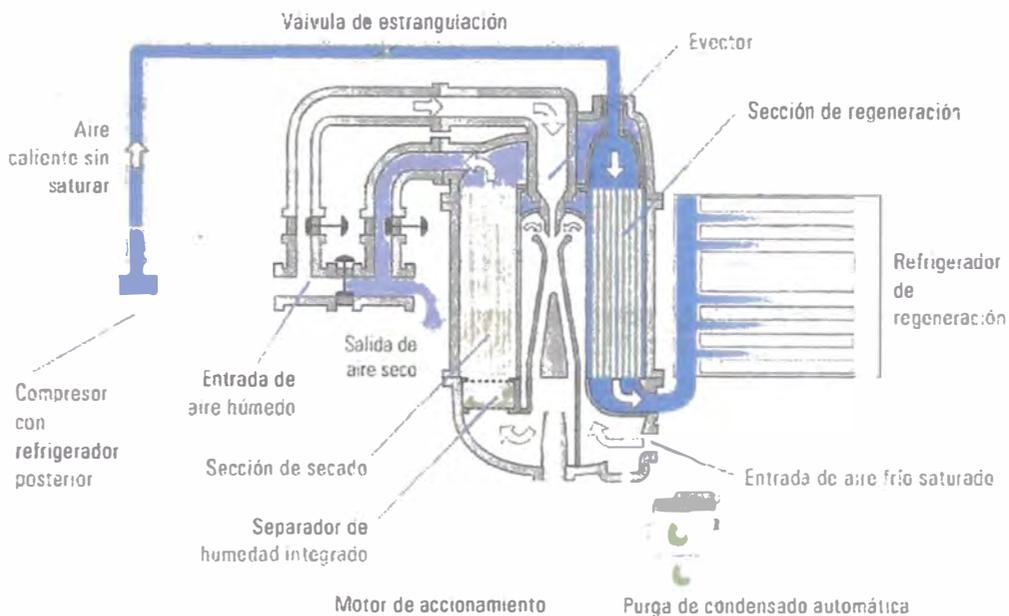


Fig. 4.28. Diagrama de Secador MD 300

El desecante va impregnado en un papel especial al cual tiene la forma de un rotor. Un motor pequeño es usado para hacer girar el tambor; y mientras un sector seca (75%) el otro es regenerado (25%), tal como podemos ver en el grafico siguiente:

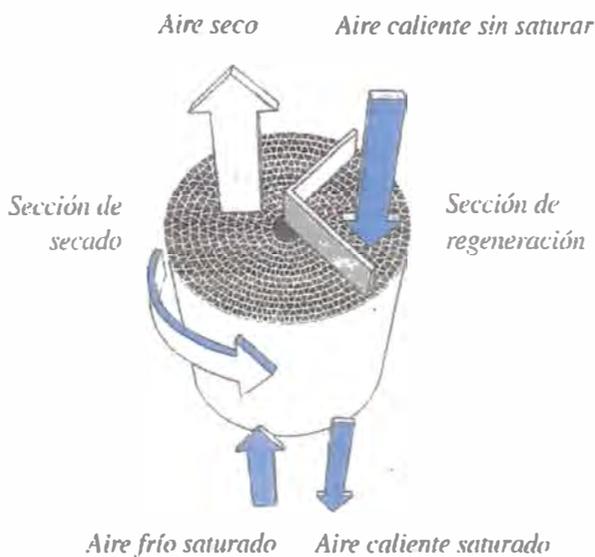


Fig.4.29. Tambor de secado.

La caída de presión es mínima, (0.1 bar) y no necesita en principio filtro de partículas aguas abajo. Pero el tiempo de carga no deberá ser menor de 2 minutos (120 s) para lograr un secado efectivo y una buena recuperación.

Luego la presión mínima que necesita entregar el compresor al sistema es de 7.2 bar y el diferencial de presión puede ser de 0.6 bar.

Tiempos del ciclo de carga-descarga: (Cálculo semejante al GA 132)

$$\text{Tiempo en carga} = 8.93 (0.6)/((0.398-0.361)(1.013))$$

$$\text{Tiempo en carga} = 143 \text{ segundos}$$

$$\text{Tiempo en descarga} = 8.93 (0.6)/(0.361(1.013))$$

$$\text{Tiempo en descarga} = 14.65 \text{ segundos}$$

$$\text{Tiempo total} = 157.65 \text{ segundos.}$$

El consumo de energía en el compresor:

Considerar que el compresor trabajará con 7.8 bar en carga, por lo tanto la potencia consumida es de solo 156 Kw (en este tipo de compresoras 1 bar de diferencia corresponde a aproximadamente 5% de variación en la potencia):

$$C_c = 156 (143/157.65) \times 8400 \times 0.07 = 83203 \text{ USD}$$

$$C_d = 32.3 (14.65/157.65) \times 8400 \times 0.07 = 1765 \text{ USD}$$

$$CT = 84968.00 \text{ USD}$$

Consumo de energía en el secador:

El motor del secador MD 300 es de una potencia de 0.12 Kw, y solo trabaja cuando el compresor está en carga, el costo de la energía consumida es la siguiente:

$$E_{MD} = 0.12 \text{ Kw} \times 8152 \text{ hr} \times 0.07 \text{ USD/Kw}$$

$$E_{MD} = 68.5 \text{ USD}$$

Verificación de caudal total:

De ser seleccionado este compresor tenemos los siguientes caudales entregados:

Tabla 20. Caudales totales

| MODELOS | CAUDALES | UNIDADES | CAU. TOTAL |
|---------|----------|----------|------------|
| ZR 3A | 309 | 3 | 927 |
| ZR 145 | 398 | 1 | 398 |
| TOTAL | | | 1325 |

El caudal del cuadro corresponde a 1325 l/s FAD. A condiciones extremas de 28 °C, y 85% de humedad, el caudal será:

$$Q_n = (1325 \times 273)1.013 / (273 + 28)1.013$$

$$Q_n = 1202 \text{ NI/s}$$

Si consideramos el mismo porcentaje de contenido de agua en el aire tal como en el caso anterior tenemos, que el caudal final es:

$$Q_r = 1202 \times 0.9684$$

$$Q_r = 1164 \text{ NI/s}$$

Si bien lo requerido por la planta es 1184 NI/s, el adicional de seguridad del 15%, hace innecesario tomar precauciones mayores.

Además no hay presencia de aceite en el sistema, pues el equipo es exento de aceite.

Mantenimiento:

El mantenimiento del compresor será de acuerdo a la siguiente programación de los servicios y se hará cada 4000 hrs:

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| SERVICIO | A B | A C | A B | A C | A B | A D | A B | A C | A B | A C |

El listado de repuestos es el que figura en los anexos 11,12 y 13 y se incluye la garantía de que se cambiará solo un juego de elementos en diez años.

El secador MD 300 se revisará en cada servicio y se reparará cada cinco años.

4.3.3. Tercer Planteamiento: Compresora GA 160 – 125 y accesorios:

Es un compresor inyectado con aceite, cuyas características son las siguientes:

Tabla 21. Característica Compresora GA 160

| MODELO DE COMPRESOR | GA 160 |
|--|--------|
| Capacidad a plena Carga l/s (FAD) | 437 |
| Presión de Operación para prueba (bar) | 8,6 |
| Presión máxima de Operación (Bar) | 9,1 |
| Potencia en placa de motor (HP) | 200 |
| Eficiencia de placa del motor (%) | 96,2 |
| Potencia total a la descarga (Kw) | 43 |
| Potencia total consumida (Kw) | 169 |
| Potencia especifica consumida (Kw/100 l/s) | 38,67 |
| | |

El arreglo será el siguiente:

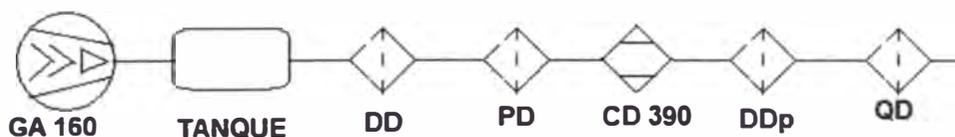


Fig. 4.30. Arreglo de la ZR 145

Para este equipo se ha escogido un secador de tipo adsorción CD 390 con recuperación por flujo de aire seco procedente del mismo compresor, la selección ha sido realizada de la siguiente manera:

Capacidad de los secadores $CD = Q_t \times k_d \times k_p \times k_t$

Donde:

Q_t = Capacidad teórica del secador

K_d = Factor de corrección del punto de rocío

K_p = Factor de corrección de la presión de entrada

K_t = Factor de corrección por la temperatura.

De acuerdo al folleto de Secadores CD Atlas Copco, los valores son los siguientes: $K_d = 1$ (punto de rocío solicitado $-10\text{ }^\circ\text{C}$), $k_p = 1.12$ (para una presión de 8 bares), $k_t = 1$ (para una temperatura de entrada de $35\text{ }^\circ\text{C}$)

Capacidad del secador = $390 \times 1 \times 1.12 \times 1 = 436.8\text{ l/s}$, para una visión del proceso total véase el apéndice 8)

Los siguientes equipos adicionales, también se colocaran y las caídas de presión son las que se indican:

Tabla 22. Caídas de Presión

| MODELO DE COMPRESOR | GA 160 | CAIDA DE PRESION MINIMA | CAIDA DE PRESION PROMEDIO |
|------------------------|---------|-------------------------|---------------------------|
| Filtro primario | DD390 | 0,05 | 0,25 |
| Filtro secundario | PD390 | 0,08 | 0,25 |
| Secador | CD 390 | 0,15 | 0,2 |
| Filtro Aceite | QD 390 | 0,07 | 0,2 |
| Filtro para partículas | DDp 390 | 0,05 | 0,1 |
| | TOTAL | 0,4 | 1 |

De acuerdo a la tabla anterior el compresor debe tener una presión mínima de 8 bares y un diferencial de 0.6 bar.

Cálculo de los tiempos de carga y descarga:

El caudal de salida es 361 l/s + 16% de 361 = 418

$$T_c = 8.93 (0.6)/(0.437 - 0.418) 1.013$$

$$T_c = 278 \text{ segundos}$$

Cálculo del tiempo en descarga:

$$T_d = 8.93 (0.6)/(0.418)(1,013)$$

$$T_d = 12.65 \text{ segundos.}$$

$$T_t = 290.65 \text{ segundos}$$

Calculo del costo de la energía en carga:

$$C_c = 169 \times (278/290.65) \times 8400 \times 0.07$$

$$C_c = 95047 \text{ USD}$$

Costo en descarga: siendo este un compresor inyectado con aceite la potencia mínima es alcanzada después de 40 segundos (aproximadamente) por lo que la potencia consumida la asumiremos conservadoramente como el 50% de la carga total:

$$C_d = 84.5 \times (12.65/290.65) \times 8400 \times 0.07$$

$$C_d = 2163 \text{ USD}$$

$$CT = 97210 \text{ USD}$$

El secador de tipo adsorción con recuperación mediante un flujo de aire seco proveniente del mismo secador es el modelo CD390, con las siguientes características:

Tabla 23. Secador CD 390

| | |
|--------------------------|-------|
| Tipo de Secador | CD390 |
| Precio (USD) | 20068 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Punto de Rocío (°C) | -20 |
| Consumo de Potencia (Kw) | 0,02 |
| Aire para la purga % | 16 |
| Pérdida de Presión (bar) | 0,2 |
| | |

Este secador consume 0.02 Kw/hr (controles y luces de control):

$$E_{CD} = 0.02 \text{ Kw/hr} \times 0.07 \text{ USD /hr} \times 8400$$

$$E_{CD} = 11.8 \text{ USD}$$

Las características de los filtros son las siguientes (a pesar de ser los mismos del GA 132 la vida de los elementos es diferente por ser el caudal a manejar de 437 l/s):

Tabla 24. Filtro DD 390

| | |
|-----------------------------|--------|
| Filtro de Propósito General | DD 390 |
| Precio (USD) | 1519 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 3168 |
| Precio del replazo (USD) | 668 |

Tabla 25. Filtro PD 390

| | |
|---------------------------|--------|
| Filtro de Alta Eficiencia | PD 390 |
| Precio (USD) | 1519 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 4500 |
| Precio del replazo (USD) | 668 |

Tabla 26. Filtro PDp 390

| | |
|--------------------------|---------|
| Filtro de Polvo | PDp 390 |
| Precio (USD) | 1430 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 3168 |
| Precio del replazo (USD) | 626 |

Tabla 27. QD390

| | |
|---------------------------|--------|
| Filtro de Carbon Activado | QD 390 |
| Precio (USD) | 1430 |
| Capacidad Nominal (l/s) | 390 |
| Vida promedio (horas) | 1000 |
| Precio del replazo (USD) | 626 |

El cuadro siguiente muestra el caudal total en l/s FAD para el conjunto de los cuatro compresores: $(437 \cdot 0.16 \times 437 = 367.08 \text{ l/s FAD})$

Tabla 28. Caudales totales

| MODELOS | CAUDALES | UNIDADES | CAU. TOTAL |
|---------|----------|----------|------------|
| ZR 3A | 309 | 3 | 927 |
| GA 160W | 367,08 | 1 | 367,08 |
| TOTAL | | | 1294,08 |

Para el caso en que la temperatura alcance los 28 °C, y una humedad relativa de 85% tenemos:

$$Q_n = 1294.08 \times 273 / (273 + 28)$$

$$Q_n = 1173 \text{ NI/s}$$

Si aceptamos el mismo porcentaje de pérdida por humedad que el caso anterior tenemos:

$$Q_r = 1173 \times 0.9684$$

$$Q_r = 1135 \text{ NI/s}$$

Como los casos anteriores, con este equipo estamos dentro de los parámetros adecuados.

Contenido de aceite:

$$\text{Aceite} = 367.08 \times 0.003 \times 3.6 \times 8400$$

Aceite = 33.3 gr de aceite por año (por supuesto considerando un mantenimiento riguroso, y la temperatura promedio de 20 °C)

Mantenimiento:

Las visitas para mantenimiento se llevaran a cabo cada 4000 hrs y de acuerdo a la siguiente secuencia:

| | | | | | | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AÑO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| SERVICIO | A B | A C | A B | A C | A D | A B | A C | A B | A C | A D |

Los repuestos a usarse serán los programados en cada servicio, y se hará una revisión del secador en cada visita, la reparación general es cada 40000 hrs para el compresor y para el secador CD se cambiará el desecante cada tres años. Ver secuencia de actividades y mantenimiento en anexos 14 Y15

El mantenimiento de los filtros deberá ser llevado a cabo por el usuario.

Para hacer el análisis de la adquisición, utilizaremos el Concepto del fondo de amortización conocido también como amortización con interés sobre el costo inicial. En el fondo de lo que se trata es de pagar o satisfacer una deuda por medio de un fondo de amortización, y la formula es la siguiente:

$$R = (P-L) \cdot n \cdot s_{\text{fdf}} + P \cdot i$$

Donde: P es la inversión inicial en el equipo

L es el valor remanente al cabo de los periodos considerados

i es el interés usado en el proceso

El cuadro siguiente muestra los valores anualizados, para las adquisiciones con sus respectivas formulas (no se considerará valores remanentes):

Tabla 30. Precios Anualizados

| | PRECIO USD | ANUALIZADO USD | |
|----------------|---------------|-------------------|--|
| ZR 145 | 83990 | 11412 | $83990 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 83990 \times 0.06$ |
| MD 300 | 29359 | 3989 | $29359 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 29359 \times 0.06$ |
| TOTAL | 113349 | 15401 | |
| GA 132 | 53144 | 7221 | $53144 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 53144 \times 0.06$ |
| BD 390 | 40072 | 5445 | $40072 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 40072 \times 0.06$ |
| FILTRO DD 390 | 1519 | 206 | $1519 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1519 \times 0.06$ |
| FILTRO PD 390 | 1519 | 206 | $1519 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1519 \times 0.06$ |
| FILTRO QD 390 | 1430 | 194 | $1430 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1430 \times 0.06$ |
| FILTRO DDp 390 | 1430 | 194 | $1430 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1430 \times 0.06$ |
| TOTAL | 99114 | 13467 | |
| GA 160 | 59742 | 8117 | $59742 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 59742 \times 0.06$ |
| CD 390 | 20068 | 2727 | $20068 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 20068 \times 0.06$ |
| FILTRO DD 390 | 1519 | 206 | $1519 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1519 \times 0.06$ |
| FILTRO PD 390 | 1519 | 206 | $1519 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1519 \times 0.06$ |
| FILTRO QD 390 | 1430 | 194 | $1430 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1430 \times 0.06$ |
| FILTRO DDp 390 | 1430 | 194 | $1430 \times 6\% \cdot 10 \text{ s}_{\text{fdf}} + 1430 \times 0.06$ |
| TOTAL | 85708 | 11645 | |

Y en el siguiente cuadro (tabla 31) tenemos todos los valores anualizados para reparaciones y mantenimiento y en la tabla 32 muestra los resultados totales:

Tabla 31. Reparaciones y Mantenimiento anualizado

| | |
|---|----------------|
| REPARACION ZR 145 | ANUALIZADO USD |
| 33200.6% 6 sppwf) 6% 10crf + 3876 | 7056,0 |
| REPARACION MD 300 | |
| 15853. 6% 5 sppwf) 6% 10 crf + 15853 6% 10 sppwf 6% 10 crf +100 | 2912 |
| REPARACION GA 132 | ANUALIZADO USD |
| 19516 6% 5 sppwf 6% 10 crf + 19516 6% 10 sppwf 6% 10 crf +4800 | 8262 |
| REPARACION BD 390 | |
| 4130 6% 3 sppwf 6% 10 crf + 7280 6% 6 sppwf 6% 10 crf + 4130 6% 9 sppwf 6% 10 crf | 1801 |
| REPARACION GA 160 | ANUALIZADO USD |
| 20500 6% 5 sppwf 6% 10 crf + 20500 6% 10 sppwf 6% 10 crf +5200 | 8837 |
| REPARACION CD 390 | |
| 7391 6% 3 sppwf 6% 10 crf + 7391 6% 6 sppwf 6% 10 crf + 7391 6% 9 sppwf 6% 10 crf | 2577 |

Tabla 32. Resultados totales.

| | PRECIO USD | ANUALIZADO USD | MANTENIMIENTO USD | ENERGIA USD | TOTALES USD |
|----------------|------------|----------------|-------------------|-------------|-------------|
| ZR 145 | 83990 | 11412 | 7056 | 84968 | |
| MD 300 | 29359 | 3989 | 2912 | 68,5 | |
| TOTAL | 113349 | 15401 | 9968 | 85036,5 | 110405 |
| GA 132 | 53144 | 7221 | 8262 | 84629 | |
| BD 390 | 40072 | 5445 | 1801 | 5821 | |
| FILTRO DD 390 | 1519 | 206 | 1247 | | |
| FILTRO PD 390 | 1519 | 206 | 1247 | | |
| FILTRO QD 390 | 1430 | 194 | 5258 | | |
| FILTRO DDp 390 | 1430 | 194 | 1169 | | |
| TOTAL | 99114 | 13467 | 18984 | 90450 | 122901 |
| GA 160 | 59742 | 8117 | 8837 | 97210 | |
| CD 390 | 20068 | 2727 | 2577 | 11,8 | |
| FILTRO DD 390 | 1519 | 206 | 1771 | | |
| FILTRO PD 390 | 1519 | 206 | 1247 | | |
| FILTRO QD 390 | 1430 | 194 | 5258 | | |
| FILTRO DDp 390 | 1430 | 194 | 1660 | | |
| TOTAL | 85708 | 11645 | 21350 | 97221,8 | 130217 |

CONCLUSIONES

Las siguientes son las conclusiones y recomendaciones que tenemos de este trabajo:

1. La comparación de los precios anualizados de los compresores resulta desfavorable para el compresor exento de aceite (aproximadamente 30% más caro que el conjunto del GA 160). Sin embargo los costos de mantenimiento (menores en un aproximado de 47% en relación al conjunto de la GA 132) y de energía (aproximadamente 6% menos que el conjunto de la GA 132) permiten un costo total menor, en el conjunto de la ZR 145 que los otros compresores. El uso de filtros en la línea con los compresores inyectados causan una caída de presión apreciable en el sistema de aire que se traduce en pérdidas que los compresores tienen que compensar con un mayor consumo de potencia.
Por otra parte los tres equipos vienen con reserva de potencia suficiente para operar a la más baja temperatura (13 °C) sin problemas.
2. El compresor exento de aceite es mucho más limpio, y no genera residuos de aceite en las líneas de aire, los filtros son necesarios para la limpieza y para evitar que el aceite llegue al producto y a los instrumentos.
3. La operación con la compresora exenta reduce las actividades de mantenimiento, debido a una cantidad menor de equipos en operación.
4. El uso de secadores con recuperación de aire a presión es muy oneroso, pues se necesita un promedio de 16% del caudal del compresor para

recuperar las columnas, con lo que obliga a aumentar el caudal de aire con el consiguiente aumento de tamaño del compresor. Su selección y uso debe ser muy cuidadoso, debido a los altos costos envueltos en estos procesos.

5. Los secadores de recuperación de columnas con aire externo mediante sopladores, si bien no consumen aire comprimido sino en bajo volumen (solo 2%) incrementan, sin embargo el consumo de energía debido al soplador es bastante importante, lo que ocasiona el aumento de costo de la operación.
6. Se debe evitar, en lo posible, en el caso de los secadores de adsorción, la contaminación por el aceite por lo que se debe de usar los filtros de línea necesarios para cumplir con este requerimiento, de otra forma el material coalescente se contamina y disminuye su vida operacional.

RECOMENDACIONES

1. Los resultados económicos nos indican que la mejor adquisición es la compresora ZR en esta aplicación. Adicionalmente la inexistencia de aceite en la cámara de compresión es un factor determinante en la toma de decisiones, por lo que se le recomienda al usuario adquirir el conjunto de la ZR y el secador MD 300 (ver características en el anexo 16)
2. La calibración o ajuste de los compresores debe ser hecha en la modalidad todo o nada (carga – descarga) de acuerdo a la presión de operación, el compresor nuevo debe cubrir las puntas de demanda. La calibración será escalar de tal manera que permitamos a una compresora de base salir de operaciones si la demanda disminuye. Posteriormente ver la posibilidad de instalar un control centralizado de tal manera que pueda seleccionar el compresor o los compresores a operar automáticamente. Esto se hará en campo.
3. Hacer el estudio necesario (caudales, potencias, producción de aire, demanda de aire, etc.) para ver la posibilidad de instalar un compresor exento de aceite pero con variador de velocidad, en las siguientes adquisiciones.
4. En cuanto a la sala de compresores existen dos calderos con sus accesorios y respectivos quemadores, es recomendable colocar ductos para traer el aire fresco y sin contaminantes de la parte externa de la sala, desde un punto donde no haya ninguna influencia de estos equipos. El flujo de aire a considerar debe incluir también el aire utilizado para el enfriamiento del motor principal.

Bibliografía

- Anteproyecto de un sistema de Aire Comprimido y Optimización de la distribución de aire para incrementar la productividad de la Mina Morococha de Centromin Perú. Autor: Víctor Hugo Llerena Miranda. Código: 1383
- Ampliación del suministro de Aire Comprimido de una planta Concentradora de 1000 a 4000 acfm. Autor: Armando Martin Tassara Pajares Código: 1533
- Ampliación y Optimización de la línea de Aire comprimido de la planta Mimo
- Autor: Pajilla Tomas Roberto Enrique Código: 1893.
- Rediseño del Sistema de aire comprimido en la refinería de Cobre de Southern Perú Cooper Corporation. Autor: Martínez Milla José Isidro Código: 2085
- Optimización de un sistema de Generación y distribución de Aire Comprimido de 11000 cfm. Autor: Huananga Amado Edgar Código: 2518
- Diagnostico de la instalación de aire comprimido en una planta de fabricación de envases metálicos. Autor: Quispe Mendoza Carlos Alberto Código: 2742
- Mejora en el sistema de aire comprimido en una planta de producción de Glutamato monosódico (GMS). Autor: Ticona Tamara Teodoro Faustino Código: 2747
- Ampliación de la capacidad de aire comprimido de la red de la central termoeléctrica de Ilo 1. Autor: Panta Farfan Mario Luis Código: 2915
- Diseño del sistema de Aire Comprimido de 31,021 Nm³/hr para la refinería de Zinc de Cajamarquilla. Autor: Benites Flores Cristian Código: 3128
- Aire Comprimido: Teoría y Cálculo de las Instalaciones. Autor: E. Canicer Royo
- Termodinámica. Autores: Yunus Cengel y Michael A. Boles
- Fundamentos de Termodinámica. Autores Gordon J. Van Wylen, Richard E. Sonntag, Claus Borgnakke
- Compressor Installation Manual. Autor: Dep. De Servicio Atlas Copco
- Atlas Copco Air Compendium. Autor: Departamento de Marketing Atlas Copco
- Compressed Air Manual. Autor Departamento de Marketing Atlas Copco
- Manual sobre Aire Comprimido y su Aplicación en la Industria. Autor: Atlas Copco Venezuela
- Training Manual: Z Service Course. Autor: Departamento de servicio de Atlas Copco
- Ingeniería Económica de George A. Taylor

ANEXO 1

COMPRESSOR DATA SHEET

Rotary Screw Compressor

MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR

| | | | | |
|-----|--|------------------|-------------------------|------------------|
| 1 | Manufacturer: | Atlas Copco | | |
| 2 | Model Number: | GA 132+ -125 (W) | | Date: 03-10-2011 |
| | <input type="checkbox"/> Air-cooled <input checked="" type="checkbox"/> Water-cooled <input checked="" type="checkbox"/> Oil-injected <input type="checkbox"/> Oil-free | # of Stages: | 1 | |
| 3* | Rated Capacity at Full Load Operating Pressure ^{a, f} | 816 | acfm ^{a, f} | |
| 4 | Full Load Operating Pressure ^b | 125 | psig ^b | |
| 5 | Maximum Full Flow Operating Pressure ^c | 132 | psig ^c | |
| 6 | Drive Motor Nameplate Rating | 175 | hp | |
| 7 | Drive Motor Nameplate Nominal Efficiency | 96.2 | percent | |
| 8 | Fan Motor Nameplate Rating (if applicable) | - | hp | |
| 9 | Fan Motor Nameplate Nominal Efficiency | - | percent | |
| 10* | Total Package Input Power at Zero Flow ^e | 38 | kW ^e | |
| 11 | Total Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^d | 147 | kW ^d | |
| 12* | Specific Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^e | 18.0 | kW/100 cfm ^e | |

* For models that are tested in the CAGI Performance Verification Program, these items are verified by the third party program administrator

NOTES:

Member:

- a. Measured at the discharge terminal point of the compressor package in accordance with ISO 1217, Annex C; ACFM is actual cubic feet per minute at inlet conditions.
- b. The operating pressure at which the Capacity (Item 3) and Electrical Consumption (Item 11) were measured for this data sheet.
- c. Maximum pressure attainable at full flow, usually the unload pressure setting for load/no load control or the maximum pressure attainable before capacity control begins. May require additional power.
- d. Total package input power at other than reported operating points will vary with control strategy.
- e, f, g. Tolerance is specified in ISO 1217, Annex C, as shown in table below:



| Volume Flow Rate at specified conditions | | Volume Flow Rate ^f | Specific Energy ^g Consumption | No Load / Zero Flow Power ^e |
|---|-------------|-------------------------------|---|---|
| <u>m³ / min</u> | <u>SCFM</u> | % | % | |
| Below 0.5 | Below 15 | +/- 7 | +/- 8 | +/- 10% |
| 0.5 to 1.5 | 15 to 50 | +/- 6 | +/- 7 | |
| 1.5 to 15 | 50 to 500 | +/- 5 | +/- 6 | |
| Above 15 | Above 500 | +/- 4 | +/- 5 | |

ROT 030

01186 This form was developed by the Compressed Air and Gas Institute for the use of its members. CAGI has not independently verified the reported data.

ANEXO 2

COMPRESSOR DATA SHEET

Rotary Screw Compressor

MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR

| | | | |
|-----|--|----------------|-------------------------|
| 1 | Manufacturer: | Atlas Copco | |
| 2 | Model Number: | ZR 145-125 | |
| | Date: | 03-11-2011 | |
| 3* | <input type="checkbox"/> Air-cooled <input checked="" type="checkbox"/> Water-cooled | # of Stages: 2 | |
| | <input type="checkbox"/> Oil-injected <input checked="" type="checkbox"/> Oil-free | | |
| 3* | Rated Capacity at Full Load Operating Pressure ^{a, f} | 843 | acfm ^{a, f} |
| 4 | Full Load Operating Pressure ^b | 125 | psig ^b |
| 5 | Maximum Full Flow Operating Pressure ^c | 125 | psig ^c |
| 6 | Drive Motor Nameplate Rating | 200 | hp |
| 7 | Drive Motor Nameplate Nominal Efficiency | 95.8 | percent |
| 8 | Fan Motor Nameplate Rating (if applicable) | - | hp |
| 9 | Fan Motor Nameplate Nominal Efficiency | - | percent |
| 10* | Total Package Input Power at Zero Flow ^e | 32.3 | kW ^e |
| 11 | Total Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^d | 164.0 | kW ^d |
| 12* | Specific Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^g | 19.4 | kW/100 cfm ^g |

* For models that are tested in the CAGI Performance Verification Program, these items are verified by the third party program administrator

NOTES:

Member:



- a. Measured at the discharge terminal point of the compressor package in accordance with ISO 1217, Annex C; ACFM is actual cubic feet per minute at inlet conditions.
- b. The operating pressure at which the Capacity (Item 3) and Electrical Consumption (Item 11) were measured for this data sheet.
- c. Maximum pressure attainable at full flow, usually the unload pressure setting for load/no load control or the maximum pressure attainable before capacity control begins. May require additional power.
- d. Total package input power at other than reported operating points will vary with control strategy.
- e, f, g. Tolerance is specified in ISO 1217, Annex C, as shown in table below:

| Volume Flow Rate at specified conditions | | Volume Flow Rate ^g | Specific Energy ^h Consumption | No Load / Zero Flow Power ^f |
|--|--------------------|-------------------------------|--|--|
| $\frac{m^3}{min}$ | $\frac{ft^3}{min}$ | % | % | |
| Below 0.5 | Below 15 | +/- 7 | +/- 8 | +/- 10% |
| 0.5 to 1.5 | 15 to 50 | +/- 6 | +/- 7 | |
| 1.5 to 15 | 50 to 500 | +/- 5 | +/- 6 | |
| Above 15 | Above 500 | +/- 4 | +/- 5 | |

ROT 030

© 11 200

This form was developed by the Compressed Air and Gas Institute for the use of its members. CAGI has not independently verified the reported data.

ANEXO 3

COMPRESSOR DATA SHEET

Rotary Screw Compressor

MODEL DATA - FOR COMPRESSED AIR

| | | | |
|-----|--|----------------|-------------------------|
| 1 | Manufacturer: | Atlas Copco | |
| 2 | Model Number: | GA 160-125 (W) | Date: 03-09-2011 |
| | <input type="checkbox"/> Air-cooled <input checked="" type="checkbox"/> Water-cooled <input checked="" type="checkbox"/> Oil-injected <input type="checkbox"/> Oil-free | # of Stages: | 1 |
| 3* | Rated Capacity at Full Load Operating Pressure ^{a, f} | 926 | acfm ^{a, f} |
| 4 | Full Load Operating Pressure ^b | 125 | psig ^b |
| 5 | Maximum Full Flow Operating Pressure ^c | 132 | psig ^c |
| 6 | Drive Motor Nameplate Rating | 200 | hp |
| 7 | Drive Motor Nameplate Nominal Efficiency | 96.2 | percent |
| 8 | Fan Motor Nameplate Rating (if applicable) | - | hp |
| 9 | Fan Motor Nameplate Nominal Efficiency | - | percent |
| 10* | Total Package Input Power at Zero Flow ^e | 43 | kW ^e |
| 11 | Total Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^d | 169 | kW ^d |
| 12* | Specific Package Input Power at Rated Capacity and Full Load Operating Pressure ^e | 18.2 | kW/100 cfm ^e |

* For models that are tested in the CAGI Performance Verification Program, these items are verified by the third party program administrator

NOTES:

Member:



- a. Measured at the discharge terminal point of the compressor package in accordance with ISO 1217, Annex C; ACFM is actual cubic feet per minute at inlet conditions.
- b. The operating pressure at which the Capacity (Item 3) and Electrical Consumption (Item 11) were measured for this data sheet.
- c. Maximum pressure attainable at full flow, usually the unload pressure setting for load/no load control or the maximum pressure attainable before capacity control begins. May require additional power.
- d. Total package input power at other than reported operating points will vary with control strategy.
- e, f, g. Tolerance is specified in ISO 1217, Annex C, as shown in table below:

| Volume Flow Rate at specified conditions | | Volume Flow Rate ^f | Specific Energy ^g Consumption | No Load / Zero Flow Power ^c |
|---|-----------------------|-------------------------------|---|---|
| m ³ / min | ft ³ / min | % | % | |
| Below 0.5 | Below 15 | +/- 7 | +/- 8 | |
| 0.5 to 1.5 | 15 to 50 | +/- 6 | +/- 7 | +/- 10% |
| 1.5 to 15 | 50 to 500 | +/- 5 | +/- 6 | |
| Above 15 | Above 500 | +/- 4 | +/- 5 | |

ROT 030

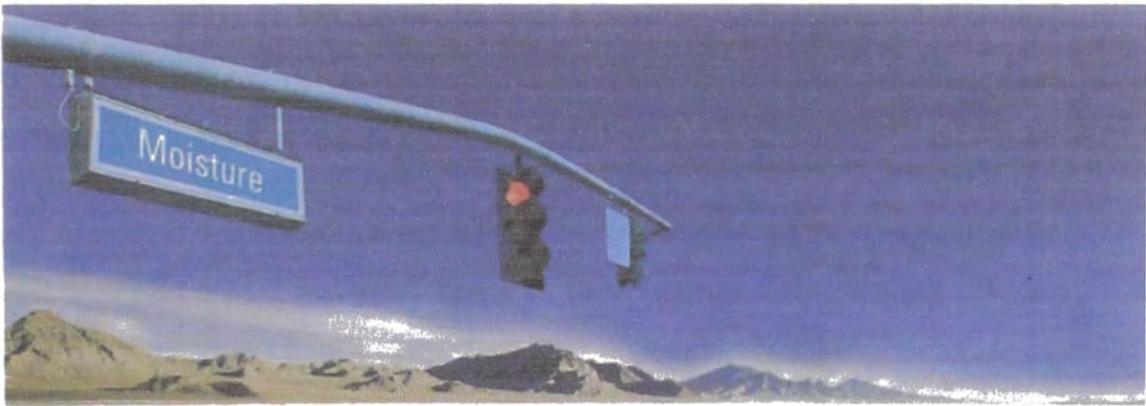
This form was developed by the Compressed Air and Gas Institute for the use of its members. CAGI has not independently verified the reported data.

ANEXO 4

Atlas Copco Secadores de aire

Serie BD

Secadores de aire de adsorción reactivados por calor



AIRE ABSOLUTAMENTE SECO

Atlas Copco

OS ECNICOS

Gama de secadores de adsorción BD

| Tamaño | Capacidad instalada* | | | Potencia (calentador y sopiante) kW | Caída de presión | | Tamaño recomendado de filtro DD/PD | Conexión Pn 16, Dn | Dimensiones | | | | | | Peso | |
|--------|----------------------|------|-------|-------------------------------------|------------------|------|------------------------------------|--------------------|-------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | l/s | cfm | m³/h | | bar | psig | | | A | | B | | C | | kg | lbs |
| | | | | | | | | | mm | pulg | mm | pulg | mm | pulg | | |
| BD 260 | 260 | 551 | 936 | 11,0 | 0,14 | 2,0 | 280 | 80 | 1020 | 40,2 | 1180 | 46,5 | 2080 | 81,8 | 820 | 1808 |
| BD 300 | 390 | 827 | 1404 | 15,0 | 0,17 | 2,4 | 390 | 80 | 1175 | 46,3 | 1340 | 52,7 | 2145 | 84,4 | 1200 | 2646 |
| | 520 | 1102 | 1872 | 22,0 | 0,14 | 2,0 | 520 | 100 | 1380 | 54,3 | 1600 | 63 | 2205 | 86,8 | 1800 | 3968 |
| BD 350 | 780 | 1654 | 2808 | 29,5 | 0,16 | 2,3 | 780 | 100 | 1490 | 58,6 | 1880 | 74 | 2360 | 92,9 | 2350 | 5180 |
| | 1050 | 2226 | 3780 | 41,5 | 0,12 | 1,7 | 1050 | 125 | 1727 | 68 | 2250 | 88,5 | 2445 | 96,3 | 3250 | 7165 |
| BD 400 | 1400 | 2968 | 5040 | 65,5 | 0,10 | 1,4 | 1400 | 150 | 1770 | 74,4 | 2540 | 100 | 2645 | 104,1 | 4300 | 9479 |
| | 1800 | 3816 | 6480 | 65,5 | 0,12 | 1,7 | 1800 | 150 | 1858 | 73,1 | 2740 | 107,8 | 2750 | 108,3 | 4800 | 10580 |
| BD 450 | 2400 | 5088 | 8640 | 92,0 | 0,13 | 1,9 | 2700 | 150 | 2043 | 80,4 | 3090 | 121,6 | 2925 | 115,2 | 7500 | 16540 |
| | 3000 | 6360 | 10800 | 119,0 | 0,13 | 1,9 | 3150 | 200 | 2344 | 92,3 | 3470 | 136,6 | 2976 | 117,1 | 10000 | 22050 |

*A 1 bar(a) +20 °C

Condiciones de referencia

| | |
|---|----------|
| Presión de entrada efectiva de aire comprimido: | 7 bar(e) |
| Temperatura de entrada del aire comprimido: | 35 °C |
| Humedad relativa de entrada de aire comprimido: | 100 % |
| Temperatura de rocío a presión: | -40 °C |

Condiciones de funcionamiento

| | |
|---|-----------------|
| Presión de entrada: | 4,5 - 11 bar(e) |
| Temperatura ambiente: | 1 - 40 °C |
| Temperatura de entrada del aire comprimido: | 1 - 45 °C |

Para puntos de rocío a presión de -70 °C, por favor póngase en contacto con el representante local Atlas Copco.



BD260



BD3000

Para las presiones de entrada del aire comprimido, multiplique el caudal de aire del secador por los siguientes factores K_1 :

| (g) | 4,5 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,69 | 0,75 | 0,88 | 1,00 | 1,13 | 1,25 | 1,38 |
| | 65 | 73 | 87 | 102 | 116 | 131 | 145 |
| | 0,69 | 0,75 | 0,88 | 1,00 | 1,13 | 1,25 | 1,38 |

Para la temperatura de entrada, multiplique el caudal de aire del secador por los siguientes factores K_2 :

| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,70 |
| | 68 | 77 | 86 | 95 | 104 |
| | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,70 |

Nota:

¿Cuál es la capacidad de entrada para un FD520 en las siguientes condiciones?: (Presión de entrada 8 bar(e) – Temp. entrada 35 °C – Temp. ambiente 25 °C)

Utilice los factores de corrección de las tablas

K_1 1,13

K_2

ANEXO 5

Atlas Copco

AIQ

Product Range:

CD390-1050

AML: Principal data

Reference conditions

| CD | CD | CD | CD |
|-----|-----|-----|--------------|
| 390 | 520 | 780 | 1050 CE ASME |

| | | | | | |
|--|-----|------|------|------|------|
| 1. Compressed air effective inlet pressure | bar | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 2. Compressed air inlet temperature | °C | 35 | 35 | 35 | 35 |
| 3. Inlet relative humidity of compressed air | | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4. Pressure dewpoint | °C | -40 | -40 | -40 | -40 |

Limitations for operations

| | | | | | |
|--|-----|----|----|----|-------|
| 1. Maximum compressed air effective inlet pressure | bar | 11 | 11 | 11 | 9* 11 |
| 2. Minimum compressed air effective inlet pressure | bar | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3. Maximum ambient air temperature | °C | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 4. Minimum ambient air temperature | °C | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5. Maximum compressed air inlet temperature | °C | 46 | 46 | 45 | 45 |
| 6. Minimum compressed air inlet temperature | °C | 1 | 1 | 1 | 1 |

Performance data (1)

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----|------|------|-----|------|
| 1. Volume flow at dryer inlet (2) (3) | l/s | 390 | 520 | 780 | 1050 |
| 2. Pressure drop over dryer | bar | 0.15 | 0.15 | 0.1 | 0.07 |
| 3. Time of half a cycle | s | 250 | 250 | 295 | 295 |
| 4. Purge time | s | 195 | 195 | 250 | 250 |
| 5. Purge air consumption | | | | | |
| — average during half a cycle (3) | l/s | 70 | 94 | 140 | 189 |
| 6. Purge air consumption | | | | | |
| — average during half a cycle | % | 18% | 18% | 18% | 18% |
| 7. Power consumption | W | 10 | 10 | 10 | 10 |

Design Data

| | | | | | |
|-------------------------------|---------|-------------------------------------|-------|--------|--------|
| 1. Desiccant type | | Activated Alumina AI2O3 (F200 1.8") | | | |
| 2. Amount of desiccant | kg | 480 | 740 | 965 | 1410 |
| 3. In- and outlet connections | DN/ANSI | 80 3" | 80 3" | 100 4" | 125 5" |
| 4. Recommended filter size | PD/DDp | 390 | 520 | 780 | 1050 |
| 5. Dimensions | | | | | |
| — Length | mm | 770 | 920 | 1474 | 1283 |
| — Width | mm | 1337 | 1593 | 1876 | 2250 |
| — Height | mm | 2256 | 2300 | 2301 | 2687 |
| 6. Net mass | kg | 900 | 1100 | 1400 | 2000 |

Note: 1) All performance data stated at reference conditions
 2) Calculation of flow at other than reference conditions: see AHB
 3) Referred to absolute pressure of 1 bar and temperature of 20°C and measured according to ISO 7183
 * Only applicable for CD 1050 CD version

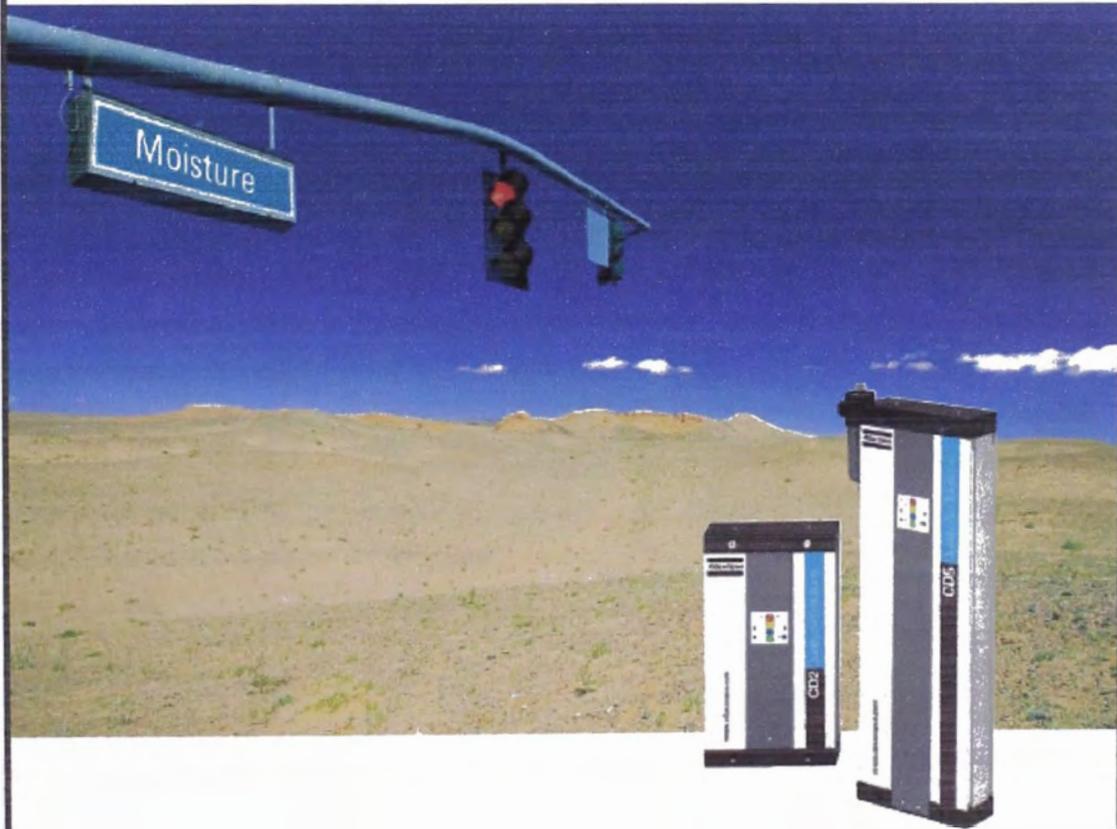


ANEXO 6

Atlas Copco Secadores de aire comprimido

Serie CD

Secadores de adsorción sin regeneración térmica



**AIRE SECO
DE ALTA CALIDAD**



¿Por qué aire de calidad?

Cuando el aire que nos circunda se comprime, el vapor de agua que contiene y la concentración de partículas en suspensión aumentan espectacularmente. En un compresor inyectado, por ejemplo, el proceso de compresión hace que los vapores de aceite y de agua se condensen posteriormente formando minúsculas gotas, y que se mezclen después con la gran concentración de partículas. El resultado es un lodo abrasivo y aceitoso que, en muchos casos, también es ácido. Sin equipos de tratamiento del aire, la mayor parte de este lodo corrosivo entrará en la red de aire.

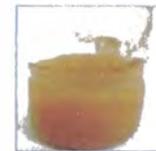
Un equipo Quality Air eficiente es una inversión con un retorno sólido: reduce eficazmente la contaminación del aire que, de lo contrario, produciría corrosión en las tuberías, averías prematuras de los equipos neumáticos y expolio del producto.



El alto coste del aire de baja calidad

En lo tocante a herramientas, máquinas

nas e instrumentos, una calidad deficiente del aire ocasionará más averías, reparaciones y sustituciones. Además de los costes de las medidas correctivas, el tiempo de inactividad y los retrasos de producción resultantes son con frecuencia mucho más caros que cualquier reparación.



La amenaza a una reputación impecable

Cuando el aire comprimido hace

contacto con el producto, la estabilidad, el índice de rechazos y la calidad final del producto pueden verse afectados de forma considerable por la contaminación. Aparte de los costes para corregir la situación, no se puede subestimar el daño potencial a la reputación de sus productos.



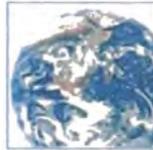


El dinero se esfuma en el aire

Al calcular el coste potencial de un aire

comprimido de baja calidad, con frecuencia pasan inadvertidas las tuberías. El condensado agresivo producirá corrosión, dando lugar a fugas de aire y una costosa pérdida de energía.

Una fuga de 3 mm equivale aproximadamente a un gasto de energía de 3,7 kW. Al cabo de un año, esta fuga puede representar hasta 1800 euros.



Presión persistente en el medioambiente

La pérdida de energía ocasionada por fugas

y la eliminación poco segura de condensados sin tratar afectarán desfavorablemente a nuestro medioambiente. Aparte de la rigurosa legislación que impone fuertes sanciones en caso de incumplimiento, cada derroche de energía influye negativamente en los resultados de explotación. ¡Preocuparse por el medioambiente puede ser un negocio inteligente!

Desde productos hasta soluciones totales

Gracias a sus largos años de experiencia, Atlas Copco puede determinar los requisitos exactos y ofrecer el equipo correcto entre una extensa gama de productos para el tratamiento del aire comprimido. Además de ofrecer soluciones totales, Atlas Copco ha establecido una organización de servicio postventa que prestará apoyo a toda su instalación... a nivel local o internacional.

Desde el compresor hasta el secador, pasando por el último filtro, Atlas Copco puede ser su socio exclusivo para soluciones totales de aire comprimido de calidad.



La solución completa para un Aire de Calidad

Partículas/polvo

Agu

Proceso con aire de calidad
=
Satisfacción del usuario final

filtración

filtro

PD, PDp, DD, DDp y QD



0 1 2

secado

secador de adsorción

MD

(para compresores ZR/ZT/ZE/ZA)

2 3



secador de adsorción

BD

0 1 2 3



secador frigorífico

FD/ID

4



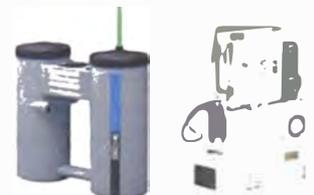
drenaje

purgador electrónico de agua

EWD

separación de aceite/agua

OSW/OSD



Aceite

filtración

0

filtro

PD, PDp, DD, DDp y QD



0 1 2

compresión de aire

compresores exentos de aceite
ZH/ZR/ZT/ZE/ZA/AQ//LF/SF/LXF/H/
S/P/HX-HN/PETPACK®



compresores con inyección de aceite
GA/GR/GX/LE/LT



secador de adsorción
CD



| Grados de calidad del aire ISO15724-1 | Sociosidad (partículas sólidas) | | | | Agua Punto rocío a presión máx. °C | Aceite Máx. concentración mg/m ³ |
|---------------------------------------|---|-------------------------------|---------------|---------------|--|---|
| | Máximo número de partículas por m ³ | diámetro (d) de partícula, µm | | | | |
| | ≤ 0.10 | 0.1 < d ≤ 0.5 | 0.5 < d ≤ 1.0 | 1.0 < d ≤ 5.0 | | |
| 0 | Según lo especificado por el usuario o proveedor del equipo y más estricto que la clase 1 | | | | | |
| 1 | * | 100 | 1 | 0 | -70 | 0,01 |
| 2 | * | 100 000 | 1 000 | 10 | -40 | 0,1 |
| 3 | * | 10 000 | 10 000 | 500 | -20 | 1 |
| 4 | * | * | * | 1 000 | 3 | 5 |
| 5 | * | * | * | 20 000 | 7 | > 5 |

* No especificado

Un sistema de aire comprimido bien diseñado garantiza el cumplimiento de los requisitos de calidad del aire del proceso.

Con la clase ISO requerida como guía, es posible seleccionar los componentes apropiados.

Atlas Copco ofrece una gama completa de productos para cualquier necesidad de sus clientes.

CD – secadores para aplicaciones exigentes y clientes conscientes del coste de la energía



Humedad: ¿una amenaza evitable?

El aire comprimido que entra en la red de aire está siempre saturado al 100% de vapor de agua. Al enfriarse, esta humedad se condensa, ocasionando daños a su sistema de aire... y a sus productos finales. La cantidad de agua es directamente proporcional al caudal, y aunque un refrigerador posterior elimine 2/3 de la humedad, la tercera parte restante puede ser muy destructiva en muchas aplicaciones, como aire de instrumentación, transporte de polvo seco o procesos con rápida expansión del aire.

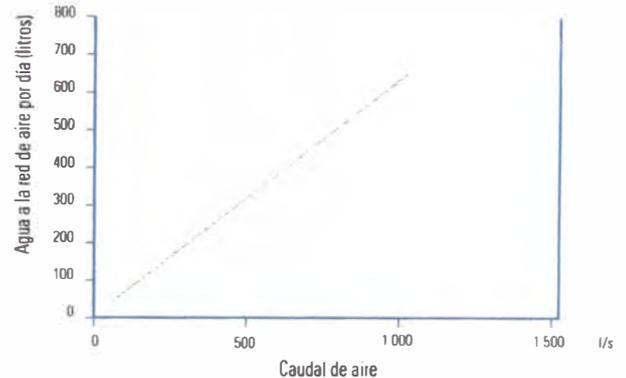
Los CD eliminan totalmente la humedad

Los secadores de adsorción CD de Atlas Copco eliminan la humedad antes de que pueda producir ningún daño. No existe incluso la posibilidad de congelación. Los secadores CD aseguran un proceso fiable y unos productos finales impecables ofreciendo aire absolutamente seco a su sistema neumático, con un punto de rocío a presión de -40°C o incluso -70°C .

Rendimiento máximo con un coste mínimo

El robusto diseño garantiza que la gama completa funcione con total fiabilidad, produciendo el punto de rocío a presión deseado incluso en las condiciones más difíciles. Junto con los sistemas de control más avanzados, la gama CD proporciona el aire de mejor calidad con el coste más bajo posible. El sistema con control de purga Atlas Copco dependiente del punto de rocío reduce significativamente los costes de energía, a la vez que asegura un punto de rocío totalmente estable y fiable. El uso del exclusivo controlador Elektronikon en combinación con un sensor PDP de primera clase, permite obtener un rápido retorno de la inversión.

AGUA A LA RED DE AIRE SIN NINGÚN SECADOR INSTALADO



AGUA QUE ENTRA Y SALE DEL COMPRESOR Y SECADOR (EJEMPLO)



Condiciones de referencia:

Caudal del compresor 1050 l/s FAD - Temp. del aire comprimido 35°C
 Temp. del aire ambiente 25°C - Humedad relativa ambiente 60% - Presión 7 bar(e)

DEMANDA DE AIRE Y CONSUMO DE PURGA





Rendimiento y fiabilidad gracias a unos principios de funcionamiento probados

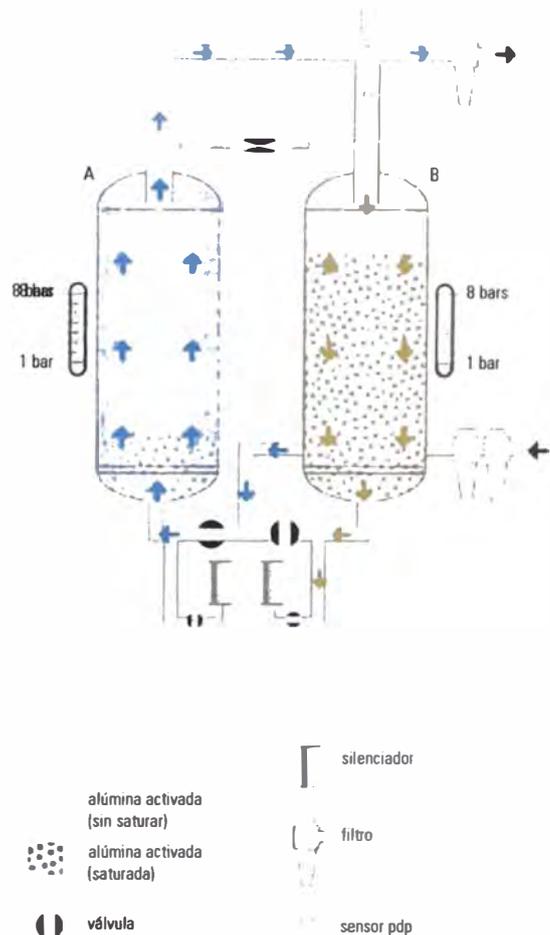
La gama completa de secadores CD está basada en un principio de funcionamiento común, que ha sido optimizado a lo largo de la amplia experiencia de Atlas Copco y que lleva prestando un servicio plenamente satisfactorio a la industria desde hace muchos años.

El proceso de secado

- ▶ El aire húmedo de los compresores pasa por los filtros de entrada, que eliminan el agua, aceite y partículas que podrían entrar en el secador.
- ▶ Entonces, el conjunto de válvula de tres vías dirige el aire a la torre "activa", en este ejemplo la torre "A".
- ▶ El desecante adsorbente de humedad que hay en la torre "A" elimina el vapor de agua del aire a medida que éste asciende por la misma. En el momento en que el aire sale de la torre, se alcanza un punto de rocío a presión típico de -40°C . Con el tiempo, el desecante de la torre activa se satura; si se continuara en estas condiciones, se produciría un descenso del rendimiento del punto de rocío a presión.

El proceso de regeneración

- ▶ Una pequeña parte del ahora aire seco se envía a la parte superior de la torre "B", mientras que el resto sale del secador a través de un filtro de partículas que elimina cualquier polvo residual libre de desecante que se haya podido acumular durante el proceso de secado.
- ▶ La pequeña parte de aire seco (purga) que pasa a la torre "B" se usa para regenerar el desecante. Durante la regeneración, la torre "B" está a presión atmosférica, permitiendo que se expanda el aire de purga de la torre "A" y que se desplace a través de la misma, llevándose con él la humedad del desecante. Los silenciadores en la salida aseguran un funcionamiento silencioso.
- ▶ El proceso de regeneración del desecante dura varios minutos, tras lo cual el sistema de control cierra la válvula de purga. A partir de ese punto, el aire de purga repreriza gradualmente la torre a la presión normal del sistema.
- ▶ Una vez que la torre "B" está totalmente presurizada, conmuta la válvula de 3 vías en el fondo del secador, de modo que la torre "B" pasa a ser la torre activa que seca el aire, y la torre "A" la que pasa a la fase de regeneración.





CD 2-32 – comodidad y versatilidad

La excepcional flexibilidad de instalación de los CD 2-32 significa que, con independencia de la aplicación, representa la solución más cómoda. Perfectas tanto para el punto de uso como para instalaciones normales en salas de compresores, estas pequeñas unidades ofrecen un alto rendimiento con un mínimo mantenimiento.

Instalación

- ▶ Se pueden montar vertical u horizontalmente
- ▶ Es posible tanto el montaje en suelo como en pared
- ▶ El diseño sumamente compacto ahorra espacio
- ▶ El filtro posterior integrado ahorra espacio, tiempo y costes
- ▶ Las múltiples entradas y salidas aseguran una fácil conexión del sistema de aire
- ▶ El drenaje temporizado integrado para el prefiltro ahorra en coste y tiempo

Rendimiento y eficiencia

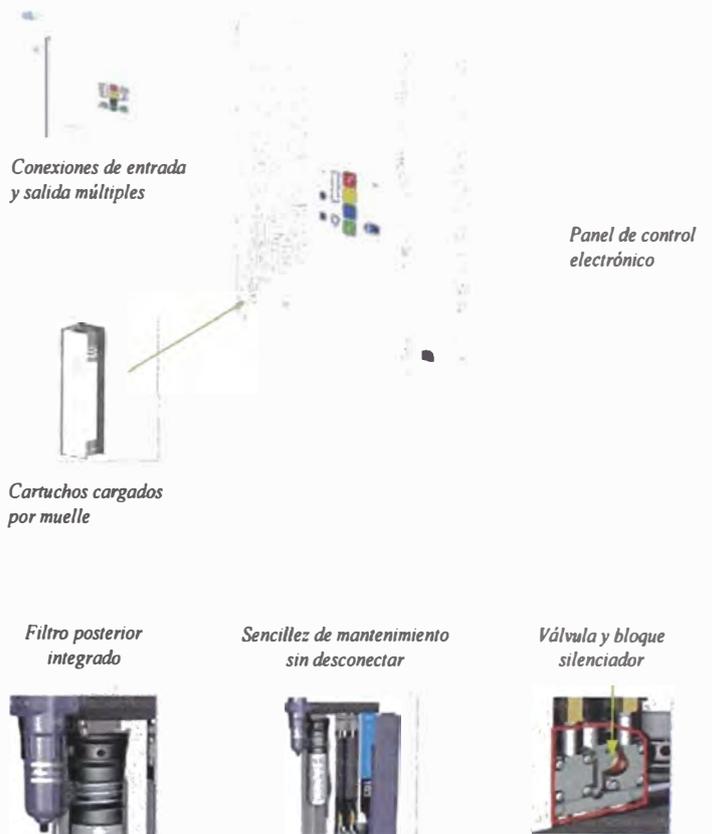
- ▶ Punto de rocío a presión de -40°C de forma estándar
- ▶ Punto de rocío a presión de -70°C posible para caudales reducidos
- ▶ Muy baja caída de presión en toda la gama

Fiabilidad

- ▶ Los tubos totalmente anodizados impiden cualquier corrosión
- ▶ La válvula y el bloque silenciador de alta calidad aseguran un funcionamiento a prueba de fallos
- ▶ Los cartuchos cargados por muelle reducen la dispersión de polvo de desecante

Mantenimiento

- ▶ Es posible el mantenimiento completo sin desconectar el sistema de tuberías
- ▶ Los cartuchos de desecante con filtro integrado permiten un servicio rápido
- ▶ El diagnóstico de fallos en el panel de control posibilita una rápida resolución de los problemas



Conexiones de entrada y salida múltiples

Panel de control electrónico

Cartuchos cargados por muelle

Filtro posterior integrado

Sencillez de mantenimiento sin desconectar

Válvula y bloque silenciador

Control

- ▶ Control por temporizador electrónico con función de pausa para la purga
- ▶ Totalmente electrónico con indicación completa del estado
- ▶ Diagnóstico automático de fallos con contacto de alarma libre de potencial
- ▶ Capacidad de monitorización remota completa
- ▶ Panel eléctrico protegido según IP65 / NEMA 4

Opciones CD 2-32

- Kit para montaje mural
- Kit para montaje en suelo
- PDP -70°C
- Cable para monitorización remota
- Cable y software para monitorización remota



CD 44 -60 - simples, fiables, eficaces

Los CD 44-60 son unidades compactas, simples y fiables, diseñadas para proporcionar aire de alta calidad durante todo el año. Con una instalación muy simple y un servicio mínimo, la gama CD 44-60 es la elección perfecta para las aplicaciones que deben funcionar sin problemas un día sí y otro también.

Instalación

- ▶ Montaje en suelo y en pared
- ▶ Diseño compacto, para ahorrar espacio
- ▶ El prefiltro y el filtro posterior se pueden montar directamente en la unidad para ahorrar espacio
- ▶ Las múltiples entradas y salidas aseguran una fácil conexión al sistema de aire

Rendimiento y eficiencia

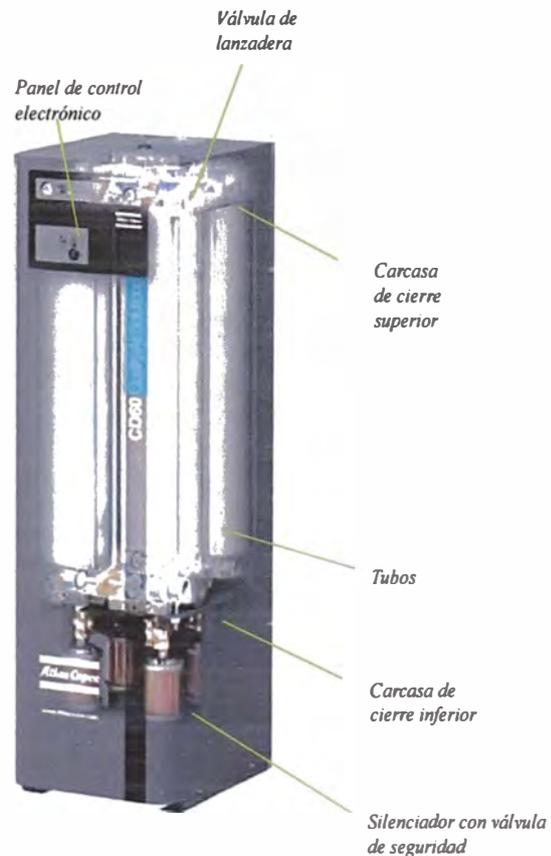
- ▶ Punto de rocío a presión de -20°C de forma estándar
- ▶ Punto de rocío a presión de -40°C posible para caudales reducidos
- ▶ Punto de rocío a presión de -70°C posible como opción
- ▶ Muy baja caída de presión, menos de 0,15 bar

Fiabilidad

- ▶ Las carcasas de cierre superior e inferior y los tubos son resistentes a la corrosión
- ▶ Los silenciadores incluyen una válvula de seguridad para garantizar el funcionamiento en caso de producirse una obstrucción
- ▶ La válvula de lanzadera autolimpiante y el restrictor de purga proporcionan un funcionamiento fiable y sin mantenimiento

Control

- ▶ Control por temporizador con función de pausa para la purga
- ▶ Totalmente automático para funcionamiento autónomo
- ▶ Panel eléctrico protegido según IP54 como opción



Opciones CD 44-60

- Control neumático
- Panel de control IP54
- PDP -70°C
- Carrocería de acero inoxidable

CD 65-1050 – alto rendimiento para aplicaciones críticas

Los CD 65-1050 están contruidos para funcionar en una gran variedad de condiciones, proporcionando aire de gran calidad para los ambientes y aplicaciones más exigentes. Con sólo componentes de alta calidad y con un algoritmo de control basado en años de experiencia y conocimientos técnicos, estas unidades ofrecen una fiabilidad sin precedentes.

Instalación

- ▶ El prefiltro y el filtro posterior vienen premontados en cada unidad*
- ▶ Los tubos de entrada y salida se pueden girar, ofreciendo la máxima flexibilidad de instalación
- ▶ Todas las unidades incluyen ranuras para carretilla elevadora y cáncamos de elevación para simplificar el posicionamiento

Rendimiento y eficiencia

- ▶ Todas las unidades están especificadas de forma estándar para proporcionar un PDP de -40°C , opcionalmente -70°C
- ▶ Las muy bajas velocidades del aire, unido a un gran contenido de desecante, permiten un rendimiento fiable
- ▶ El empleo de un sensor para medir el punto de rocío a presión en la salida del secador asegura que el sistema de control ahorre la máxima cantidad posible de aire de purga

Fiabilidad

- ▶ Para evitar averías inoportunas, cada modelo incorpora una válvula de 3 vías y dos válvulas antirretorno, construidas totalmente en acero inoxidable
- ▶ Los silenciadores de alto rendimiento reducen el nivel sonoro al mínimo, e incluyen una válvula de seguridad para garantizar el funcionamiento en caso de producirse una obstrucción

Control

- ▶ Los CD 65-1050 se pueden suministrar, bien con un sistema clásico de control por temporización, o mejor aún con el sistema de ahorro de energía Elektronikon, que incluye el control de purga dependiente del punto de rocío e información completa del estado del secador
- ▶ Todos los sistemas de control están instalados dentro de un armario IP54



Opciones CD 65-1050

- Control neumático
- Alarma para los filtros conectados al sistema de control
- PDP -70°C
- Bypass del secador con válvula de 3 vías
- Bypass de filtros de entrada y salida
- Filtros dobles con válvulas de conmutación
- Bypass de secador y filtro con válvula de 7 vías

* Los filtros son opcionales en CD390-1050

Elección del sistema de control acorde con los requisitos del cliente

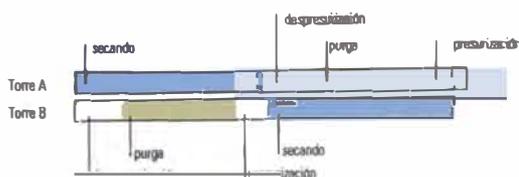


Fiabilidad simple - sistema de control por temporizador

Los procesos de secado y regeneración se controlan, en su forma más simple, mediante un temporizador preajustado que fija los tiempos de secado, regeneración y represurización, de modo que el secador funcione de manera fiable en diferentes condiciones. Esto significa que la cantidad de aire de purga consumido es fija, con independencia de las condiciones de entrada.

Sin embargo, para eliminar la pérdida del aire de purga cuando el compresor está en descarga, todos los controladores Atlas Copco basados en temporizador incluyen una “función de ahorro de purga”. Esto significa que las señales de carga/descarga del compresor se pueden reenviar al secador para que haga una “pausa” y no consuma aire de purga mientras el compresor está en descarga.

controlado por temporizador



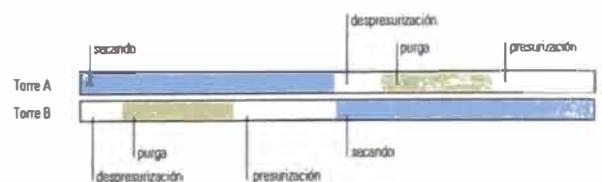
Los mayores ahorros con el mejor sistema de control

Elektronikon® – la inversión inteligente

El Elektronikon® patentado por Atlas Copco es un avanzado sistema con microprocesador que funciona en tiempo real y permite un completo control y monitorización mediante una interfaz de usuario clara y sencilla. El sistema Elektronikon® realiza el control de purga en función del punto de rocío (DDPC), y permite regular eficazmente la cantidad media de aire de purga, con una importante reducción de los costes de operación.

Para conseguir el control dinámico, un sensor de punto de rocío a presión instalado en la tubería de salida del secador, envía una señal al sistema de control Elektronikon®.

controlado por sensor pdp

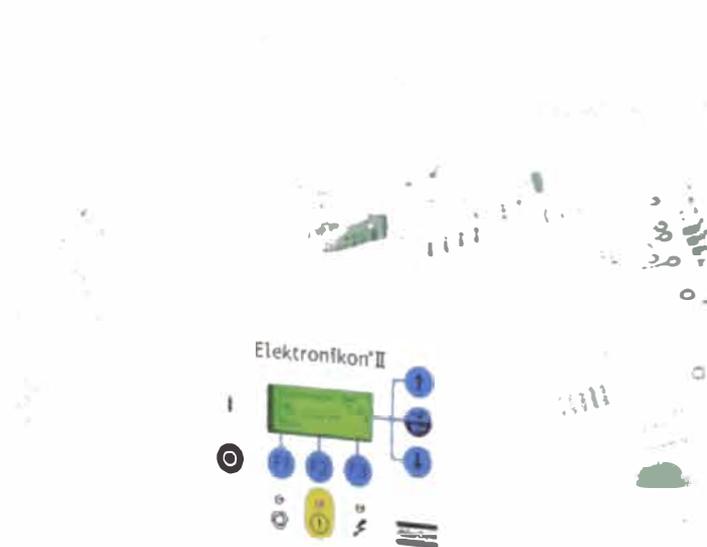


El ciclo de regeneración no cambia, siendo fijo el tiempo de despresurización, regeneración y represurización. Sin embargo, las torres no conmutan necesariamente de forma inmediata una vez finalizado el ciclo de regeneración. En su lugar, se controla el PDP y sólo cuando comienza a deteriorarse más allá del nivel requerido, conmutan las torres. Durante el tiempo que transcurre entre la finalización del ciclo de regeneración y el punto de conmutación, no se utiliza cantidad alguna de aire de purga, lo cual quiere decir que el secador funciona prácticamente sin coste alguno.

El sistema con control de purga (DDPC) puede reducir significativamente los costes de funcionamiento, no siendo infrecuente un retorno de la inversión inferior a 6 meses. Para todos aquellos interesados por los resultados económicos y el medioambiente, el DDPC es la inversión más inteligente.

Completa interfaz de monitorización remota

Las ventajas del Elektronikon® no acaban en el DDPC. No existe mejor alternativa para un control y monitorización remotos. Añadiendo una ComBox, se puede acceder a una instalación Elektronikon® directamente desde un PC a través de un sistema de gestión existente, mediante el uso de una variada gama de protocolos. Participando en nuestros diversos servicios AirMonitor, se puede monitorizar por Internet un sistema completo de aire comprimido Atlas Copco.



Gestión y protección total de los equipos

El Elektronikon® ofrece un control total y una protección completa de la máquina. Una monitorización continua y exhaustiva permite maximizar la eficiencia operativa y que la unidad no exceda nunca sus límites de seguridad bajo ninguna circunstancia.

Datos técnicos

CD 2-1050

| Secador CD | Capacidad entrada | | | | Punto de rocío a presión nominal °C | Caída de presión (exc. filtros) | | Filtración incluida | | | Conexión entrada/salida 50 Hz: G 60 Hz: NPT |
|------------|-------------------------|------|-------------------------|------|--|---------------------------------|-----|---------------------|------------------------|------------|---|
| | 11 bar(e) 160 psi(e) | | 16 bar(e) 232 psi(e) | | | bar | psi | Prefiltros | | Postfiltro | |
| | l/s | m3/h | l/s | m3/h | | | | 1 micra 0,1 ppm | 0,01 micra 0,01 ppm | | |
| CD 2 | 2 | 7 | 3,4 | 12 | -40 | 0,05 | 0,7 | - | PD 9 | Integrado | 3/8" |
| CD 3 | 3 | 10 | 5,1 | 20 | -40 | 0,06 | 0,9 | - | PD 9 | Integrado | 3/8" |
| CD 5 | 5 | 20 | 8,5 | 32 | -40 | 0,07 | 1,0 | - | PD 9 | Integrado | 3/8" |
| CD 7 | 7 | 25 | 11,3 | 44 | -40 | 0,02 | 0,3 | - | PD 9 | Integrado | 3/8" |
| CD 12 | 12 | 45 | 20,3 | 77 | -40 | 0,08 | 1,2 | - | PD 17 | Integrado | 3/8" |
| CD 17 | 17 | 65 | 28,7 | 108 | -40 | 0,14 | 2,0 | - | PD 17 | Integrado | 1/2" |
| CD 24 | 24 | 91 | 40,6 | 154 | -40 | 0,12 | 1,7 | - | PD 32 | Integrado | 1/2" |
| CD 32 | 32 | 122 | 54,1 | 207 | -40 | 0,15 | 2,2 | - | PD 32 | Integrado | 1/2" |
| CD 44 | 44 | 167 | 56 | 214 | -20 | 0,12 | 1,7 | DD 44 | PD 44 | DDp 44 | 1" |
| CD 60 | 60 | 228 | 76 | 290 | -20 | 0,15 | 2,2 | DD 60 | PD 60 | DDp 60 | 1 1/4" |
| CD 65 | 65 | 248 | 80 | 306 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 120 | PD 120 | DDp 120 | 1 1/2" |
| CD 80 | 80 | 306 | 95 | 361 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 120 | PD 120 | DDp 120 | 1 1/2" |
| CD 100 | 100 | 381 | 120 | 457 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 120 | PD 120 | DDp 120 | 1 1/2" |
| CD 140 | 140 | 534 | 170 | 648 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 150 | PD 150 | DDp 150 | 1 1/2" |
| CD 170 | 170 | 648 | 207 | 790 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 175 | PD 175 | DDp 175 | 1 1/2" |
| CD 230 | 230 | 878 | 280 | 1069 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 280 | PD 280 | DDp 280 | 2" |
| CD 280 | 280 | 1069 | 340 | 1297 | -40 | 0,20 | 2,9 | DD 280 | PD 280 | DDp 280 | 2" |
| CD 390 | 390 | 1488 | N/A | N/A | -40 | 0,15 | 2,2 | - | PD 390* | DDp 390* | Dn 80 |
| CD 520 | 520 | 1983 | N/A | N/A | -40 | 0,15 | 2,2 | - | PD 520* | DDp 520* | Dn 80 |
| CD 780 | 780 | 2977 | N/A | N/A | -40 | 0,10 | 1,5 | - | PD 780* | DDp 780* | Dn100 |
| CD 1050** | 1050 | 4006 | N/A | N/A | -40 | 0,07 | 1,0 | - | PD 1050* | DDp 1050* | Dn125 |

* Opcional

** La versión CE del CD 1050 tiene una presión máxima de trabajo de 9 bar(e); la versión ASME una presión de trabajo de 11 bar(e)

Condiciones de referencia

Temperatura de entrada del aire comprimido: 35°C / 100°F

Humedad relativa de entrada: 100 %

Presión de entrada al secador, después de la filtración: 7 bar(e)

Unidades con presión de trabajo nominal de 11 bar(e): 7 bar(e)

Unidades con presión de trabajo nominal de 16 bar(e): 12,5 bar(e)

Para ajustar el rendimiento de cada secador para diferentes condiciones de entrada, use los siguientes factores de corrección.

Corrección por punto de rocío a presión (K_p):

| Punto de rocío a presión | °C | -20 | -40 | -70 |
|--------------------------|----------------|-----|------|-----|
| CD 2-32 | K _p | 1 | 1 | 0,7 |
| CD 44-60 | K _p | 1 | 0,88 | 0,7 |
| CD 65 -1050 | K _p | 1 | 1 | 0,8 |

Factor de corrección de presión de entrada (K_p): Versión 11 bar(e)/160 psi(e)

| Presión de entrada | bar (g) | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------------|----------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| | psi (g) | 58 | 73 | 87 | 102 | 116 | 131 | 145 | 150 |
| CD 2-32 | K _p | 0,62 | 0,75 | 0,87 | 1 | 1,12 | 1,25 | 1,37 | 1,5 |
| CD 44-1050 | K _p | 0,47 | 0,68 | 0,84 | 1 | 1,12 | 1,25 | 1,37 | 1,38 |

Versión 16 bar(e)/232 psi(e)

| Presión de entrada | bar (e) | 12,5 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|--------------------|----------------|------|------|------|------|------|
| | psi (e) | 181 | 188 | 202 | 217 | 232 |
| CD 2-32 | K _p | 1 | 1,04 | 1,11 | 1,19 | 1,26 |
| CD 44-1050 | K _p | 1 | 1,04 | 1,11 | 1,19 | 1,26 |

Factor de corrección de temperatura de entrada (K_t):

| Temperatura de entrada | °C | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
|------------------------|----------------|----|----|----|------|------|------|
| CD 2-1050 | K _t | 1 | 1 | 1 | 0,84 | 0,67 | 0,55 |
| CD 44-1050 | K _t | 1 | 1 | 1 | 0,84 | 0,71 | 0,55 |

Ejemplo:

Cuál es la capacidad de un CD44, funcionando a 8 bar(e), con una temperatura de entrada de 40°C y un punto de rocío a presión requerido de -40°C?

Encuentre cada factor de corrección:

$$K_p = 0,88 \quad K_t = 1,12 \quad K_r = 0,84$$

$$\text{Capacidad actual} = \text{capacidad nominal} \times K_p \times K_t \times K_r$$

$$\text{Capacidad actual} = 44 \times 0,88 \times 1,12 \times 0,84$$

$$\text{Capacidad actual} = 36 \text{ l/s o } 77 \text{ cfm}$$

Dimensiones y peso

SECCIONES DE DISEÑO: ENFERMEDADES RESISTENTES A LA CORROSIÓN, ALTA DURABILIDAD Y EFICACIA EN EL TRATAMIENTO DE AEROSOL.

| Secador CD | Dimensiones (mm) | | | Peso kg |
|------------|------------------|-------|------|---------|
| | Largo | Ancho | Alto | |
| CD 2 | 92 | 281 | 445 | 13 |
| CD 3 | 92 | 281 | 504 | 14 |
| CD 5 | 92 | 281 | 635 | 17 |
| CD 7 | 92 | 281 | 815 | 20 |
| CD 12 | 92 | 281 | 1205 | 26 |
| CD 17 | 92 | 281 | 1598 | 34 |
| CD 24 | 214 | 358 | 1100 | 50 |
| CD 32 | 214 | 358 | 1100 | 67 |
| CD 44 | 438 | 363 | 1177 | 125 |
| CD 60 | 438 | 363 | 1177 | 130 |
| CD 65 | 715 | 664 | 1512 | 230 |
| CD 80 | 715 | 664 | 1512 | 250 |
| CD 100 | 715 | 664 | 1627 | 280 |
| CD 140 | 732 | 690 | 1642 | 340 |
| CD 170 | 764 | 723 | 1651 | 430 |
| CD 230 | 947 | 808 | 1728 | 500 |
| CD 280 | 1037 | 838 | 1740 | 550 |
| CD 390 | 1337 | 770 | 2256 | 800 |
| CD 520 | 1593 | 920 | 2300 | 1100 |
| CD 780 | 1876 | 1474 | 2300 | 1400 |
| CD 1050** | 2250 | 1283 | 2687 | 2000 |

Atlas Copco se distingue como empresa por nuestra convicción de que sólo podremos destacar en lo que hacemos si ofrecemos la mejor experiencia tecnológica posible para ayudar realmente a nuestros clientes a producir, crecer y triunfar.

Sólo hay una forma de conseguirlo - nosotros lo llamamos simplemente el Estilo Atlas Copco. Se basa en la **interacción**, las relaciones a largo plazo y la participación en los procesos, necesidades y objetivos de los clientes. Significa que debemos ser flexibles para adaptarnos a los variados requisitos de las personas que confían en nosotros.

El **compromiso** con el negocio de nuestros clientes dirige nuestro esfuerzo para aumentar su productividad mediante mejores soluciones. Un compromiso que comienza prestando pleno apoyo a los productos existentes y mejorando las cosas continuamente. Pero no nos detenemos aquí, concebimos y realizamos avances tecnológicos a través de la **innovación**. No por simple amor a la tecnología, sino pensando en los resultados y en la tranquilidad de nuestros clientes.

Así es como Atlas Copco se esforzará por seguir siendo la primera elección, atraer nuevos negocios y mantener nuestra posición como líder de la industria.



Competencia de servicio

Atlas Copco está comprometida a prestar los niveles de servicio postventa que usted necesita. Nuestros ingenieros altamente cualificados ofrecen el mejor soporte posible a su equipo utilizando las herramientas de diagnóstico más modernas.

No utilice nunca el aire comprimido como aire respirable sin purificarlo previamente, de acuerdo con la legislación y las normas locales.

Capacidad mundial

Capacidad mundial con presencia local significa que podemos responder rápidamente a cualquier situación en cualquier parte del mundo. Nuestra extraordinaria logística garantiza un suministro puntual de nuestras piezas de repuesto de calidad garantizada.



ISO 9001

Desde el diseño a la producción y suministro de los compresores, Atlas Copco cumple la norma de calidad ISO 9001.



ISO 14001

El Sistema de Gestión Ambiental de Atlas Copco forma parte integral de cada proceso productivo.



ANEXO 7

Atlas Copco
Adsorption Air Dryers



MD 50-2500
60-2500 l/s / 185-5297 cfm



Atlas Copco

Total capability, total responsibility

Right at the heart of your business, Atlas Copco delivers quality compressed air for superior operational capacity. From compressed air generation to point of use, you can choose from our wide range of products to create a complete compressed air system tailored to your specific needs. All Atlas Copco products are engineered to integrate seamlessly, ensuring the highest level of reliability and energy efficiency. As a result, Atlas Copco can take full responsibility for your compressed air infrastructure with a guarantee of best-in-class quality. With a global presence in over 150 countries, we can provide an unrivalled service to maintain and continually improve your compressed air system performance.

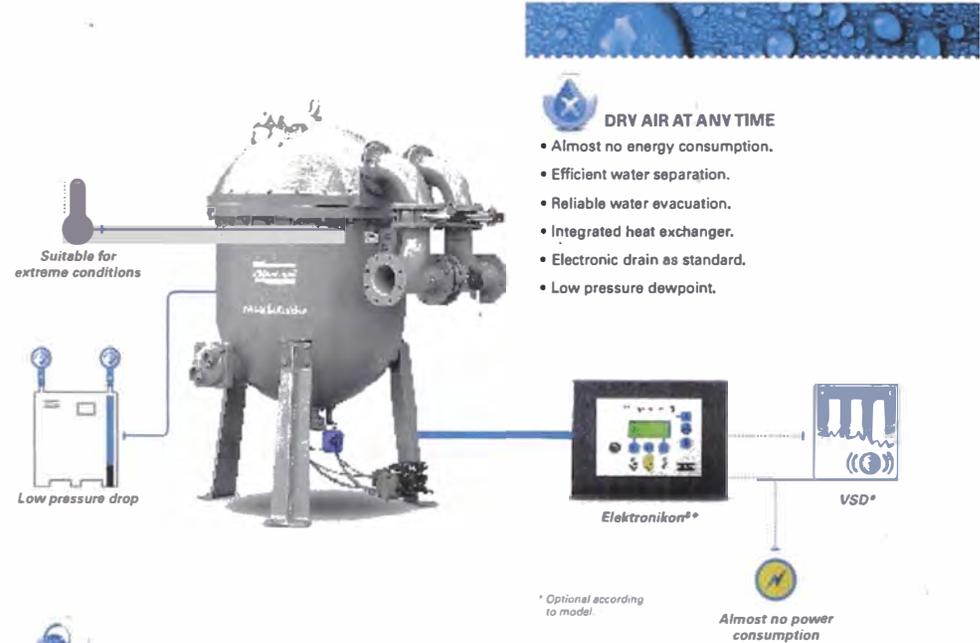
Backed by 100 years at the forefront of compressed air, Atlas Copco products offer the finest quality and efficiency. Our goal is to be First in Mind—First in Choice™. That is why Atlas Copco's pursuit of innovation never ceases, driven by the dedication to meet and exceed your demands. Always working with you, we are committed to providing the customized air solution that is the driving force behind your business.

We are committed to your superior productivity through interaction and innovation.

MD, the industry benchmark for adsorption dryers

Clean and dry compressed air: it is vital to power up your busy production environment. Containing moisture, aerosols and dirt particles, untreated compressed air poses a substantial risk as it can damage your air system and end product.

Incorporating unique, patented technological innovations and extra energy-saving options, Atlas Copco's MD adsorption dryers provide you with the clean, dry air you are in need of to expand the life of your equipment and ensure the quality of your end product.



DRY AIR AT ANY TIME

- Almost no energy consumption.
- Efficient water separation.
- Reliable water evacuation.
- Integrated heat exchanger.
- Electronic drain as standard.
- Low pressure dewpoint.



EASY HANDLING

- Direct flange-to-flange mounting.
- Small footprint, completely integrated package.
- No need for pre- and after-filter.
- All piping and connections included as standard.
- Convenient lifting eye.
- Integrated EWD water separator.



ADVANCED CONTROL & MONITORING SOLUTIONS

- State-of-the-art packages to increase efficiency.
- Guaranteed maximum uptime and reliability.
- Monitoring through ES system (MD dryers equipped with Elektronikon).



SUPREME ENERGY EFFICIENCY

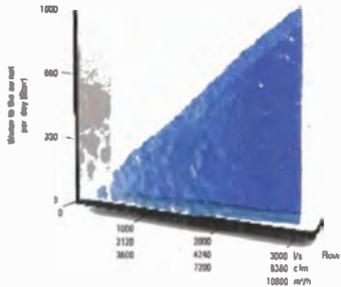
- Reduce energy costs, at any capacity!
- Extremely low pressure drop saving on compressor power.
- Highly energy-efficient.
- Environment friendly thanks to almost no power consumption.
- High efficiency heat exchanger.
- No-loss condensate drain.
- Using compression heat to regenerate the desiccant dryer rotor, the only energy needed is the power to rotate the drum, a mere 0.12 kW.

MD: Power-saving Excellence!

Constant dry air at extreme low power consumption

Removing moisture from compressed air in the harshest conditions, Atlas Copco's MD adsorption dryers eliminate system failures, production downtime and costly repair and service works.

Thanks to their pioneering technology, MD dryers ensure the lowest pressure drop and lowest energy consumption for the highest possible efficiency – saving you time and money throughout the production process.



Water to the air net if no dryer installed

Average reference conditions:
Pressure: 7 bar(a)
Relative humidity: 80 %
Ambient temperature: 25°C

EFFICIENT WATER SEPARATION

- Efficient condensate separator with ultimate separation efficiency even in low flow conditions.
- Reliable and effective condensate evacuation from the separation chamber via the no-loss condensate drain.



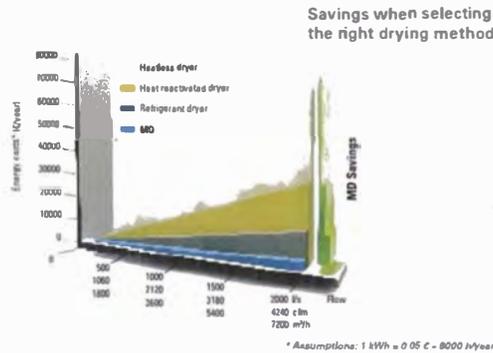
PROVEN PEACE OF MIND

Building on Atlas Copco's know-how and years of experience with regards to compressed air solutions, the MD adsorption dryer range is tested using the most stringent methods in the industry. You can rest assured at all times. In order to obtain ISO 9001 and 14001 certification, Atlas Copco thoroughly tests its dryers during design reviews. As a result of the synergy with the compressor production facility, Atlas Copco is able to test the entire dryer range to all flows.

To further reduce any type of contamination within your process and protect your equipment, Atlas Copco presents a complete range of compressed air filters when needed. A total quality air solution for every application.

HIGHLY EFFICIENT AT ALMOST NO COST

- The only energy needed is the power to rotate the drum, a mere 0.12 kW.
- 100% flow capacity at the output.
- Temperature, pressure and dewpoint peaks are eliminated.

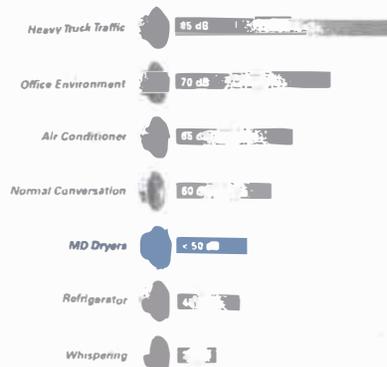


* Assumptions: 1 kWh = 0.05 € - 8000 kWh/year

Savings when selecting the right drying method

WITH CARE FOR THE ENVIRONMENT

- No depletion of materials, no consumables.
- 100% oil-free operation.
- Silent operation, sound level of less than 50 dB.
- 100% oil-free condensate, no heat vent required.
- Total absence of CFCs.

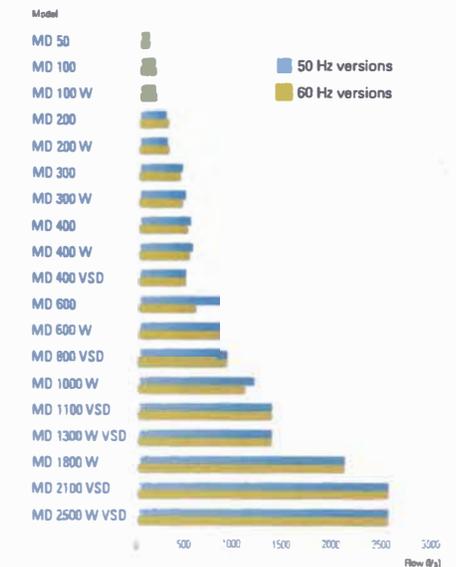


Regeneration area



BUILT FOR ENDURANCE

- Designed using state-of-the-art tools and facilities.
- Based on years of extensive research and continuous development.
- Manufactured using the most advanced production line and methods in the industry.



Supreme energy and cost savings

Keeping a firm grip on costs is one of your main concerns. Atlas Copco's adsorption dryers stand for important energy savings all day, every day, year in, year out.

Taking technology to a whole new level, the MD dryers achieve maximum cost savings, allowing you to conduct a truly efficient energy reduction strategy.



Maximum energy savings, at any capacity!

EXTRA SAVINGS AT PARTIAL LOAD!

- **Extremely low pressure drop** reducing energy consumption of the air compressor.
- The only energy needed is the power to rotate the drum, a mere 0.12 kW.
- **Heat exchanger technology** for supreme energy savings.
- No waste of compressed air thanks to **no-loss condensate drain**.
- **VSD (Variable Speed Drive)** exactly matches the rotation speed of the drum to the flow delivered by the connected VSD driven compressor in order to ensure an optimal dewpoint at every variable capacity condition (option for MD 800-2500).

ALMOST NO ENERGY CONSUMPTION



No regeneration air
No purge air

100%
AIR FLOW

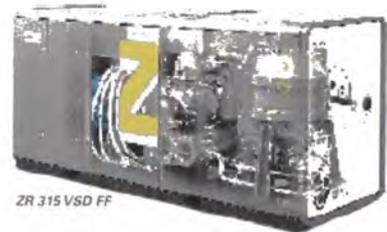
Whereas other desiccant dryer types can consume up to 15% of the compressed air, the MD dryer guarantees 100% flow capacity at the output

Specifications

| MD | COMPRESSOR |
|------------|----------------------------|
| MD 50 | ZT/ZR 18-37 |
| MD 90 VSD | ZT/ZR 50 VSD |
| MD 100 | ZT/ZR 45 |
| MD 100 VSD | ZT/ZR 50 VSD |
| MD 200 | ZT/ZR 55-90, ZT/ZR 90 VSD |
| MD 300 | ZT/ZR 110-145 |
| MD 400 VSD | ZT/ZR 132/160 VSD |
| MD 400 | ZT/ZR 160, ZT/ZR 200* |
| MD 600 | ZT/ZR 200**, ZT/ZR 250-275 |
| MD 800 VSD | ZT/ZR 250/315 VSD |

* For 10/10 & 12/13 barrel versions
** For 7/8 & barrel versions.

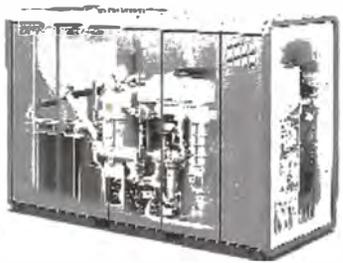
The MD series is specially designed for use with the industry standard Z series of oil-free compressors. Together they form the optimal combination for top quality dry air at low running costs. The flange-to-flange hook-up design greatly facilitates installation, and all connection parts and bypass components are included in the package.



| DRYER | OIL-FREE COMPRESSOR | DIMENSIONS (MM/IN) | | |
|---------------|---------------------|--------------------|----------|----------|
| | | H | W | L |
| MD 1000 W | ZR 300-425 | 1809/71" | 1346/53" | 1163/46" |
| MD 1100 VSD | ZR 400 VSD | 1879/74" | 1346/53" | 1163/46" |
| MD 1300 W VSD | ZR 500 VSD | 1879/74" | 1346/53" | 1163/46" |
| MD 1800 W | ZR 450-750 | 2078/82" | 1699/67" | 1289/51" |
| MD 2100 VSD | ZR 700 VSD | 2235/88" | 1699/67" | 1289/51" |
| MD 2500 W VSD | ZR 900 VSD | 2235/88" | 1699/67" | 1289/51" |

ZT air-cooled
ZR water-cooled
W water-cooled
VSD Variable Speed Drive

For more technical data, see separate ZT/ZR brochures.



ZT 90 VSD with integrated MD dryer



ZR 700 VSD with external MD 2100 VSD dryer

In order to be First in Mind—First in Choice™ for all your compressed air needs, Atlas Copco delivers the products and services that help increase your business' efficiency and profitability.

Atlas Copco's pursuit of innovation never ceases, driven by your need for reliability and efficiency. Always working with you, we are committed to providing you the customized quality air solution that is the driving force behind your business.



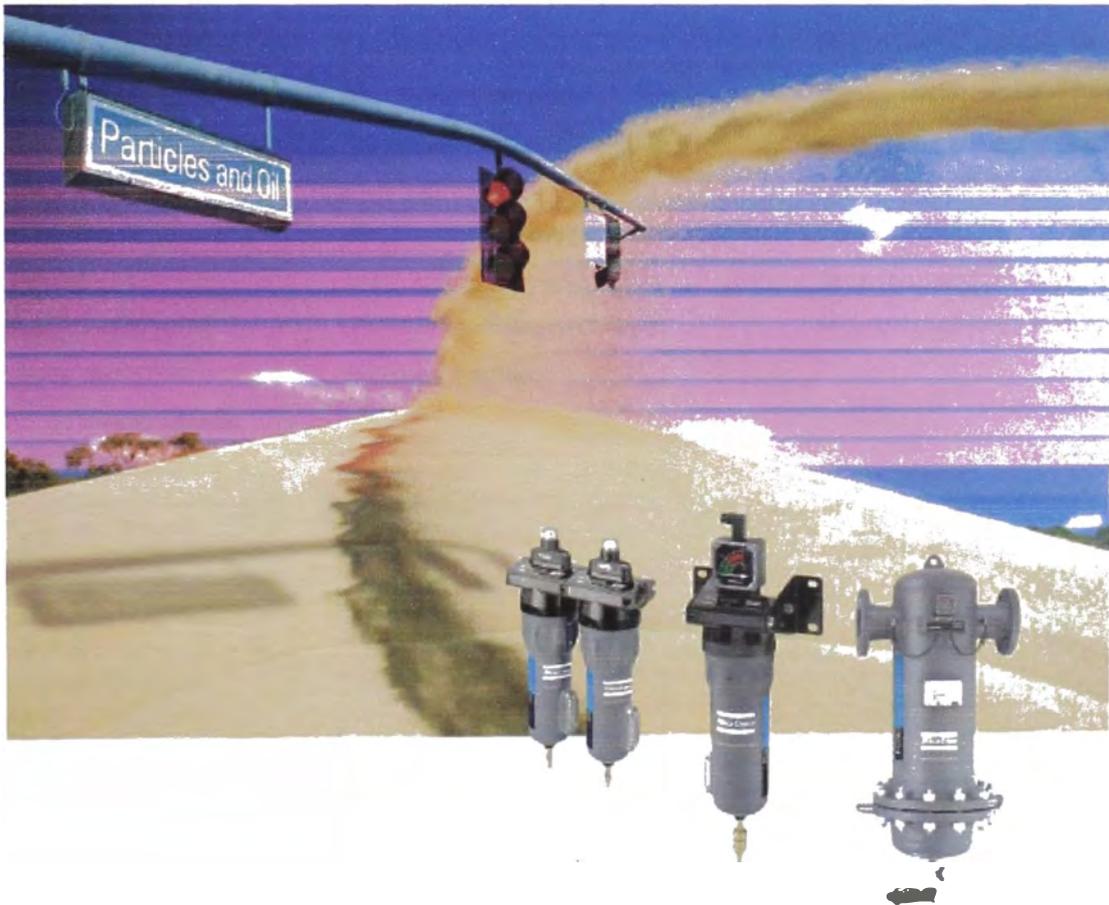
Never use compressed air as breathing air without prior purification in accordance with local legislation and standards.



ANEXO 8

Atlas Copco Compressed air filters

DD/DDp/PD/PDp/QD series & high pressure types



THE RIGHT FILTER
FOR YOUR APPLICATION

Atlas Copco

Why Quality Air?



The high cost of low quality air

When the air around us is compressed, its oil and water content condenses into droplets, and mixes with the high concentration of particles. The result is an abrasive and often acidic oily sludge that could harm the air net, the connected machinery and the quality of the end product. The results: more breakdowns and downtime, production problems and a potential threat to your product's reputation and to the environment.

The high return of smart filtration

Atlas Copco has developed the perfect filter series to reduce all types of contamination in any process. Designed for maximum contaminant removal and minimal pressure drop, Atlas Copco filters offer significant energy savings in the compressed air system. In addition, smart filtration eliminates unnecessary downtime.

Total quality air solutions

The Atlas Copco filters are part of a total range of air compressors and air treatment products. For any given application or requirement, a total quality air solution can be offered with the guarantee of the industry leader. One source, one responsibility, one consistently high quality standard.

Quality classes

Quality has a different meaning to different people. Therefore, the International Standards Organisation (ISO) has clearly defined six classes that quantify the quality of compressed air. The ISO 8573-1 standard provides an unambiguous method of defining the air quality requirements for a pneumatic system.

| Air quality classes | Dirt (solid particles) | | | | Water | | Oil |
|---------------------|--|---------------|---------------|---------------|------------------------|-------|-------------------|
| | Maximum number of particles per m ³ particle diameter (d) size, µm | | | | Max. pressure dewpoint | | |
| ISO 8573-1 | ≤ 0.10 | 0.1 < d ≤ 0.5 | 0.5 < d ≤ 1.0 | 1.0 < d ≤ 5.0 | °C | °F | mg/m ³ |
| 0 | As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1 | | | | | | |
| 1 | * | 100 | 1 | 0 | -70 | -94 | 0.01 |
| 2 | * | 100 000 | 1000 | 10 | -40 | -40 | 0.1 |
| 3 | * | * | 10000 | 500 | -20 | -4 | 1 |
| 4 | * | * | * | 1000 | 3 | +37.4 | 5 |
| 5 | * | * | * | 20000 | 7 | +44.8 | >5 |

* Not specified

A well designed compressed air system ensures that the air quality demands of the process are closely met. With the desired ISO class as a guide, the appropriate components can be selected. Atlas Copco offers a complete product range that never requires a customer to compromise.

The complete Quality Air solution

Particles / dust

Water

Oil

CLEAN AND DRY AIR FOR YOUR PROCESS

filtration

filter

PD, PDp, DD & DDp



0 1 2

drying

adsorption dryer

MD

(for ZR/ZT/ZE/ZA Compressors)



2 3

adsorption dryers

XD

BD

CD



0 1 2 3

refrigerant dryer

FD/ID



4

filtration

0

filter

PD, DD & QD



0 1 2

air compression

oil-free compressors

ZH/ZR/ZT/ZE/ZA/LF/
SF/LFX/H/S/P/HX-HN/
PETPACK®



oil-injected compressors

GA/GR/GX/LE/LT



draining

electronic water drain

EWD



oil/water separation

OSC

OSD



A complete filter range to protect your equipment and process from particles and oil

Atlas Copco filters: the economic system match

Reliable operation

- ▶ anodised surface treatment of inner and outer filter housing
- ▶ stainless steel support screens in cartridge
- ▶ bypass of filter media prevented by double O-ring and sealed caps in cartridge
- ▶ highest contaminant removal through triple filtration principle

Ease of installation

- ▶ compact size, minimum installation space
- ▶ minimal free space requirement for cartridge change

Easy monitoring, safe operation

- ▶ sight glass for visual check
- ▶ differential pressure gauge or indicator for replacement time of cartridge
- ▶ audible alarm when dismantling under pressure
- ▶ drain valve for manual depressurizing

Easy maintenance

- ▶ easy access for quick cartridge change
- ▶ reliable "push on" filter cartridge

All purpose filter range

| Type | purpose / principle | oil removal | particle removal |
|------|--|-------------|------------------|
| DD | coalescing filter for general purpose protection | 0.1 ppm | 1 µm |
| DDp | particle filter for dust protection | | 1 µm |
| PD | high efficiency coalescing filter | 0.01 ppm | 0.01 µm |
| PDp | high efficiency particle filter for dust protection | | 0.01 µm |
| QD | active carbon filter for removal of oil vapours and (hydrocarbon) odours | 0.003 ppm | |

The correct filter selection will avoid contamination problems in your compressed air system, products and processes.

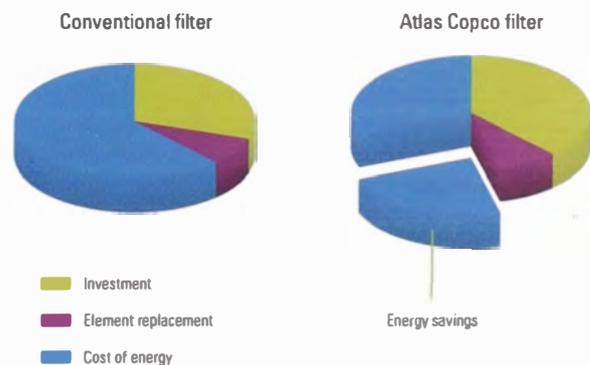
Atlas Copco air filters will efficiently remove the unwanted particles and oil with minimal pressure drop.

Economic operation

Low pressure drop for big energy savings

- ▶ Low pressure drop might have a different meaning to different people and applications. Therefore the level of pressure drop needs to be defined and quantified in energy cost.

SAVINGS OVER ONE YEAR OF OPERATION



Automatic EWD drain valve, standard for all filters 520F - 7200F

Effective filtration

Pressure gauge on sizes 44 and bigger
(Pressure drop indicator on sizes up to 32)

100 % silicon-free

Audible alarm
on sizes 9 to 520

High efficiency
filter cartridge

Standard sight glass
on sizes 9 to 520

Manual drain
on QD, DDP & PDp filter

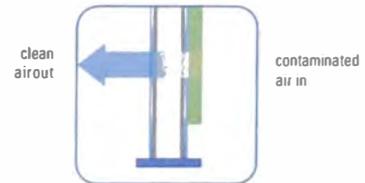
Automatic drain
on DD and PD filter



Double O-ring

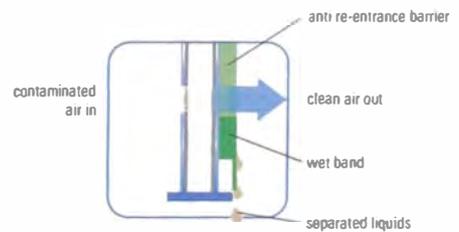
Large filter surface for low pressure drop
and long cartridge life time

Particle filtration



Dust particles enter the element from outside.
Particles can easily be drained via the bottom valve.

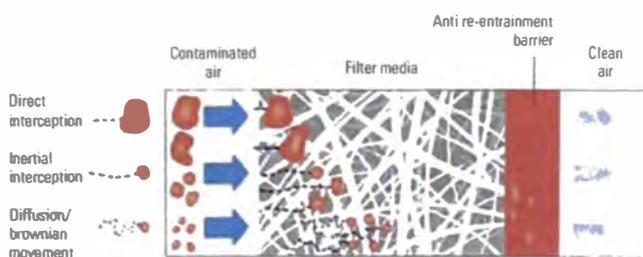
Oil filtration



Air enters the element from inside.
Oil aerosols coalesce forming droplets in the filter paper. These droplets are then separated in the outer filter foam.

FILTRATION PRINCIPLE

For optimal filtration, Atlas Copco filters apply a triple filtration function: direct interception, inertial interception and diffusion.



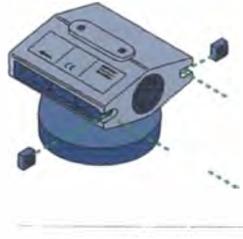


Accessories and options



Filter connection kit

allows easy mounting of filters in series
(sizes 9-520)



Wall mounting kit

simplifies installation
(sizes 9-520)



Quick coupling

for easy connection to drain collector or oil/water separator
(sizes 9-520)



4-20mA read-out

provides an external system with the exact ΔP across the filter



Voltage-free contact

mounted in the differential pressure gauge, to give remote indication of cartridge replacement



EWD electronic drain

- ▶ no loss of compressed air
- ▶ alarm function

(EWD optional on sizes 9-520)
(EWD standard on sizes $\geq 520F$)



Typical installations



Technical data

DD, DDp, PD, PDp, QD air filters & high pressure models

| | Filter size | Nominal capacity ⁽¹⁾ | | | | Maximum capacity ⁽²⁾ | | Connections G or NPT | Dimensions | | | | | | Free space for cartridge replacement | | Weight | |
|----------------------|-------------------------|---------------------------------|------|-------|-------|---------------------------------|-------|-------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|-------|--------|-----|
| | | l/s | | cfm | | l/s | cfm | | A | | B | | C | | D | | kg | lbs |
| | | mm | in | mm | in | mm | in | | mm | in | mm | in | mm | in | mm | in | kg | lbs |
| PORTED CONNECTION | DD, DDp, PD, PDp, QD | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 9 | 9 | 19 | 11 | 23 | 3/8 | 90 | 3.54 | 61 | 2.40 | 268 | 10.55 | 75 | 2.95 | 1 | 2.2 | | |
| | 17 | 17 | 36 | 21 | 45 | 1/2 | 90 | 3.54 | 61 | 2.40 | 268 | 10.55 | 75 | 2.95 | 1.1 | 2.4 | | |
| | 32 | 32 | 68 | 40 | 85 | 1/2 | 90 | 3.54 | 61 | 2.40 | 323 | 12.72 | 75 | 2.95 | 1.3 | 2.9 | | |
| | 44 | 44 | 93 | 55 | 117 | 3/4 & 1 | 110 | 4.33 | 98.5 | 3.88 | 374 | 14.72 | 75 | 2.95 | 1.9 | 4.2 | | |
| | 60 | 60 | 127 | 75 | 159 | 1 | 110 | 4.33 | 98.5 | 3.88 | 414 | 16.30 | 75 | 2.95 | 2.1 | 4.6 | | |
| | 120 | 120 | 254 | 150 | 318 | 1-1/2 | 140 | 5.51 | 105 | 4.13 | 520 | 20.47 | 100 | 3.94 | 4.2 | 9.3 | | |
| | 150 | 150 | 318 | 188 | 399 | 1-1/2 | 140 | 5.51 | 105 | 4.13 | 603 | 23.74 | 100 | 3.94 | 4.5 | 9.9 | | |
| | 175 | 175 | 371 | 219 | 464 | 1-1/2 | 140 | 5.51 | 105 | 4.13 | 603 | 23.74 | 100 | 3.94 | 4.6 | 10.1 | | |
| | 280 | 280 | 594 | 350 | 742 | 2 & 2-1/2 | 179 | 7.05 | 121 | 4.76 | 689 | 27.13 | 150 | 5.91 | 6.9 | 15.2 | | |
| FLANGED CONNECTION | 390 | 390 | 827 | 488 | 1035 | 3 | 210 | 8.27 | 128 | 5.04 | 791 | 31.14 | 200 | 7.87 | 11 | 24.2 | | |
| | 520 | 520 | 1102 | 650 | 1378 | 3 | 210 | 8.27 | 128 | 5.04 | 961 | 37.83 | 200 | 7.87 | 12.6 | 27.8 | | |
| | 520F | 520 | 1102 | 650 | 1378 | DN80 | 330 | 12.99 | 189 | 7.44 | 1292 | 50.87 | 728 | 28.66 | 71 | 156.5 | | |
| | 780F | 780 | 1654 | 975 | 2067 | DN100 | 460 | 18.11 | 228 | 8.98 | 1320 | 51.97 | 686 | 27.01 | 127 | 280.0 | | |
| | 1050F | 1050 | 2226 | 1313 | 2784 | DN100 | 460 | 18.11 | 228 | 8.98 | 1320 | 51.97 | 686 | 27.01 | 128 | 282.0 | | |
| | 1400F | 1400 | 2968 | 1750 | 3710 | DN150 | 550 | 21.65 | 287 | 11.30 | 1464 | 57.64 | 672 | 26.46 | 189 | 416.7 | | |
| | 1800F | 1800 | 3816 | 2250 | 4770 | DN150 | 570 | 22.44 | 282 | 11.10 | 1467 | 57.76 | 681 | 26.81 | 210 | 463.0 | | |
| | 2100F | 2100 | 4452 | 2625 | 5565 | DN150 | 620 | 24.41 | 291 | 11.46 | 1499 | 59.02 | 676 | 26.61 | 251 | 553.4 | | |
| | 2700F | 2700 | 5724 | 3375 | 7155 | DN200 | 740 | 29.13 | 352 | 13.86 | 1634 | 64.33 | 692 | 27.24 | 328 | 723.1 | | |
| | 3150F | 3150 | 6678 | 3938 | 8349 | DN200 | 740 | 29.13 | 352 | 13.86 | 1634 | 64.33 | 692 | 27.24 | 329 | 725.3 | | |
| 4800F ⁽³⁾ | 4800 | 10176 | 6000 | 12720 | DN250 | 740 | 29.13 | 410 | 16.14 | 1662 | 65.43 | 800 | 31.50 | 507 | 1118.0 | | | |
| 7200F ⁽³⁾ | 7200 | 15256 | 9000 | 19080 | DN300 | 1000 | 39.37 | 485 | 19.09 | 1755 | 69.09 | 850 | 33.46 | 675 | 1488.0 | | | |

- (1) Nominal pressure : 7 bar(e) / 102 psig; temperature 20 °C
 (2) Maximum pressure : 16 bar(e) / 232 psig
 (3) Only DD/PD

Maximum air inlet temperature
 DD/DDp/PD/PDp : 66 °C (150 °F)
 QD : 35 °C (95 °F)

20 bar - high pressure filters

| Filter size | Inlet capacity | | Max. inlet pressure | | Connections G or NPT | Dimensions | | | | | | Free space for cartridge replacement | | Weight | | |
|---------------------------------|----------------|-----|---------------------|------|-------------------------|------------|------|-----|-------|-----|------|--|------|--------|----|-----|
| | l/s | cfm | bar(e) | psig | | mm | A | in | mm | C | in | mm | D | in | kg | lbs |
| DDH, DDpH, PDH, PDpH, QDH | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 14 | 30 | 20 | 290 | 3/8 | 90 | 3.54 | 268 | 10.55 | 75 | 2.95 | 1 | 2.2 | | | |
| 27 | 27 | 57 | 20 | 290 | 3/8 | 90 | 3.54 | 268 | 10.55 | 75 | 2.95 | 1.1 | 2.4 | | | |
| 50 | 50 | 106 | 20 | 290 | 1/2 | 90 | 3.54 | 323 | 12.72 | 75 | 2.95 | 1.3 | 2.9 | | | |
| 70 | 70 | 148 | 20 | 290 | 3/4 | 110 | 4.33 | 374 | 14.72 | 75 | 2.95 | 1.9 | 4.2 | | | |
| 95 | 95 | 201 | 20 | 290 | 3/4 | 110 | 4.33 | 414 | 16.30 | 75 | 2.95 | 2.1 | 4.6 | | | |
| 185 | 185 | 392 | 20 | 290 | 1-1/2 | 140 | 5.51 | 520 | 20.47 | 100 | 3.94 | 4.2 | 9.3 | | | |
| 240 | 240 | 509 | 20 | 290 | 1-1/2 | 140 | 5.51 | 603 | 23.74 | 100 | 3.94 | 4.5 | 9.9 | | | |
| 275 | 275 | 583 | 20 | 290 | 1-1/2 | 140 | 5.51 | 603 | 23.74 | 100 | 3.94 | 4.6 | 10.1 | | | |
| 445 | 445 | 943 | 20 | 290 | 2 | 179 | 7.05 | 689 | 27.13 | 150 | 5.91 | 6.9 | 15.2 | | | |



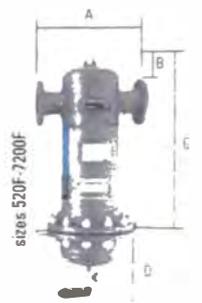
Pressure drop

| | DD | DDp | PD | PDp | QD |
|---|------|------|------|------|------|
| Initial pressure drop at nominal capacity (dry) | 0.05 | 0.05 | 0.08 | 0.08 | 0.07 |
| Initial pressure drop at nominal capacity (wet) | 0.12 | NA | 0.2 | NA | NA |

For other compressed air inlet pressures, multiply the filter capacity by the following correction factors:

| Inlet pressure | bar | 2 | 4 | 6 | 7 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
|-------------------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|
| Inlet pressure | psi | 29 | 58 | 87 | 102 | 116 | 145 | 174 | 203 | 232 |
| Correction factor | | 0.53 | 0.75 | 0.92 | 1 | 1.06 | 1.2 | 1.31 | 1.41 | 1.5 |

NA: not applicable





The face of innovation

What sets Atlas Copco apart as a company is our conviction that we can only excel in what we do, if we provide the best possible know-how and technology to really help our customers produce, grow and succeed.

There is a unique way of achieving that - we simply call it the Atlas Copco way. It builds on **interaction**, on long-term relationships and involvement in the customers' process, needs and objectives. It means having the flexibility to adapt to the diverse demands of the people we cater for.

It's the **commitment** to our customers' business that drives our effort towards increasing their productivity through better solutions. It starts with fully supporting existing products and continuously doing things better, but it goes much further, creating advances in technology through **innovation**. Not for the sake of technology, but for the sake of our customer's bottom line and peace-of-mind.

That is how Atlas Copco will strive to remain the first choice, to succeed in attracting new business and to maintain our position as the industry leader.



ISO 9001

A consistent quality earned us the industry's leadership and the customer's trust.



ISO 14001

Atlas Copco's

Environmental Management System forms an integral part of each business process.

Never use compressed air as breathing air without prior purification in accordance with local legislation and standards.



ANEXO 9

| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| GA 132 | GA visita de Inspección | GA 132/160 7.5/ 10 BAR A (4000 Hrs) | GA 132/160 7.5/ 10 BAR B(8000 hrs) | GA 132/160 7.5/ 10 BAR C(16000 Hrs.) | GA 132/160 7.5/ 10 BAR F(24000 Hrs.) | GA 132/160 7.5/ 10 BAR D(Overhaul) |
| ACTIVIDADES | VISITA I | VISITA A | VISITA B | VISITA C | VISITA F | VISITA D |
| 1 Verificar presiones y temperaturas | X | X | X | X | X | X |
| 2 Chequear fugas de aire, agua y aceite. | X | X | X | X | X | X |
| 3 Inspeccionar/cambiar filtros de aire y aceite | | | X | X | X | X |
| 4 Chequear las condiciones de la camara de ingreso de aire | X | X | X | X | X | X |
| 5 Chequear/limpiar los drenes de condensado | | X | | | | |
| 6 Revisar externamente los enfriadores de aire/aceite | X | X | X | X | X | X |
| 7 Verificar las condiciones de los ventiladores | X | X | | | | |
| 8 Cambiar acite y filtro de aceite | | X | X | X | X | X |
| 9 Chequear el cubiculo de aire, limpiar si es necesario | X | | | | | |
| 10 Cambiar los filtros de aire | | X | X | X | X | X |
| 11 Limpiar los accesos de aire para el motor eléctrico | | X | X | X | X | X |
| 12 Revisar los pernos de los acoplamientos | | X | X | X | X | X |
| 13 Cambiar el filtro de aceite | | X | X | X | X | X |
| 14 Reparar la válvula de ingreso | | | X | X | X | X |
| 15 Cambiar el elemento separador | | | X | X | X | X |
| 16 Reparar el sistema de drenaje | | | X | X | X | X |
| 17 Cambiar la válvula termostática | | | X | X | X | X |
| 18 Repara la válvula de ventilación | | | X | X | X | X |
| 19 Repara válvula de minima presión. | | | X | X | X | X |
| 20 Reparación de la válvula check de aceite | | | | X | | X |
| 21 Reparar elemento compresor | | | | X | | X |
| 22 Revisar el eje principal | | | | X | | X |
| 23 Cambiar acoplamiento | | | | | X | X |
| 24 Reparar motor principal | | | | | | X |
| 25 Remplazar los rodamientos de los ventiladores | | | | | | |
| 26 Reparar la caja de engranajes | | | | | | |
| 27 Revisar/ reparar tablero eléctrico y componentes electrónicos | | | | | | X |

ANEXO 10

Cliente :
Compresor: GA 132+ 125
Serie :

LISTA DE REPUESTOS.

Plan "A": Mantenimiento de 4,000

| <u>Cantidad</u> | <u>Artículo</u> | <u>N° Parte</u> |
|-----------------|---------------------------------|-----------------|
| 3 | Juego de Manto. de 4,000 horas. | 1089 955622 |

Plan "B": Mantenimiento de 8,000

| <u>Cantidad</u> | <u>Artículo</u> | <u>N° Parte</u> |
|-----------------|--|-----------------|
| 1 | Juego de Manto. de 8,000 horas. | 2906 0981 60 |
| 1 | Kit Mantenimiento | 2901096460 |
| 1 | kit de mantenimiento | 1623 0833 60 |
| 4 | Bidones aceite "Roto inject oil" 20 lts. | |

Plan "C": Mantenimiento de 16,000 horas.

| <u>Cantidad</u> | <u>Artículo</u> | <u>N° Parte</u> |
|-----------------|--|-----------------|
| 1 | Juego de Manto. de 16,000 horas. | 2906 0987 60 |
| 1 | kit de mantenimiento | 2901 0964 60 |
| 1 | kit de mantenimiento | 1623 0833 60 |
| 4 | Bidones aceite "Roto inject oil" 20 lts. | |

Plan "F"

| <u>Visita</u> | | |
|---------------|-------------------|------------|
| 1 | Kit mantenimiento | 2906098160 |
| 1 | Kit mantenimiento | 2906096460 |
| 1 | Kit mantenimiento | 1623083360 |
| 1 | Kit mantenimiento | 1623037800 |

Plan "D": Mantenimiento de 40,000 horas. (Mantenimiento General Overhaul).

El referido trabajo de "Overhaul" se llevará a cabo a las 40,000 horas de Operación, siendo necesario su evaluación en el mantenimiento de 28,000 Horas, para posteriormente emitir la cotización correspondiente,

NOTA: Para cualquiera de los diferentes casos de Mantenimiento, de existir algún reemplazo de piezas, como en el caso de elementos eléctricos, mangueras ó cualquier otro adicional no contemplado, se presentará la cotización correspondiente para la aceptación por El Cliente mediante su Orden de Compra.

ANEXO 11

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

| ZR 145 W | ZR visita de Inspección | ZR 145 7.5/ 10 BAR (4000 Hrs) | ZR 145 7.5/ 10 BAR (8000 hrs) | ZR 145 7.5/ 10 BAR (16000 Hrs.) | ZR 145 7.5/ 10 BAR (60000 HRS) REPARACION |
|---|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---|
| ACTIVIDADES | VISITA I | VISITA A | VISITA B | VISITA C | VISITA D |
| Verificar resiones te raturas | X | X | X | X | X |
| Che uear función de los enfriadores | X | X | X | X | X |
| Che uear fu de aceite, a de aire | X | X | X | X | X |
| Che uear las conexiones rnos | X | X | X | X | X |
| Che uear válvulas de se ridad contactores | | X | X | X | X |
| Che uear resencia de a en el aceite | X | X | X | X | X |
| Cambiar el aceite del com resor | | | | X | X |
| Cambiar el filtro de aceite | | X | X | X | X |
| Che uear la camara de admisión de aire, | X | X | X | X | X |
| Che uear el filtro de aire | X | X | | | |
| Ins eccionar/cambiar el filtro de aire | | | X | X | X |
| Che uear el irador de la camara de e ñas | X | | | | |
| Rem azar el filtro de el res irador | | X | X | X | X |
| Revisar el cilo de ca desca en la válvula de admisión | | X | X | X | X |
| Rem lazar el diaf a de la valvoleta | | | X | X | X |
| Rem azar co inetes de la válvula de admisión | | | X | X | X |
| 1 Che uear alineamiento del motor | | X | X | X | X |
| Re rar la válvula de admisión de aire | | | | X | X |
| Rem lazar silenciador del sistema Blow-off | | | | X | X |
| Revisar funcionamiento de de la válvula check | | | X | X | X |
| Re rar válvula check | | | | X | X |
| Revisar el diaf a de el istón de balance | | X | X | | |
| Cambiar diaf del istón de balance | | | | X | X |
| Revisar lim iar drenadores de a | X | X | X | X | X |
| En r el motor rinci al | | X | X | X | X |
| Lim ar las cubiertas de los ventiladores | | X | X | X | X |
| Re ración del motor rinci l | | | | | X |
| Lim iar el blo ue del sistema de enfriamiento interior/exte | | | | | X |
| Revisar el amorti ador de ebe del aco lamiento | | | | | |
| Rem los insertos del aco amiento | | X | X | X | X |
| 3 Che uear condición de los en ñas | | | X | X | X |
| Rem azar elementos LP HP | | | | | X |
| Rem lazar el e e rinci al | | | | | |
| Rem azar los amorti adores de el com resor | | | | | X |
| Tomar lecturas de S.P.M. | X | X | X | X | X |
| Lim ar el cubiculo de aire seco | | X | X | X | X |
| Revisar el cubiculo del sistema eléctrico | | X | X | X | X |
| Revisar el cubiculo del sistema eléctrico | | | | | |
| Re ración com eta de la bomba de aceite | | | | | X |

ANEXO 12



Lima, 11 de Setiembre de 2008

MI 47104-Mntto-2008

Señores,

Presente

Atención: Ing. Luis Vargas

Asesor Ingeniero

En atención a su solicitud encontrara a continuación el listado general para el mantenimiento preventivo por un equipo compresor de aire libre de aceite refrigerado por agua, modelo ZR 145 a una presión de 10 bar, durante sus primeros diez años de operación, considerando un trabajo de 8000 horas anuales.

| Descripción | Frecuencia de cambio: |
|----------------------------|-----------------------|
| KIT N° 2906 0382 00 | 10 |
| KIT N° 2906 0383 00 | 5 |
| KIT N° 2906 0376 00 | 10 |
| KIT N° 2906 0379 00 | 10 |
| KIT N° 2906 0384 00 | 5 |
| Kit N° 2906 0381 01 | 10 |
| Kit N° 2906 0386 00 | 5 |
| Service HP N° 1616 5803 82 | 1 |
| Service HP N° 1616 5851 82 | 1 |
| Kit N° 2906 0178 00 | 5 |

El detalle de estos kits lo encontrará en hoja adjunta

El mantenimiento será realizado por ustedes bajo la supervisión de ATLAS COPCO PERUANA S.A. a excepción de los servicios de alta complejidad, los cuales deberán ser realizados con el personal de ATLAS COPCO PERUANA S.A.

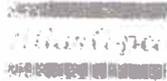
La garantía correspondiente a este plan de mantenimiento, se encuentra detallada en la carta de garantía a cual se entrega con la presente propuesta.

Un saludo en particular, quedo de ustedes

Atentamente,

Representante de Ventas
Industrial Air & Oil Free Air
ATLAS COPCO PERUANA S.A

ANEXO 13



Industria Air & Oil
Freon Air

Carretera de Sotomayor No. 2003

At: 47110760 (Perú)

Señores:

Presente

Señor: Sr. Luis Vargas

Estimados Ingeniero

Me complace encontrar la garantía ofrecida por el compresor libre de aceite refrigerado por agua modelo (R-145) a una presión de 8.6 bares con un plan de mantenimiento a 10 años.

1. Nos garantizamos que en diez años los elementos serán reemplazados una sola vez a costo de la empresa, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- 1.1 Los servicios deberán ser llevados a cabo por técnicos certificados y calificados por el fabricante.
- 1.2 Todos los servicios deberán ser supervisados por un representante técnico de ATLAS COPCO.
- 1.3 Los repuestos deberán ser originales ATLAS COPCO y la instalación se realizará de acuerdo a los planes de fabricante, dentro de tiempo y condiciones especificadas por el fabricante de los servicios.
- 1.4 La ubicación del compresor deberá estar de acuerdo con las especificaciones y recomendaciones de ATLAS COPCO para el buen funcionamiento del equipo.

2. Los demás componentes del compresor tienen una garantía de doce meses.

3. La presente garantía pierde vigencia:

- 1. Por cualquier cambio o modificación hecha a los productos sin consentimiento escrito de ATLAS COPCO.
- 2. Por operación, mantenimiento y almacenamiento de una manera no aprobada por ATLAS COPCO.
- 3. Por reparación intencional, el uso de repuestos no originales.
- 4. Por incumplimiento en los plazos en los tiempos de mantenimiento según los planes de servicio.

La presente garantía es exclusiva y reemplaza a todas las otras garantías escritas, orales o expresadas en otros idiomas, incluyendo cualquier garantía de comercialización o atribución por productos particulares.

Atentamente

Representante de Ventas
Industria Air & Oil Freon Air
ATLAS COPCO PERUANA S A

ANEXO 14

| ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN | | | | | |
|--|-------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---|
| GA 160W | GA visita de Inspección | GA 160 7.5/ 10 BAR (4000 Hrs) | GA 160 7.5/ 10 BAR (8000 hrs) | GA 160 7.5/ 10 BAR (16000 Hrs.) | GA 160 7.5/ 10 BAR (40000 HRS) OVERHAUL |
| ACTIVIDADES | VISITA I | VISITA A | VISITA B | VISITA C | VISITA D |
| 1 Verificar presiones y temperaturas | X | X | X | X | X |
| 2 Chequear fugas de aire, agua y aceite. | X | X | X | X | X |
| 3 Inspeccionar/cambiar filtros de aire y aceite | X | X | X | X | X |
| 4 Chequear las condiciones de la camara de ingreso de aire | X | X | X | X | X |
| 5 Chequear/limpiar los drenes de condensado | X | X | X | X | X |
| 6 Revisar externamente los enfriadores de aire/aceite | X | X | X | X | X |
| 7 Verificar las condiciones de los ventiladores | X | X | X | X | X |
| 8 Cambiar aceite y filtro de aceite | | X | X | X | X |
| 9 Inspeccionar y reparar la valveta de ingreso de aire | | X | X | X | X |
| 10 Verificar las válvulas de seguridad | | X | X | X | X |
| 11 Limpiar los accesos de aire para el motor eléctrico | | X | X | X | X |
| 12 Revisar los pernos de los acoplamientos | | X | X | X | X |
| 13 Engrase de el motor principal | | X | X | X | X |
| 14 Limpiar el block de enfriamiento (interna y externamente) | | | X | X | X |
| 15 Reparar la válvula de ingreso | | | X | X | X |
| 16 Cambiar el elemento separador | | | X | X | X |
| 17 Reparación total de la válvula de mínima presión | | | X | X | X |
| 18 Reparación de la válvula check de aceite | | | X | X | X |
| 19 Reparación de la válvula de descarga | | | X | X | X |
| 20 Reparar elemento compresor | | | | | X |
| 21 Revisar el eje principal | | | | | X |
| 22 Cambiar acoplamiento | | | | X | X |
| 23 Reparar motor principal | | | | | X |
| 24 Revisar/ reparar tablero eléctrico y componentes electrónicos | | | | | X |

ANEXO 15

Cliente :
Compresor: GA 160 - 125
Serie :

LISTA DE PRECIOS DE REPUESTOS.

Plan "A": Mantenimiento de 4,000

| <u>Cantidad</u> | <u>Articulo</u> | <u>N° Parte</u> |
|-----------------|---------------------------------|-----------------|
| 1 | Juego de Manto. de 4,000 horas. | 2906009260 |
| 2 | Kit Mantenimiento | 2901064560 |

Plan "B": Mantenimiento de 8,000

| <u>Cantidad</u> | <u>Articulo</u> | <u>N° Parte</u> |
|-----------------|--|-----------------|
| 1 | Juego de Manto. de 8,000 horas. | 2906 057560 |
| 1 | Kit Mantenimiento | 2901064560 |
| 4 | Bidones aceite "Roto inject oil" 20 lts. | |

Plan "C": Mantenimiento de 16,000 horas.

| <u>Cantidad</u> | <u>Articulo</u> | <u>N° Parte</u> |
|-----------------|--|-----------------|
| 1 | Juego de Manto. de 16,000 horas. | 2906 0575 60 |
| 1 | kit de mantenimiento | 2901 0645 60 |
| 4 | Bidones aceite "Roto inject oil" 20 lts. | |
| 1 | Bidones eceite "Roto inject oil" 05 lts. | |
| 1 | Kit mantenimiento | 1614873860 |

| | | |
|-----------------|---------------|------------------------------|
| Plan "F" | Visita | |
| | 1 | Kit mantenimiento 2906056760 |

Total

Plan "D": Mantenimiento de 40,000 horas. (Mantenimiento General Overhaul).

El referido trabajo de "Overhaul" se llevará a cabo a las 40,000 horas de Operación, siendo necesario su evaluación en el mantenimiento de 28,000 Horas, para posteriormente emitir la cotización correspondiente,

NOTA: Para cualquiera de los diferentes casos de Mantenimiento, de existir algún reemplazo de piezas, como en el caso de elementos eléctricos, mangueras ó cualquier otro adicional no contemplado, se presentará la cotización correspondiente para la aceptación por El Cliente mediante su Orden de Compra.

ANEXO 16

Atlas Copco

Oil-free rotary screw compressors



ZR/ZT 110-750-FF & ZR/ZT 132-900 VSD-FF
110-935 kW/150-1253 hp



Atlas Copco

Setting the standard in energy efficiency, safety and reliability

▶ Energy, safety & reliability

The shortest route to superior productivity is to minimize operational cost. The Atlas Copco Z compressor series is focused on effectively saving energy, ensuring product safety – only oil-free machines exclude contamination risks for 100% – and

guaranteeing the utmost reliability around the clock. And not just today, but day after day, year after year, with minimal maintenance cost, few service interventions and long overhaul intervals.

Choice

Atlas Copco masters each compression principle and offers the most energy efficient technology for the application.



The right drive

Fixed speed machines are fine at full load but when air demand fluctuates, a Variable Speed Drive ensures substantial savings.



Optimal use

Central control of a multi-compressor installation can reduce the pressure band and achieve the lowest overall energy cost.



Complete safety

Process, products and environment are safeguarded from contamination. The only air compressors TÜV-certified as "oil-free" (ISO 8573-1 CLASS 0).

Expertise

Since 1903, Atlas Copco's philosophy has been to continually improve our products through intensive R&D, with the aim to maximize the value for our customers.



The integrated design

Internal piping, Variable Speed Drive, 100 % matched components... the only way to ensure total reliability.



Trouble-free installation & commissioning

The ZR oil-free compressor is truly plug-and-play. Put it on a flat floor, connect the power line and the air outlet... and push the start button.





Energy recovery

Heat from compression can be recovered and put to good use in pre-heating of boiler feed water, heating of buildings etc.

Energy

Safety



The professional follow-up

Service Contracts will ensure you of the right maintenance, immediate response and genuine spare parts... all over the globe.

Reliability



ISO 8573-1 CLASS 0

Atlas Copco sets a new industry standard

▶ Class zero

When it comes to clean, oil-free compressed air for your critical processes, you can't afford to compromise. Atlas Copco, a pioneer in oil-free air screw technology, is known for its range of compressors designed especially for applications that require oil-free air.

Now Atlas Copco has achieved a new milestone: Setting the standard for air purity as the first manufacturer to be certified ISO 8573-1 CLASS 0.



▶ Why a new class?

Industries such as pharmaceuticals, food and beverages, electronics and textiles must exclude any risk of contamination. Otherwise severe consequences could follow: spoiled or unsafe products, production downtime and damage to both brand and reputation. To address the needs of critical applications where air purity is essential, the ISO 8573-1 compressed air standard was revised in 2001. Along with a more comprehensive measuring methodology, a new and more stringent class was added to the five existing purity classes: ISO 8573-1 CLASS 0.

| CLASS | Concentration total oil (aerosol, liquid, vapour) mg/m ³ |
|-------|--|
| 0 | As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1 |
| | ≤ 0.01 |
| | ≤ 0.1 |
| | ≤ 1 |
| | ≤ 5 |

▶ First to achieve ISO 8573-1 CLASS 0

As the industry leader committed to meeting the needs of the most demanding customers, Atlas Copco requested the renowned TÜV institute to type-test its Z range of oil-free screw compressors. Using the most rigorous testing methodologies available, all possible oil forms were measured across a range of temperatures and pressures. The TÜV found no traces of oil at all in the output air stream. Thus Atlas Copco not only became the first compressor manufacturer to receive CLASS 0 certification, but also exceeded ISO 8573-1 CLASS 0 specifications.

▶ Atlas Copco eliminates any risk

Only oil-free compressors deliver oil-free air. Whether your activities are in pharmaceutical production, food processing, critical electronics or a similarly exacting industry, it is essential to eliminate risk. That's why you need an Atlas Copco risk-free solution: oil-free screw compressors especially for applications demanding the highest levels of purity. Zero oil means zero risk. Zero risk of contamination. Zero risk of damaged or unsafe products. Zero risk of losses from operational downtime. Above all, zero oil means zero risk of ruining your hard-won reputation.



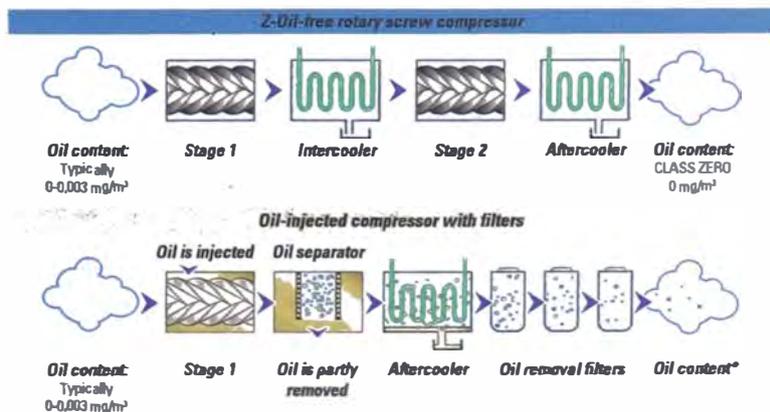
▶ **The most stringent air purity testing available**

Most manufacturers prefer "partial flow" testing, which targets only the center of the air flow. The Atlas Copco Z range of oil-free screw compressors was tested using the more stringent "full flow" method. This examines the entire air flow to measure aerosols, vapors and wall flow. Even with such rigorous testing, no traces of oil were found in the output air stream.

TÜV (Technische Überwachungsverein/Technical Monitoring Association) reporting on the Atlas Copco Z range of oil-free screw compressors

▶ **Can oil-injected compressors with oil removal filters deliver oil-free air?**

Often referred to as "technically oil-free air", this system relies on air cooling devices (e.g. refrigeration dryers) and several stages of oil removal with multiple components. A failure of any of these components or inadequate maintenance can result in oil contamination of a process. Therefore, with oil-injected compressors there will always be a risk of contamination and the possibility of severe consequences for your business.



**Move up to a risk-free standard.
Visit www.classzero.com**

* If low ambient temperature + clean filters = Class 2 edition 2001 (≤ 0.1 mg/m³)
If high ambient temperature + saturated filters = Class 3 edition 2001 (≤ 1 mg/m³)

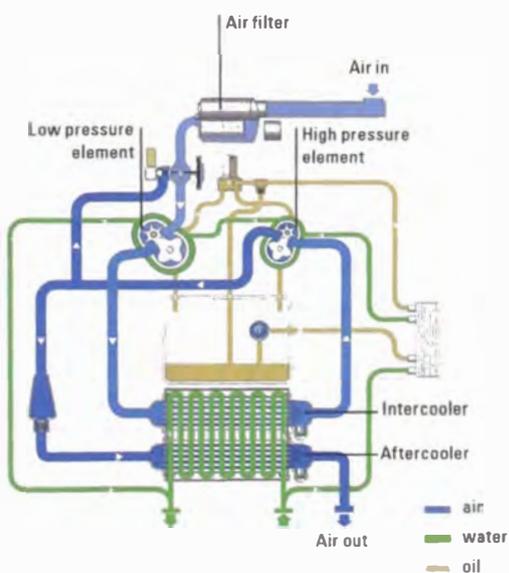
Proven Z-technology in one complete package

Watercooled ZR 250

- ① Advanced Elektronikon control and monitoring system
- ② Oil-free screw compression element
- ③ High efficiency coolers and water separator
- ④ Inlet compensators on all piping connections



Watercooled ZR: air/oil/coolant flow



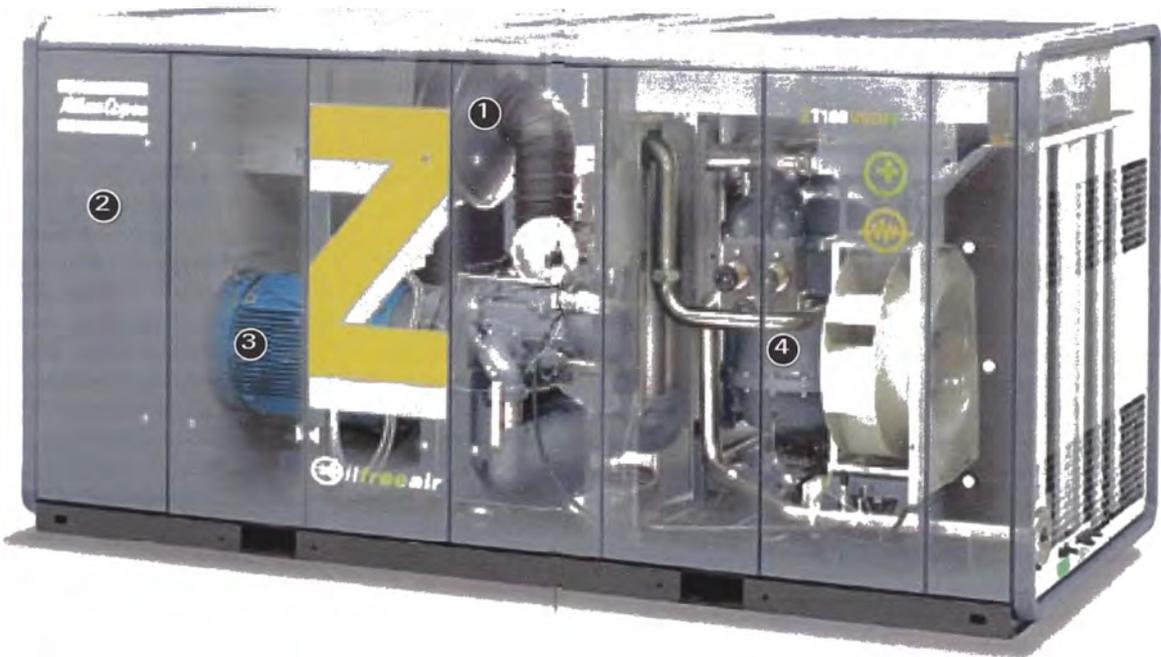
ZR/ZT 110-750-FF and ZR/ZT 132-900 VSD-FF Capacity range (50 & 60 Hz)



ZT: Aircooled / ZR: Watercooled / VSD: Variable Speed Drive / FF: Full Feature
See data pages for range details.

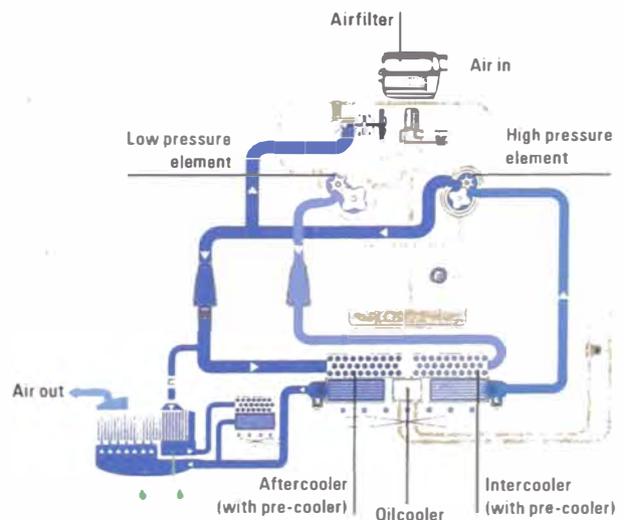
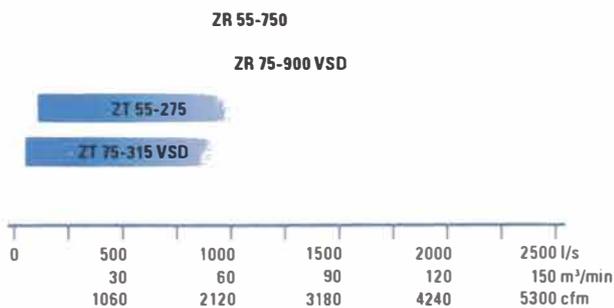
- ① Efficient intake air filtration
- ② Integrated frequency converter for Variable Speed Drive operation
- ③ IP55 totally enclosed high efficiency electric motor
- ④ Built-in IMD adsorption dryer

▶ Aircooled ZT 160 VSD-FF
Integrated VSD, Full Feature
version with IMD dryer



▶ Complete ZR/ZT range

▶ Aircooled ZT-FF:
air/oil/coolant flow



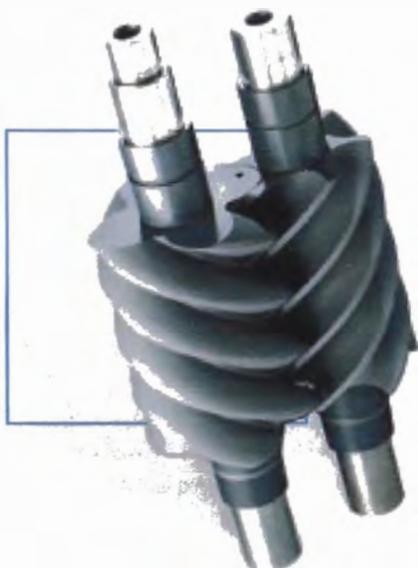
Superior design in every detail



▶ Proven Z-technology

World class oil-free compression element

- ⊕ unique Z-seal design guarantees 100 % oil-free air
- ⊕ operation far below critical speed
- ⊕ high overall efficiency, thanks to:
 - superior rotor coating
 - element cooling jackets
- ⊕ no oil 'clean up' problems



Reliable element intake protection

- ⊕ machine mounted, easy to maintain air filter
- ⊕ minimum intake losses



▶ High precision drive system

AGMA Q13/DIN Class 5 gears

- ⊕ long lifetime
- ⊕ low transmission losses
- ⊕ low noise and vibration



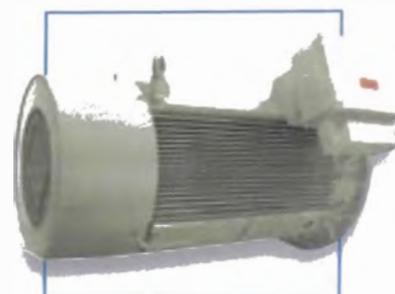
Superior element bearings

- ⊕ high stability under varying load conditions
- ⊕ no need for pre-lubrication/stabilisation time
- ⊕ bearings operate below wear limit



Totally enclosed motor

- ⊕ IP55 TEFC protection against dust and humidity
- ⊕ high efficiency



▶ Cooling system designed for life

High efficiency + high reliability water cooling (ZR)

- ⊙ corrosion resistant stainless steel tubing
- ⊙ highly reliable robot welding; no risk for leaks
- ⊙ aluminium star insert increases heat transfer
- ⊙ cooling water outside tubes guided by baffles
 - no dead zones – limited fouling
 - no degradation in cooler performance
 - easy cleaning
 - very long service intervals



High efficiency + high reliability air cooling (ZT)

- ⊙ stainless steel pre-cooler with fins
- ⊙ excellent heat transfer
- ⊙ easy access for cleaning
- ⊙ low noise + low energy cooling fans



▶ Reliability in every detail

Water separator

- ⊙ the labyrinth design efficiently separates the condensate from the compressed air
- ⊙ low moisture carry-over protects downstream equipment:
 - long High Pressure element lifetime
 - better dryer performance

Inlet valve

- ⊙ air operated diaphragm
- ⊙ lowest unloaded power by tuning with bypass screw
- ⊙ mechanical interlock of inlet and blow-off valves



Advanced Elektronikon® control and monitoring system

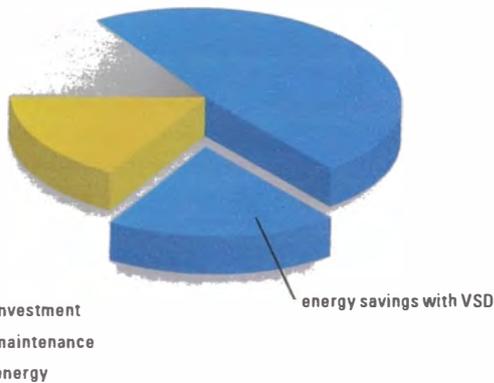
- ⊙ overall system performance status with pro-active service indications, alarms for malfunctions and safety shutdowns
- ⊙ multi-language selectable display
- ⊙ all monitoring and control functions via one interface
- ⊙ wide communication possibilities
- ⊙ integration possible in many process control systems (field bus system)



Why Variable Speed Drive (VSD) compressors?

▶ Direct energy savings of up to 35%

- ◉ Unload losses are reduced to a minimum.
- ◉ No blow-off of compressed air to the atmosphere
- ◉ Load/no load transition losses are eliminated
- ◉ The precise pressure control of the VSD compressor allows for a tighter pressure band and a lower average working pressure, resulting in reduced energy consumption



Predicting your savings

Call upon the expertise of Atlas Copco specialists and have an assessment carried out in your factory. A detailed report will show your current operation and the achievable savings when adding a VSD solution to your compressed air system.

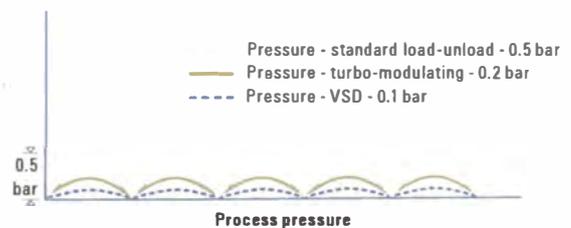


▶ Indirect energy savings

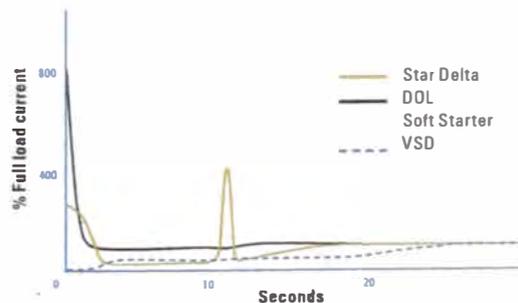
- ◉ The lower system pressure obtained by VSD results in up to 10% additional yearly savings:
 - lower energy consumption of (other) base load machines
 - leak losses are significantly reduced: e.g. leakage at 6 bar is 13 % lower than at 7 bar
 - most compressed air applications consume less air at a reduced pressure

▶ Additional VSD benefits

- ◉ **The stable system** pressure provides stability for all processes using compressed air.



- ◉ **No current peaks** during start-up
 - unlimited starting and stopping
 - no risk of current peak penalties upon starting



- ◉ Savings in electrical installation - smaller breakers, fuses, transformers and cables.

AC input
50 or 60 Hz

▶ The magic of VSD

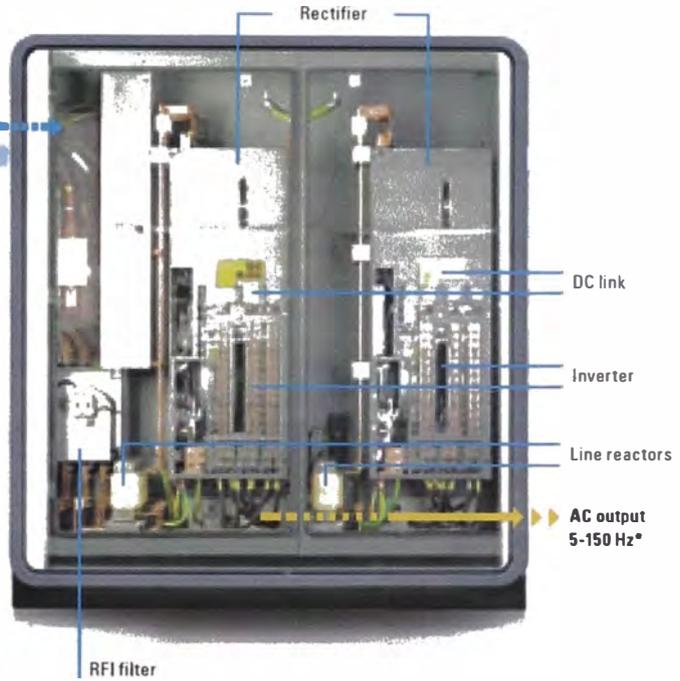


— AC input 50 or 60 Hz
— AC output 25 to 150 Hz*



The frequency of the drive motor is continuously adapted to the fluctuating air demand.

* Depending on type



▶ Integrated VSD - The only way



1 Elektronikon® controls compressor and inverter

- maximum machine safety
- easy networking of the compressor

2 EMC tested and certified

- maximum operating range
- no influence of external sources
- no emissions to other equipment

3 Motor specifically designed for VSD

- bearings protected against induced bearing currents
- motor & converter perfectly tuned to obtain best efficiency over entire speed range
- optimized cooling air flow

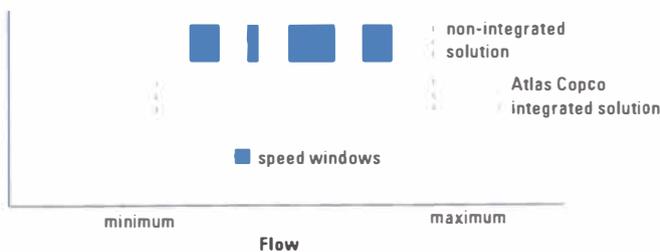
4 Mechanical enhancements

- proper lubrication to gears and bearings for all speeds
- all components operate below critical vibrations

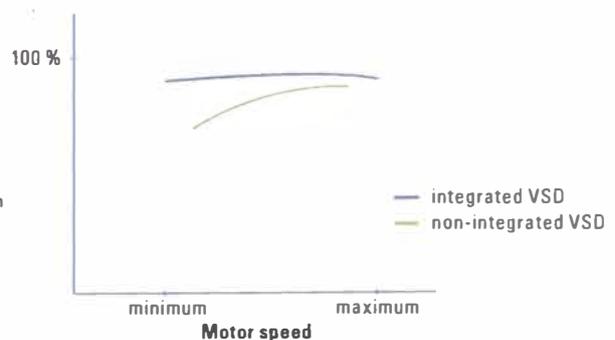
5 Tested over complete speed range

- elimination of "speed windows", ensuring stable pressure and consistent energy savings

Operating range



Combined motor/converter efficiency



The Full Feature compressor – a compact, all-in-one quality air solution

▶ Dry compressed air out of the box

The Full Feature concept is a total installation, providing dry compressed air. Integrating the IMD dryer and its Variable Speed Drive on VSD models, this compact package offers high quality air at the lowest cost.

The IMD adsorption dryer eliminates the moisture before it enters the air net, ensuring a reliable process and an impeccable end product.

No external energy is needed to dry the air, resulting in large savings.

The pressure drop through the dryer is minimal, which again cuts down the operating cost.

The IMD dryer needs **no purge air**: no compressed air is wasted.

The Full Feature compressor is a pre-wired and pre-piped solution, ready to use.

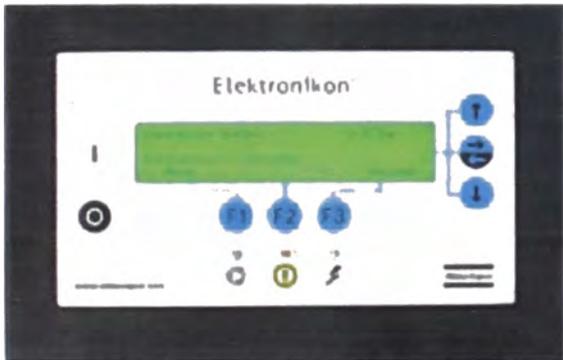


The IMD drying principle

- ① Hot unsaturated air
- ② Hot saturated air
- ③ Cold saturated air
- ④ Dry air
- ⑤ Drying section



**Watercooled
ZR 160 VSD-FF**



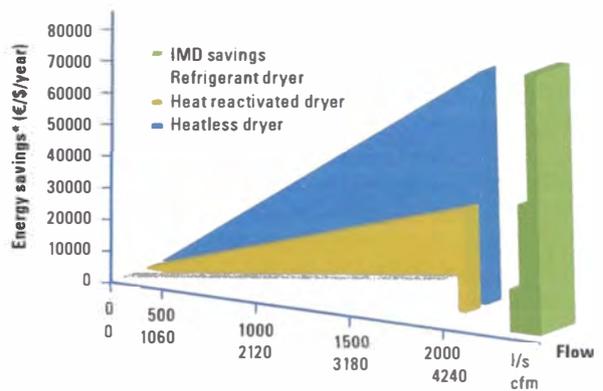
Overall system control and monitoring

- ⌚ One integrated control system for compressor and dryer
- 📡 Monitoring of the IMD dryer includes:
 - Temperature readings of
 - IMD dryer inlet and outlet
 - regeneration air inlet and outlet
 - mix air inlet
 - Pressure dewpoint after the IMD (option)
 - Loading reporting of dryer

▶ **Energy savings with Full Feature/MD**

Direct savings

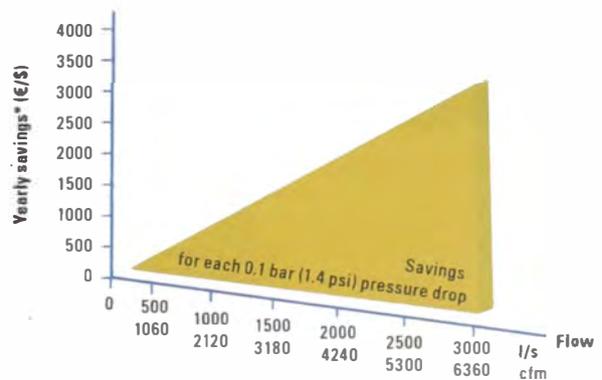
The IMD drying process requires no external energy; over time this results in large savings.



* Assumptions: 1kWh = 0.05 €/€/\$ – 8000 h/year

Indirect savings

Other than direct energy input, the pressure drop in dryers causes indirect energy consumption as well. IMD dryers have a very low pressure drop, which leads to a further reduction in energy cost.



CustomDesign

▶ The answer to every non-standard question

The new generation of Z-compressors is designed as standard to perform in a wide range of operating and site conditions.

However some environments call for additional measures. For all those special requests Atlas Copco's CustomDesign department offers an adequate solution.

Customizing the standard products to fit your local plant standards. Meeting these standards on electrical voltage, colour coatings, explosion proof zones, documentation, test and inspection requirements...

Designing products to secure operation in harsh environments. Allow outdoor installation in sub-zero temperatures, increase corrosion resistance for windy coastal and off-shore applications or ensure performance in hot, moist or dusty environments..

Extending the range to nitrogen compressors and booster units to suit your specific application

All this of course retaining the high standards on energy, safety and reliability, inherent to all Atlas Copco products.

With dedicated teams in both Product Companies and Regional Engineering Centers CustomDesign offers close-to-home solutions fitting your applications world-wide.



Global presence – local service

Our Aftermarket product portfolio is designed to add maximum value for our customers by ensuring the optimum availability and reliability of their compressed air equipment with the lowest possible operating costs. We deliver this complete service guarantee through our extensive Aftermarket organization, maintaining our position as the leader in compressed air.

▶ Full range of available Aftermarket products

| Activity | Product* |
|----------------------|---------------------------------|
| Genuine parts | Atlas Copco Service kits & oils |
| Extended warranties | AIRXtend |
| Service contracts | ServicePlan |
| System audits | AIRScan™ |
| Remote monitoring | AIRConnect™ |
| Energy saving | AIROptimizer™ |
| Product improvements | Upgrade programs |

* More information is available from your local Atlas Copco customer centre

The perfect match for your needs

Z-compressors

The new generation of Z-compressors provides unprecedented freedom to select the right features for your specific needs.

The compressor you want is the compressor we build.

Z Pressure

- 50 Hz:
 - 7.5 bar
 - 8.6 bar
 - 10 bar
 - 13 bar (only on ZR145/250/275)
- 60 Hz:
 - 7 bar / 100 psi
 - 8.6 bar / 125 psi
 - 10.4 bar / 150 psi
 - 13 bar / 188 psi (only on ZR145/250/275)

Z Capacity (power)

- 110 kW (fixed speed)
- 132 kW (fixed speed & VSD - Variable Speed Drive)
- 145 kW (fixed speed)
- 160 kW (fixed speed & VSD - Variable Speed Drive)
- 200 kW (fixed speed)
- 250 kW (fixed speed & VSD - Variable Speed Drive)
- 275 kW (fixed speed)
- 300 kW (fixed speed)
- 315 kW (fixed speed & VSD - Variable Speed Drive)
- 355 kW (fixed speed)
- 400 kW (fixed speed & VSD - Variable Speed Drive)
- 425 kW (fixed speed)
- 450 kW (fixed speed)
- 500 kW (fixed speed & VSD - Variable Speed Drive)
- 630 kW (fixed speed)
- 700 kW (VSD - Variable Speed Drive)
- 750 kW (fixed speed)
- 900 kW (VSD - Variable Speed Drive)

Z Cooling

- ZR: watercooled
- ZT: aircooled (up to 315 kW)

Z Motor drive

- Fixed Speed Drive
- Variable Speed Drive (VSD) - saving up to 35% in energy costs

Z Dryer

- MD dryer for dry air at no energy cost:
 - integrated IMD for Z 110-275 and Z 132-315 VSD
 - free-standing MD for ZR 300-750 and ZR 400-900 VSD
- BD/XD dryer for very dry air
- Compressor without dryer

Z In/outdoor

- Standard package for indoor use
- Outdoor variant mounted in a standard container (up to 315 kW)

Z Ambient temperature

- Standard machine: operating range between 0 and 40 °C
- HAT (High Ambient Temperature) version: operating range between 0 and 50 °C
- Winterization option: temperatures to -20 °C (only on outdoor variant)

Complete scope suiting all needs

▶ Features and benefits

Numerous features are included as standard. Some applications may also need or benefit from one of the factory installed options.

Standard

| | | | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------------|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Air intake filter and silencer | <input checked="" type="checkbox"/> | Complete oil circuit pre-piped |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Air intake flexible | <input checked="" type="checkbox"/> | Built-in oil breather system |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Stainless steel inter and aftercooler cores * | <input checked="" type="checkbox"/> | AGMA class 13, DIN class 5 gears |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Outlet air silencer | <input checked="" type="checkbox"/> | Electric IP 55 motors pre-mounted ** |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Six sided silencing canopy | <input checked="" type="checkbox"/> | Starters ** |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Terminal expansion joints – air and water side | <input checked="" type="checkbox"/> | Pre-mounted electrical and VSD cubicles |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Outlet air flange | <input checked="" type="checkbox"/> | Skid with no need for foundations |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Complete integrated water circuit * | <input checked="" type="checkbox"/> | Suppression of emissions/harmonic distortions in VSD |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Single point inlet and outlet cooling water connection * | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Back-flush arrangement for cooler cleaning * | | |

* Only for watercooled versions

** Standard on LV, optional on MV

Options

| | Z1110-275 | Z1102-315VSD | Z1110-275 | Z1102-315VSD | Z1500-750 | Z1500-900VSD |
|--------------------------|--|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|
| <input type="checkbox"/> | Energy recovery | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Hot air version (= without aftercooler) | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | HAT (High Ambient Temperature) version | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Teflon-free elements | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Pre-filter kit | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Separate air intake | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Automatic water shut off valve | | | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Thermostatic water valve | | | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Electronic drain | std | std | std | std | std |
| <input type="checkbox"/> | ANSI flange(s) for air (and water) connections | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Duplex oil filters | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | IP55 (TEFC) enclosure for MV motors (1) | std on LV | std | std on LV | std | std on LV |
| <input type="checkbox"/> | Anti condensation heater for motor | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Heavy duty dust filter for VSD inverter | | | | | • |
| <input type="checkbox"/> | PT1000 motor winding protection | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | PT1000 motor bearing protection | • | • | • | • | std |
| <input type="checkbox"/> | Dversized motor | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | MODBUS interface | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | PROFIBUS interface | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | ETHERNET/IP interface | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Remote speed or setpoint control | | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Witness performance test (2) | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Performance test certificates (2) | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Material certificates (2) | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | Wooden packing case | • | • | • | • | • |
| <input type="checkbox"/> | SPM (Shock Pulse Measurement) monitoring | • | • | • | • | std |
| <input type="checkbox"/> | (I)MD dryer bypass (3) | • | • | • | std | std |
| <input type="checkbox"/> | PDP (Pressure Dew-Point) sensor behind (I)MD (3) | • | • | • | • | • |

(1) MV = Medium Voltage (= above 2130 V AC) / LV = Low Voltage

(2) Fixed content

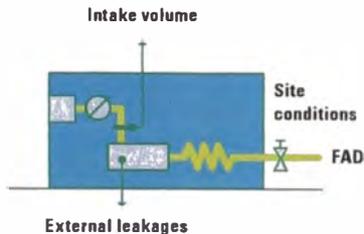
(3) On Full Feature units or units with free-standing MD

Technical data

True performance

Atlas Copco Z-compressors are measured according to ISO 1217, Annex C, Edition 3, stipulating the FAD (Free Air Delivery) measurement at the outlet of the package, net of all losses.

Atlas Copco specifications correspond to the capacity and pressure that are effectively available to the user, not to the air volume that is sucked in. Differences can be substantial.



Reference conditions

- (1) Reference conditions:
 - Dry air
 - Absolute inlet pressure 1 bar(a)
 - Cooling and air intake temperature 20 °C
 - Nominal working pressure:
 - 7 bar(e) for 7, 7.5 and 8.6 bar(e) variants
 - 9 bar(e) for 10 and 10.4 bar(e) variants
 - 12 bar(e) for 13 bar(e) variants
 - Z VSD: 5 % derating for 380V nets
 - Capacity of the compressor package measured according to ISO 1217, Third Edition, Annex C
- (2) Cooling water temp. rise of 15 °C (10 °C for FF)
- (3) Pressure dewpoint is specified for
 - 20 °C cooling air/water temperature
 - relative humidity of 60 %
 - nominal working pressure
 - load level of minimum 50 %
- (4) ± 3 dB(A) according to ISO 2151:2004 and using ISO 9614-2

Conversions

- 1 kg = 2.2 lbs
- 1 mm = 0.039 inch
- °F = °C x 9/5 + 32



ZR 110-750 and ZR 132-900 VSD compressors - 50 Hz

| ZR watercooled | Free air delivery ⁽¹⁾ | | | Installed motor | Cooling water consumption ⁽²⁾ | Pressure dewpoint ⁽³⁾ | Sound pressure level ⁽⁴⁾ | | Weight | Dimensions | | | |
|---------------------|----------------------------------|-------|---------------------|-----------------|--|----------------------------------|-------------------------------------|----|--------|------------|------|----------------|-----------------|
| | Type | l/s | m ³ /min | | | | cfm | kW | | l/s | °C | w/o duct dB(A) | with duct dB(A) |
| 50 Hz - 7.5 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with MD-Dryer) | ZR 110 | 318 | 19.1 | 674 | 110 | 3.5 | -30 | 70 | 68 | 3355 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 | 367 | 22.0 | 778 | 132 | 4.1 | -29 | 70 | 68 | 3390 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 394 | 23.6 | 835 | 145 | 4.2 | -30 | 70 | 68 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 471 | 28.3 | 998 | 160 | 4.4 | -25 | 67 | 66 | 4705 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 607 | 36.4 | 1286 | 200 | 5.1 | -25 | 67 | 66 | 5365 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 726 | 43.6 | 1538 | 250 | 5.8 | -28 | 67 | 66 | 5360 | 4340 | 2000 | 1650 |
| Pack (w/o MD-Dryer) | ZR 275 | 780 | 46.8 | 1653 | 275 | 6.2 | -30 | 67 | 66 | 5560 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 110 | 318 | 19.1 | 674 | 110 | 1.7 | - | 67 | 65 | 2635 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 | 367 | 22.0 | 778 | 132 | 1.9 | - | 67 | 65 | 2760 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 394 | 23.6 | 835 | 145 | 2.0 | - | 67 | 66 | 2900 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 471 | 28.3 | 998 | 160 | 2.3 | - | 67 | 66 | 3795 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 607 | 36.4 | 1286 | 200 | 3.0 | - | 67 | 66 | 3995 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 726 | 43.6 | 1538 | 250 | 3.7 | - | 67 | 66 | 3990 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 780 | 46.8 | 1653 | 275 | 4.1 | - | 67 | 66 | 4190 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 300 | 775 | 46.5 | 1642 | 315 | 4.0 | - | 70 | 69 | 5650 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 315 | 855 | 51.3 | 1812 | 315 | 4.4 | - | 71 | 69 | 6650 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 355 | 949 | 56.9 | 2011 | 355 | 4.8 | - | 71 | 69 | 6950 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 400 | 1049 | 62.9 | 2223 | 400 | 5.4 | - | 71 | 70 | 7050 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 425 | 1162 | 69.7 | 2462 | 450 | 6.2 | - | 72 | 70 | 7250 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 450 | 1257 | 75.4 | 2663 | 450 | 7.2 | - | 73 | 71 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 |
| ZR 500 | 1387 | 83.2 | 2939 | 500 | 7.8 | - | 73 | 71 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 630 | 1726 | 103.6 | 3657 | 630 | 9.4 | - | 75 | 73 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 750 | 2075 | 124.5 | 4397 | 750 | 11.3 | - | 75 | 73 | 10325 | 4060 | 2400 | 2120 | |

| ZR watercooled | Free air delivery ⁽¹⁾ | | | Installed motor | Cooling water consumption ⁽²⁾ | Pressure dewpoint ⁽³⁾ | Sound pressure level ⁽⁴⁾ | | Weight kg | Dimensions | | | |
|-----------------------------|----------------------------------|-------|---------------------|--------------------|--|-------------------------------------|--|-------|------------------|------------|------|----------|-----------|
| | Type | l/s | m ³ /min | | | | cfm | kW | | l/s | °C | w/o duct | with duct |
| | | | | dB(A) | dB(A) | | | | | | | | |
| 50 Hz - 8.6 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZR 110 | 285 | 17.1 | 604 | 110 | 3.1 | -28 | 70 | 68 | 3265 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 | 326 | 19.6 | 691 | 132 | 3.5 | -28 | 70 | 68 | 3390 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 372 | 22.3 | 778 | 132 | 3.9 | -28/-32 | 68-72 | 66-69 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 362 | 21.7 | 767 | 145 | 3.9 | -30 | 70 | 68 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 435 | 26.1 | 922 | 160 | 4.2 | -25 | 67 | 66 | 4705 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 VSD | 431 | 25.9 | 913 | 160 | 4.2 | -28/-32 | 68-74 | 66-71 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 553 | 33.2 | 1172 | 200 | 4.8 | -25 | 67 | 66 | 5385 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 691 | 41.5 | 1464 | 250 | 5.6 | -28 | 67 | 66 | 5360 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 VSD | 721 | 43.3 | 1528 | 250 | 5.8 | -25/-30 | 63-73 | 62-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 723 | 43.4 | 1532 | 275 | 5.8 | -30 | 67 | 66 | 5560 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 315 VSD | 836 | 50.2 | 1771 | 299 | 6.8 | -25/-30 | 63-73 | 62-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 110 | 285 | 17.1 | 604 | 110 | 1.5 | - | 67 | 65 | 2635 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 | 326 | 19.6 | 691 | 132 | 1.7 | - | 67 | 65 | 2760 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 376 | 22.6 | 797 | 132 | 1.9 | - | 62-68 | 61-66 | 2870 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 362 | 21.7 | 767 | 145 | 1.9 | - | 67 | 66 | 2900 | 2540 | 2000 | 1650 |
| ZR 160 | 435 | 26.1 | 922 | 160 | 2.2 | - | 67 | 66 | 3795 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 160 VSD | 436 | 26.1 | 922 | 160 | 2.2 | - | 62-70 | 61-66 | 2870 | 2540 | 2000 | 1650 | |
| ZR 200 | 553 | 33.2 | 1172 | 200 | 2.8 | - | 67 | 66 | 3995 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 250 | 691 | 41.5 | 1464 | 250 | 3.5 | - | 67 | 66 | 3990 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 250 VSD | 721 | 43.3 | 1528 | 250 | 3.7 | - | 63-73 | 62-71 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 275 | 723 | 43.4 | 1532 | 275 | 3.8 | - | 67 | 66 | 4190 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 300 | 723 | 43.4 | 1532 | 315 | 4.1 | - | 71 | 70 | 6650 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 315 | 798 | 47.9 | 1691 | 315 | 4.5 | - | 72 | 70 | 6650 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 315 VSD | 836 | 50.2 | 1771 | 299 | 4.3 | - | 63-73 | 62-71 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 355 | 886 | 53.2 | 1877 | 355 | 4.9 | - | 72 | 72 | 6950 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 400 | 978 | 58.7 | 2072 | 400 | 5.4 | - | 72 | 71 | 7050 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 400 VSD | 1114 | 66.9 | 2361 | 425 | 6.4 | - | 68-75 | 66-73 | 8350 | 4060 | 2470 | 2120 | |
| ZR 425 | 1081 | 64.9 | 2291 | 450 | 6.2 | - | 73 | 71 | 7250 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 450 | 1166 | 70.0 | 2471 | 450 | 7.1 | - | 74 | 72 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 500 | 1291 | 77.5 | 2735 | 500 | 7.7 | - | 74 | 72 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 500 VSD | 1318 | 79.1 | 2793 | 525 | 7.6 | - | 68-76 | 66-74 | 8350 | 4060 | 2470 | 2120 | |
| ZR 630 | 1602 | 96.1 | 3394 | 630 | 9.3 | - | 76 | 74 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 700 VSD | 2063 | 123.8 | 4371 | 700 | 11.6 | - | 70-78 | 68-76 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 | |
| ZR 750 | 1850 | 111.0 | 3920 | 750 | 10.7 | - | 76 | 74 | 10325 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 900 VSD | 2456 | 147.4 | 5204 | 935 | 13.2 | - | 68-78 | 68-76 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 | |
| 50 Hz - 10 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZR 110 | 265 | 15.9 | 562 | 110 | 3.3 | -28 | 70 | 68 | 3265 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 | 313 | 18.8 | 663 | 132 | 3.8 | -29 | 70 | 68 | 3390 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 330 | 19.8 | 699 | 132 | 4.1 | 0.87% | 68-72 | 66-69 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 334 | 20.0 | 708 | 145 | 4.1 | -30 | 70 | 68 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 402 | 24.1 | 852 | 160 | 4.3 | -25 | 67 | 66 | 4705 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 VSD | 392 | 23.5 | 831 | 160 | 4.4 | 0.87% | 68-74 | 66-71 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 504 | 30.2 | 1068 | 200 | 4.9 | -25 | 67 | 66 | 4905 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 629 | 37.7 | 1333 | 250 | 5.6 | -28 | 67 | 66 | 5360 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 VSD | 648 | 38.9 | 1373 | 250 | 5.8 | -25/-30 | 67-73 | 65-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 689 | 41.3 | 1460 | 275 | 6.0 | -30 | 67 | 66 | 5560 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 315 VSD | 746 | 44.8 | 1581 | 299 | 6.7 | -25/-30 | 67-73 | 65-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 110 | 265 | 15.9 | 562 | 110 | 1.6 | - | 67 | 65 | 2380 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 | 313 | 18.8 | 663 | 132 | 1.8 | - | 67 | 65 | 2440 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 333 | 20.0 | 706 | 132 | 1.9 | - | 62-68 | 61-66 | 2590 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 334 | 20.0 | 708 | 145 | 1.9 | - | 67 | 65 | 2580 | 2540 | 2000 | 1650 |
| ZR 160 | 402 | 24.1 | 852 | 160 | 2.3 | - | 67 | 66 | 3795 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 160 VSD | 394 | 23.6 | 835 | 160 | 2.1 | - | 62-70 | 61-66 | 2590 | 2540 | 2000 | 1650 | |
| ZR 200 | 504 | 30.2 | 1068 | 200 | 2.9 | - | 67 | 66 | 3995 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 250 | 629 | 37.7 | 1333 | 250 | 3.6 | - | 67 | 66 | 3990 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 250 VSD | 648 | 38.9 | 1373 | 250 | 3.7 | - | 64-70 | 65-68 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 275 | 689 | 41.3 | 1460 | 275 | 4.0 | - | 67 | 66 | 4190 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 300 | 689 | 41.3 | 1460 | 315 | 4.2 | - | 71 | 70 | 6650 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 315 | 765 | 45.9 | 1621 | 315 | 4.5 | - | 72 | 70 | 6650 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 315 VSD | 746 | 44.8 | 1581 | 299 | 4.3 | - | 63-73 | 62-71 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 | |
| ZR 355 | 846 | 50.8 | 1793 | 355 | 4.9 | - | 73 | 71 | 6950 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 400 | 939 | 56.3 | 1990 | 400 | 5.4 | - | 73 | 71 | 7050 | 3700 | 2400 | 2120 | |
| ZR 400 VSD | 979 | 58.7 | 2074 | 425 | 5.7 | - | 69-76 | 66-73 | 8350 | 4060 | 2470 | 2120 | |
| ZR 450 | 1047 | 62.8 | 2218 | 450 | 7.1 | - | 74 | 72 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 500 | 1199 | 71.9 | 2541 | 500 | 7.9 | - | 74 | 72 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 500 VSD | 1150 | 69.0 | 2437 | 525 | 7.6 | - | 69-77 | 66-74 | 8350 | 4060 | 2470 | 2120 | |
| ZR 630 | 1474 | 88.4 | 3123 | 630 | 9.3 | - | 76 | 74 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 700 VSD | 1859 | 111.5 | 3939 | 700 | 11.4 | - | 70-78 | 68-76 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 | |
| ZR 750 | 1704 | 102.2 | 3611 | 750 | 10.5 | - | 76 | 74 | 10325 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 900 VSD | 2057 | 123.4 | 4359 | 935 | 12.5 | - | 68-79 | 68-77 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 | |
| 50 Hz - 13 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| Feed Air (MD) FF (with IMD) | ZR 145 | 297 | 17.8 | 629 | 145 | 4.2 | -30 | 75 | 72 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 505 | 30.3 | 1070 | 250 | 5.4 | -28 | 72 | 70 | 5360 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 550 | 33.0 | 1165 | 275 | 5.7 | -30 | 72 | 70 | 5560 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 297 | 17.8 | 629 | 145 | 2.0 | - | 75 | 72 | 2900 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 505 | 30.3 | 1070 | 250 | 3.4 | - | 72 | 70 | 3990 | 3140 | 2000 | 1650 |
| ZR 275 | 551 | 33.1 | 1168 | 275 | 3.7 | - | 72 | 70 | 4190 | 3140 | 2000 | 1650 | |

ZR 110-750 and ZR 132-900 VSD compressors - 60 Hz

| ZR watercooled | Free air delivery ⁽¹⁾ | | | Installed motor HP | Cooling water consumption ⁽²⁾ l/s | Pressure dewpoint ⁽³⁾ °C | Sound pressure level ⁽⁴⁾ | | Weight kg | Dimensions | | | |
|-------------------------|----------------------------------|--------|---------------------|-----------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------|--------------|--------------------|---------|---------|---------|
| | Type | l/s | m ³ /min | | | | cfm | w/o duct dB(A) | | with duct dB(A) | A mm | B mm | C mm |
| 60 Hz - 7 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZR 110 | 352 | 21.1 | 746 | 150 | 3.9 | -28 | 70 | 68 | 3265 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 463 | 27.8 | 981 | 200 | 4.4 | -25 | 67 | 66 | 4695 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 574 | 34.4 | 1216 | 250 | 4.9 | -25 | 67 | 66 | 5305 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 667 | 40.0 | 1413 | 300 | 5.4 | -28 | 67 | 66 | 5515 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 752 | 45.1 | 1593 | 350 | 5.9 | -30 | 67 | 66 | 5635 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 110 | 352 | 21.1 | 746 | 150 | 1.9 | - | 67 | 65 | 2635 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 463 | 27.8 | 981 | 200 | 2.3 | - | 67 | 66 | 3785 | 3140 | 2000 | 1650 |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZR 200 | 574 | 34.4 | 1216 | 250 | 2.9 | - | 67 | 66 | 3935 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 667 | 40.0 | 1413 | 300 | 3.4 | - | 67 | 66 | 4145 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 752 | 45.1 | 1593 | 350 | 3.8 | - | 67 | 66 | 4265 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | 60 Hz - 8.6 bar(e) | | | | | | | | | | | | |
| | FF (with IMD Dryer) | ZR 110 | 321 | 19.3 | 679 | 150 | 3.8 | -28 | 70 | 68 | 3265 | 3440 | 2000 |
| ZR 132 VSD | | 372 | 22.3 | 778 | 175 | 3.9 | -28/-32 | 68-72 | 66-69 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| ZR 145 | | 398 | 23.9 | 843 | 200 | 4.1 | -30 | 70 | 68 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| ZR 160 | | 419 | 25.1 | 888 | 200 | 4.4 | -25 | 67 | 66 | 4695 | 4340 | 2000 | 1650 |
| ZR 160 VSD | | 431 | 25.9 | 913 | 215 | 4.2 | -28/-32 | 68-74 | 66-71 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| ZR 200 | | 516 | 31.0 | 1093 | 250 | 4.6 | -25 | 67 | 66 | 5305 | 4340 | 2000 | 1650 |
| ZR 250 | | 619 | 37.1 | 1312 | 300 | 5.2 | -28 | 67 | 66 | 5515 | 4340 | 2000 | 1650 |
| ZR 250 VSD | | 721 | 43.3 | 1528 | 335 | 5.8 | -25/-30 | 63-73 | 62-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| ZR 275 | | 726 | 43.6 | 1538 | 350 | 5.8 | -30 | 67 | 66 | 5635 | 4340 | 2000 | 1650 |
| ZR 315 VSD | | 836 | 50.2 | 1771 | 400 | 6.8 | -25/-30 | 63-73 | 62-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZR 110 | 321 | 19.3 | 679 | 150 | 1.7 | - | 67 | 65 | 2635 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 376 | 22.6 | 797 | 175 | 1.9 | - | 62-68 | 61-66 | 2870 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 398 | 23.9 | 843 | 200 | 2.1 | - | 68 | 66 | 2900 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 419 | 25.1 | 888 | 200 | 2.1 | - | 67 | 66 | 3785 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 VSD | 436 | 26.1 | 922 | 215 | 2.2 | - | 62-70 | 61-66 | 2870 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 516 | 31.0 | 1093 | 250 | 2.6 | - | 67 | 66 | 3935 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 619 | 37.1 | 1312 | 300 | 3.1 | - | 67 | 66 | 4145 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 VSD | 721 | 43.3 | 1528 | 335 | 3.7 | - | 63-73 | 62-71 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 726 | 43.6 | 1538 | 350 | 3.7 | - | 67 | 66 | 4265 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 300 | 755 | 45.3 | 1600 | 350 | 4.1 | - | 71 | 70 | 6550 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 315 | 850 | 51.0 | 1801 | 400 | 4.6 | - | 72 | 70 | 6550 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 315 VSD | 836 | 50.2 | 1771 | 400 | 4.3 | - | 63-73 | 62-71 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 355 | 955 | 57.3 | 2024 | 450 | 5.1 | - | 72 | 70 | 6950 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 400 | 1043 | 62.6 | 2210 | 500 | 5.6 | - | 72 | 71 | 7050 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 400 VSD | 1114 | 66.9 | 2361 | 570 | 6.4 | - | 68-75 | 66-73 | 8320 | 4060 | 2470 | 2120 |
| | ZR 450 | 1306 | 78.4 | 2767 | 600 | 7.8 | - | 74 | 72 | 9300 | 4060 | 2400 | 2120 |
| | ZR 500 | 1538 | 92.3 | 3259 | 700 | 8.9 | - | 74 | 72 | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 |
| | ZR 500 VSD | 1318 | 79.1 | 2793 | 703 | 7.6 | - | 68-76 | 66-74 | 8320 | 4060 | 2470 | 2120 |
| | ZR 630 | 1700 | 102.0 | 3602 | 800 | 9.9 | - | 76 | 74 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 |
| | ZR 700 VSD | 2063 | 123.8 | 4371 | 938 | 11.6 | - | 70-78 | 68-76 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 |
| ZR 750 | 1939 | 116.3 | 4109 | 900 | 11.2 | - | 76 | 74 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 900 VSD | 2456 | 147.4 | 5204 | 1253 | 13.2 | - | 68-78 | 68-76 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 | |

| ZR watercooled | Free air delivery ⁽¹⁾ | | | Installed motor | Cooling water consumption ⁽²⁾ | Pressure dewpoint ⁽³⁾ | Sound pressure level ⁽⁴⁾ | | Weight | Dimensions | | | |
|----------------------------|----------------------------------|-------|---------------------|--------------------|--|-------------------------------------|--|-------|--------|------------|------|-------------------|--------------------|
| | Type | l/s | m ³ /min | | | | cfm | HP | | l/s | °C | w/o duct dB(A) | with duct dB(A) |
| 60 Hz - 10.4 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZR 110 | 287 | 17.2 | 608 | 150 | 3.5 | -28 | 70 | 68 | 3265 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 330 | 19.8 | 699 | 175 | 3.9 | -28/-32 | 68-72 | 66-69 | 2500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 336 | 20.2 | 712 | 200 | 4.1 | -30 | 70 | 68 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 375 | 22.5 | 795 | 200 | 4.4 | -25 | 67 | 66 | 4695 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 VSD | 392 | 23.5 | 831 | 215 | 4.2 | -28/-32 | 68-74 | 66-71 | 3500 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 459 | 27.5 | 973 | 250 | 4.7 | -25 | 67 | 66 | 4845 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 290 | 548 | 32.9 | 1161 | 300 | 5.2 | -28 | 67 | 66 | 5515 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 VSD | 648 | 38.9 | 1373 | 335 | 5.8 | -25/-30 | 67-73 | 65-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 641 | 38.5 | 1358 | 350 | 5.7 | -30 | 67 | 66 | 5635 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 315 VSD | 746 | 44.8 | 1581 | 400 | 6.7 | -25/-30 | 67-73 | 65-71 | 6080 | 4340 | 2000 | 1650 |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZR 110 | 287 | 17.2 | 608 | 150 | 1.7 | - | 67 | 65 | 2635 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 132 VSD | 333 | 20.0 | 706 | 214 | 1.9 | - | 62-68 | 61-66 | 2590 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 145 | 336 | 20.2 | 712 | 200 | 2.0 | - | 67 | 66 | 2900 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 | 375 | 22.5 | 795 | 200 | 2.2 | - | 67 | 66 | 3785 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 160 VSD | 394 | 23.6 | 835 | 215 | 2.1 | - | 62-70 | 61-66 | 2590 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 200 | 459 | 27.5 | 973 | 250 | 2.6 | - | 67 | 66 | 3935 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 548 | 32.9 | 1161 | 300 | 3.1 | - | 67 | 66 | 4145 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 VSD | 648 | 38.9 | 1373 | 335 | 3.7 | - | 64-70 | 65-68 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 641 | 38.5 | 1358 | 350 | 3.6 | - | 67 | 66 | 4265 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 300 | 677 | 40.6 | 1434 | 350 | 4.3 | - | 71 | 70 | 6550 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 315 | 762 | 45.7 | 1615 | 400 | 4.6 | - | 72 | 70 | 6550 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 315 VSD | 746 | 44.8 | 1581 | 400 | 4.3 | - | 63-73 | 62-71 | 4710 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 355 | 858 | 51.5 | 1818 | 450 | 5.1 | - | 73 | 71 | 6950 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 400 | 945 | 56.7 | 2002 | 500 | 5.5 | - | 73 | 71 | 7050 | 3700 | 2400 | 2120 |
| | ZR 400 VSD | 979 | 58.7 | 2074 | 570 | 5.7 | - | 69-76 | 66-73 | 8350 | 4060 | 2470 | 2120 |
| | ZR 450 | 1144 | 68.6 | 2424 | 600 | 7.7 | - | 74 | xx | 9300 | 4060 | 2400 | 2120 |
| | ZR 500 | 1332 | 79.9 | 2822 | 700 | 8.7 | - | 75 | xx | 9500 | 4060 | 2400 | 2120 |
| | ZR 500 VSD | 1150 | 69.0 | 2437 | 703 | 7.6 | - | 69-77 | 66-74 | 8350 | 4060 | 2470 | 2120 |
| | ZR 630 | 1474 | 88.4 | 3123 | 800 | 9.4 | - | 76 | 74 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 |
| | ZR 700 VSD | 1859 | 111.5 | 3939 | 938 | 11.4 | - | 70-78 | 68-76 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 |
| ZR 750 | 1739 | 104.3 | 3685 | 900 | 10.8 | - | 76 | 74 | 10225 | 4060 | 2400 | 2120 | |
| ZR 900 VSD | 2057 | 123.4 | 4359 | 1253 | 12.5 | - | 68-79 | 68-77 | 11850 | 4675 | 2470 | 2120 | |
| 60 Hz - 13 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (w/o IMD Dryer) | ZR 145 | 299 | 17.9 | 634 | 200 | 4.3 | -28 | 75 | 72 | 3530 | 3440 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 491 | 29.5 | 1040 | 300 | 5.4 | -28 | 72 | 70 | 5515 | 4340 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 550 | 33.0 | 1165 | 350 | 5.8 | -30 | 72 | 70 | 5635 | 4340 | 2000 | 1650 |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZR 145 | 299 | 17.9 | 634 | 200 | 2.0 | - | 75 | 72 | 2900 | 2540 | 2000 | 1650 |
| | ZR 250 | 491 | 29.5 | 1040 | 300 | 3.4 | - | 72 | 70 | 4145 | 3140 | 2000 | 1650 |
| | ZR 275 | 550 | 33.0 | 1165 | 350 | 3.8 | - | 72 | 70 | 4265 | 3140 | 2000 | 1650 |

(1) Reference conditions:

- Dry air
- Absolute inlet pressure 1 bar(a)
- Cooling and air intake temperature 20 °C
- Nominal working pressure:
 - 7 bar(e) for 7, 7.5 and 8.6 bar(e) variants
 - 9 bar(e) for 10 and 10.4 bar(e) variants
 - 12 bar(e) for 13 bar(e) variants
- Z VSD: 5 % derating for 380V nets
- Capacity of the compressor package measured according to ISO 1217, Third Edition, Annex C

(2) Cooling water temp. rise of 15 °C (10 °C for FF)

- (3) Pressure dewpoint is specified for
- 20 °C cooling air/water temperature
 - relative humidity of 60 %
 - nominal working pressure
 - load level of minimum 50 %

(4) ± 3 dB(A) according to ISO 2151:2004 and using ISO 9614-2

Conversions

- 1 kg = 2.2 lbs
- 1 mm = 0.039 inch
- °F = °C x 9/5 + 32



▶ ZT 110-275 and ZT 132-315 VSD compressors - 50 Hz

| | ZT aircooled | Free air delivery ⁽¹⁾ | | | Installed motor kW | Installed fan motor kW | Pressure dewpoint ⁽²⁾ °C | Sound pressure level ⁽⁴⁾ | | Weight kg | Dimensions | | | |
|---------------------------|--------------|----------------------------------|-------|---------------------|-----------------------|------------------------------|--|--|-------------------|--------------|--------------------|---------|---------|---------|
| | | Type | l/s | m ³ /min | | | | cfm | w/o duct dB(A) | | with duct dB(A) | A mm | B mm | C mm |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 Hz - 7.5 bar(e) | | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZT 110 | 312 | 18.7 | 661 | 110 | 4.8 | -28 | 72 | 70 | 4095 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 | 360 | 21.6 | 763 | 132 | 4.8 | -29 | 73 | 70 | 4220 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 145 | 390 | 23.4 | 826 | 145 | 4.8 | -30 | 73 | 71 | 4360 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 160 | 460 | 27.57 | 973 | 160 | 8.8 | -30 | 77 | 75 | 5625 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 200 | 563 | 33.75 | 1191 | 200 | 8.8 | -25 | 77 | 75 | 6265 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 | 705 | 42.31 | 1493 | 250 | 8.8 | -28 | 77 | 75 | 6280 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 275 | 740 | 44.38 | 1566 | 315 | 18.5 | -30 | 77 | 75 | 6630 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZT 110 | 314 | 18.8 | 665 | 110 | 4.8 | - | 71 | 70 | 3585 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 | 362 | 21.7 | 767 | 132 | 4.8 | - | 72 | 70 | 3710 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 145 | 392 | 23.5 | 829 | 145 | 4.8 | - | 72 | 70 | 3850 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 160 | 460 | 27.6 | 973 | 160 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5185 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 200 | 563 | 33.8 | 1191 | 200 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5385 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 | 705 | 42.3 | 1493 | 250 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5380 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 275 | 740 | 44.4 | 1566 | 275 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5580 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| 50 Hz - 8.6 bar(e) | | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZT 110 | 281 | 16.9 | 595 | 110 | 4.8 | -28 | 72 | 70 | 4095 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 | 322 | 19.3 | 682 | 132 | 4.8 | -29 | 73 | 70 | 4220 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 VSD | 349 | 20.9 | 739 | 132 | 4.8 | -25/-30 | 67-71 | 66-70 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 145 | 361 | 21.6 | 785 | 145 | 4.8 | -30 | 73 | 71 | 4360 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 160 | 422 | 25.3 | 894 | 160 | 8.8 | -30 | 77 | 75 | 5625 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 160 VSD | 404 | 24.2 | 856 | 160 | 4.8 | -25/-30 | 67-74 | 66-71 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 200 | 510 | 30.6 | 1081 | 200 | 8.8 | -25 | 77 | 75 | 6285 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 | 661 | 39.7 | 1401 | 250 | 8.8 | -28 | 77 | 75 | 6280 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 VSD | 699 | 41.9 | 1480 | 250 | 18.5 | -25/-30 | 70-77 | 68-75 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 275 | 696 | 41.8 | 1475 | 275 | 18.5 | -30 | 77 | 75 | 6630 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 315 VSD | 789 | 47.4 | 1672 | 299 | 18.5 | -25/-30 | 70-78 | 68-76 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZT 110 | 281 | 16.9 | 595 | 110 | 4.8 | - | 71 | 70 | 3585 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 | 322 | 19.3 | 682 | 132 | 4.8 | - | 72 | 70 | 3710 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 VSD | 354 | 21.2 | 750 | 132 | 4.8 | - | 67-74 | 66-71 | 3820 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 145 | 361 | 21.6 | 785 | 145 | 4.8 | - | 72 | 70 | 3850 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 160 | 422 | 25.3 | 894 | 160 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5185 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 160 VSD | 410 | 24.6 | 869 | 160 | 4.8 | - | 67-74 | 66-71 | 3820 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 200 | 510 | 30.6 | 1081 | 200 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5385 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 | 661 | 39.7 | 1401 | 250 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5380 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 VSD | 699 | 41.9 | 1480 | 250 | 8.8 | - | 70-77 | 68-75 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 275 | 696 | 41.8 | 1475 | 275 | 8.8 | - | 77 | 75 | 5580 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 315 VSD | 789 | 47.4 | 1672 | 299 | 8.8 | - | 70-78 | 68-76 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| 50 Hz - 10 bar(e) | | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZT 110 | 260 | 15.6 | 551 | 110 | 4.8 | -28 | 72 | 70 | 4095 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 | 313 | 18.8 | 662 | 132 | 4.8 | -29 | 73 | 70 | 4220 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 VSD | 316 | 19.0 | 670 | 132 | 4.8 | -25/-30 | 67-71 | 66-70 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 145 | 334 | 20.0 | 707 | 145 | 4.8 | -30 | 73 | 70 | 4360 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 160 | 389 | 23.3 | 823 | 160 | 8.8 | -30 | 78 | 76 | 5625 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 160 VSD | 370 | 22.2 | 784 | 160 | 4.8 | -25/-30 | 67-74 | 66-71 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 200 | 490 | 29.4 | 1038 | 200 | 8.8 | -30 | 78 | 76 | 5825 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 | 608 | 36.5 | 1287 | 250 | 8.8 | -28 | 78 | 76 | 6280 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 VSD | 622 | 37.3 | 1316 | 250 | 18.5 | -25/-30 | 71-78 | 69-76 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 275 | 671 | 40.2 | 1420 | 275 | 18.5 | -30 | 78 | 76 | 6630 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 315 VSD | 709 | 42.5 | 1501 | 299 | 18.5 | -25/-30 | 71-79 | 69-77 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZT 110 | 261 | 15.7 | 553 | 110 | 4.8 | - | 71 | 70 | 3560 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 | 314 | 18.8 | 665 | 132 | 4.8 | - | 72 | 70 | 3700 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 132 VSD | 320 | 19.2 | 678 | 132 | 4.8 | - | 67-71 | 66-70 | 4050 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 145 | 336 | 20.1 | 711 | 145 | 4.8 | - | 72 | 70 | 3850 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 160 | 389 | 23.3 | 823 | 160 | 8.8 | - | 78 | 76 | 5185 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 160 VSD | 384 | 23.0 | 814 | 160 | 4.8 | - | 67-74 | 66-71 | 4050 | 4040 | 2000 | 1650 | |
| | ZT 200 | 490 | 29.4 | 1038 | 200 | 8.8 | - | 78 | 76 | 5385 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 | 608 | 36.5 | 1287 | 250 | 8.8 | - | 78 | 76 | 5380 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 250 VSD | 622 | 37.3 | 1316 | 250 | 8.8 | - | 71-78 | 69-76 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 275 | 671 | 40.2 | 1420 | 275 | 8.8 | - | 78 | 76 | 5580 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| | ZT 315 VSD | 709 | 42.5 | 1501 | 299 | 8.8 | - | 71-79 | 69-77 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 | |

▶ ZT 110-275 and ZT 132-315 VSD compressors - 60 Hz

| Type | Free air delivery ⁽¹⁾ | | | Installed motor HP | Installed fan motor HP | Pressure dewpoint ⁽²⁾ °C | Sound pressure level ⁽⁴⁾ | | Weight kg | Dimensions | | | |
|----------------------------|----------------------------------|---------------------|------|-----------------------|------------------------------|--|--|--------------------|--------------|------------|---------|---------|------|
| | l/s | m ³ /min | cfm | | | | w/o duct dB(A) | with duct dB(A) | | A mm | B mm | C mm | |
| 60 Hz - 8.6 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZT 110 | 315 | 18.9 | 667 | 150 | 6.5 | -28 | 72 | 70 | 4095 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 132 VSD | 349 | 20.9 | 739 | 175 | 6.5 | -25/-30 | 67-71 | 66-70 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 145 | 391 | 23.5 | 828 | 200 | 6.5 | -30 | 73 | 70 | 4360 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 160 | 416 | 25.0 | 881 | 200 | 12.3 | -30 | 77 | 75 | 5815 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 160 VSD | 404 | 24.2 | 856 | 215 | 6.5 | -25/-30 | 67-74 | 66-71 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 200 | 510 | 30.6 | 180 | 250 | 12.3 | -25 | 77 | 75 | 6225 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 | 608 | 36.5 | 1287 | 300 | 12.3 | -28 | 77 | 75 | 6435 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 VSD | 699 | 41.9 | 1480 | 335 | 24.8 | -25/-30 | 70-77 | 68-75 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 275 | 713 | 42.8 | 1509 | 350 | 24.8 | -30 | 77 | 75 | 6705 | 5040 | 2100 | 1650 |
| ZT 315 VSD | 789 | 47.4 | 1672 | 400 | 24.8 | -25/-30 | 70-78 | 68-76 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZT 110 | 317 | 19.0 | 671 | 150 | 6.5 | - | 71 | 70 | 3585 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 132 VSD | 354 | 21.2 | 750 | 175 | 6.5 | - | 67-74 | 66-71 | 3820 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 145 | 392 | 23.5 | 831 | 200 | 6.5 | - | 72 | 70 | 3850 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 160 | 416 | 25.0 | 881 | 200 | 12.3 | - | 77 | 75 | 5175 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 160 VSD | 410 | 24.6 | 869 | 215 | 6.5 | - | 67-74 | 66-71 | 3820 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 200 | 510 | 30.6 | 1280 | 250 | 12.3 | - | 77 | 75 | 5325 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 | 608 | 36.5 | 1287 | 300 | 12.3 | - | 77 | 75 | 5535 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 VSD | 699 | 41.9 | 1480 | 335 | 12.3 | - | 70-77 | 68-75 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 275 | 713 | 42.8 | 1509 | 350 | 12.3 | - | 77 | 75 | 5655 | 5040 | 2100 | 1650 |
| ZT 315 VSD | 789 | 47.4 | 1672 | 400 | 12.3 | - | 70-78 | 68-76 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| 60 Hz - 10.4 bar(e) | | | | | | | | | | | | | |
| FF (with IMD Dryer) | ZT 110 | 282 | 16.9 | 598 | 150 | 6.5 | -28 | 72 | 70 | 4095 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 132 VSD | 316 | 19.0 | 670 | 175 | 6.5 | -25/-30 | 67-71 | 66-70 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 145 | 329 | 19.7 | 697 | 200 | 6.5 | -30 | 73 | 70 | 4360 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 160 | 359 | 21.5 | 761 | 200 | 12.3 | -30 | 78 | 76 | 5615 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 160 VSD | 370 | 22.2 | 784 | 215 | 6.5 | -25/-30 | 67-74 | 66-71 | 4330 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 200 | 438 | 26.3 | 928 | 250 | 12.3 | -30 | 78 | 76 | 5765 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 | 526 | 31.6 | 1115 | 300 | 12.3 | -28 | 78 | 76 | 6435 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 VSD | 622 | 37.3 | 1316 | 335 | 24.8 | -25/-30 | 71-78 | 69-76 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 275 | 616 | 37.0 | 1305 | 350 | 24.8 | -30 | 78 | 76 | 6705 | 5040 | 2100 | 1650 |
| ZT 315 VSD | 709 | 42.5 | 1501 | 400 | 24.8 | -25/-30 | 71-79 | 69-77 | 6660 | 5040 | 2100 | 1650 | |
| Pack (w/o IMD Dryer) | ZT 110 | 283 | 17.0 | 600 | 150 | 6.5 | - | 71 | 70 | 3585 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 132 VSD | 320 | 19.2 | 678 | 175 | 6.5 | - | 67-71 | 66-70 | 4050 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 145 | 331 | 19.9 | 701 | 200 | 6.5 | - | 72 | 70 | 3850 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 160 | 359 | 21.5 | 761 | 200 | 12.3 | - | 78 | 76 | 5175 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 160 VSD | 384 | 23.0 | 814 | 215 | 6.5 | - | 67-74 | 66-71 | 4050 | 4040 | 2000 | 1650 |
| | ZT 200 | 438 | 26.3 | 928 | 250 | 12.3 | - | 78 | 76 | 5325 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 | 526 | 31.6 | 1115 | 300 | 12.3 | - | 78 | 76 | 5535 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 250 VSD | 622 | 37.3 | 1316 | 335 | 12.3 | - | 71-78 | 69-76 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 |
| | ZT 275 | 616 | 37.0 | 1305 | 350 | 12.3 | - | 78 | 76 | 5655 | 5040 | 2100 | 1650 |
| ZT 315 VSD | 709 | 42.5 | 1501 | 400 | 12.3 | - | 71-79 | 69-77 | 6130 | 5040 | 2100 | 1650 | |

- (1) Reference conditions
- Dry air
 - Absolute inlet pressure 1 bar(a)
 - Cooling and air intake temperature 20 °C
 - Nominal working pressure
 - 7 bar(e) for 7, 7.5 and 8.6 bar(e) variants
 - 9 bar(e) for 10 and 10.4 bar(e) variants
 - VSD 5 % derating for 380V nets
 - Capacity of the compressor package measured according to ISO 1217, Third Edition, Annex C

- (2) Cooling water temp rise of 15 °C (10 °C for FF)

- (3) Pressure dewpoint is specified for
- 20 °C cooling air/water temperature
 - relative humidity of 60 %
 - nominal working pressure
 - load level of minimum 50 %

- (4) ± 3 dB(A) according to ISO 2151:2004 and using ISO 9614-2

Conversions

- 1 kg = 2.2 lbs
- 1 mm = 0.039 inch
- °F = °C x 9/5 + 32





ISO 9001

A consistent quality earned us the industry's leadership and the customer's trust.



ISO 14001

Atlas Copco's Environmental Management System forms an integral part of each business process.

Never use compressed air as breathing air without prior purification in accordance with local legislation and standards.

What sets Atlas Copco apart as a company is our conviction that we can only excel in what we do, if we provide the best possible know-how and technology to really help our customers produce, grow and succeed.

There is a unique way of achieving that - we simply call it the Atlas Copco way. It builds on **interaction**, on long-term relationships and involvement in the customers' process, needs and objectives. It means having the flexibility to adapt to the diverse demands of the people we cater for.

It's the **commitment** to our customers' business that drives our effort towards increasing their productivity through better solutions. It starts with fully supporting existing products and continuously doing things better, but it goes much further, creating advances in technology through **innovation**. Not for the sake of technology, but for the sake of our customer's bottom line and peace-of-mind.

That is how Atlas Copco will strive to remain the first choice, to succeed in attracting new business and to maintain our position as the industry leader.

