

## Condiciones de utilización, almacenamiento y transporte para productos de Festo

### ¿Qué debe tenerse en cuenta al utilizar productos de Festo?

Para cumplir con el uso previsto de los productos de Festo, el usuario deberá respetar obligatoriamente los valores límite indicados en las especificaciones técnicas y atenerse a las instrucciones de seguridad.

La alimentación de los componentes neumáticos debe tener lugar con aire comprimido debidamente preparado sin fluidos agresivos → página 5 y siguientes.

Deben tenerse en cuenta las condiciones ambientales del lugar de aplicación. Los entornos corrosivos, abrasivos y polvorientos (p. ej., agua, ozono, polvo de lijado) reducen la vida útil del producto.

Compruebe la resistencia de los materiales de los productos de Festo a los fluidos utilizados o próximos → página 24.

Durante el uso de productos de Festo en aplicaciones de seguridad se deben tener en cuenta y respetar en todo momento las leyes y normas nacionales e internacionales, como la Directiva de Máquinas, con las correspondientes referencias a las normas, las reglas de las asociaciones profesionales, así como las regulaciones internacionales del sector.

Cualquier modificación por cuenta propia de los productos y sistemas de Festo implica un riesgo para la seguridad, por lo que está totalmente prohibida.

Festo no se responsabiliza de los daños ocasionados por tales modificaciones.

Recurra al asesoramiento de Festo si fuera aplicable uno de los siguientes puntos para el uso previsto del producto:

- Las condiciones del entorno y de utilización o el fluido de funcionamiento no se corresponden a las especificaciones técnicas.
- El producto debe cumplir una función de seguridad.
- Se requiere un análisis sobre posibles peligros o de seguridad.
- En caso de dudas sobre si el producto es apropiado para el uso previsto.
- En caso de dudas sobre si el producto es apropiado para el uso en aplicaciones de seguridad.

Todos los datos técnicos corresponden al estado en el momento de la impresión. Todos los contenidos, textos, representaciones, imágenes y dibujos incluidos en este documento son propiedad de Festo SE & Co. KG y están protegidos por los derechos de autor.

No se permite su reproducción, edición, traducción, microfilmación, almacenamiento ni procesamiento en sistemas electrónicos sin la correspondiente autorización de Festo SE & Co. KG.

Debido a los continuos avances tecnológicos, queda reservado el derecho de modificación.

### Condiciones de almacenamiento

#### Temperatura

El margen de temperatura en los lugares de almacenamiento debe situarse entre 10 °C y 40 °C durante todo el año. Deben evitarse los cambios bruscos de temperatura en el lugar de almacenamiento. Las fuentes de calor, como calefactores, tuberías de calefacción y similares, se deben dotar de una estructura de separación que no permita que el calor que emiten alcance directamente a los productos almacenados.

#### Radiación UV

No permita la exposición directa a la radiación solar (tragaluces, compuertas de salida de humos, etc.) ni a luces artificiales con un contenido ultravioleta alto. Utilice lámparas fluorescentes con protección UV.

#### Aire ambiente

Es obligatorio que el aire pueda circular y que exista una entrada (proporcional) permanente de aire del exterior al lugar de almacenamiento. Se deben tomar las medidas necesarias para evitar que los fluidos que se originan en los procesos de producción y que pudieran afectar a los materiales, p. ej., disolventes o similares, puedan entrar en las zonas de almacenamiento. En el lugar de almacenamiento no debe haber ningún dispositivo que genere ozono como, por ejemplo, ionizadores de aire ambiente o dispositivos de alta tensión.

La humedad relativa del aire no debe sobrepasar el 75 %. Evite la condensación.

#### Polvo

Los componentes se deben guardar en depósitos adecuados. El lugar de almacenamiento debe estar exento de polvo. Debe prestarse especial atención a que los revestimientos del suelo sean resistentes al desgaste y de poro cerrado, y debe impedirse que puedan penetrar partículas de polvo procedentes de fuentes externas (aire ambiente).

Siempre que se realicen reparaciones técnicas relacionadas con la construcción en el almacén (soldadura, corte abrasivo, etc.), los productos almacenados se deberán proteger adecuadamente de las salpicaduras de soldadura, las virutas, etc.

#### Almacenamiento y retirada

Los componentes no se deben someter a cambios extremos de temperatura.

#### Influencias mecánicas

Todos los productos, incluidos los embalajes de las piezas de repuesto y desgaste, se deben guardar de forma que no puedan sufrir deformaciones mecánicas ni resultar dañados, es decir, no se deben forzar, doblar ni someter a cargas puntuales. También se debe evitar el contacto directo prolongado de los productos de elastómero con el cobre o el manganeso debido a las interacciones.

#### Gestión de almacenamiento

Para evitar el envejecimiento excesivo de los componentes, se debe seguir el método "first in, first out" (primero en entrar, primero en salir). El tiempo total de almacenamiento debe ser lo más breve posible. En este contexto, rigen los plazos de garantía establecidos.

### Condiciones de transporte

En general, no existen restricciones en lo relativo a las condiciones ambientales que se dan durante el transporte terrestre, marítimo y aéreo, siempre y cuando los productos se mantengan debidamente protegidos mediante contenedores y materiales de embalaje adaptados a las especificaciones de la ficha de datos del

producto. En caso necesario, se puede procurar un transporte especial, por ejemplo, con control de temperatura. Sin embargo, este tipo de transporte debe acordarse por contrato y cobrarse por separado.

### Normas en la neumática: símbolos de advertencia según IEC 60417

#### Normas en la neumática

Las normas también son importantes en la neumática. Normalización equivale a uniformización (estandarización). Las normas también deben cumplirse obligatoriamente para comercializar productos y servicios entre empresas, ya sea nacional o internacionalmente.

Las normas industriales reflejan el nivel tecnológico actual. Estas normas crean una base uniforme para evaluar el funcionamiento técnico de los productos. En el caso de la neumática, las normas relevantes se refieren a dimensiones, a la seguridad y a la calidad. Festo colabora en las comisiones nacionales e internacionales de mayor relevancia dedicadas a la definición de normas.

#### Actuadores neumáticos

- Cilindros normalizados según ISO 6432.
- Cilindros normalizados según ISO 21287.
- Cilindros normalizados según ISO 15552 (ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562), NFE 49003.1 y UNI 10290.
- Horquillas según ISO 8140 o DIN 71752.
- Cabezas de rótula según ISO 12240-4, serie de dimensiones K.

#### Válvulas/terminales de válvulas

- Terminales para válvulas normalizadas.
- Electroválvulas y válvulas neumáticas con patrón de conexiones según ISO 15407-1.
- Placas base para válvulas según ISO 15407-1.
- Terminales de válvulas con patrón de conexiones según ISO 15407-2.
- Electroválvulas y válvulas neumáticas con patrón de conexiones según ISO 5599-1.
- Terminales de válvulas con patrón de conexiones según DIN ISO 5599-2.
- Placas base con patrón de conexiones según ISO 5599-1 y dimensiones exteriores según VDMA 24345.
- Electroválvulas con patrón de conexiones según VDI/VDE 3845 (Namur).

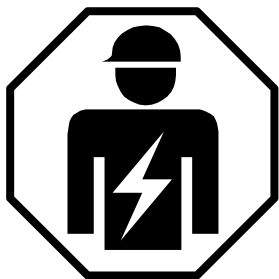
#### Preparación del aire comprimido

- Calidad del aire comprimido según ISO 8573-1:2010.
- Manómetros de tubo de Bourdon según EN 837-1.
- Manómetros de muelle encapsulado según EN 837-3.
- Acumuladores de aire comprimido según las Directivas 2014/68/UE, 2014/29/UE o EN 286-1.

#### Símbolos de advertencia según IEC 60417

Algunos productos y embalajes de Festo están dotados de símbolos de advertencia. Estos símbolos identifican productos para cuya instalación son necesarios conocimientos técnicos especiales. La instalación de estos productos debe llevarse a cabo por un técnico ya que conlleva ciertos riesgos.

##### IEC 60417-6182: Instalación, conocimientos técnicos en electricidad



Para la identificación de equipos y productos electrotécnicos. La instalación del producto identificado de este modo exige conocimientos electrotécnicos especiales.

##### IEC 60417-6183: Instalación, conocimientos técnicos en mecánica



Para la identificación de equipamiento y productos mecánicos. La instalación del producto identificado de este modo exige conocimientos mecánicos especiales.

## Medios de presión

### Medios de presión para el funcionamiento de los componentes neumáticos de Festo

Como medio de presión para el funcionamiento de componentes neumáticos de Festo pueden emplearse aire comprimido, nitrógeno en estado gaseoso y gases nobles.

Para la preparación de los medios de presión ha de observarse lo siguiente.

#### Nitrógeno (N):

El aire ambiente está compuesto por aprox. un 78 % de nitrógeno y un 21 % de oxígeno. El nitrógeno es un gas inerte que no reacciona en condiciones normales.

Si se cumplen los siguientes parámetros, nuestros productos pueden funcionar con nitrógeno puro (100 %) como medio de presión sin limitación alguna de la vida útil.

- El nitrógeno empleado debe encontrarse en estado gaseoso
- En lo relativo a la presión de funcionamiento, las temperaturas de uso y la calidad (partículas, humedad, contenido de aceite), son aplicables los valores indicados en la hoja de datos para el aire comprimido
- Los sensores de caudal solo están calibrados para el fluido de funcionamiento correspondiente indicado en la hoja de datos; el funcionamiento con otros gases provocará resultados erróneos.

#### Gases nobles (helio [He], neón [Ne], argón [Ar], criptón [Kr], xenón [Xe]):

Los gases nobles son extremadamente inertes y, por lo tanto, pueden utilizarse como fluido de funcionamiento. El helio, como el gas noble más ligero, presenta una permeabilidad elevada en plásticos y elastómeros, lo que puede provocar pérdidas de gas durante el funcionamiento de componentes neumáticos.

Si se respetan los siguientes parámetros, nuestros productos pueden funcionar con gases nobles como medios de presión sin limitación alguna de la vida útil.

- Los gases nobles utilizados deben estar en estado gaseoso
- En lo relativo a la presión de funcionamiento, las temperaturas de uso y la calidad (partículas, humedad, contenido de aceite), son aplicables los valores indicados en la hoja de datos para el aire comprimido
- Los sensores de caudal solo están calibrados para el fluido de funcionamiento correspondiente indicado en la hoja de datos; el funcionamiento con otros gases provocará resultados erróneos

#### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):

El dióxido de carbono CO<sub>2</sub> es un gas incoloro no combustible que se diluye sin problema en agua formando ácidos carbónicos. Tiene múltiples aplicaciones, por ejemplo, como aditivo para bebidas en la tecnología alimentaria o como gas de protección en aplicaciones técnicas.

El dióxido de carbono puede utilizarse en nuestros productos como fluido de funcionamiento sin limitación alguna de la vida útil siempre que se cumplan los siguientes parámetros:

- El dióxido de carbono debe estar en estado gaseoso.
- En lo relativo a la presión de funcionamiento, las temperaturas de uso y la calidad (partículas, humedad, contenido de aceite), son aplicables los valores indicados en la hoja de datos para el aire comprimido.
- En aplicaciones con una presión de funcionamiento > 20 bar no puede utilizarse dióxido de carbono como fluido de funcionamiento.
- Los sensores de caudal solo están calibrados para el fluido de funcionamiento correspondiente indicado en la hoja de datos; el funcionamiento con otros gases provocará resultados erróneos.



#### Atención

En caso de utilizar nitrógeno, dióxido de carbono o gases nobles como fluido de funcionamiento, ha de procurarse una ventilación adecuada de las estancias afectadas (riesgo de asfixia en caso de escape del fluido de funcionamiento).

### Medios de presión

#### Agua

Los productos de Festo están concebidos, principalmente, para el funcionamiento con aire comprimido. En el caso de especificarse el agua como fluido de funcionamiento adicional en productos de Festo, los materiales en contacto con el fluido son aptos para el agua. No se promete una durabilidad determinada de los productos. No obstante, en comparación con el aire, el agua presenta determinadas características que han de tenerse en cuenta en caso de funcionamiento continuo.

- El agua favorece la corrosión.  
Especialmente en el caso de los racores metálicos, es preciso comprobar si el material utilizado del racor es adecuado electroquímicamente para el material de la rosca o, dado el caso, del anillo de junta.
- En caso de utilizar agua, las fugas pueden tener consecuencias más graves que si se emplea aire comprimido.  
Si los productos de Festo se utilizan en circuitos de refrigeración o calefacción, puede producirse un desgaste acelerado o un hundimiento de las juntas debido al mayor estrés térmico.  
Han de tenerse en cuenta los daños derivados del escape de agua como posible error en caso de funcionamiento continuo (p. ej., vaciado de sistemas de refrigeración, daños en componentes eléctricos/electrónicos).
- No todas las aguas son iguales.  
El término "agua" aquí utilizado hace referencia a agua corriente líquida y sin hielo. La idoneidad de los productos para cualquier tipo de agua modificada, p. ej., agua desmineralizada, agua salada o agua con aditivos, así como agua en fase de vapor debe consultarse por separado.
- Si no se indica lo contrario, la idoneidad de los productos para el uso de agua no debe considerarse una aprobación, p. ej., para aplicaciones de agua potable o suelos radiantes.
- El agua no se comprime.  
La falta de compresibilidad puede provocar picos de tensión en sistemas hidráulicos, p. ej., al conmutar válvulas. Estos picos no deben superar el margen de presión admisible para el producto.

## Preparación del aire comprimido

### ¿Por qué es necesaria la preparación del aire comprimido?

La preparación apropiada del aire comprimido contribuye a evitar fallos de funcionamiento en componentes neumáticos. Además, aumenta la vida útil de los componentes y reduce la inactividad imprevista de máquinas y equipos. También logra aumentar la seguridad de los procesos.

El aire comprimido contiene las siguientes impurezas:

- partículas,
- agua y
- aceite.

El agua y el aceite pueden estar presentes en forma líquida o gaseosa. Dentro de la red del aire comprimido pueden pasar de un estado a otro.

Estos tres tipos de contaminación no aparecen de manera aislada en una red real de aire comprimido. Más bien forman mezclas. Estas mezclas pueden variar en diversos puntos de la red en diferentes momentos. En derivaciones o empalmes puede acumularse, por ejemplo, agua, mientras que en puntos muertos de las tuberías pueden acumularse partículas. Un pico de presión puede provocar el desprendimiento repentino de esas acumulaciones.

### Una preparación deficiente del aire comprimido provoca los siguientes fallos de funcionamiento:

- Desgaste prematuro de juntas
- Depósitos de aceite en las válvulas en la parte de control
- Suciedad en los silenciadores

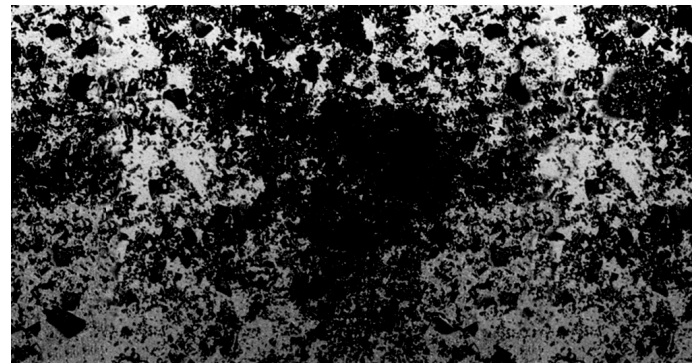
### Posibles consecuencias para el usuario y las máquinas:

- Menor disponibilidad de las máquinas
- Mayores costes energéticos debido a fugas
- Trabajo de mantenimiento más frecuente
- Vida útil menor de componentes y sistemas

### Partículas

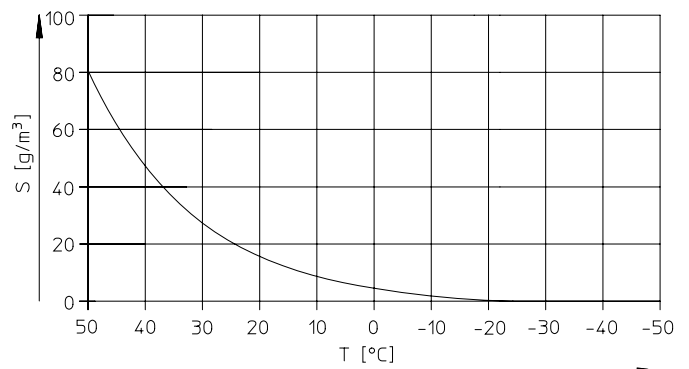
El aire comprimido contiene partículas de diversa índole (hollín, abrasivos y corrosivos). El aire comprimido también puede contener virutas metálicas (residuos ocasionados al efectuar trabajos de remodelación en la red del aire comprimido) o restos de agentes hermetizantes (por ejemplo, trozos de cinta PFTE).

Conforme a ISO 85731:2010, las partículas se clasifican en partículas finas: tamaño 0,1 ... 5  $\mu\text{m}$  y en partículas gruesas: tamaño  $> 5 \mu\text{m}$ .



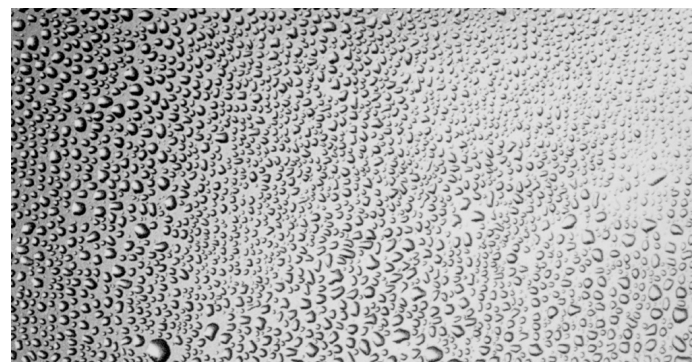
### Contenido de agua en el aire S en función de la temperatura ambiente T

El contenido máximo de agua en el aire (humedad relativa del 100 %) depende de la temperatura. El aire (expresado en unidades de volumen  $\text{m}^3$ ) puede contener una cantidad de agua determinada (expresada en g), independientemente de la presión. Cuanto más alta sea la temperatura, más agua puede contener el aire. El excedente de humedad se condensa. Si baja la temperatura del aire (por ejemplo, de 20 °C a 3 °C), se reduce la cantidad máxima de agua contenida en el aire comprimido de 18  $\text{g}/\text{m}^3$  a 6  $\text{g}/\text{m}^3$ . Esto significa que, en estas condiciones, el aire comprimido solo es capaz de contener una tercera parte del agua. El resto (12  $\text{g}/\text{m}^3$ ) cae a modo de gotas (rocío) y debe evacuarse a fin de no provocar fallos de funcionamiento.



### Condensación del agua

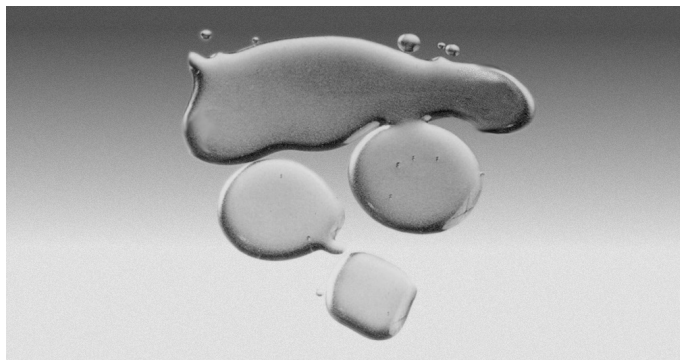
El aire siempre contiene una cantidad determinada de agua en forma de humedad. Esta humedad se libera en grandes cantidades al bajar la temperatura del aire comprimido. El secado ayuda a evitar daños por corrosión en la red del aire comprimido y fallos de funcionamiento en los consumidores conectados a ella.



### Preparación del aire comprimido

#### Contaminación por aceite

Los aerosoles oleicos, contenidos en el aire aspirado de la atmósfera, provocan un exceso de aceite residual, incluso si los compresores funcionan sin aceite. Sin embargo, este aceite no es apropiado para la lubricación de actuadores e, incluso, puede provocar la obturación de sus componentes más sensibles.



#### ¿Cuál es la pureza necesaria del aire comprimido?

La calidad necesaria del aire comprimido depende de los requisitos

Por lo tanto, la respuesta es sencilla: el aire comprimido siempre debe tener el grado de pureza necesario para que no ocasione fallos de funcionamiento o daños.

Puesto que cada filtro presenta también una resistencia al caudal, es recomendable que, por razones económicas, el aire comprimido solo esté tan limpio como sea necesario.

Las diversas aplicaciones del aire comprimido requieren calidades de aire diferentes en cada caso. Si se precisa aire comprimido de alta calidad, este deberá filtrarse en varias etapas → página 9. Si solo se utiliza un filtro "fino", este quedaría obstruido muy pronto.

#### Dimensionado

##### - - Nota

Los equipos montados en la entrada de una bifurcación/distribución de aire deberían tener una gran capacidad de caudal, ya que deben poner a disposición del sistema todo el aire necesario.

Más información

→ [www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido](http://www.festo.com/catalogue/Preparación%20del%20aire%20comprimido)

El dimensionado de las unidades de mantenimiento depende del consumo de aire del sistema. Si las unidades son demasiado pequeñas, se producen oscilaciones de la presión, y los filtros se obstruyen más rápidamente.

Aplicando criterios económicos, es recomendable utilizar aire muy puro únicamente si es absolutamente necesario. Para disponer de aire de calidades diversas puede recurrirse a módulos de derivación montados entre las unidades de filtrado.

#### Funcionamiento de las unidades de mantenimiento

Los filtros de aire comprimido retienen las partículas sólidas y la humedad. Las partículas > 40 ... 5 µm (según el grado de filtración) se retienen mediante un filtro sinterizado. Los líquidos se extraen mediante fuerza centrífuga. El condensado acumulado en el depósito del filtro deberá vaciarse regularmente ya que, de lo contrario, puede ser arrastrado por el aire.

Diversos sectores industriales necesitan a menudo aire extremadamente limpio. En esos sectores se utilizan combinaciones de filtros micrónicos y submicrónicos. Los filtros micrónicos se utilizan en una primera fase para eliminar impurezas de hasta 1 µm.

Los filtros submicrónicos se emplean en una segunda fase para eliminar casi totalmente las gotas de agua y aceite y las partículas de suciedad aún contenidas en el aire comprimido. Para conseguirlo se utilizan filtros capaces de filtrar el aire en un 99,999 % (valor equivalente a una filtración de hasta 0,01 µm).

Un regulador de presión mantiene la presión de trabajo (lado secundario) a niveles casi constantes, independientemente de las oscilaciones de la presión que sufra la red (lado primario) y del consumo de aire. La presión de entrada siempre tiene que ser superior a la presión de trabajo.

El lubricador del aire comprimido permite la lubricación de los elementos neumáticos en caso necesario. El aceite es aspirado del depósito de reserva, y, al entrar en contacto con el aire, se produce su nebulización. El lubricador se pone en funcionamiento cuando el flujo es suficientemente grande.

## Preparación del aire comprimido

### Aire comprimido lubricado

Al utilizar aire comprimido lubricado deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- Utilice el aceite especial OFSW-32 de Festo o las alternativas indicadas en el catálogo (según DIN 51524-HLP 32, viscosidad 32 cSt a 40 °C).
- Tratándose de aire a presión con aceite, la lubricación adicional no deberá superar los 25 mg/m<sup>3</sup> (ISO 8573-1:2010). El aire comprimido preparado después del compresor debe corresponderse en calidad con el aire comprimido no lubricado.
- El funcionamiento con aire comprimido lubricado hará que la lubricación de por vida necesaria para un funcionamiento sin lubricación sea "lavada y eliminada". En ese caso es posible que se produzcan fallos si después del funcionamiento con aire lubricado vuelve a cambiarse al funcionamiento con aire sin lubricar.
- Si fuera necesario utilizar aire lubricado, siempre que sea posible los lubricadores deberán instalarse solo inmediatamente antes del cilindro consumidor para evitar que todo el sistema contenga aire lubricado.
- ¡Deberá ponerse cuidado en no lubricar en exceso el sistema! Para comprobar si el ajuste del lubricador es correcto, puede realizarse la siguiente prueba: coloque un cartón blanco a una distancia de 10 cm de la salida de aire (sin silen-

ciador) de una válvula de trabajo del cilindro más alejado. Si se deja funcionar el sistema durante algún tiempo, el cartón solo deberá adquirir un ligero color amarillento. Si gotea aceite, esto significa que la dosificación es excesiva en el lubricador.

- Otra prueba de lubricación excesiva consiste en verificar la coloración o el estado de los silenciadores del aire de escape. Si tienen un color amarillo claramente visible y gotean aceite, el aire contiene demasiado aceite.
- El aire comprimido que contiene partículas de suciedad o que está mal lubricado reduce la vida útil de los elementos neumáticos.
- Cada semana deberá controlarse como mínimo dos veces el estado de las unidades de mantenimiento, verificando el nivel del condensado y el ajuste del lubricador. Es recomendable que este control sea incluido en el plan de mantenimiento de la máquina.
- En todo caso debería prescindirse de una lubricación adicional para no contaminar el medioambiente. Las válvulas y los cilindros neumáticos de Festo han sido concebidos de tal modo que, si se utilizan correctamente, no precisan de una lubricación adicional, sin por ello disminuir su vida útil.

### Contenido de aceite

Debe diferenciarse entre aceite residual en funcionamiento sin lubricación y aceite adicional en funcionamiento con lubricación.

Funcionamiento sin lubricación:

Los análisis del contenido de aceite residual han demostrado que los diversos tipos de aceite tienen consecuencias totalmente diferentes. Esto significa que, al analizar el contenido de aceite residual, tienen que diferenciarse los tipos siguientes:

- Aceites biológicos: aceites sobre la base de ésteres sintéticos o naturales (por ejemplo, éster de aceite de colza). En este caso, el contenido de aceite residual no puede superar los 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

Esto se corresponde con ISO 8573-1:2010 clase 2

→ [www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido](http://www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido).

Si la cantidad de aceite es mayor, se producen daños en las juntas tóricas, las juntas y en otros componentes (por ejemplo, en los depósitos de los filtros) de equipos de instalaciones neumáticas, con lo que los productos pueden fallar prematuramente.

- Aceites minerales (p. ej., aceites HLP según DIN 51524, parte 2) o aceites correspondientes sobre la base de polialfaolefinas (PAO). En este caso, el contenido de aceite residual no puede superar los 5 mg/m<sup>3</sup>. Este valor cumple con la norma ISO 8573-1:2010 clase 4 → [www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido](http://www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido).

No es admisible un contenido mayor de aceite residual independientemente del aceite del compresor, ya que de lo contrario se produciría un lavado del lubricante con el transcurso del tiempo. En ese caso es posible que los componentes no funcionen debidamente.

### Humedad

Punto de condensación bajo presión de máx. 3 °C.

Cumple, como mínimo, con la clase 4 de la normal ISO 8573-1:2010

→ [www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido](http://www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido).



#### Nota

El punto de condensación bajo presión tiene que ser como mínimo 10 K inferior a la temperatura del medio, ya que de lo contrario puede producirse una congelación del aire comprimido en fase de expansión.

### Tipos apropiados de aceite

Aceite especial en envase de 1 litro:

Código del pedido: OFSW-32

### Partículas sólidas

Carga de partículas adicional máx. de 10 mg/m<sup>3</sup>, tamaño máx. de las partículas de 40 µm.

Cumple con ISO 8573-1:2010 clase 7

→ [www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido](http://www.festo.com/catalogue/Preparación del aire comprimido).



#### Nota

Preparación óptima del aire comprimido y, por lo tanto, menor frecuencia de fallos de las máquinas y mayor seguridad de los procesos. Véase a este respecto: **Análisis de la calidad del aire comprimido** → [www.festo.com](http://www.festo.com)

## Preparación del aire comprimido

<b>Clases de pureza considerando partículas según ISO 8573-1:2010</b>			
Clase	Cantidad máxima de partículas por m <sup>3</sup> en función del tamaño de las partículas d		
	0,1 µm < d ≤ 0,5 µm	0,5 µm < d ≤ 1,0 µm	1,0 µm < d ≤ 5,0 µm
0	Según la especificación del usuario o del proveedor de los equipos y más exigente que la clase 1		
1	≤ 20000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400000	≤ 6000	≤ 100
3	Sin especificar	≤ 90000	≤ 1000
4	Sin especificar	Sin especificar	≤ 10000
5	Sin especificar	Sin especificar	≤ 100000
Clase	Concentración en masa C <sub>p</sub>		
	[mg/m <sup>3</sup> ]		
6 <sup>1)</sup>	0 < C <sub>p</sub> ≤ 5		
7 <sup>1)</sup>	5 < C <sub>p</sub> ≤ 10		
X	C <sub>p</sub> > 10		

- 1) Para suministrar aire comprimido a herramientas industriales y máquinas neumáticas suele utilizarse aire comprimido depurado mediante filtros universales que filtran partículas de 5 µm (clase 6) o 40 µm (clase 7). Este criterio prevaleció durante muchos años hasta que aparecieron los nuevos sistemas de medición del tamaño de partículas. Sin embargo, el funcionamiento fue y sigue siendo satisfactorio, lo que permite reducir las pérdidas de presión (y, por lo tanto, las pérdidas de rendimiento) a niveles mínimos.  
La filtración no es al 100 %. Los filtros tienen una eficiencia mínima del 95 % en relación con el tamaño especificado de las partículas. Esto significa que, en el caso de la clase 6, se filtra el 95 % de todas las partículas que tienen un tamaño de 5 µm; en el caso de la clase 7, se filtra el 95 % de todas las partículas que tienen un tamaño de 40 µm (según ISO 12500-3).

<b>Clases de pureza considerando humedad y agua según ISO 8573-1:2010</b>	
Clase	Punto de condensación bajo presión
	[°C]
0	Según la especificación del usuario o del proveedor de los equipos y más exigente que la clase 1
1	≤ -70
2	≤ -40
3	≤ -20
4	≤ +3
5	≤ +7
6	≤ +10
Clase	Concentración de agua en estado líquido C <sub>w</sub>
	[g/m <sup>3</sup> ]
7	C <sub>w</sub> ≤ 0,5
8	0,5 < C <sub>w</sub> ≤ 5
9	5 < C <sub>w</sub> ≤ 10
X	C <sub>w</sub> > 10

<b>Clases de pureza considerando el contenido total de aceite según ISO 8573-1:2010</b>	
Clase	Concentración total de aceite (líquido, aerosol y vapor)
	[mg/m <sup>3</sup> ]
0	Según la especificación del usuario o del proveedor de los equipos y más exigente que la clase 1
1	≤ 0,01
2	≤ 0,1
3	≤ 1
4	≤ 5
X	> 5



## Preparación del aire comprimido

### Calidad del aire comprimido en la aplicación

Denominación según ISO 8573-1:2010 [partículas:agua:aceite]

La clase que se puede alcanzar mediante la preparación del aire comprimido depende de la calidad del aire comprimido disponible después del compresor. Los datos ofrecidos son válidos en redes de aire comprimido típicas y no pretenden ser exhaustivos.

Preparación centralizada del aire		Distribución del aire	Preparación descentralizada del aire		Aplicaciones típicas
Componente	Clase	Clase	Componente	Clase <sup>3)</sup>	
Compresor	[-:--]	[-:--]	Separador de agua	[-:7:4]	Todas las aplicaciones en las que sea necesario disponer de aire comprimido prácticamente libre de condensado. Filtración no definida de partículas.
Compresor + Filtro previo + Secador	[7:4:4] <sup>1)</sup>	[-:4:-] <sup>2)</sup>	Filtro 40 µm	[7:4:4]	Fluido de funcionamiento para válvulas, cilindros, embalaje secundario (estándar)
			Filtro 5 µm	[6:4:4]	Control de posición servoneumático con válvulas distribuidoras proporcionales, herramientas neumáticas
			Filtro 5 + 1 µm	[5:4:3]	Aplicaciones con un contenido de aceite residual < 0,5 mg/m <sup>3</sup> , industria textil, hiladoras a aire, industria papelera
			Filtro 5 + 1 + 0,01 µm	[1:4:2]	Aplicaciones con un contenido de aceite residual < 0,01 mg/m <sup>3</sup> , p. ej., cojinetes neumáticos, pintado, recubrimiento en polvo
			Filtro 5 + 1 + 0,01 µm + Filtro de carbón activo	[1:4:1]	Aplicaciones con un contenido de aceite residual < 0,003 mg/m <sup>3</sup> , reducción de vapores de aceite y olores, instrumentos ópticos, aire de barrido para reglas de vidrio/láseres, embalaje primario
			Filtro 5 + 1 + 0,01 µm + Filtro de carbón activo + Secador de membrana	[1:3:1]	Industria de semiconductores, productos farmacéuticos
Filtro 5 + 1 µm + Secador por adsorción	[2:2:2]	Aplicaciones a bajas temperaturas, aire seco para ejecución de procesos, transporte de polvos, elaboración de alimentos [1:2:1]			

1) Es posible obtener clases notablemente mejores con una preparación apropiada del aire después del compresor.

2) Las redes de tuberías pueden aumentar la cantidad de partículas contenidas en el aire comprimido (virutas, óxido,...); en determinadas rutas de la distribución del aire comprimido puede acumularse aceite líquido. Los datos ofrecidos son válidos a temperatura ambiente normal. Si partes de la red de aire comprimido están expuestas a temperaturas más bajas, deberá seleccionarse la clase de humedad de tal manera que el punto de condensación bajo presión sea 10 K inferior a la temperatura mínima esperada.

3) Clase según ISO 8573-1:2010 con temperatura ambiente 20 °C

### Definición de la clase de pureza del aire comprimido según ISO 8573-1:2010

La calidad del aire comprimido depende de los siguientes factores:

- Contaminación sólida (partículas)
- Humedad y agua
- Contenido de aceite determinado.

La clase de pureza del aire se indica de la siguiente manera:

- A = partículas
- B = humedad
- C = contenido de aceite

#### Ejemplo:

ISO 8573-1:2010 [-:7:-]

Partículas: sin definir

Humedad: ≤ 0,5 g/m<sup>3</sup>

Contenido de aceite: sin definir

### Condiciones de utilización de válvulas

#### Calidad del aire comprimido

En condiciones normales, las válvulas neumáticas de Festo pueden utilizarse con aire comprimido lubricado y sin lubricar.

En caso de ser necesario el uso de aire comprimido de otra calidad, se indicará en las especificaciones técnicas del producto correspondiente.

La elección de las combinaciones de materiales utilizadas, la configuración geométrica de las juntas dinámicas y la lubricación básica aplicada en fábrica permiten el funcionamiento con aire comprimido no lubricado.

Sin embargo, no se admite el funcionamiento sin lubricación en las siguientes condiciones:

- Si las válvulas han funcionado una vez con aire comprimido lubricado, deberá continuar utilizándose aire comprimido lubricado, ya que una lubricación adicional provoca la eliminación de la lubricación básica.
- Sin embargo, es obligatorio en todos los casos el uso de un filtro que separe la contaminación de hasta 40 µm (versión estándar del cartucho filtrante).

En determinadas aplicaciones es posible que sea necesario utilizar aire comprimido filtrado con una graduación más fina.

#### Anchura nominal

La anchura nominal indica cuál es la sección mínima por la que pasa el caudal principal de la válvula. Corresponde al diámetro de un círculo imaginario y se expresa en mm.

Se trata de una magnitud que solo permite una comparación limitada de diferentes elementos. Para comparar las características reales de los productos debe considerarse también el caudal nominal normal.

#### Caudal nominal normal

El caudal nominal normal  $q_n$  es la magnitud utilizada por Festo para indicar en l/min el caudal de un equipo o componente.

El caudal nominal normal  $q_n$  es el caudal medido en las condiciones siguientes que define la norma DIN 1343:

- Medio de control: aire
- Temperatura: 20 ±3 °C (temperatura del medio)
- Objeto de control a temperatura ambiente
- Las presiones que han de ajustarse están pensadas para componentes con una sección constante (p. ej., válvulas distribuidoras):  
Presión de entrada  $p_1 = 6$  bar  
Presión de salida  $p_2 = 5$  bar

Condiciones según la norma DIN 1343:

- $t_n = 0$  °C (temperatura normalizada)
- $p_n = 1,013$  bar (presión normalizada)

Excepción 1:

Silenciador

Presión de entrada  $p_1 = 6$  bar

Presión de salida  $p_2 = p_{amb}$

$p_{amb}$  = presión atmosférica

Excepción 2:

Elementos de baja presión

Presión de entrada  $p_1 = 0,1$  bar

Presión de salida  $p_2 = p_{amb}$

Excepción 3:

Para reguladores de presión:

La presión de entrada  $p_1 = 10$  bar (constante) y la presión de salida  $p_2 = 6$  bar con  $q = 0$  l/min se ajustan en el objeto de prueba. A continuación, el caudal se aumenta de modo lento y continuo con ayuda de la válvula estranguladora hasta que la presión de salida descienda al valor  $p_2 = 5$  bar. Se mide el caudal resultante.

## Condiciones de utilización de válvulas

### Presión y márgenes de presión

#### Presión

Fuerza por superficie. Hay que diferenciar entre la presión diferencial contra la atmósfera y la presión absoluta. Los datos indicados para equipos neumáticos se refieren generalmente a la presión diferencial contra la atmósfera, a menos que se indique explícitamente lo contrario.

Símbolos de la fórmula:

- Presión diferencial contra la atmósfera  $p$
- Presión absoluta  $p_{abs}$

Unidad:

- bar
- MPa
- psi

1 bar = 0,1 MPa = 14,5 psi

#### Presión de funcionamiento

Las indicaciones de "máx." o "máx. admisible" señalan la presión máxima admisible para el correcto funcionamiento de un elemento o sistema.

#### Margen de presión de funcionamiento

Se trata del margen entre la presión de funcionamiento mínima necesaria y la máxima admisible para el correcto funcionamiento de un elemento o sistema. En la neumática, este margen también se denomina margen de presión de trabajo.

#### Margen de presión de mando

Margen entre la presión de mando mínima necesaria y máxima admisible para el correcto funcionamiento de una válvula o sistema.

Se normalizaron según ISO 4399, p. ej., las siguientes presiones: 2,5, 6,3, 10, 16, 40 y 100 bar.

#### Presión de desconexión

Presión que, si queda por debajo del valor mínimo, provoca que una válvula distribuidora monoestable vuelva a su posición normal.

#### Presión absoluta

En un espacio con vacío (100 % vacío), la presión es igual a 0. La presión absoluta se mide a partir de ese punto cero teórico.

#### Presión de conexión

Presión que provoca la activación de una válvula distribuidora. Los datos incluidos en el catálogo en relación con la presión de conexión indican que debe aplicarse esa presión mínima en la entrada de señal para que la válvula conmute de modo fiable.

## Identificaciones de los puertos de los elementos neumáticos según ISO 5599

Identificación de las conexiones	Mediante cifras según ISO 5599 (válvulas de 5/2 y 5/3 vías)	Mediante letras <sup>1)</sup>
Conexión de aire comprimido	1	P
Conexiones de trabajo	2	B
	4	A
		C
Escapes de aire	3	S
	5	R
		T
Conexiones de control (señal)	10 <sup>2)</sup>	Z <sup>2)</sup>
	12	Y
	14	Z
Conexiones de aire de pilotaje (alimentación de energía)	81 (12)	
	81 (14)	
Escapes del aire de servopilotaje	83 (82)	
	83 (84)	
Conexiones de fugas		L

1) Todavía se encuentran con frecuencia en la práctica

2) Cancela la señal de salida

## Condiciones de utilización de actuadores

### Calidad del aire comprimido

En condiciones de utilización normales, los actuadores neumáticos de Festo pueden utilizarse con aire comprimido lubricado y sin lubricar. En caso de ser necesario el uso de aire comprimido de otra calidad, se indicará en las especificaciones técnicas del producto correspondiente. La elección de los materiales y de las combinaciones de materiales utilizados, la configuración geométrica de las juntas dinámicas y la lubricación básica aplicada en fábrica permiten el funcionamiento con aire comprimido no lubricado.

### Condiciones ambientales

Deben tenerse en cuenta las condiciones ambientales del lugar de aplicación. Los entornos corrosivos, abrasivos y polvorientos (p. ej., agua, ozono, polvo de lijado) reducen la vida útil del producto.

Compruebe la resistencia de los materiales de los productos de Festo a los fluidos utilizados o próximos → página 24.

### Frecuencia

Si los actuadores neumáticos funcionan a la velocidad máxima posible, hay que realizar pausas entre los movimientos de las carreras.

### Presión de funcionamiento

Las indicaciones de "máx." o "máx. admisible" señalan la presión máxima admisible para el correcto funcionamiento de un actuador o sistema.

### Fuerza útil con cilindros de simple efecto

Para la fuerza útil efectiva de los cilindros ha de tenerse en cuenta la desviación admisible de las fuerzas del muelle según DIN 2095 grado 2. Además, la fuerza útil se reduce debido a las fuerzas de fricción.

La fricción depende de la posición de montaje y del tipo de carga. Las cargas transversales aumentan la fricción.

Sin embargo, no se admite el funcionamiento sin lubricación en las siguientes condiciones:

Si los actuadores han funcionado una vez con aire comprimido lubricado, deberá continuar utilizándose aire comprimido lubricado, ya que una lubricación adicional provoca la eliminación de la lubricación básica.

### Uso previsto

Los actuadores neumáticos sirven para transformar la energía de la presión en energía cinética mediante la cual se desarrollan y transmiten fuerzas. La utilización como muelles o elementos de amortiguación no forma parte del uso previsto ya que con ello se producen cargas adicionales.

### Posición de montaje

En principio, los actuadores de Festo pueden montarse en cualquier posición. Si fuera necesario considerar limitaciones o adoptar medidas especiales, deben consultarse las especificaciones técnicas del producto correspondiente.

### Margen de presión de funcionamiento

Se trata del margen entre la presión de funcionamiento mínima necesaria y la máxima admisible para el correcto funcionamiento de un elemento o sistema. En la neumática, este margen también se denomina margen de presión de trabajo.

La fuerza de fricción debe ser menor que la fuerza de retroceso del muelle. Es recomendable utilizar cilindros de simple efecto sin exponerlos a cargas transversales.

## Condiciones de utilización de actuadores

### Desviaciones admisibles de la carrera en cilindros normalizados

Según ISO 15552 (se corresponde con las normas revocadas ISO 6431, DIN ISO 6431, VDMA 24562, NFE 49003.1, UNI 10290), ISO 6432 y ISO 21287, la longitud de carrera puede diferir de la indicada debido a las tolerancias de fabricación. Estas tolerancias siempre son positivas. En la tabla constan las desviaciones admisibles exactas.

Norma	∅ del émbolo [mm]	Longitud de carrera [mm]	Desviación admisible de la carrera [mm]
ISO 6432	8, 10, 12, 16, 20, 25	0 ... 500	+1,5
ISO 15552	32	0 ... 500	+2
	40, 50	500 ... 12500	+3,2
	63	0 ... 500	+2
	80, 100	500 ... 12500	+4
	125, 160	0 ... 500	+4
ISO 21287	200, 250, 320	500 ... 2000	+5
	20, 25	0 ... 500	+1,5
	32, 40, 50	0 ... 500	+2
	63, 80, 100	0 ... 500	+2,5



#### Nota

Si las longitudes de carrera son superiores a las que se indican en la tabla, las tolerancias deberán acordarse entre el fabricante y el usuario.

### Detección de posición sin contacto

En el caso de actuadores neumáticos de Festo con detección de posición sin contacto, hay un imán permanente en el émbolo del cilindro a través de cuyo campo magnético se acciona sin contacto el sensor de proximidad. Los sensores de proximidad permiten detectar las posiciones finales e intermedias del cilindro. En un cilindro pueden montarse varios sensores de proximidad, ya sea directamente o mediante kits de fijación.



### Diámetro del émbolo



Con este pictograma se indica el diámetro del émbolo. En las tablas de dimensiones, para el diámetro del émbolo figura solo el símbolo ∅.

## Tabla de presión-fuerza

Fuerza del émbolo [N]								
∅	Presión de funcionamiento [bar]							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2,5	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,5
3,5	0,9	1,7	3,8	3,5	4,3	5,2	6,1	6,9
5,35	2	4	6,1	8,1	10,1	12,1	14,2	16,2
6	2,5	5,1	7,6	10,2	12,7	15,3	17,8	20,4
8	4,5	9	13,6	18,1	22,6	27,1	31,7	36,2
10	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5
12	10,2	20,4	30,5	40,7	50,9	61,0	71,3	81,4
16	18,1	36,5	54,3	72,4	90,5	109	127	145
20	28,3	56,5	84,8	113	141	170	198	226
25	44,2	88,4	133	177	221	265	309	353
32	72,4	145	217	290	362	434	507	579
40	113	226	339	452	565	679	792	905
50	177	353	530	707	884	1060	1240	1410
63	281	561	842	1120	1400	1680	1960	2240
80	452	905	1360	1810	2260	2710	3170	3620
100	707	1410	2120	2830	3530	4240	4950	5650
125	1100	2210	3310	4420	5520	6630	7730	8840
160	1810	3620	5430	7240	9050	10900	12700	14500
200	2830	5650	8480	11300	14100	17000	19800	22600
250	4420	8840	13300	17700	22100	26500	30900	35300
320	7240	14500	21700	29000	36200	43400	50700	57900

Fuerza del émbolo [N]							
∅	Presión de funcionamiento [bar]						
	9	10	11	12	13	14	15
2,5	4	4,4	4,9	5,3	5,7	6,2	6,6
3,5	7,8	8,7	9,5	10,4	11,3	12,1	13
5,35	18,2	20,2	22,2	24,3	26,3	28,3	30,3
6	22,9	25,4	28	30,5	33,1	35,6	38,2
8	40,7	45,2	49,8	54,3	58,8	63,3	67,9
10	63,6	70,7	77,8	84,8	91,9	99	106
12	91,6	101	112	122	132	143	153
16	163	181	199	217	235	253	271
20	254	283	311	339	368	396	424
25	398	442	486	530	574	619	663
32	651	724	796	869	941	1010	1090
40	1020	1130	1240	1360	1470	1580	1700
50	1590	1770	1940	2120	2300	2470	2650
63	2520	2810	3090	3370	3650	3930	4210
80	4070	4520	4980	5430	5880	6330	6790
100	6360	7070	7780	8480	9190	9900	10600
125	9940	11000	12100	13300	14400	15500	16600
160	16300	18100	19900	21700	23500	25300	27100
200	25400	28300	31100	33900	36800	39600	42400
250	39800	44200	48600	53000	57400	61900	66300
320	65100	72400	79600	86900	94100	101000	109000

La fuerza del émbolo F puede calcularse con las siguientes fórmulas a partir de la superficie del émbolo A, la presión de funcionamiento p y la fricción R:

$$F = p \cdot A - R$$

$$F = p \cdot 10 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4} - R$$

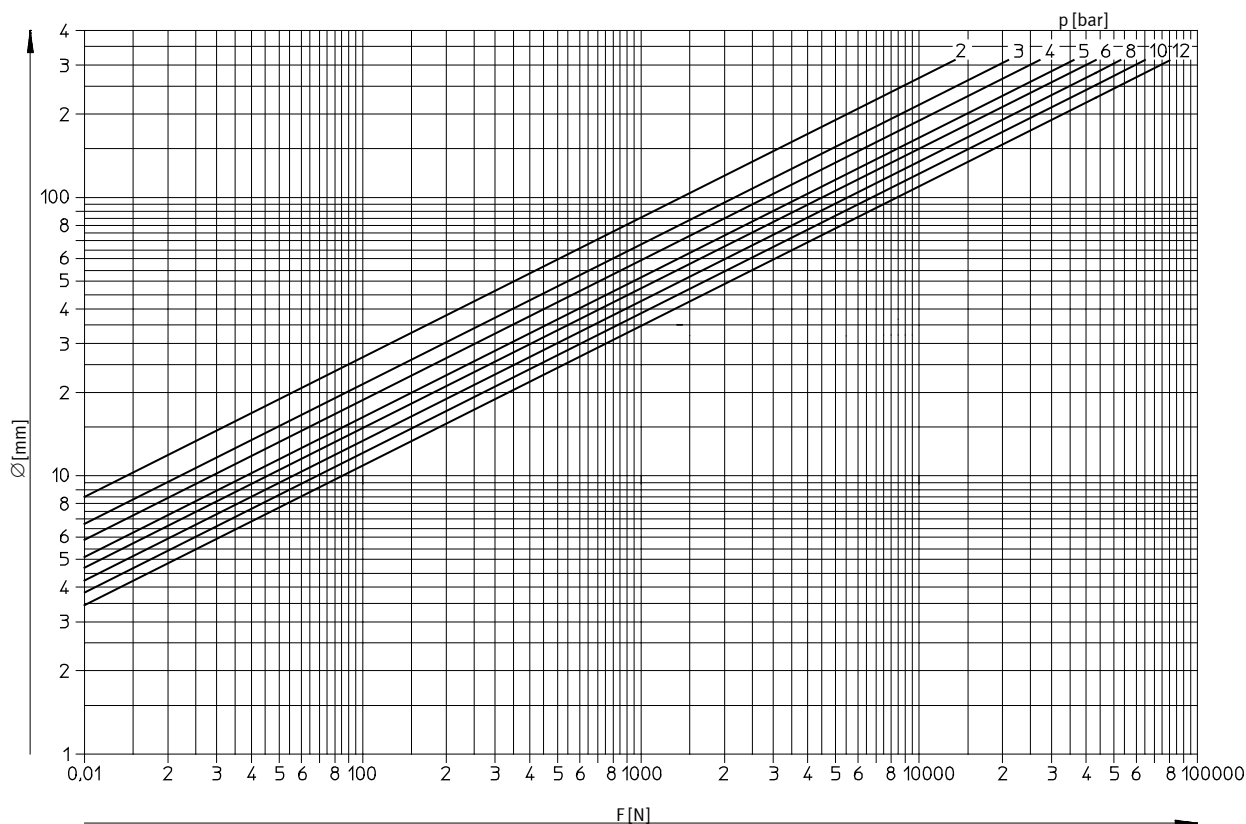
- p = presión de funcionamiento [bar]  
d = ∅ del émbolo [cm]  
R = fricción ~10 % [N]  
A = superficie del émbolo [cm<sup>2</sup>]  
F = fuerza efectiva del émbolo [N]

Encontrará el software de dimensionamiento ProPneu en el DVD y en [www.festo.com](http://www.festo.com).

## Gráfico de presión-fuerza

### Presión de funcionamiento $p$ en función del $\varnothing$ del émbolo y de la fuerza $F$

En el gráfico se ha considerado aprox. un 10 % de fuerza de fricción



Valores conocidos:

Carga de 800 N

Presión disponible en la red de 6 bar

Incógnita:

$\varnothing$  requerido del émbolo

Presión de funcionamiento a ajustar

Procedimiento:

Desde  $F = 800$  N trazar una línea vertical hacia arriba hasta la intersección con la línea de 6 bar. El siguiente  $\varnothing$  de émbolo más grande disponible de 50 mm se encuentra entre las líneas para 4 y 5 bar, esto es, la presión de funcionamiento que ha de ajustarse es de aprox. 4,5 bar.

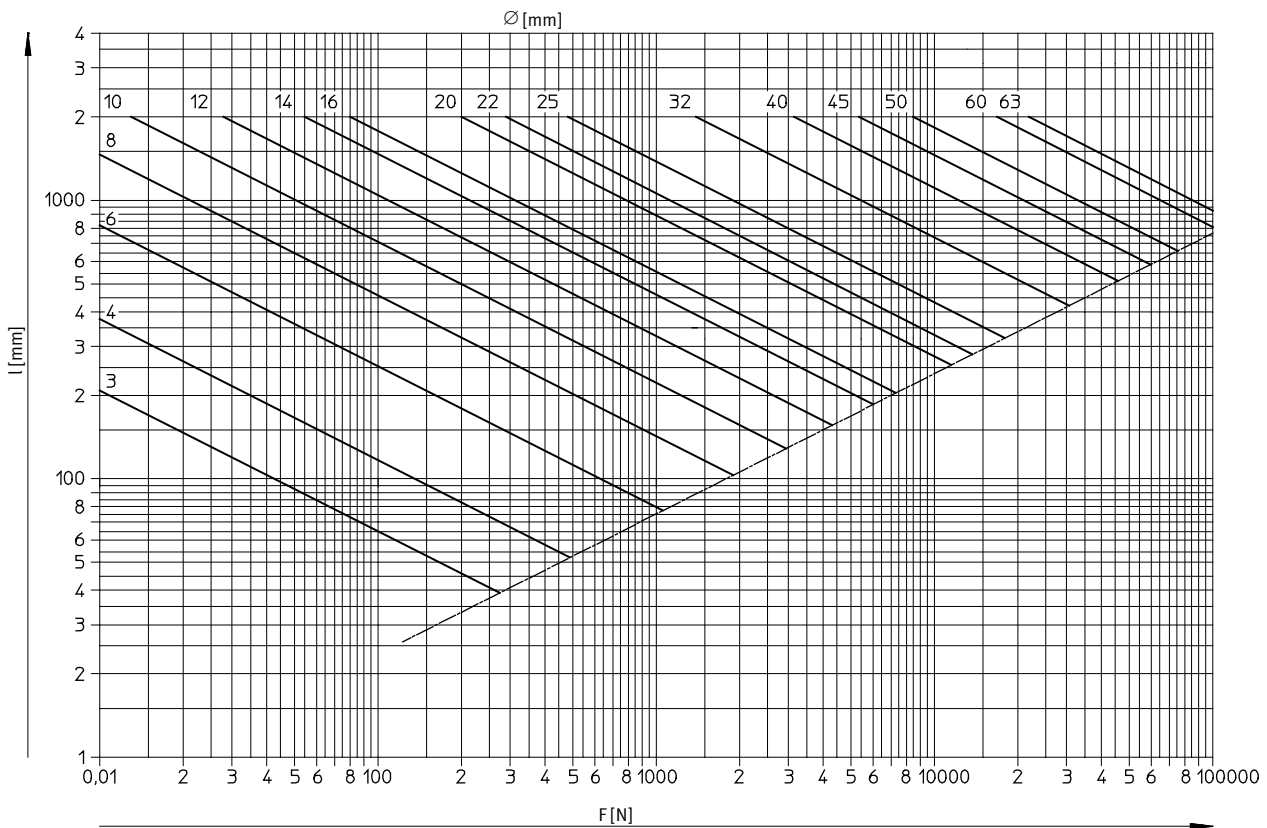
Los principales criterios para elegir los actuadores neumáticos son las fuerzas y los recorridos a superar. La fuerza del émbolo se emplea en un pequeño tanto por ciento para superar la fricción, y el resto para la carga.

Solo pueden darse valores indicativos puesto que la fuerza de fricción depende de muchos factores (lubricación, presión de funcionamiento, contrapresión, forma de la junta, etc.). La contrapresión genera una fuerza que actúa en sentido contrario y anula parte de la fuerza útil y se presenta particularmente cuando se estrangula el aire de escape o debido a un atasco en la conexión del aire de escape.



## Gráfico de pandeo

∅ del vástago en función de la longitud de carrera l y de la fuerza F



Valores conocidos:

Carga de 800 N

Longitud de carrera 500 mm

∅ del émbolo 50 mm

Incógnita:

∅ del vástago

Tipo de cilindro: cilindro normalizado

Procedimiento:

Desde  $F = 800$  N trazar una línea vertical hacia arriba hasta la intersección con la horizontal por  $l = 500$  mm. Siguiendo el ∅ del vástago más grande del gráfico: 16 mm. El cilindro normalizado DNC-50-500 con un ∅ del vástago de 20 mm es adecuado para esta longitud de carrera.

Debido al esfuerzo de pandeo, la carga permisible del vástago para grandes longitudes de carrera es inferior a la que resulta de la presión de funcionamiento máxima admisible y de la superficie del émbolo. En este caso, la carga no debe superar determinados valores máximos. Estos valores dependen de la longitud de carrera y del ∅ del vástago.

El gráfico muestra esta dependencia según la fórmula:

$$F_k = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot S}$$

$F_k$  = fuerza de pandeo admisible [N]

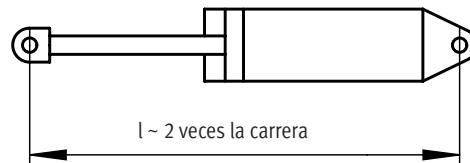
$E$  = módulo de elasticidad [N/mm<sup>2</sup>]

$J$  = momento de inercia [cm<sup>4</sup>]

$l$  = longitud de pandeo

= 2 veces la longitud de carrera [cm]

$S$  = seguridad (seleccionada: 5)



- Nota

El tipo de fijación más desfavorable para esta forma de esfuerzo es la fijación basculante. En las demás fijaciones, la carga permisible es superior.

## Consumo de aire

### Herramienta de ingeniería "Consumo de aire de los cilindros"

La herramienta de ingeniería "Consumo de aire de los cilindros" determina el consumo de aire de un cilindro (valor de referencia), considerando las siguientes condiciones:

- Funcionamiento del cilindro
- Ø del émbolo
- Número de ciclos
- Longitud de carrera
- Presión de funcionamiento

Esta herramienta está disponible online en "Productos" en el apartado de herramientas de ingeniería digitales.

### Cálculo utilizando el software de ingeniería

Valores conocidos:

Cilindro: DNC-32-500

Ø del émbolo: 32 mm

Diámetro del vástago: 12 mm

Longitud de carrera: 500 mm

Presión de funcionamiento: 6 bar

Número de ciclos por minuto: 60 1/min

Incógnita:

Consumo de aire

Resultado:

Una vez introducidos los parámetros, se obtienen los siguientes valores para el consumo de aire:

Por ciclo: 5,23 l

Por minuto: 314,03 l

### Cylinder Air Consumption

The screenshot shows a web-based calculator for cylinder air consumption. It has several input sections: 'Operating mode' (single acting, pulling), 'Size' (32 mm), 'Stroke' (100 mm), 'Inside tubing diameter' (2 mm), 'Length' (100 mm), 'Number of cycles' (60 1/min), 'Working pressure' (6 bar), 'Working hours per day' (8 h), and 'Working days per year' (200 d). The results section shows 'Air Consumption' (0 m³ per minute, 0 m³ per day, 0 m³ per year), 'Energy Costs' (0.02 €/m³), and 'Utilization' (6 bar, 8 h, 200 d). A table at the bottom lists the selected cylinder and its air consumption.

Op. Mode	Size [mm]	Stroke/Length [mm]	Pressure [bar]	Number of cycles [1/min]	Air Consumption per Cycle [l]	Air Consumption per Minute [l]
single acting, pulling	32	100	6	60	5.23	314.03

### Cálculo utilizando la fórmula

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (d1^2 - d2^2) \cdot h \cdot (p + 1) \cdot 10^{-6}$$

Q = consumo de aire [l] por cm de carrera

d1 = Ø del émbolo [mm]

d2 = Ø del vástago [mm]

h = carrera [mm]

p = presión de funcionamiento, relativa [bar]

Carrera de avance:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (32\text{mm})^2 \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 2,815 \text{ l}$$

Carrera de retroceso:

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot ((32\text{mm})^2 - (12\text{mm})^2) \cdot 500\text{mm} \cdot (6\text{bar} + 1\text{bar}) \cdot 10^{-6}$$

$$Q = 2,419 \text{ l}$$

Consumo de aire por ciclo:

$$Q = 2,815 \text{ l} + 2,419 \text{ l} = 5,234 \text{ l}$$

## Neumática y protección antideflagrante: ATEX

### ¿Qué significa ATEX?

En el sector de la industria química y petroquímica es posible que se produzcan atmósferas potencialmente explosivas debido a los procesos técnicos. Estas atmósferas se producen, por ejemplo, debido al escape de gases, vapores o nieblas. También en molinos, silos y fábricas de azúcar y pienso cabe esperar la formación de atmósferas potencialmente explosivas debido a mezclas de polvo y oxígeno.

### ATEX: la Directiva 2014/34/UE

ATEX son las siglas de "Atmosphère explosible".



- La **Directiva 2014/34/UE** especifica los requisitos de seguridad fundamentales para equipos y sistemas de protección que deben emplearse en atmósferas potencialmente explosivas y que presentan fuentes de ignición propias.

### Responsabilidad de todos los involucrados

Si se fabrica un sistema para utilizarlo en zonas con peligro de explosión, es indispensable que el fabricante del sistema coopere estrechamente con sus proveedores de componentes para elegir correctamente la categoría y la zona de protección contra explosión.

Por esa razón, los equipos eléctricos y, desde el 01/07/2003, también los no eléctricos utilizados en atmósferas potencialmente explosivas deben cumplir las condiciones definidas en la Directiva 2014/34/UE.

- Esta directiva se aplica para la comercialización de equipos y sistemas de protección en el Espacio Económico Europeo, ya procedan del propio espacio o sean importados.
- La directiva es válida para equipos eléctricos o no eléctricos, en el caso de que tengan una fuente de ignición potencial propia.

Documento de protección contra explosiones, extendido por el fabricante de los sistemas	Festo/proveedor de equipos
Evaluación del sistema Directiva 1999/92/CE	Evaluación de los equipos Directiva 2014/34/UE
	
Resultado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribución de zonas</li> <li>• Clases de temperatura</li> <li>• Grupos de explosión</li> <li>• Temperatura ambiente</li> </ul>	Resultado: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Categorías de equipos</li> <li>• Clases de temperatura</li> <li>• Grupos de explosión</li> <li>• Temperatura ambiente</li> </ul>
<b>Zona</b>	<b>Categoría</b>

### Clases de protección en atmósferas potencialmente explosivas

Zona Gas	Zona Polvo	Frecuencia	Grupo de equipos	Categoría de equipo	Campo de aplicación
–	–	–	I	M M1 M2	Minas (minería)
0	–	Constante, frecuente, de larga duración	II	–	Todas, exceptuando minería
–	20		II	1G 1D	Gases, nieblas, vapores Polvo
1	–	Ocasionalmente	II	2G	Gases, nieblas, vapores
–	21		II	2D	Polvo
2	–	Raras veces, durante poco tiempo en caso de fallo	II	3G	Gases, nieblas, vapores
–	22		II	3D	Polvo

## Neumática y protección antideflagrante: ATEX

### ¿ATEX en Festo?

→ [www.festo.com/atex](http://www.festo.com/atex)

#### Productos que requieren certificación

Los productos que requieren certificación son aquellos que poseen potencialmente un peligro propio de ignición. Estos productos deben estar provistos del marcado CE y del hexágono de protección antideflagrante. Además, deben estar disponibles el manual de instrucciones y la declaración de conformidad de la UE.

**FESTO**


4639000  
2016-04-20

**Service unit combination**  
MSB4-...-B2(-B3)(-D2)(-D3)(-D5)(-D6)-...  
MSB6-...-B2(-B3)(-D2)(-D3)(-D5)(-D6)-...  
**2014/35/EU**  
EN 50178:1997  
EN 61204-7:2006/A11:2009  
DIN VDE 0580:2011

**Soft start valve**  
MS4-DE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)  
MS6-DE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)  
**2014/34/EU**  
EN 60079-15:2010  
EN 60079-31:2014

**On/off valve**  
MS4-EE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)  
MS6-EE-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)  
**2014/34/EU**  
EN 60079-15:2010  
EN 60079-31:2014

**Service unit combination**  
MSB4-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)  
MSB6-...-EX2 (MSEB-3-24VDC-EX)  
**2014/34/EU**  
EN 60079-15:2010  
EN 60079-31:2014

 II 3G Ex nA IIC T4 X Gc  
II 3D Ex tc IIIC T105°C X Dc IP65

Festo AG & Co. KG · Ruitler Strasse 82 · 73734 Esslingen · Germany · [www.festo.com](http://www.festo.com) 3 (3)

#### Productos que no requieren certificación

Los productos que no requieren certificación son aquellos que no presentan fuentes de ignición potenciales propias. Respetando las indicaciones del fabricante, estos productos pueden utilizarse en determinadas zonas con peligro de explosión:

- Accesorios neumáticos
- Tubos flexibles
- Racores
- Placas base neumáticas
- Válvulas reguladoras de caudal y de cierre
- Unidades de mantenimiento no eléctricas
- Accesorios mecánicos.

### La gama completa de productos de Festo para zonas que exigen protección antideflagrante incluye productos destinados al grupo de equipos II



De acuerdo con la Directiva 2014/34/UE, tanto la bobina magnética como la válvula de trabajo están sujetas a certificación. En Festo, ambos componentes tienen una placa de características propia, de modo que se puede ver de inmediato dónde se puede utilizar la válvula.

Importante: la categoría del conjunto modular está determinada por la categoría del equipo con el grado de protección menor.

**FESTO**

D-73734 Esslingen  
**MSFW-24-50/60-EX**  
536932  
24VAC 50/60Hz

 II 3G  
 II 3D  
Ex nA IIC T4 X Gc  
Ex tc IIIC T130°C X Dc IP65

 II 2G c T4  
-5°C ≤ Ta ≤ +40°C

Conector =  
No necesita certificación;  
tiene que cumplir  
determinados criterios

Bobina magnética =  
equipo eléctrico

La parte no eléctrica  
de la electroválvula  
(válvula de trabajo)  
requiere certificación

**Nota**  
Deben tenerse en cuenta las especificaciones técnicas que constan en el catálogo de los equipos mencionados y las advertencias e instrucciones de seguridad de la documentación especial (manual de utilización resumido, dado el caso, carta de ventas del equipo).

En este ejemplo se obtiene para el conjunto modular: II 3G T4

## Directivas UE y CE/certificaciones

## Directivas UE y CE (marcado CE)



Festo SE & Co. KG se atiene, por principio, a las normativas en vigor. Toda la información se basa en los conocimientos actuales y está sujeta a modificaciones.

Festo lleva a cabo un seguimiento constante de las modificaciones y ampliaciones de las normas y directivas, con el fin de configurar sus productos en concordancia con ellas.

De este modo se garantiza que los productos de Festo SE & Co. KG cumplan siempre los requisitos vigentes.

La mayoría de los productos neumáticos no están sujetos a una directiva de la CE, por lo que no deben estar provistos del marcado CE. Los productos del programa de ventas de Festo SE & Co. KG, dotados del marcado CE, están sujetos en Europa (según la versión actual) a una o varias de las seis siguientes directivas UE o CE.

### 1. Directiva de máquinas 2006/42/CE, incluidas las directivas modificativas: 2006/42/CE:2007-03-16 y 2009/127/CE:2009-10-21

Los productos neumáticos de Festo SE & Co. KG se conciben de acuerdo con la norma para instalaciones neumáticas según ISO 4414 "Transmisiones neumáticas. Reglas generales y requisitos de seguridad para los sistemas y sus componentes". Nuestros productos neumáticos no corresponden al ámbito de aplicación de la Directiva de Máquinas.

Por lo tanto, no están dotados del marcado CE que exige la Directiva de Máquinas. Una excepción la constituyen aquellos componentes relevantes para la seguridad. Desde el 29/12/2009, el ámbito de aplicación de la Directiva de Máquinas también incluye cuasi máquinas. Estas son, por ejemplo, sistemas de manipulación previstos para el montaje en máquinas. Las cuasi máquinas no llevan el marcado CE. En vez de una declaración de conformidad, se pone a disposición una declaración de incorporación.

### 2. Directiva de la UE sobre compatibilidad electromagnética (2014/30/UE), incluidas las directivas modificativas.

Esta directiva se aplica en el caso de nuestros productos electrónicos y electrónico-neumáticos. Los correspondientes productos están dotados del marcado CE, y está disponible la declaración de conformidad pertinente. Esto significa para el cliente que estos equipos cumplen de manera garantizada los requisitos básicos exigidos en los diversos sectores industriales. Existe una restricción de uso de estos equipos en zonas residenciales, a menos que se hayan adoptado medidas adicionales que cumplan las exigencias básicas aplicables para la utilización en zonas residenciales.

La Directiva EMV no afecta a las bobinas magnéticas.

### 3. Directiva de baja tensión de la UE (2014/35/UE), incluidas las directivas modificativas.

Los productos eléctricos y electrónicos de Festo previstos para la utilización dentro de determinados márgenes de tensión (50 ... 1000 V AC y 75 ... 1500 V DC) cuentan con el marcado CE. Las correspondientes declaraciones de conformidad están disponibles.

### 4. Directiva de la UE sobre recipientes a presión simples (2014/29/UE), incluidas las directivas modificativas.

Los recipientes de presión simples de acero no aleado de Festo SE & Co. KG cumplen los requisitos especificados en esta directiva. Estos acumuladores de aire comprimido deben llevar el marcado CE si su volumen excede un valor determinado.

Estos productos están provistos del marcado CE. La correspondiente declaración de conformidad está disponible.

### 5. Directiva de la UE sobre equipos a presión (2014/68/UE), incluidas las directivas modificativas.

Los equipos a presión de Festo SE & Co. KG cumplen los requisitos especificados en esta directiva. Estos productos deben llevar el marcado CE si su volumen de presión o el diámetro del recipiente de presión exceden un valor determinado.

Estos productos están provistos del marcado CE. La correspondiente declaración de conformidad está disponible.

Los recipientes a presión de acero inoxidable no están sujetos a la Directiva de recipientes a presión simples, ya que se rigen por la Directiva de equipos a presión.

### 6. Directiva de la UE para equipos y sistemas de protección para uso previsto en atmósferas potencialmente explosivas, ATEX (2014/34/UE).

Los productos de Festo SE & Co. KG, previstos para la utilización en zonas potencialmente explosivas y que, además, cuentan con una fuente de ignición propia, cumplen los requisitos especificados en esta directiva. Los productos cubiertos por esta directiva cuentan con el correspondiente marcado CE y están identificados de acuerdo con la directiva. Las respectivas declaraciones de conformidad y el manual de instrucciones están disponibles.

## Identificación de productos

	Véase arriba		Certificación UL para la utilización en Canadá y USA. Recognized Product, previsto para el montaje; por ejemplo: terminal de válvulas MPA-S.
	Según la Directiva 2014/34/UE (ATEX) Identificación adicional para equipos y sistemas de protección previstos para la utilización en atmósferas potencialmente explosivas		Certificación UL para la utilización en Canadá y USA. Listed Product significa que se trata de un equipo listo para la utilización, por ejemplo, sensor de final de carrera con cable y conector.
			Certificación CSA para Canadá y USA.

## Diseño: aptitud para áreas limpias

### Premios de diseño

Los productos de Festo han ganado numerosos premios por su buen diseño industrial. El diseño no solamente es cuestión de estética, sino que subraya y refleja la avanzada tecnología que distingue a los productos de Festo.



reddot

### Aptitud para áreas limpias

→ [www.festo.com/de/área limpia](http://www.festo.com/de/área%20limpia)

#### **Serie económica para áreas limpias correspondientes a la clase 7**

En Festo, la neumática estándar y económica sustituye complicadas soluciones de ejecución especial, ya que casi todos los productos fabricados en serie cumplen el nivel de calidad definido. Estos productos pueden utilizarse en áreas limpias de la clase 7 según la norma ISO 14644-1.

#### **Productos estándar no fabricados en serie, previstos para salas limpias hasta la clase 4**

Exigencias más estrictas y, a pesar de ello, óptima relación coste/rendimiento. En Festo, los productos correspondientes a la clase 4 también son productos estándar, aunque con una diferencia: no los tenemos en stock. A pesar de ello, los plazos de entrega son muy cortos.

#### **Productos hechos a medida**

Si deben cumplirse los requisitos correspondientes a la clase 1, los productos se fabrican de acuerdo con las especificaciones del cliente. A partir de ese momento, siempre están disponibles, ya que Festo optimiza sus productos especiales de tal modo que sean muy semejantes a los fabricados en serie.

#### **Seguridad, cumpliendo las exigencias más estrictas**

Con el fin de cumplir los requisitos exigidos en áreas limpias, Festo coopera con el Instituto Fraunhofer de Ingeniería de Producción y Automatización (IPA) y con la renombrada Universidad Tecnológica de Nanyang en Singapur. El Centro de Competencia de Tecnología de Áreas Limpias de Festo Singapur, creado exclusivamente para este propósito, cuenta con la infraestructura necesaria para la fabricación de productos neumáticos para la utilización en áreas limpias.

## Sustancias que afectan al proceso de pintura

### Definición de PWIS

	PW	I	S
Paint wetting			
impairment			
substances			

Las PWIS (en inglés: sustancias que afectan al proceso de pintura) son la causa de que en la superficie pintada se formen cráteres (cavidades en forma de embudo). Las siliconas, materiales que contienen flúor, determinados aceites y grasas pueden contener este tipo de componentes. Los elementos utilizados en la industria automovilística, especialmente en cabinas de aplicación de pintura, deben estar exentos de sustancias que afectan al proceso de pintura.

Hasta ahora, para evitar defectos de pintura en la producción provocados por sustancias que afectan al proceso de pintura, los fabricantes de automóviles utilizaban sus propias instrucciones de prueba y estándares. Con la hoja normativa 24364 de la VDMA (Asociación Alemana de Fabricantes de Máquinas e Instalaciones Industriales) se dispone por primera vez de un conjunto de reglas sectoriales

que describen los requisitos para la comprobación, clasificación e identificación, y a la cual Festo se ha unido con la correspondiente clasificación de sus productos.

Para limitar o excluir sustancias que afectan al proceso de pintura según el campo de aplicación, expertos de la industria en colaboración con el IPA Fraunhofer y el departamento de tecnología de superficies de la VDMA han creado una serie de criterios de comprobación específicos de la aplicación. El factor decisivo es dónde se utiliza un producto y si este entra en contacto con pintura, disolvente o superficies que pintar.

### Definición de zonas

Las zonas definen áreas de igual relevancia PWIS en la empresa de procesamiento de pintura.

La siguiente clasificación de zonas se puede utilizar para evaluar la relevancia PWIS y, con ello, los requisitos de prueba para productos en función de su uso previsto en la empresa de procesamiento de pintura.

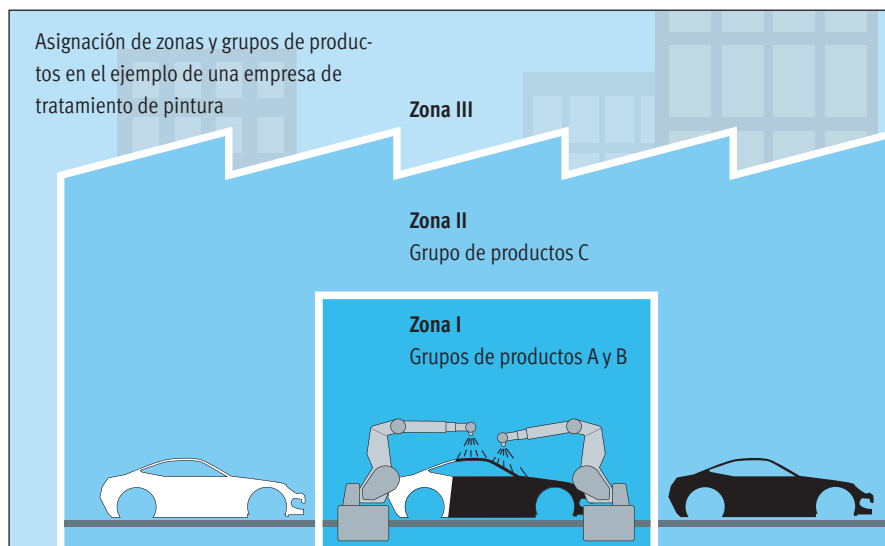
Zona	Descripción	Relevancia PWIS <sup>1)</sup>
I	Comprende todas las áreas de tratamiento previo, aplicación de pintura y secado, así como superficies expuestas a los medios (p. ej., alimentación de pintura y de aire comprimido)	Alta
II	Se encuentra dentro del área de producción de procesamiento de pintura, pero fuera de la zona I	Media
III	Se encuentra dentro de la empresa, pero fuera del área de producción de procesamiento de pintura	Ninguna

1) Por regla general, la asignación de un grupo de productos a una zona es posible en productos fijos, pero debería comprobarse en cada caso concreto. En productos móviles debe tenerse en cuenta que, en principio, estos productos pueden utilizarse en diferentes zonas.

### Asignación de grupos de productos a zonas

El grupo de productos se puede seleccionar a partir del uso de los mismos y de la asignación de zona.

Establece la referencia de la aplicación a la prueba PWIS y, por lo tanto, constituye la base para la selección de la clase de prueba. Los grupos de productos S y T no se pueden asignar a ninguna zona.



## Sustancias que afectan al proceso de pintura y resistencia a los fluidos

### Descripción de los grupos de productos

Grupo de productos <sup>1)</sup>	Descripción
A	Productos en contacto directo con pintura o disolvente, p. ej., ventosas de sujeción para elevar piezas de la carrocería antes del pintado.
B	Productos en contacto indirecto con pintura o disolvente, p. ej., componentes que conducen aire comprimido (p. ej., filtros de aire comprimido).
C	Productos que no se pueden asignar a los grupos A y B, p. ej., sistema de control completo del proceso de pintura, componentes técnicos de conducción de aire (p. ej., filtros de aire comprimido, compuertas cortafuegos), así como otros productos que conducen aire.

1) Para grupos de productos S y T, véase la hoja normativa VDMA, 24364

### Nueva clasificación conforme a VDMA 24364

Festo clasifica sus productos según la norma VDMA 24364 conforme a la aplicación y al uso previsto.

En las especificaciones técnicas se ofrece una clasificación detallada según VDMA 24364.

### Base de datos de resistencia a los fluidos

→ [www.festo.com/resistencia](http://www.festo.com/resistencia) a los fluidos

Es de sobra conocido que la resistencia de los materiales depende de numerosos parámetros como la concentración del fluido en contacto, la temperatura, la presión, la duración del contacto, la velocidad de carrera y la frecuencia de conmutación, la calidad superficial de los elementos de fricción, la velocidad de caudal, la carga y el envejecimiento.

Esto se aplica especialmente a la compatibilidad de los elastómeros con determinados compuestos químicos.

La base de datos de resistencia a los fluidos de Festo indica los materiales adecuados y su resistencia a sustancias químicas.

La información que contiene esa base de datos procede de ensayos de laboratorio de productores de materias primas, en tablas de materiales de proveedores de productos semiacabados y de materiales hermetizantes, así como en la experiencia práctica.

Para la evaluación de la información y la creación de las tablas se procedió a conciencia. A pesar del cuidado y esmero con el que se realizó este trabajo, el contenido de la base de datos solo puede entenderse como una referencia para ofrecer una ayuda orientativa para la práctica.

Por ello se declara explícitamente que no es posible garantizar las recomendaciones recogidas en esta base de datos de resistencia, así como que de ellas no puede derivarse reclamación de garantía alguna.

Siempre que sea posible, y obligatoriamente en caso de duda, debe realizarse una prueba práctica con el producto seleccionado para comprobar su comportamiento en condiciones específicas.

The screenshot shows the 'Media resistance' section of the Festo website. It includes a search bar, a key for interpreting the results (resistant, conditionally resistant, not resistant, blank), and several tables of results for different materials under various conditions of acetic acid concentration and temperature.

**Media resistance**  
Which tube is resistant against benzene? Do elastomers survive the contact with glycol? Which stainless steel can be used in acetic acid?  
These and many other questions regarding media resistance are answered here. You can either search for chemical reactions from A to Z. Or you get more information by clicking on a material.

1-5 of 126 results. Page 1 of 26

Acetic acid(CH<sub>3</sub>COOH) Concentration 80%, Temperature 40°C

PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN-MF	PAN-VO	PAN-R	PUN-VO	PTFEN
-	-	+	-	o	+	-	o	-	-	+

Acetic acid(CH<sub>3</sub>COOH) Concentration 10%, Temperature 20°C

PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN-MF	PAN-VO	PAN-R	PUN-VO	PTFEN
+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+

Acetic acid(CH<sub>3</sub>COOH) Concentration 28%, Temperature 40°C

PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN-MF	PAN-VO	PAN-R	PUN-VO	PTFEN
+	-	+	-	+	+	-	o	-	+	+

Acetic acid(CH<sub>3</sub>COOH) Concentration 100%, Temperature 20°C

PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN-MF	PAN-VO	PAN-R	PUN-VO	PTFEN
-	-	+	-	o	+	-	o	-	-	+

Acetic acid (glacial)(CH<sub>3</sub>COOH) Concentration 100%, Temperature 20°C

PUN-H	PUN	PLN	PAN	PEN	PFAN	PAN-MF	PAN-VO	PAN-R	PUN-VO	PTFEN
-	-	+	-	o	+	-	o	-	-	+



## Clases de resistencia a la corrosión KBK

Clase de resistencia a la corrosión CRC según la norma Festo FN 940070		
CRC	Resistencia a la corrosión	Descripción
0	Sin exposición a la corrosión	Se aplica a pequeñas piezas normalizadas sin relevancia estética, como pasadores roscados, anillos de retención, manguitos de fijación, etc., que suelen estar disponibles en el mercado solo en ejecución fosfatada o bruñida (lubricadas en algunos casos), así como para cojinetes de bolas (para componentes < CRC3) y cojinetes de deslizamiento.
1	Exposición a la corrosión baja	Aplicación en interiores secos o como protección para el almacenamiento y el transporte. También es válido para piezas situadas bajo cubiertas, en zonas internas no visibles, o para piezas cubiertas en la aplicación concreta (p. ej., pernos de accionamiento).
2	Exposición moderada a la corrosión	Aplicación en interiores en los que puede producirse condensación. Piezas exteriores visibles cuya superficie debe cumplir requisitos esencialmente decorativos y que están en contacto directo con las atmósferas habituales en entornos industriales.
3	Exposición a la corrosión elevada	Exposición a la intemperie en condiciones corrosivas moderadas. Piezas exteriores visibles en contacto directo con atmósferas habituales en entornos industriales y con superficies de características preferentemente funcionales.
4	Exposición a la corrosión especialmente elevada	Exposición a la intemperie en condiciones muy corrosivas. Piezas expuestas a fluidos agresivos, por ejemplo, en la industria alimentaria o química. En caso necesario, estas aplicaciones deben asegurarse mediante pruebas especiales (→ también FN 940082) con los medios correspondientes.

## Grados de protección según IEC/EN 60529

### Protección de utillajes eléctricos

El concepto "Grado de protección IP" (International Protection) está definido en las normas IEC/EN 60529 "Grados de protección mediante cuerpos (código IP) y DIN 40050 "Grados de protección IP" (norma para el equipamiento eléctrico de vehículos destinados al tráfico vial). Las normas describen el cumplimiento de los grados de protección mediante cuerpos para utillajes eléctricos con tensiones no superiores a 72,5 kV. En ellas se define lo siguiente:

- Protección de personas frente al contacto físico con partes fijas o móviles bajo tensión dentro de la envolvente (protección contra contacto físico involuntario).

- Protección de los utillajes dentro del cuerpo para evitar que penetren cuerpos extraños, incluido el polvo (protección contra cuerpos extraños).
- Protección del utillaje dentro de la envolvente para evitar influencias dañinas a causa de la penetración de agua (protección contra agua).

### El código IP según IEC/EN 60529

El grado de protección mediante un cuerpo se comprueba con procedimientos de prueba normalizados. Para clasificar el grado de protección se utiliza el código IP. Este código está compuesto por las dos letras IP y por un número de dos cifras. La definición de las dos cifras se explica en la siguiente tabla → página 27.

Significado de la primera cifra:

La cifra de referencia 1 se refiere a la protección de personas. Indica el grado de protección que el cuerpo ofrece a las personas frente al contacto físico con partes peligrosas. La envolvente evita o limita la introducción de partes del cuerpo o de objetos sujetados por una persona. Además, la primera cifra también indica en qué medida está protegido el utillaje contra la penetración de cuerpos extraños.

Significado de la segunda cifra:

La cifra de referencia 2 se refiere a la protección del utillaje. Esta cifra describe el grado de protección del cuerpo en relación con las influencias dañinas para el utillaje a causa de la entrada de agua.

#### Nota

En la industria alimentaria suelen utilizarse equipos con grado de protección IP65 (herméticos al polvo y a chorros de agua) o IP67 (herméticos al polvo y seguros si se sumergen en agua durante breve tiempo). La utilización de IP65 o de IP67 depende de la aplicación, ya que los criterios de ensayo son diferentes para ambos grados de protección. IP67 no es necesariamente mejor que IP65. Un componente que cumple los criterios del grado IP67 no cumple por ello automáticamente los criterios del grado IP65.

## Grados de protección según IEC/EN 60529

## Código IP

IP | 6 | 5

Letras del código	
IP	International Protection

Cifra de referencia 1	Descripción resumida	Definición
0	Sin protección	–
1	Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 50 mm y mayores	El objeto sonda, una bola de 50 mm de diámetro, no debe penetrar por completo.
2	Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 12,5 mm y mayores	El objeto sonda, una bola de 12,5 mm de diámetro, no debe penetrar por completo.
3	Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 2,5 mm y mayores	El objeto sonda, una bola de 2,5 mm de diámetro, no debe penetrar en absoluto.
4	Protección frente a cuerpos extraños sólidos de 1,0 mm y mayores	El objeto sonda, una bola de 1 mm de diámetro, no debe penetrar en absoluto.
5	Protección contra el polvo	No se evita completamente la penetración de polvo. Debe evitarse la entrada de una cantidad de polvo que pueda provocar fallos en el equipo o suponer un peligro.
6	Hermético al polvo	No penetra polvo

Cifra de referencia 2	Descripción resumida	Definición
0	Sin protección	–
1	Protección contra el agua de goteo	Las gotas que caen perpendicularmente no deben tener efectos dañinos.
2	Protección contra el agua de goteo	Las gotas que caen perpendicularmente no deben tener efectos dañinos cuando el cuerpo está inclinado 15° hacia uno u otro lado del plano vertical.
3	Protección contra el agua pulverizada	El agua que cae oblicuamente en un ángulo máximo de 60° no debe tener efectos dañinos.
4	Protección contra salpicaduras de agua	Las salpicaduras de agua desde cualquier ángulo contra el cuerpo no deben tener efectos dañinos.
5	Protección contra chorro de agua	Un chorro de agua desde cualquier ángulo contra el cuerpo no debe tener efectos dañinos.
6	Protección contra chorro de agua intenso	Un chorro de agua con fuerza desde cualquier ángulo contra el cuerpo no debe tener efectos dañinos.
7	Protección contra sumersión temporal en agua	El agua no debe penetrar en cantidades que puedan tener efectos dañinos cuando se sumerge temporalmente en agua el cuerpo en condiciones de presión y tiempo normalizadas.
8	Protección contra sumersión permanente en agua	El agua no debe penetrar en cantidades que puedan tener efectos dañinos si el cuerpo se sumerge de modo permanente en agua. Las condiciones deben acordarse entre el fabricante y el usuario. Sin embargo, las condiciones tienen que ser más estrictas que aquellas definidas por el número 7.
9K	Protección frente a la limpieza con agua a alta presión y con chorro de vapor	El agua dirigida a alta presión y desde cualquier ángulo contra el cuerpo no debe tener efectos dañinos.

### Tierra funcional, tierra de protección, PELV

#### Conceptos para el aseguramiento de la protección contra descargas eléctricas según IEC 60364-4-41/VDE 0100 parte 410

##### Definiciones

La protección contra descargas eléctricas se refiere a la protección que evita un contacto directo o indirecto con piezas sometidas a tensión.

Por protección contra contactos directos se entiende que, en el servicio normal, las piezas sometidas a tensión y sin aislamiento (piezas activas) están protegidas frente a contactos físicos involuntarios.

Por protección contra contactos físicos indirectos se entiende que, en caso de producirse un fallo en el aislamiento entre piezas activas y cuerpos o envolventes,

no deben producirse tensiones de contacto altas no admisibles, o bien deben desconectarse de inmediato estas tensiones.

Las tres formas más conocidas y difundidas de protección frente a descargas eléctricas también se denominan clase de protección I a III en las publicaciones especializadas y en las normas.

##### Clase de protección I: conductor de protección

En el caso de utillajes eléctricos de la clase de protección I, la protección contra contacto físico indirecto está garantizada por el aislamiento básico.

Esta protección contra contacto indirecto consiste en la desconexión inmediata de la tensión de fallo. La desconexión se produce cuando el conductor de protección en el cuerpo del utillaje establece un contacto con tierra de protección.

Si en el utillaje se produce un fallo de aislamiento, la corriente de fallo fluye a través del sistema de protección hacia el potencial de tierra, lo que hace que se active el elemento de protección eléctrica (p. ej., interruptor de corriente residual o disyuntor).

Los equipos de la clase de protección I son lámparas, electrodomésticos (lavadoras, secadoras, etc.) y máquinas industriales. Identificación:

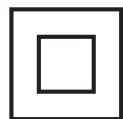


##### Clase de protección II: aislamiento de protección

La protección que se ofrece en equipos de la clase II contra contactos directos e indirectos se obtiene mediante un mejor aislamiento de la envolvente. El aislamiento de la envolvente está reforzado o es doble, de modo que no sea posible entrar en contacto con tensiones de contacto altas no admisibles en caso de fallo ni durante el funcionamiento normal.

Los equipos de la clase de protección II no deben conectarse al sistema de protección. Por ello, estos equipos no tienen un contacto de tierra en el conector.

Los equipos de la clase II son, por ejemplo, componentes de equipos de alta fidelidad, herramientas eléctricas, electrodomésticos, etc. Estos equipos están dotados del siguiente símbolo:



##### Clase de protección III: tensión extrabaja de protección

En el caso de equipos de la clase III, la protección contra contactos físicos directos o indirectos se consigue mediante un grado de protección IP suficientemente alto (protección contra el contacto físico directo con piezas activas) y, además, mediante la alimentación eléctrica del componente con tensión extrabaja de protección con separación segura PELV "Protective Extra Low Voltage" o SELV "Safety Extra Low Voltage" (protección contra contacto indirecto en caso de fallo).

Los equipos de la clase III llevan a menudo el siguiente símbolo de identificación (no es obligatorio):



## Tierra funcional, tierra de protección, PELV

### Medidas de seguridad específicas en elementos de Festo

#### Clase de protección III

De acuerdo con los criterios aplicados actualmente, todos los terminales de válvulas alimentados con 24 V DC (p. ej., CPV, MPA), controladores de posicionamiento (p. ej., SPC), sensores (sensores de proximidad, presostatos, sensores de presión) y válvulas proporcionales de Festo se consideran equipos de la clase de protección III.

Esto quiere decir que la protección contra contacto físico directo e indirecto de componentes de 24 V DC de Festo tiene lugar mediante un grado de protección IP suficiente y, además, mediante una alimentación eléctrica con tensión extrabaja de protección PELV "Protective Extra Low Voltage".

Con la baja tensión de protección PELV se garantiza que, en caso de fallo, no se produzcan tensiones de contacto altas admisibles debido a la alta resistencia dieléctrica (4 kV) del lado primario al lado secundario.

Esto significa que la conexión de tierra no tiene una función de tierra de protección, sino de tierra funcional FE (descarga de perturbaciones electromagnéticas) y que debe necesariamente establecerse contacto.



#### ¿Por qué utiliza Festo la clase de protección III?

Debido a las formas cada vez más compactas de los componentes modernos utilizados en la automatización industrial, la clase de protección I ya no es apropiada porque las normas establecen distancias mínimas para los circuitos de aire y los circuitos de fuga, con lo que ya no es posible reducir más el tamaño de los componentes.

Por ello, en los componentes modernos utilizados en el sector de la automatización industrial se aplica hoy en día la medida de protección III (sin conductor de protección; protección contra descargas eléctricas mediante tensión extrabaja de protección).

#### ¿Qué debe tener en cuenta el cliente al instalar aparatos de la clase de protección III?

Para la alimentación eléctrica de aparatos, únicamente se permite el uso de circuitos PELV según IEC/EN 60204-1. También deben tenerse en cuenta los requerimientos generales para circuitos PELV según la norma IEC/EN 60204-1. Se admite el uso de fuentes de alimentación que garanticen un aislamiento fiable de la tensión de alimentación según IEC/EN 60204-1.

Las conexiones a tierra de los componentes, si existen, se utilizan para la derivación de perturbaciones electromagnéticas y la conexión equipotencial y, por lo tanto, para asegurar el funcionamiento del equipo. Estas conexiones deberán conectarse con el potencial de tierra utilizando cables de baja resistencia (cables cortos de gran sección).

## Supresión del arco voltaico

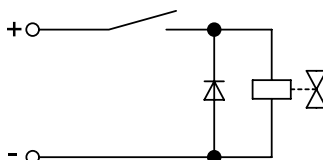
### Supresión del arco voltaico en contactos de conmutación en circuitos con bobinas magnéticas

Debido a la inductividad de las bobinas magnéticas, cuando está conectado el circuito se acumula energía electromagnética; esta energía se descarga al desconectar. Según la clase de conmutador utilizado, esta energía se transforma en un pico de tensión (sobretensión de desconexión) que puede producir perforaciones en el aislamiento o se transforma en un arco voltaico que puede causar la solda-

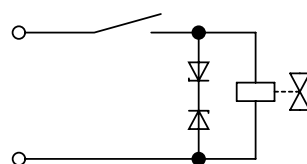
dura de los contactos (fusión del material). Mediante el empleo de diversos elementos constructivos pueden evitarse estos fenómenos, descomponiendo la energía electromagnética de forma lenta y continua.

### Elementos electrónicos para supresión del arco voltaico

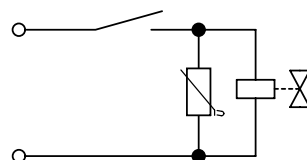
En circuitos eléctricos con clara definición de la polaridad puede emplearse un diodo sencillo conectándolo paralelamente a la bobina. Debe tenerse en cuenta que esta solución provoca un considerable aumento del tiempo de desconexión de la bobina magnética.



Una solución más apropiada consiste en conectar en paralelo a la bobina dos diodos Zener de polaridad contraria. Estos diodos pueden emplearse para corriente continua y alterna. No obstante, si las tensiones son superiores a 150 V, es preciso conectar varios diodos Zener en serie.



Los elementos ideales para atenuar la sobretensión son los varistores, cuya corriente de pérdida aumenta solo si la tensión es superior a la tensión nominal. Los varistores pueden utilizarse con corriente continua y alterna.



### 100 % del tiempo de utilización

Según la norma DIN VDE 0580, la prueba del tiempo de utilización del 100 % únicamente incluye la parte eléctrica de la bobina magnética. En Festo, la prueba se amplía también a la parte neumática.

Para realizar la prueba se parte del peor caso imaginable. Esta prueba incluye la comprobación del funcionamiento del imán. Si el imán se utiliza también en terminales de válvulas, la prueba del tiempo de utilización del 100 % se realiza en la unidad individual y, además, en equipos de montaje en bloque.

### Condiciones

- Los imanes funcionan con la tensión máxima admisible (funcionamiento ininterrumpido S1 según DIN VDE 0580).
- Los imanes se encuentran en el armario de maniobra expuestos a la máxima temperatura ambiente admisible (sin convección).

- En los imanes con las conexiones de trabajo cerradas se aplica la presión de funcionamiento máxima admisible.

### Ejecución

En las condiciones antes descritas, los imanes funcionan durante, como mínimo, 72 horas. Al final de ese tiempo, se llevan a cabo los siguientes controles:

- Medición de la corriente de desconexión: comportamiento al retirar la corriente.
- Comportamiento al aplicar inmediatamente después la tensión de funcionamiento mínima y bajo las condiciones de presión menos favorables para la excitación del inducido.

- Medición de fugas.
- Una vez registrados los resultados se repiten los controles hasta que los componentes sometidos al control alcanzan, como mínimo, 1000 horas o hasta que se cumplen los criterios de interrupción del control definidos con antelación.
- Al término del control del factor de utilización 100 %, se realiza una inspección visual de posibles daños en los empalmes hermetizantes.

### Criterio de interrupción

La desconexión, la excitación o las fugas superan o no alcanzan los siguientes valores.

- Corriente de desconexión: > 1,0 mA
- Tensión inicial: > UN+10 %
- Fuga: > 10 l/h