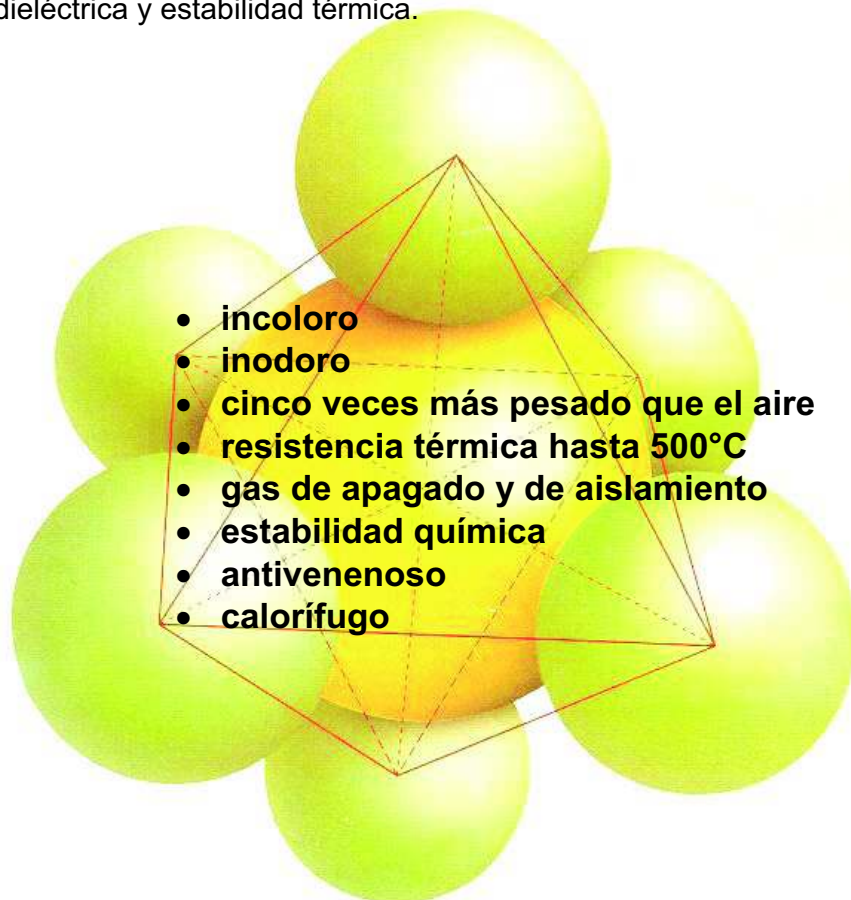


## Gas SF<sub>6</sub> - Hexafluoruro de azufre (molécula)

El hexafluoruro de azufre es un gas de apagado y de aislamiento antivenenoso e inerte de una alta rigidez dieléctrica y estabilidad térmica.



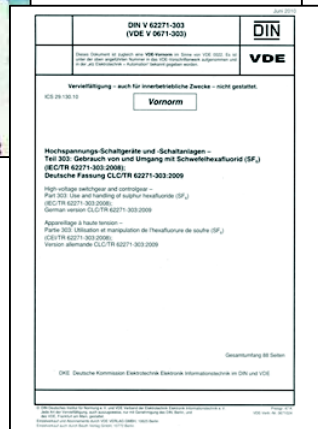
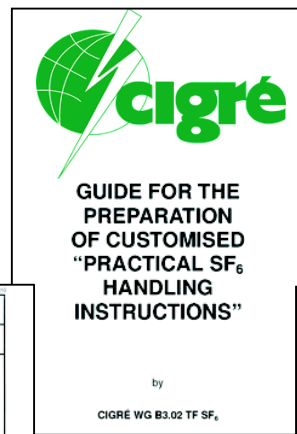
El gas SF<sub>6</sub> es un medio importante para la industria electrotécnica en general. Se lo utiliza como medio de apagado y de aislamiento en las estaciones eléctricas encapsuladas de media y de alta tensión.



Gremios nacionales e internacionales han establecidos conceptos y directivas para un tratamiento del gas SF<sub>6</sub> seguro y ecológico.

**Los objetivos de estas directivas son como sigue:**

- Se tienen que evitar emisiones de SF<sub>6</sub> al medio ambiente en cuanto sea posible
- Recuperación completa del gas SF<sub>6</sub> por la utilización de aparatos de mantenimiento hasta min. 20mbar según el reglamento IEC 62271-303.
- Los trabajos de mantenimiento deben ser exclusivamente realizados por personal calificado y autorizado para ello.
- Supervisión: El operador y el fabricante reportan sus consumos de SF<sub>6</sub>.
- El personal que trabaja con el gas SF<sub>6</sub> debe recibir una formación regularmente. Desde el 04.07.2009 solamente al personal certificado le es permitido recuperar el gas SF<sub>6</sub> según la directiva CE 305/2008.
- Los fabricantes se obligan a retirar equipos que contienen de gas SF<sub>6</sub>.



Potencial de calentamiento atmosférico (ejemplos)			
CO <sub>2</sub> (dióxido de carbono)	1	Tetra Fluor etano R-134a, HFC-134a	1 430
CH <sub>4</sub> (metano)	25	Hydrocarburos fluorados FKW/HFKW	hasta 14 400
N <sub>2</sub> O (monóxido carbono)	298	Sulphur hexafluoride SF <sub>6</sub>	22 200

**El gas SF<sub>6</sub> tiene un potencial de calentamiento elevado – DILO ofrece soluciones para evitar emisiones de SF<sub>6</sub>!**

## Directivas CE:



**(CE) 842/2006**

Reglamento para el gas flúor

**(CE) 305/2008**

Requisito para la

certificación del personal

**(CE) 1493/2007**

Definición de la forma del

reporte

**(CE) 1494/2007**

Definición de la forma de la

marcación

Válido para gas de efecto invernadero fluorado

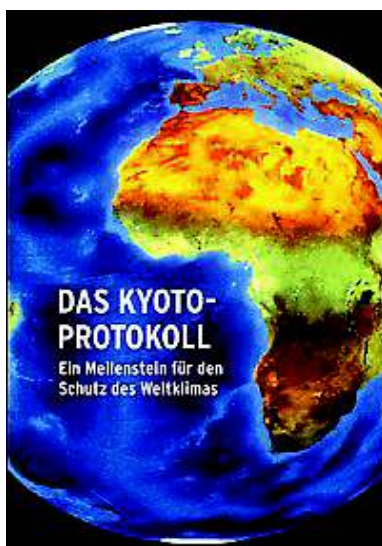
- HFKW – hidrocarburos fluorados HFC
- FKW – hidrocarburos fluorados PFC
- gas SF<sub>6</sub> – hexafluoruro de azufre

Objetivo: Limitación y reducción de emisiones para gas de efecto invernadero fluorado

Desde el 4 de julio de 2009 solamente al personal le certificado es permitido ejecutar la recuperación del gas SF<sub>6</sub>.

Ambito de aplicación: UE (27 países)

Publicación el 14. junio 2006



El gas SF<sub>6</sub> tiene un potencial de calentamiento elevado de 22.000 más alto que el del CO<sub>2</sub>. Para eso es necesario medir, supervisar y enregistrar el SF<sub>6</sub> así como los gases siguientes:

- dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- metano CH<sub>4</sub>
- monóxido carbono / gas hilarante N<sub>2</sub>O
- hidrocarburos fluorados H-FKW/HFCs
- carbonos perfluorados FKW/PFCs
- hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>

170 países miembros han ratificados el protocolo de Kyoto y se han comprometido a reducir las emisiones el 5,2 % de 2008 hasta 2012 (en comparación con 1990).

**Utilizando los carros de servicio de SF<sub>6</sub> DILO las directivas nacionales e internacionales son cumplidas.**

(Aspiración del gas SF<sub>6</sub> hasta ≤ 20mbar; 2 kpa según el reglamento IEC 62271-303 tabla 13, párrafo 4)



Aspiración del SF<sub>6</sub> desde hace más de 40 años en las estaciones eléctricas de media y de alta tensión.



Los carros de servicio de SF<sub>6</sub> con compresores y bombas aspirantes sin aceite para la recuperación hasta 1 mbar son fabricados según el estado de la técnica más avanzada.

Aparatos de medición DILO para la verificación de la calidad de SF<sub>6</sub> para la reutilización directa si la calidad corresponde a la directiva IEC60480. Los nuevos aparatos están equipados con una sistema de recirculación integrado.



Los acoplamientos DILO son de cierre automático para evitar la pérdida del gas SF<sub>6</sub> al acoplar y desacoplar las manguera en ambos lados.



Desde el año 2002 los aparatos de medición DILO están equipados con acoplamientos de cierre automático. El gas medido puede ser recogido por medio del aparato para recoger el gas medido.



## Ventajas del aparatos DILO de mantenimiento de SF<sub>6</sub>



Todos los componentes usados en el circuito de SF<sub>6</sub> como

- compresores
- bombas aspirantes
- compresores de vacío

trabajan absolutamente en **seco**.

No son posibles contaminaciones por aceite!

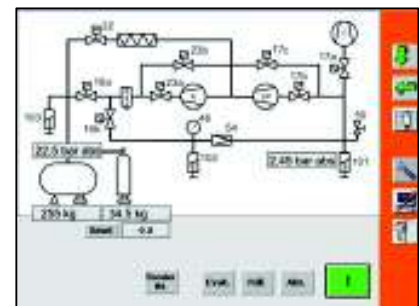
Secado y purificación automática del gas SF<sub>6</sub> durante la aspiración y llenado del gas SF<sub>6</sub>  
Cartuchos intercambiables



Los acoplamientos de cierre automático ofrecen seguridad durante el tratamiento de gas SF<sub>6</sub>

- ningún escape del gas SF<sub>6</sub>
- ningún mezcla con aire

Manejo confortable sobre pantalla táctil de 10" de la nueva generación de carros de servicio de SF<sub>6</sub>



La licuefacción del gas SF<sub>6</sub> se efectúa por la presión de los compresores

Es posible un almacenamiento en botellas de SF<sub>6</sub>

## Reutilización del gas SF<sub>6</sub>

Para evitar emisiones de SF<sub>6</sub>, se debe utilizar el gas SF<sub>6</sub> en un circuito cerrado.

El diagrama ilustrado abajo explica un “concepto cerrado” para la reutilización por medio de componentes DILO.

Los aparatos de medición DILO han sido construidos para verificar los valores límites para la reutilización del gas SF<sub>6</sub> según las directivas IEC 60480 para “gas reutilizable”.

## Tratamiento del gas SF<sub>6</sub> (según el estado de la técnica más avanzada)



1. La medición de la calidad de gas con un equipo multifuncional (aparato de medida “tres en uno”)
  - Productos de descomposición
  - Concentración de SF<sub>6</sub> (porcentaje)
  - Temperatura del punto de rocío

El gas de medición es recogido en un depósito interno y después de la medición el gas está bombeado al compartimiento de gas. Los valores de medición pueden ser almacenados en el equipo.

2. Aspirar, tratar y depurar el gas SF<sub>6</sub> contaminado y almacenamiento en estado gaseoso o líquido
3. Registración de la cantidad del gas SF<sub>6</sub> aspirada (supervisión)
4. Medición de la calidad del gas preparado (véase punto 1). recoger el gas de medición y bombearlo al depósito de almacenamiento.
5. Si el gas SF<sub>6</sub> no sobrepasa los valores límites de las directivas IEC 60480 se puede reutilizar el gas.

**Evitar las emisiones de SF<sub>6</sub> al aire en cuanto lo posible!**

## **Función básica de los aparatos de medición**

### **Determinación del estado de gas SF<sub>6</sub>**

Para garantizar la responsabilidad operacional de instalaciones de SF<sub>6</sub> recomendamos el control regular de la calidad de gas. Por consiguiente, las contaminaciones de gas deben ser determinadas y eliminadas a tiempo antes de causar una falla de la estación de SF<sub>6</sub>. La medición de la calidad de gas indica los parámetros siguientes:

- productos de descomposición (base SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre))
- porcentaje de SF<sub>6</sub> en la cantidad de gas (porcentaje)
- temperatura del punto de rocío



#### **Aparato SF<sub>6</sub> Multi-Analyser**

- Concentración de SF<sub>6</sub> (%)
- Concentración de humedad
- Concentración de SO<sub>2</sub> (ppm<sub>v</sub>)
- Opción: concentración de HF (ppm<sub>v</sub>)



#### **SF<sub>6</sub>-Analyser 973**

Medición de la humedad y pureza en instalaciones eléctricas aisladas con gas SF<sub>6</sub>



#### **Aparato portátil de medición de SO<sub>2</sub>**



#### **Aparato portátil de medición de humedad**



#### **Equipo para recoger el gas medido**



#### **Aparato de medida de porcentaje en volumen de SF<sub>6</sub>**

El método de purificación y de utilización se determina según los resultados de medición. Si la calidad de gas corresponde a la directiva IEC 60480 para gas SF<sub>6</sub> usado, se puede reutilizar el gas directamente (observar las instrucciones de servicio del fabricante de instalaciones eléctricas!)

## Funciones básicas de los carros de servicio

### Función: Aspiración del gas SF<sub>6</sub>

Al aspirar el gas SF<sub>6</sub> de los interruptores el gas es conducido automáticamente a través de los filtros de secado y filtros de partículas para retener efectivamente los productos de descomposición, la humedad y las partículas. Para gas (→ 100 ppm SO<sub>2</sub>) muy contaminado así como gas con una calidad indefinida es necesario conectar un filtro previo adicional delante del aparato de tratamiento de gas para proteger el aparato de productos de descomposición. El intervalo para el cambio de los cartuchos filtrantes depende de varios factores y no puede ser estandarizado. Por ello se recomienda la medida de la calidad del gas.



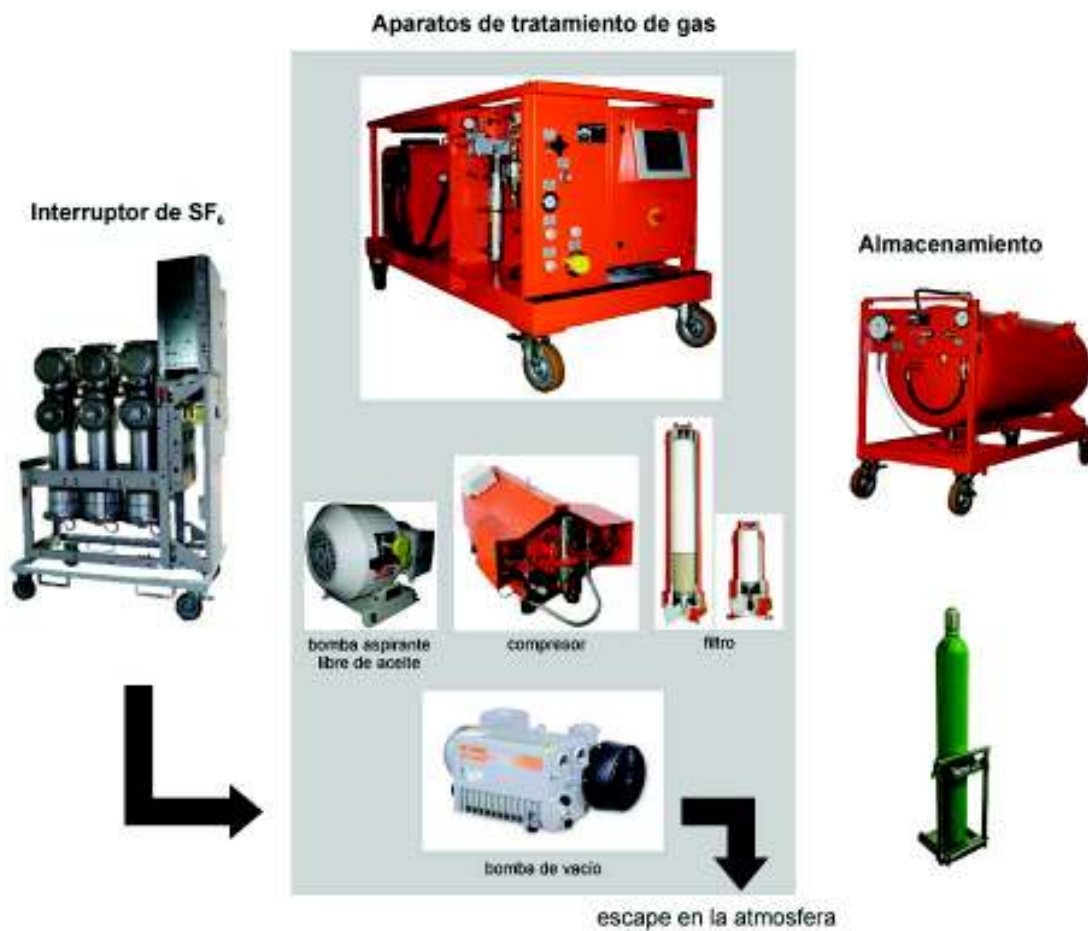
### Aspirar el gas SF<sub>6</sub>:

- almacenamiento gaseoso o líquido
- con bomba aspirante libre de aceite hasta 1 mbar (ninguna emisión de gas SF<sub>6</sub>)  
→ **corresponde a la directiva IEC 62271-303 (aspiración de 2 kpa (20 mbar) min.)**
- con compresor de vacío libre de aceite hasta pa 50 mbar – emisión residual 0,3 kg/m<sup>3</sup> vol.



**Función: Evacuar el aire o el nitrógeno**

Antes de llenar el gas SF<sub>6</sub> evacuar los compartimientos de gas para evitar una mezcla con aire. Para ello son utilizadas bombas de vacío (lubrificadas con aceite) que descargan solamente hacia la atmósfera. Son utilizadas solamente para evacuar el aire. Antes del llenado de nuevo con gas SF<sub>6</sub> es posible de evacuar los compartimientos de gas por medio de bombas de vacío estándar hasta 1 mbar. Hay disponibles también bombas de vacío con un vacío final más alto.



Evacuar el aire hasta un vacío final de < 1 mbar

**Función: Llenado de SF<sub>6</sub> hasta la presión de servicio**

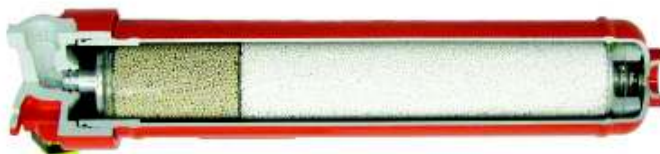
Se puede rellenar el gas SF<sub>6</sub> en el compartimiento de gas por medio del compresor hasta la presión de servicio deseada de la estación eléctrica de SF<sub>6</sub>. La calidad de gas se debe corresponder a la regulación IEC 60480 para gas SF<sub>6</sub> usado (observar las notas en las instrucciones de servicio del fabricante de estaciones eléctricas!). Al rellenar el gas, el SF<sub>6</sub> es conducido de nuevo a través del filtro de secado y filtro de partículas. El gas SF<sub>6</sub> almacenado en estado líquido es convertido en estado gaseoso por el evaporador.



## Depuración del gas SF<sub>6</sub> para su reutilización

En cada aparato de tratamiento del gas se instalan filtros de secado y filtros de partículas.

Con el filtro secado se pueden retener con seguridad los productos de descomposición gaseosos y la humedad. El filtro utilizado se llena con Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y con un filtro molecular. El cambio del filtro es fácil a ejecutar. No se debe abrir la tubería.



El filtro de partículas sirve para filtrar partículas sólidas y los productos sólidos de descomposición del gas SF<sub>6</sub>. El cartucho de este filtro es un plegado con forma de cilindro y sección a estrella. Alcanza una cuota de retención del 100 % en caso de partículas de dimensiones  $\geq 1,0 \mu\text{m}$ .



- Los detalles se describen en profundidad en el manual de instrucciones para el servicio.

## Valores limites IEC 60480 para la reutilización del gas SF<sub>6</sub>

**Media tensión: -23 °C punto de rocío con presión atmosférica**

Contaminación	Especificación
aire y / o CF <sub>4</sub>	3 vol.-%
H <sub>2</sub> O	95 mg/kg (ppm <sub>w</sub> )
aceite mineral	10 mg/kg (ppm <sub>w</sub> )
total de productos de descomposición gaseosos y con capacidad de reaccionar	50 µl/l (ppm <sub>v</sub> ) total o 12 µl/l (ppm <sub>v</sub> ) para (SO <sub>2</sub> +SOF <sub>2</sub> ) o 25 µl/l (ppm <sub>v</sub> ) HF

**Alta tensión: -36°C punto de rocío con presión atmosférica**

Contaminación	Specificación
aire y / o CF <sub>4</sub>	3 vol.-%
H <sub>2</sub> O	25 mg/kg (ppm <sub>w</sub> )
aceite mineral	10 mg/kg (ppm <sub>w</sub> )
total de productos de descomposición gaseosos y con capacidad de reaccionar	50 µl/l (ppm <sub>v</sub> ) total o 12 µl/l (ppm <sub>v</sub> ) para (SO <sub>2</sub> +SOF <sub>2</sub> ) o 25 µl/l (ppm <sub>v</sub> ) HF

## Tiempos de aspiración con los carros de servicio de SF<sub>6</sub>

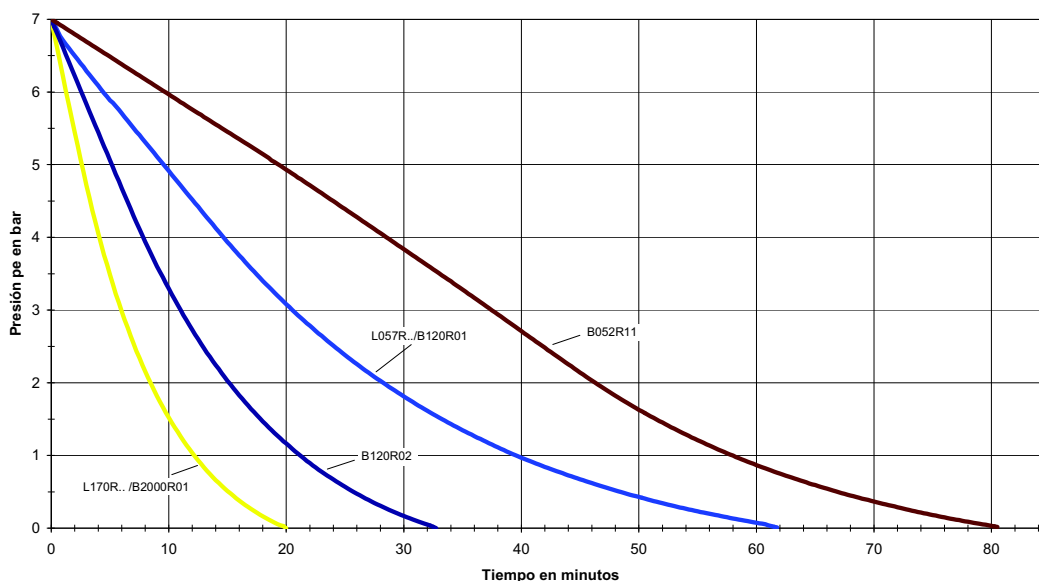
hasta una presión final de 1 mbar – con compresor y bomba aspirante

ninguna emisión de gas SF<sub>6</sub>

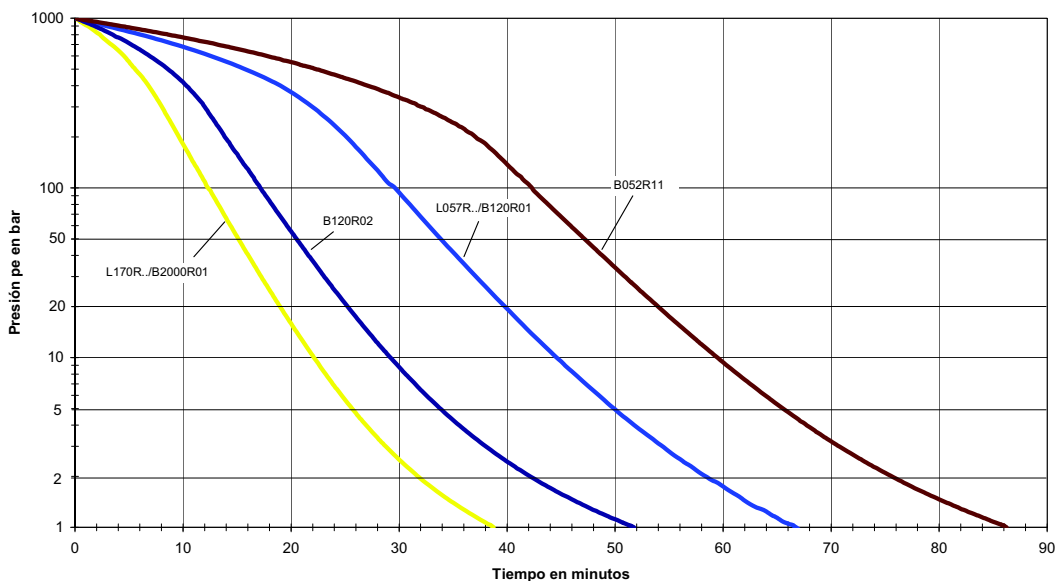
tubo flexible DN 20 – de 5m de largo

volumen: 1.000 litros

Aspiración de pe 7 bar hasta pe 0 bar



Aspiración de pa 1 bar hasta 1 mbar



Fórmula para la cálculo de otros tiempos de aspiración véase página 19.

## Tiempos de aspiración con los carros de servicio de SF<sub>6</sub>

Hasta una presión final de 50 mbar – con compresor y compresor de vacío

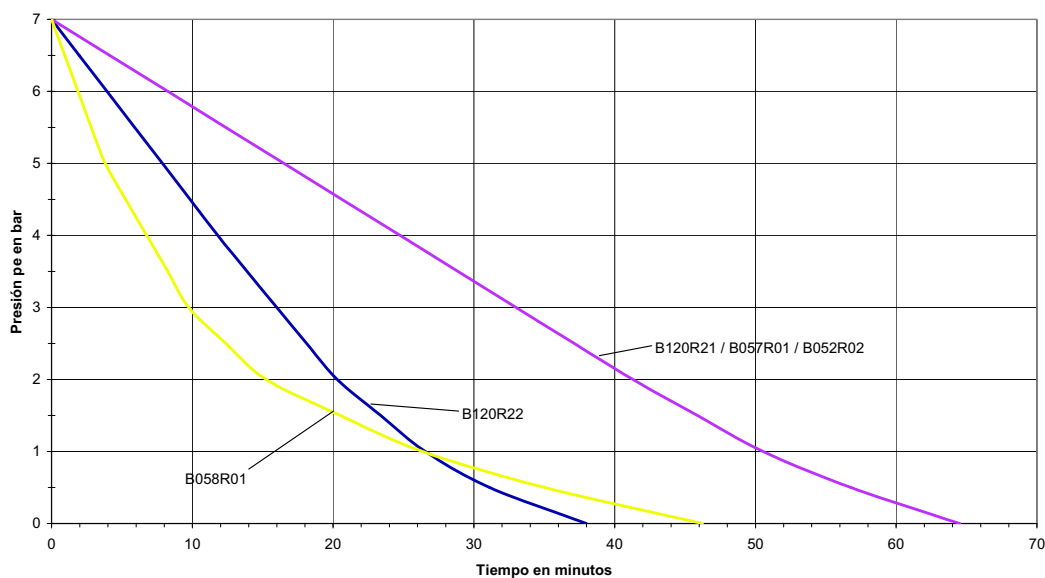


**emisión del gas residual:** 0,304 g / litro vol.

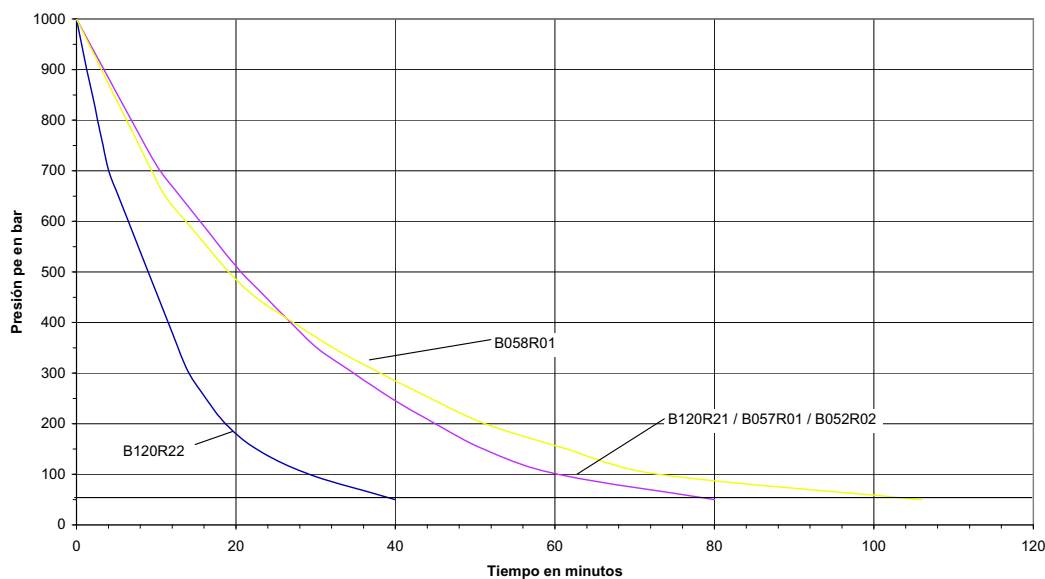
tubo flexible DN 20 – de 5m de largo

volumen: 1.000 litros

Aspiración de pe 7 bar hasta pe 0 bar



Aspiración de pa 1 bar hasta 50 mbar



Fórmula para la calculación de otros tiempos de aspiración véase página 19.

**Tiempos de aspiración con carros de servicio de SF<sub>6</sub> MINI**

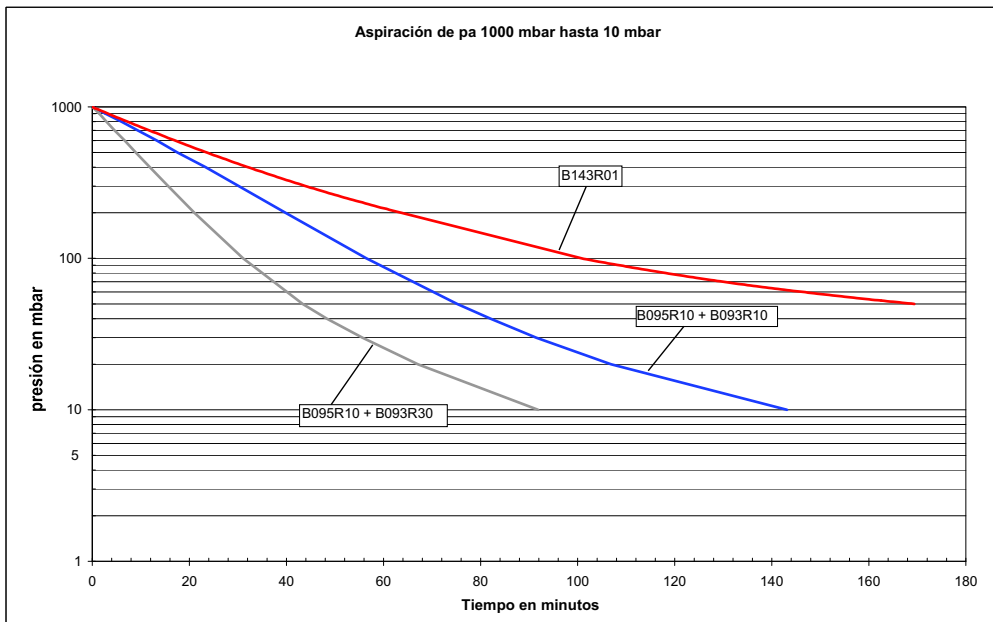
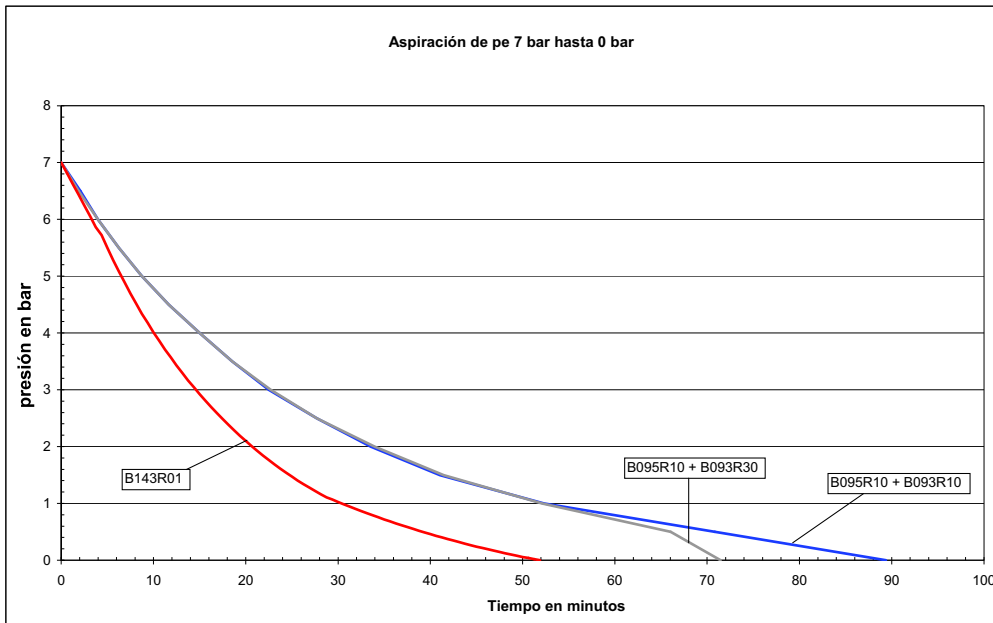
tubo flexible DN 8 – de 5 m de largo      volumen: 300 l

combinación B095R10 y B093R10 o B095R10 y B093R30

presión final: 10 mbar:  **emisión del gas residual: 60 g / m<sup>3</sup>**

carro de servicio MINI B143R01 y B143R10

presión final 50 mbar:  **emisión del gas residual: 300 g / m<sup>3</sup>**



Fórmula para la calculación de otros tiempos de aspiración véase página 19.



Tiempo de evacuación en minutos									
Bombas de vacío capacidad de elevación / vacío final									
Volumen a evacuar	Piccolo	Economy / Kompakt			Mega				
		B120 / L057 / B058 / B057			B2000 / L170				
	B048R03	B046R03					B046R20		
	16m <sup>3</sup> /h < 1 mbar	40m <sup>3</sup> /h < 1 mbar	25m <sup>3</sup> /h < 0,025 mbar	40m <sup>3</sup> /h < 1 mbar	63m <sup>3</sup> /h < 1 mbar	100m <sup>3</sup> /h < 1 mbar	200m <sup>3</sup> /h < 1 mbar	40m <sup>3</sup> /h < 0,025 mbar	65m <sup>3</sup> /h < 0,025 mbar
50 l	4	1,7	1,5	1,3	1,2	1,15	1,1	1,5	1
100 l	8	3,3	3	2,6	2,4	2,3	2,2	2,5	2
300 l	24	9,9	10	7,8	7,2	6,9	6,6	7	5,5
500 l	40	16,5	16	13	12	11,5	11	11	9
* 1000 l	80	33	32	26	24	23	22	22	18
2000 l	160	66	64	52	48	46	44	44	36

### Nota para Serie Mega:

Los tiempos de evacuación de la serie Mega podrían ser reducidos considerablemente utilizando una manguera DN40.

### Parámetros:

Medio: aire  
 Presión inicial: pa 1 bar  
 Presión final: pa 1 mbar  
 Manguera: DN20 / NL5000 mm

### Determinación del tiempo de evacuación/aspiración para otros volúmenes:

- $t_E$  = tiempo de evacuación/aspiración buscado en minutos
- \*  $t$  = valor del tiempo de la tabla/del diagrama para 1000 litros en minutos
- $V_E$  = volumen a evacuar/aspirar en litros

$$t_E = t \times V_E : 1000 \text{ l}$$

Los tiempos de evacuación/aspiración arriba mencionados son valores indicativos.



## Lista de preguntas para la selección de un carro de servicio

DILO tiene una vasta gama de carros de servicio para SF<sub>6</sub>. Por esa razón estamos en condiciones de ofrecer un carro de servicio de SF<sub>6</sub> apropiado para cada aplicación especial. Para poder ofrecerles un carro de servicio adaptado a sus especificaciones, les rogamos responder a las preguntas siguientes:

	Respuesta
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuánto gas SF<sub>6</sub> tienen Vds. en su compartimiento de gas más grande?</li> </ul>	kg
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sírvanse Vds. indicar la presión de llenado (absoluta) en el compartimiento de gas más grande?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sírvanse Vds. indicar el volumen del compartimiento de gas más grande?</li> </ul>	litros
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuántos kilos de gas SF<sub>6</sub> se deben almacenar?</li> </ul>	kg
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dónde desean Vds. almacenar el gas SF<sub>6</sub>?</li> </ul>	<input type="checkbox"/> botella <input type="checkbox"/> depósito de almacenamiento interno <input type="checkbox"/> depósito de almacenamiento externo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qué acoplamiento de conexión tienen Vds. en su compartimiento de gas? Sírvanse Vds. indicar el tipo o diámetro o enviarnos un dibujo del acoplamiento de conexión?</li> </ul>	mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distancia máxima entre el compartimiento de gas y el carro de servicio. Diámetro de la manguera de conexión?</li> </ul>	m DN mm
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasta que vacío final desean Vds. la aspiración del gas SF<sub>6</sub>? Emisión del gas residual con un vacío final de 20 mbar: 120 g/m<sup>3</sup> Emisión del gas residual con un vacío final de 50 mbar: 300 g/m<sup>3</sup></li> </ul>	<input type="checkbox"/> 1 mbar <input type="checkbox"/> 20 mbar 50 mbar (no corresponde al IEC 62271-303, tabla 13, párrafo 4)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario cumplir ciertos tiempos para el tratamiento del compartimiento de gas más grande (<i>véase arriba</i>)? a) Aspirar el SF<sub>6</sub> b) Evacuar el aire c) Llenar con SF<sub>6</sub></li> </ul>	min min min
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tienen Vds. ciertas exigencias concernientes al carro de servicio? Por ejemplo unidades con indicación de presión especial en: <input type="checkbox"/> bar <input type="checkbox"/> kPa <input type="checkbox"/> MPa <input type="checkbox"/> psi Indicación en: <input type="checkbox"/> presión absoluta o <input type="checkbox"/> sobrepresión</li> </ul>	<input type="checkbox"/> ruedas de transporte fijas y direccionales <input type="checkbox"/> chasis <input type="checkbox"/> remolque <input type="checkbox"/> estacionario <input type="checkbox"/> cubierta <input type="checkbox"/> grúas elevadoras
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Otros requisitos por ejemplo aparatos de medida, unidad con filtro previo, juego de protección en el trabajo para manejo de gas SF<sub>6</sub> descompuesto, banda de calefacción para botellas de SF<sub>6</sub>, Maletín de adaptadores</li> </ul>	

Les rogamos responder a estas preguntas lo más detalladamente posible.