



# OPERADOR DE COMPRESORES

## Tipos, manejo y mantenimiento





# FEDAS

1ª edición: octubre de 2024

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo públicos.

© 2024 FEDAS, Federación Española de Actividades Subacuáticas [www.fedas.es](http://www.fedas.es)

Documentación y textos: Manuel David Deibe López

Diseño y maquetación: Manuel David Deibe López - Comité Técnico FEDAS

Gráficos: Coltri, Bauer, ....

Fotografías:

Coordinación: Comité Técnico de FEDAS





# Objetivos del programa de formación

- Proporcionar formación en el manejo de las instalaciones de carga
- Desarrollo de las habilidades necesarias para el uso de estas instalaciones
- Aplicación de las técnicas necesarias para el uso seguro de estos equipos

FEDAS





# Requisitos previos para participar en el programa de formación

- Tener al menos 18 años de edad; No hay límite superior.
- Disponer de licencia federativa.
- Firmar el formulario apropiado según lo requiera la FEDAS reconociendo y asumiendo los riesgos del funcionamiento de la instalación de carga antes de participar en cualquier actividad práctica.





# FEDAS

## CAPÍTULO 1

# EL AIRE RESPIRABLE CILINDROS DE BUCEO





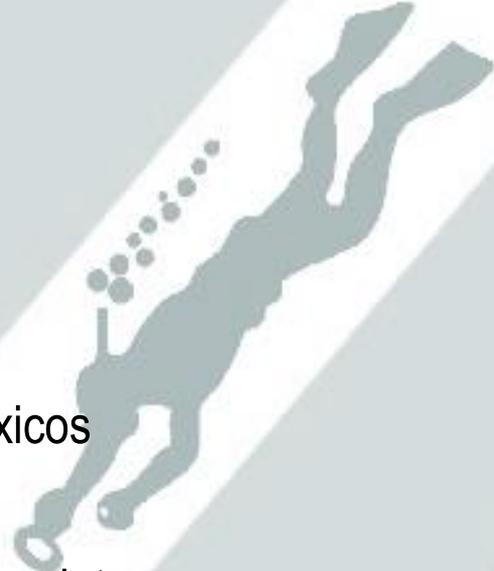
## AIRE RESPIRABLE

Entendemos por aire respirable, aquel que es comprimido para ser utilizado en la respiración humana.

Muchas son las aplicaciones que requieren de aire comprimido con la categoría de respirable. Algunas de las más conocidas son:

- \* Buceo deportivo
- \* Buceo profesional o de rescate
- \* Bomberos
- \* Trabajos de limpieza en zonas con ambientes tóxicos
- \* Espacios confinados
- \* Aplicaciones industriales, como chorro de arena o pintura

# FEDAS





La pureza del aire comprimido, en su uso como aire respirable, es fundamental para garantizar la seguridad de la persona que lo está respirando. Los perjuicios de un aire de baja calidad pueden ser muy graves, pudiendo causar incluso la muerte.

Existen muchas normativas que regulan el uso y la calidad del aire respirable. Dependiendo de la aplicación, se pueden encontrar incluso recomendaciones en normativas no específicas.





# VALORES LÍMITE DE LAS IMPUREZAS DEL AIRE RESPIRABLE EXTERNO SEGÚN NORMA EN 12021

\* Condición de referencia europea: valor absoluto 1 bar, 20 °C;

– Lubricantes (gotas o niebla):  
0,5 mg/m<sup>3</sup>

– Contenido de dióxido de carbono: (500 ppm)

– Contenido de monóxido de carbono: 15 ppm

– Contenido de agua\*:  
50 mg/m<sup>3</sup> (a una presión nominal de 40 a 200 bar) o  
35 mg/m<sup>3</sup> (a una presión nominal de más de 200 bar)

Valores residuo	DIN 3188	EN 12021	Pharmacopea Europea
<b>CO<sub>2</sub></b>	<800 ppm	< 500 ppm	< 500 ppm
<b>SO<sub>2</sub></b>	--	--	< 1 ppm
<b>NO<sub>X</sub></b>	--	--	< 2 ppm
<b>NO<sub>2</sub></b>	--	--	< 2 ppm
<b>Aceite</b>	<0,3 mg/m <sup>3</sup>	<0,5 mg/m <sup>3</sup>	<0,1 mg/m <sup>3</sup>
<b>CO</b>	< 30 ppm	< 15 ppm	< 5 ppm
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Debajo de punto de rocío		< 60 ppm





Customer name  
Date  
Type of measurement  
Medium  
Logfile names  
Serialnumber compressor  
Inlet pressure

BOTELLA 15L 86948A159 - CENTRO SUB SPAIN  
from: 14/08/2020 13:28:27 Compressor  
Breathing air  
BCort\_20200814\_0000.txt CENTRO DE BUCEO  
>=200

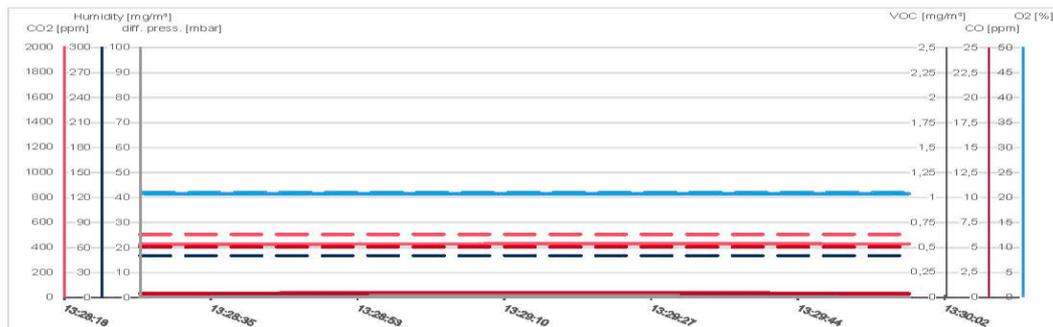
to: 11/07/2020 13:49:57



Type measurement system  
Serialnumber measurement system

B-DETECTION PLUS m  
19-178047

# CONTROL DE PUREZA DEL AIRE



CO [ppm]	Min	0 [ppm]
	Max	0 [ppm]



Diagram scheme	
CO [ppm]	CO2 [ppm]
O2 [%]	VOC [mg/m³]
Humidity [mg/m³]	diff. press. [mbar]

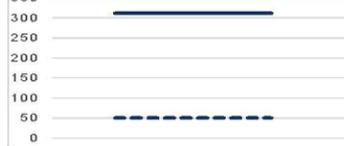
CO2 [ppm]	Min	421 [ppm]
	Max	427 [ppm]



O2 [%]	Min	20,7%
	Max	20,7%



Humidity [mg/m³]	Min	311,7 [mg/m³]
	Max	311,7 [mg/m³]



Sensor	Displayed limit
Oxygene	21%
Percentage variance O2 [%]	1%
Carbon dioxide	500 [ppm]
Carbonmonoxide	5 [ppm]
VOC	0,5 [mg/m³]
Humidity	50,0 [mg/m³]

VOC [mg/m³]	Min	0,0 [mg/m³]
	Max	0,0 [mg/m³]



Measurement complies with DIN EN 12021:2014

Yes  No

Analysis is performed by:

Date, signature





## NORMATIVA

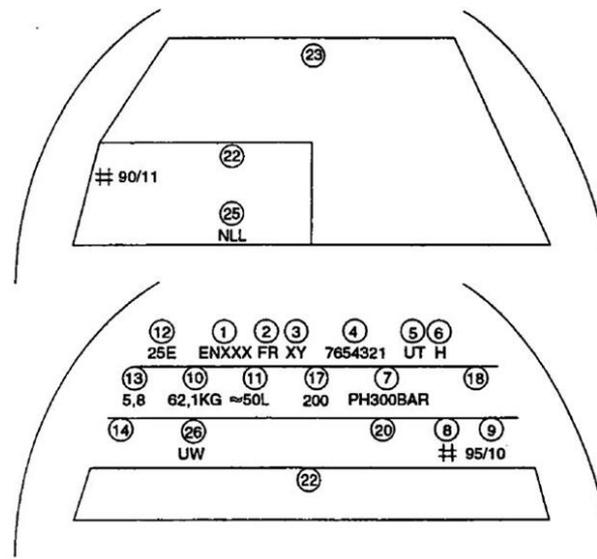
- .Real Decreto 1244/1979 ,de 4 de abril B.O.E 128 se aprueba el reglamento de aparatos a presión, (derogada)*
- .Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y se modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril,*
- .Real Decreto 366/2005, de 8 de abril B.O.E. 100 por el que se aprueba la Instrucción técnica complementaria MIE AP-18 del reglamento de aparatos a presión, referente a instalaciones de carga e inspección de botellas de equipos respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie.*
- .Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias. (derogada)*
- .Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.**



# LEYENDA DE LA MARCA EN LA OJIVA DE LAS BOTELLAS

Cada botella, además de la contraseña o marcado CE, debe llevar troqueladas en la ojiva, en el caso de botellas metálicas, o en una etiqueta adhesiva, en el caso de materiales compuestos, las inscripciones siguientes:

- a) Nombre del gas.
- b) Marca de la o el fabricante.
- c) Número de fabricación.
- d) Presión de prueba.
- e) Presión máxima admisible.
- f) Volumen (de agua en litros).
- g) Fecha de la prueba de fabricación.
- h) Fechas de las pruebas periódicas.
- i) Masa de la botella en kg.



1	Norma	14	Identificación de la aleación (si procede)
2	País de origen	15	-
3	Identificación del fabricante	16	-
4	N° de serie de fabricación	17	Presión de trabajo*
5	Marcado para ensayo no destructivo (si procede)	18	Masa máxima autorizada de llenado (si se llena al peso)
6	Identificación de compatibilidad (si procede)*	19	-
7	Presión de ensayo*	20	Tara, si procede (véase la tabla 2)
8	Marca de inspección*	21	-
9	Fecha del ensayo (año y mes)*	22	Marca de inspección y fecha de la inspección periódica*
10	Tara	23	Espacio para marcados adicionales opcionales o para fijar etiquetas
11	Capacidad en agua*	24	-
12	Identificación de la rosca de la botella	25	Plazo de vida útil para las botellas multicapas
13	Espesor de pared mínimo garantizado	26	Utilización de las botellas multicapas bajo el agua

## MARCADO DE BOTELLAS

Cada botella debe llevar troquelada en caracteres visibles y duraderos las inscripciones y marcas en función de la reglamentación vigente en el momento de su comercialización



Botella de acero de 5L y peso de 5.73 kg

Botella de aluminio de 5.7L y peso de 7.3 kg

*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*



## TIPOS DE ROSCAS

**Rosca 3/4"**. En botellas fabricadas hasta aproximadamente el año **1992**. Es similar a la M 25X2 pero algo mayor de diámetro. Podemos por error introducir una válvula M25x2 en esta rosca pero no al revés. Tras los primeros giros podremos observar que la válvula no encaja correctamente y a la mitad de recorrido, que no corresponde el paso y se atasca. No forzar **NUNCA** y comprobar el paso.

**Rosca M 25X2 DIN 477**. En botellas fabricadas principalmente desde **1990** hasta el año 2005. La zona superior, por encima de la rosca, con forma de cono. La válvula tiene un pequeño rebaje o cajera, que permite una mejor sujeción de la junta tórica (25\*3,53). Las válvulas de este tipo **NO** deben ser colocadas sobre roscas EN-144 (la forma no permite asegurar el cierre).

**Rosca M 25X2 EN-144**. En botellas fabricadas principalmente desde **2005**. La zona superior, por encima de la rosca, con forma en "L". La válvula **NO** tiene el rebaje siendo su forma plana. También llamadas de asiento plano o FLAT.

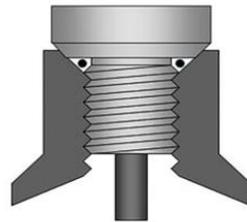
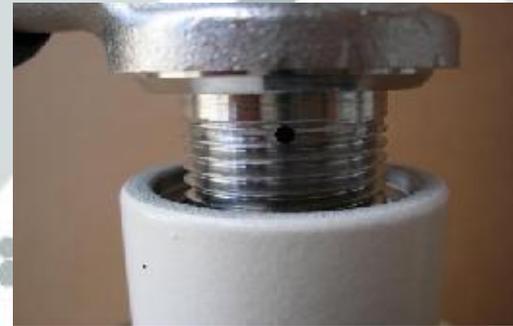




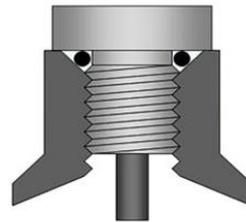
# EN - 144



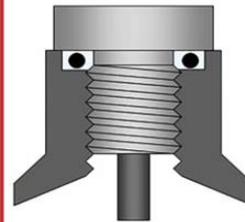
# DIN - 477



DIN 477 T6 Ausf. 1  
O-Ring 25 x 2.65



DIN 477 T6 Ausf. 2  
O-Ring 25 x 3.55

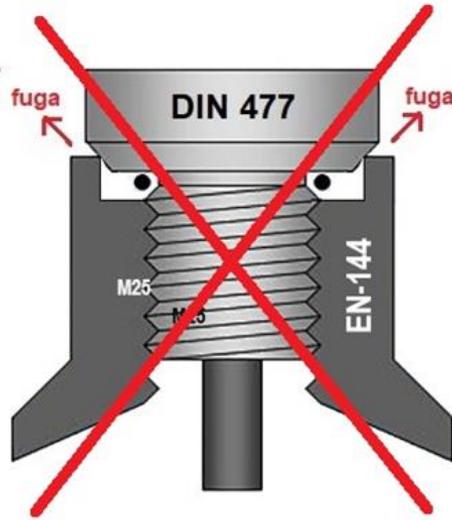


EN 144 T1  
O-Ring 25 x 3.55

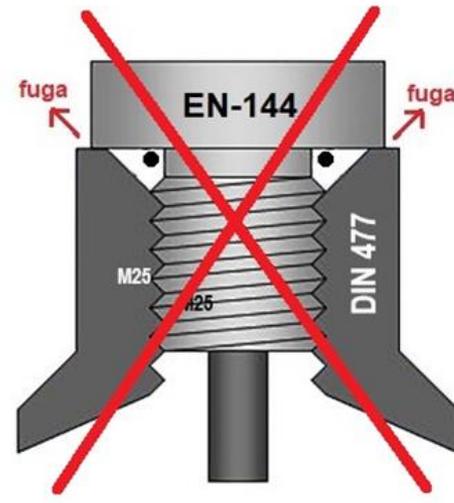
EN-144-1  
Estándar actual para botellas de buceo  
(asiento plano)



# ¡NO COMPATIBLES!



Grifería **DIN 477** + botella **EN-144**  
O-Ring 25 x 2.65



Grifería **EN-144** + botella **DIN 477**  
O-Ring 25 x **2.65**

Las botellas con rosca  $\frac{3}{4}$  Gas deberán contar con una etiqueta de plástico tipo collarín de color rojo que incluya la advertencia: "Peligro por compatibilidad de rosca 3/4Gas-M25".



*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*



# QUÉ NOS DICE LA NUEVA NORMATIVA

## ITC EP-5 sobre botellas de equipos respiratorios autónomos

Las inspecciones periódicas se realizarán de acuerdo a la fecha de vencimiento de la última inspección realizada, aplicándole a partir de ese momento los nuevos plazos de inspecciones (5 años). En caso de que no se hubiera realizado ninguna inspección se aplicarán los nuevos plazos de inspección desde la fecha de fabricación del equipo.

**Ejemplo:** botellas anteriores a 21/09/2021 prueba de expansión volumétrica cada 3 años, si a una botella se le ha realizado dicha prueba anterior a la entrada en vigor de esta norma su prueba sería en el 2024.

Botellas posteriores a 09/2021 entrarían dentro de la nueva norma.

*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*



I.T.C. EP - 5 BOTELLAS EQUIPOS RESPIRATORIOS AUTÓNOMOS												
CENTRO INSPECCIÓN PERIÓDICA - R.D. 809/2021												
INSPECCIÓN PERIÓDICA - RESULTADO POSITIVO												
AÑO PRÓXIMA I.P.	2027	2028	2029	2030								
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
GALIZÓN IBÉRICA S.L. C/ÁNCORAS PARC. E - 7- POL. IND. VILAR DO COLO												
FENE - A CORUÑA R.E.I. 15/031141 Tfn. 981 34 40 40												

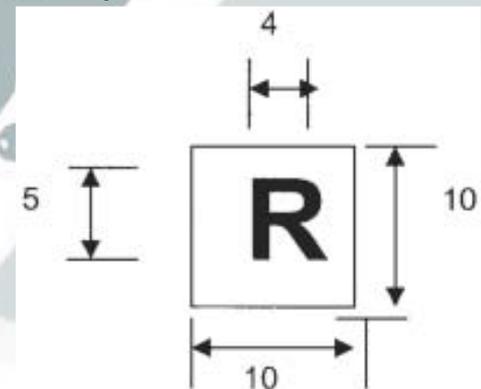


## ARTÍCULO 7. INSPECCIÓN PERIÓDICA DE LAS BOTELLAS

1. Las botellas y sus válvulas deberán someterse, cada cinco años, a las pruebas y verificaciones de inspección periódica.
2. Prueba hidráulica por expansión volumétrica (la dilatación volumétrica permanente estará de acuerdo con los valores facilitados por la o el fabricante y, en su defecto, no será superior al 5 %).
3. Una vez realizadas las pruebas y verificaciones de inspección periódica, el centro de inspección emitirá la correspondiente certificación, identificando la botella y la válvula y dejando constancia de haber superado cada una de las pruebas.

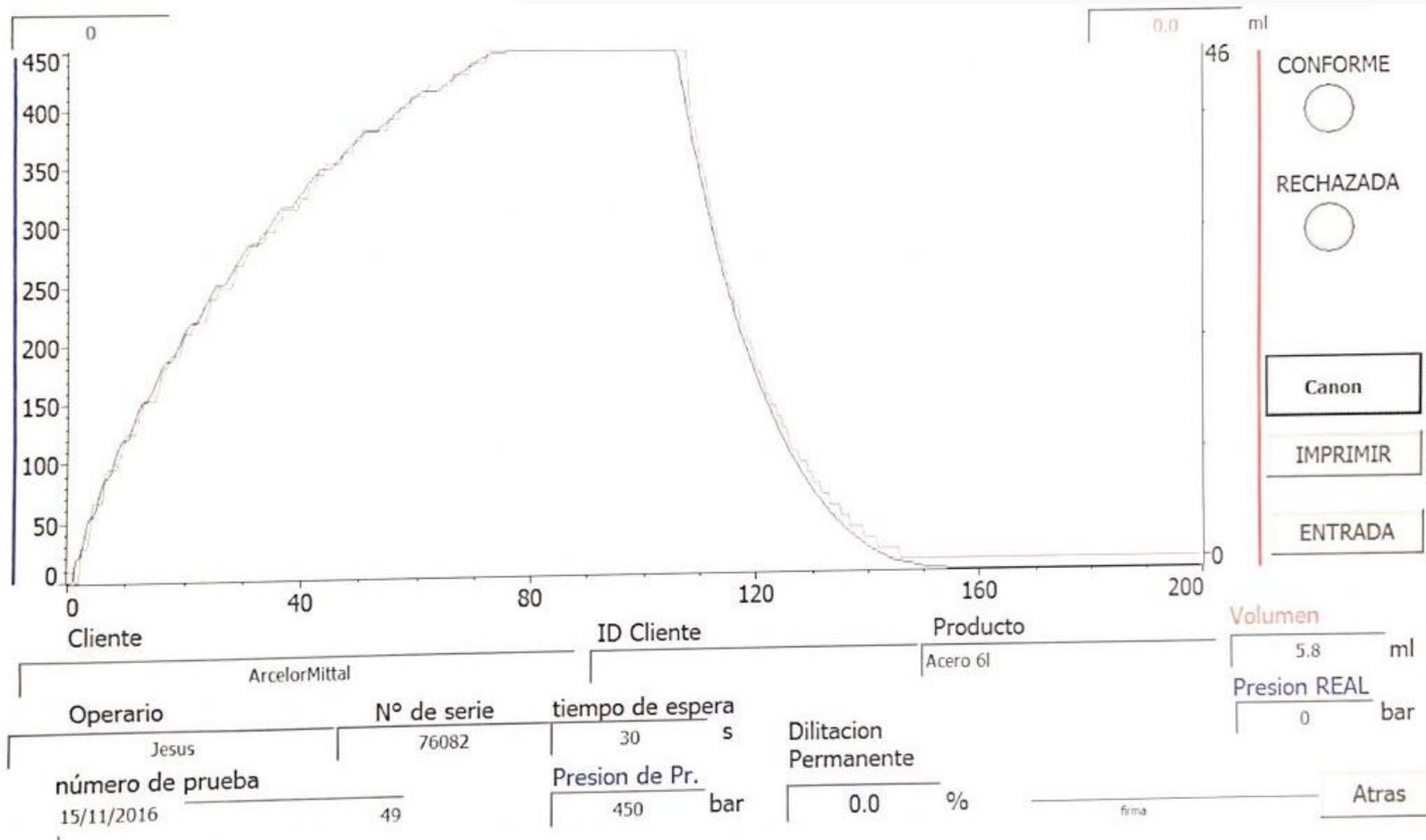


**Contraseña de rechazo**





# INSTALACIÓN DE PRUEBA HIDRÁULICA POR DILATACIÓN VOLUMÉTRICA



# ROTURA POR EXPLOSIÓN



# INSPECCIÓN VISUAL

1. A partir del año siguiente a la realización de la primera prueba de presión estampada por el fabricante, las botellas deberán someterse anualmente a una inspección visual.

2. Inspección de la válvula, comprobándose la coincidencia de la rosca de acoplamiento con la de la botella, mediante un sistema de galgas u otros sistemas de precisión equivalente. Asimismo, **se comprobará que la válvula coincide con la identificada en el último certificado de inspección periódica**, o, en caso de no haber realizado ninguna inspección periódica, en la documentación de fabricación de la botella.

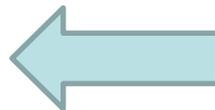


*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*

# COLORES IDENTIFICATIVOS UNE-EN 1089-3

Las botellas *incluidas en el ámbito* de aplicación de esta ITC no podrán tener la ojiva pintada con los colores indicados en la norma UNE EN 1089-3 para gases inflamables (rojo) y tóxico y/o corrosivos (amarillo) así como con una combinación de los mismos o de estos con otro color.

Cuando fuera necesario, el repintado del recipiente se realizará únicamente en los centros de inspección.



*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*



# CÓDIGO DE COLORES

Los colores de las botellas se refieren a los contenidos de las botellas y se utilizan para complementar las etiquetas de las mismas, que constituyen el método primario usado para indicar los contenidos de las botellas de gas.

Los colores de las botellas son un método importante para la identificación del contenido cuando no es posible la lectura de las etiquetas, particularmente cuando no es posible acercarse a la botella.

Los colores de identificación deben estar situados a la altura de la ojiva de la botella. El cuerpo de la botella y el dispositivo de protección de la válvula pueden ser de colores destinados a otros fines. No obstante, debería evitarse utilizar para el cuerpo de la botella y para el dispositivo de protección de la válvula un color que pueda inducir a una mala interpretación del riesgo.





# MEZCLAS DE GASES UTILIZADAS PARA INHALACIÓN

- - Aire o aire sintético
- - Helio/oxígeno
- - Oxígeno/dióxido de carbono
- - Oxígeno/óxido nitroso

UNE-EN 1089-3

# FEDAS

BLANCO más NEGRO

BLANCO más MARRÓN

BLANCO más GRIS

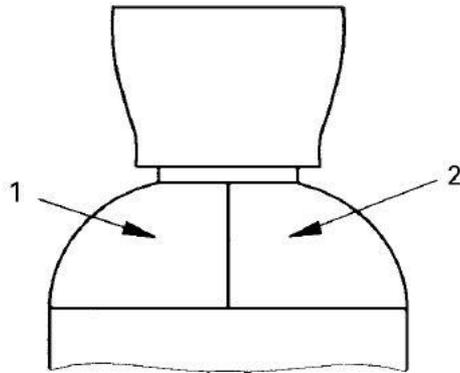
BLANCO más AZUL



# EMPLAZAMIENTO DEL COLOR

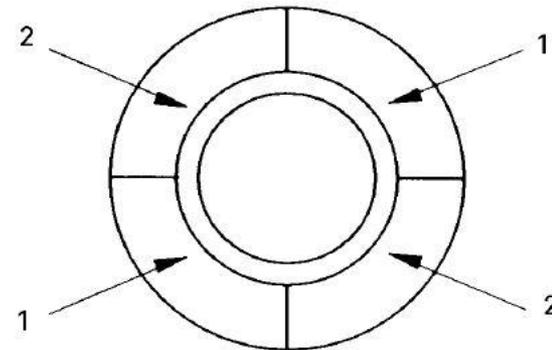
# FEDAS

1 color 1



2 color 2

h altura de la ojiva de la botella



Vista en planta

Norma UNE-EN 1089-3

Fig. B.2 . Código de colores con dos colores



# FEDAS

## CAPÍTULO 2

## LEYES FÍSICAS





# LEYES FÍSICAS QUE INFLUYEN EN LA CARGA DE LAS BOTELLAS

- Ley de Dalton de la presión parcial
- Presión y volumen (Ley de Boyle y Mariotte)
- Presión, volumen y temperatura (Ley de Charles y Gay-Lussac)
- Compresión adiabática y expansión (termodinámica)



# LEY DE DALTON DE LA PRESIÓN PARCIAL

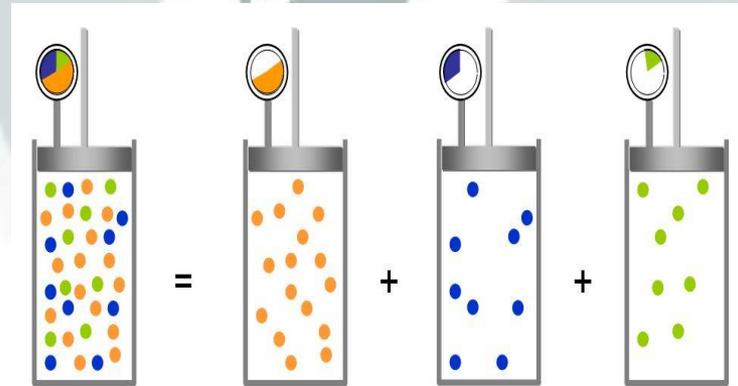
La Ley de las Presiones Parciales (conocida también como Ley de Dalton) establece que la presión de una mezcla de gases, que no reaccionan químicamente), es igual a la suma de las presiones parciales que ejercería cada uno de ellos sin variar la temperatura.

Expresada como la fórmula:  $P_t = P_{p1} + P_{p2} + P_{p3} + \dots$

Esto quiere decir que:

$$P_{aire} = P_{pO_2} + P_{pN_2} + P_{pCo_2}$$

$$100 = 0,2097 + 0,79 + 0,0003$$



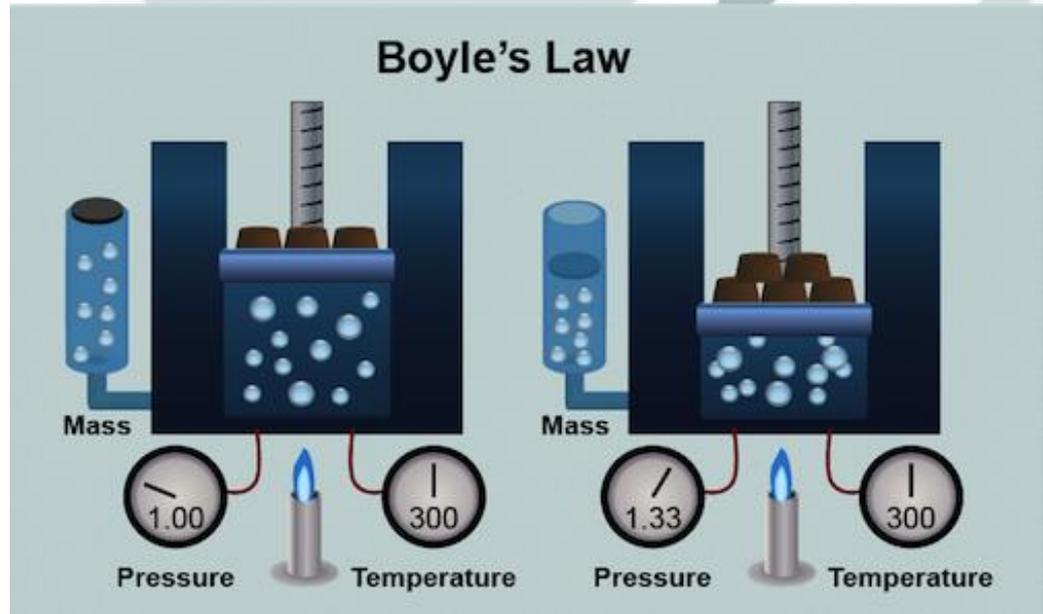
# PRESIÓN Y VOLUMEN (LEY DE BOYLE)

La **Ley de Boyle** determina que si la temperatura = cte, el volumen de una masa dada de gas es inversamente proporcional a la presión absoluta. Esta ley se puede expresar como:

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

donde:

- $P_1 =$  Presión inicial
- $P_2 =$  Presión final
- $V_1 =$  Volumen inicial
- $V_2 =$  Volumen final



<https://www.shmoop.com>



# PRESIÓN, VOLUMEN Y TEMPERATURA (LEY DE CHARLES)

Jacques Charles, fue el primero en experimentar con el efecto de la temperatura sobre el comportamiento de los gases. Alrededor de 1787 se descubrió que el cambio en el volumen o presión en una cantidad dada de gas es directamente proporcional al cambio en la temperatura absoluta.

Esta ley describe cómo se expande un gas a medida que aumenta la temperatura, por el contrario, una disminución de la temperatura conducirá a una disminución del volumen.

$$P = \frac{T}{V} \quad \text{o} \quad P \times V = T$$

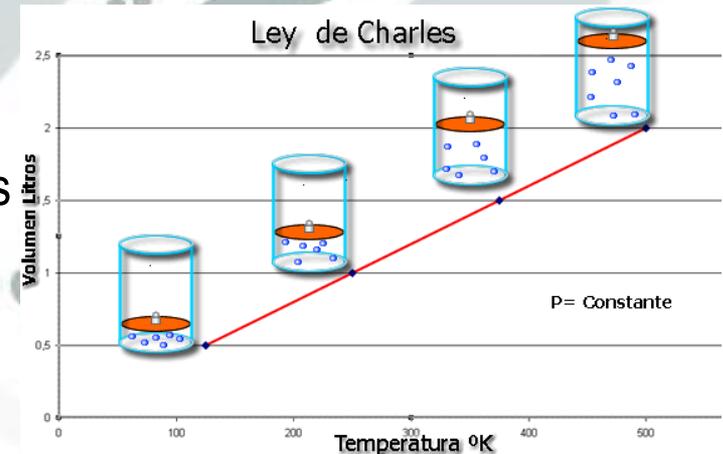
A medida que la presión absoluta ( $P_{abs}$ ) está aumentando y el volumen ( $V$ ) es una constante, la temperatura ( $T$ ) debe ir en aumento. Cuanto mayor sea la tasa de compresión más grande será el aumento de la temperatura. Todos los buceadores estamos familiarizados con este efecto. Pon la mano en el lateral de un cilindro recién llenado y se sentirá el calor.

Para calcular los efectos de los cambios en el volumen, presión o temperatura, la fórmula puede reescribirse:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

En la que siempre utilizaremos temperaturas absolutas.

Para convertir a escala Kelvin otras temperaturas debemos agregar 273 grados centígrados.



<https://wikidepruebainformatica>

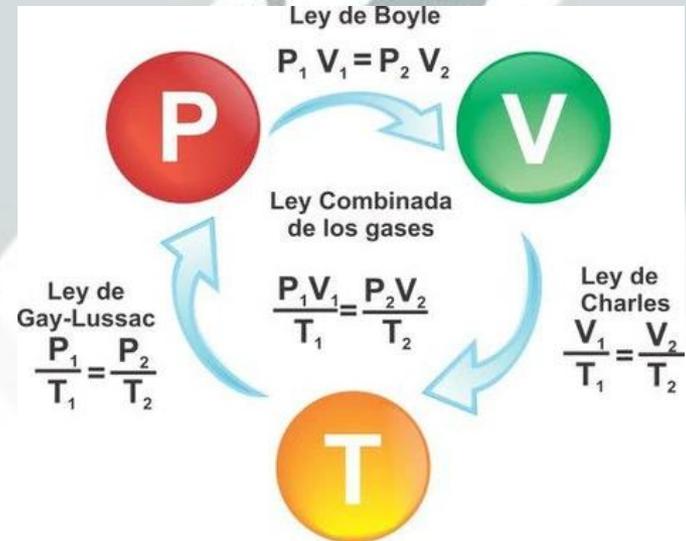
➤ Ej. llenamos un cilindro de 12 litros a 220 bares. La temperatura del cilindro es de 30 grados Celsius al final. El cilindro se coge después en la zona de buceo donde la temperatura ambiente es de 20°C ocurrirá lo siguiente:

$$\frac{220 \times 12}{30+273} = \frac{P_2 \times 12}{20+273}$$

$$P_2 = 8.71 \times 293/12$$

El resultado es una nueva presión de 212.66 bar

Esta es la relación en entre las tres leyes



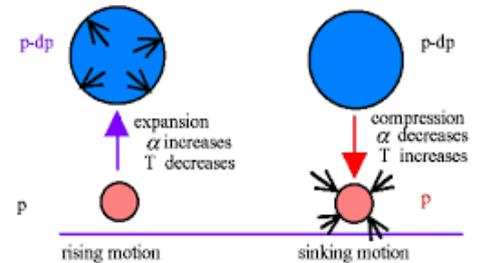
<https://wikidepruebainformatica>

# COMPRESIÓN ADIABÁTICA Y EXPANSIÓN (TERMODINÁMICA)

Una reducción en el volumen de una sustancia sin flujo de calor hacia dentro o hacia afuera.

El **calentamiento adiabático** se produce cuando la presión de un gas aumenta por el trabajo realizado sobre él por su entorno, por ejemplo, un pistón comprimiendo un gas contenido dentro de un cilindro y aumentando la temperatura la conducción de calor a través de las paredes puede ser lenta comparada con el tiempo de compresión.

El **enfriamiento adiabático** se produce cuando la presión sobre un sistema disminuye, lo que le permite expandirse y, por tanto, realizar un trabajo sobre su entorno. Cuando se reduce la presión aplicada sobre un paquete de gas, se permite que el gas del paquete se expanda; a medida que aumenta el volumen, la temperatura desciende al disminuir su energía interna.



<https://rammb.cira.colostate.edu>



# FEDAS

## CAPÍTULO 3

# COMPRESORES (TIPOS Y FUNCIONAMIENTO)





# COMPRESOR

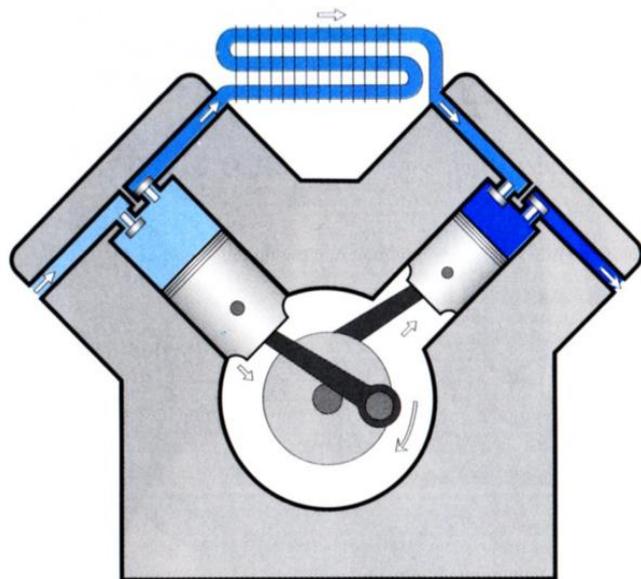
Un compresor es una máquina, cuyo trabajo consiste en incrementar la presión de un fluido. Al contrario que otro tipo de máquinas, el compresor eleva la presión de fluidos compresibles como el aire y todo tipo de gases.

Los más conocidos son:

- **Compresores de émbolo**
- **Compresores de tornillo**
- **Compresores de paletas**
- **Compresores scroll**



# ÉMBOLO OSCILANTE



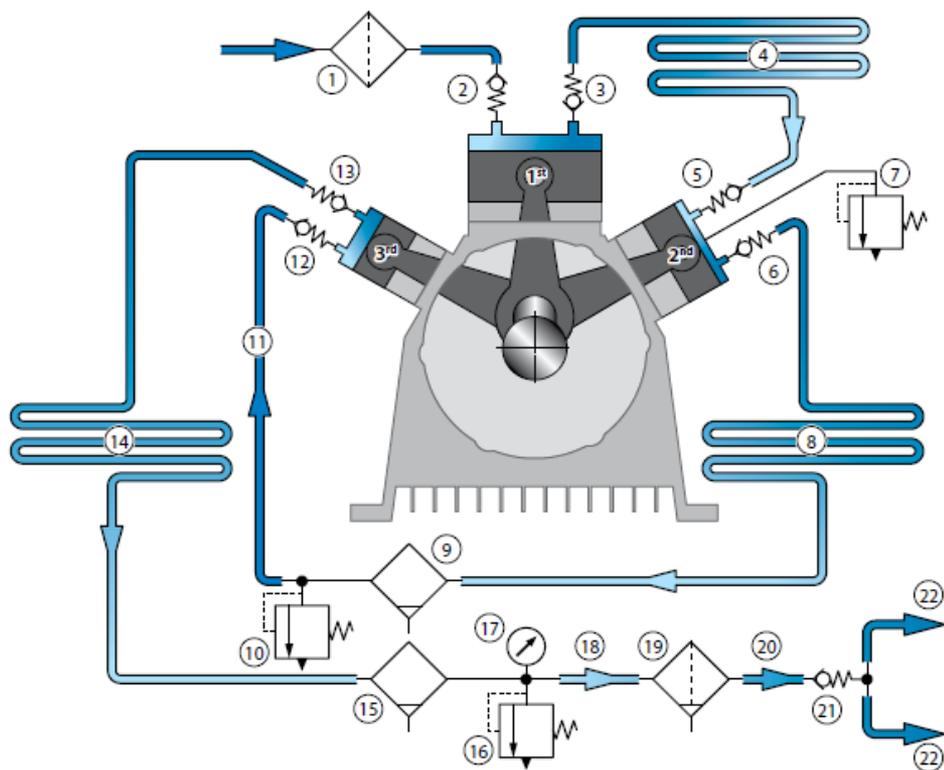
El principio de funcionamiento de estos aparatos tiene como elemento fundamental un eje, en el que va una manivela, que tiene como objetivo activar la biela que produce un movimiento alternativo en el pistón.

Al bajar el pistón, entra aire por la válvula de aspiración. En ese instante, la válvula de salida está cerrada. Cuando el pistón baja hasta el punto muerto inferior, las dos válvulas se cierran. Luego comienza la compresión del aire que ha entrado al cilindro, debido al inicio del ascenso del pistón.

Cuando este aire se ha comprimido hasta el máximo, se abre la válvula de salida.

El aire es disparado en el depósito y comienza a transitar hacia el circuito por medio de los conductos.

# CIRCUITO DE PRESIÓN



- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| 1 Filtro de aspiración               | 12 Válvula de aspiración 3º estadio                    |
| 2 Válvula de aspiración 1º estadio   | 13 Válvula de descarga 3º estadio                      |
| 3 Válvula de descarga 1º estadio     | 14 Tubo de enfriamiento final                          |
| 4 Tubo de enfriamiento 1º-2º estadio | 15 Separador de condensación HP                        |
| 5 Válvula de aspiración 2º estadio   | 16 Válvula de seguridad                                |
| 6 Válvula de descarga 2º estadio     | 17 Manómetro   |
| 7 Válvula de seguridad 1º estadio    | 18 Tubo separatore/filtro                              |
| 8 Tubo de enfriamiento               | 19 Filtro purificador                                  |
| 9 Separador de condensación LP       | 20 Tubo filtro/ válvula de mantenimiento de la presión |
| 10 Válvula de seguridad 2º estadio   | 21 Válvula de mantenimiento de la presión              |
| 11 Tubo separador/3º estadio         | 22 Látigo  |



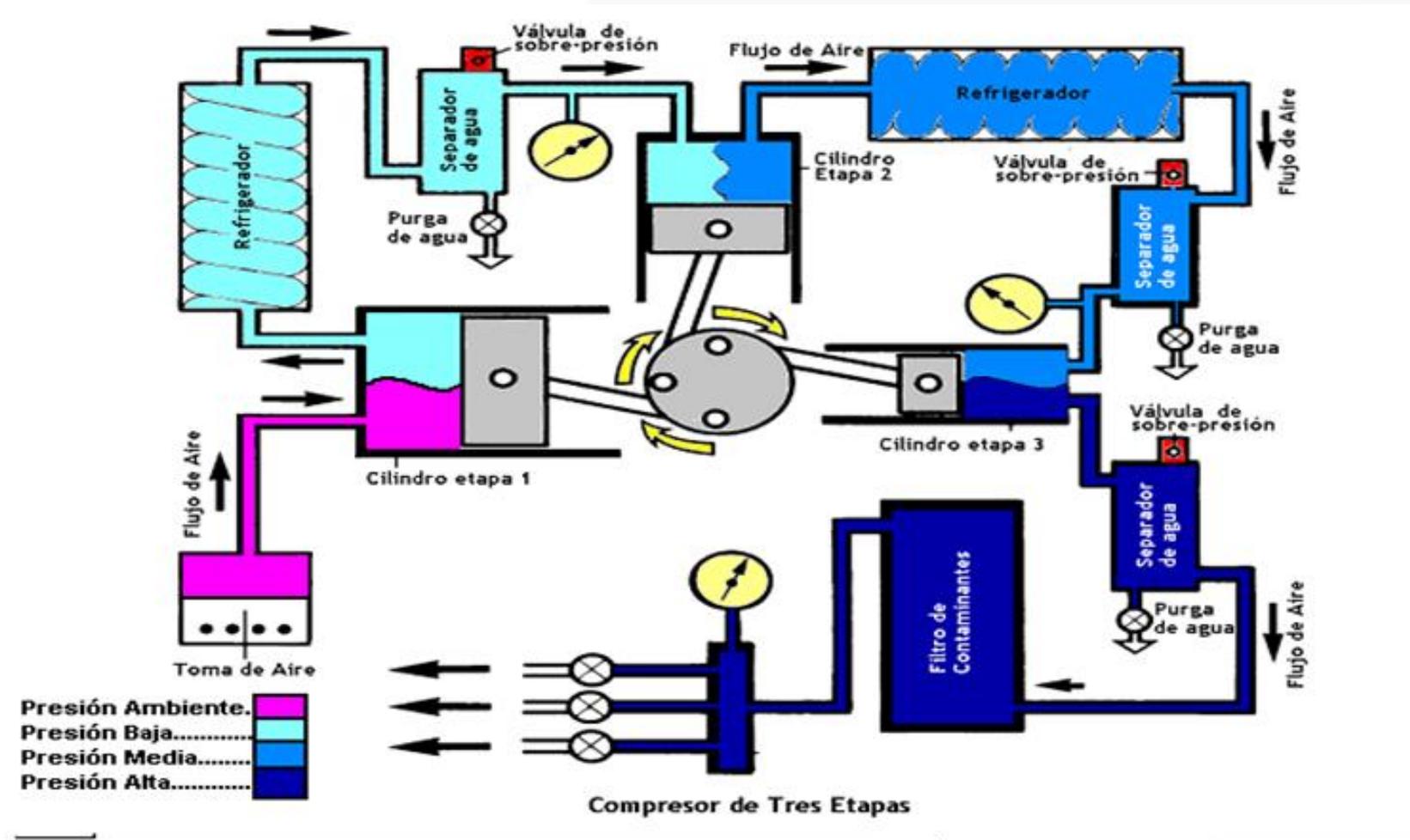
# FEDAS

Dependiendo del número de etapas así determinamos la presión de trabajo

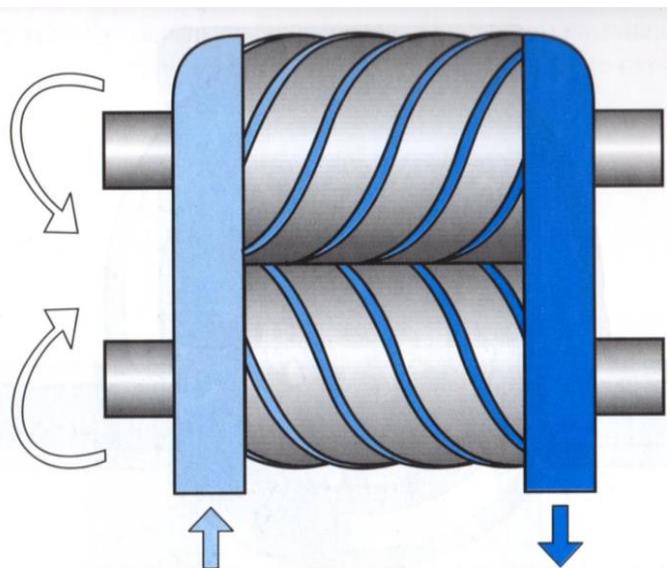
Presión máx. (kPa)	Presión máx. (atm)	Nº etapas
0 – 1200	0 – 12	1
1200 – 3000	0 – 30	2
3000 - 22000	30 – 220	3 o más



# ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN COMPRESOR DE ÉMBOLO



# TORNILLO



Los compresores de tornillo utilizan movimientos rotativos para comprimir el aire. Dentro del compresor, hay un conjunto de rotores macho y hembra. Están diseñados de forma diferente para que, al girar al unísono, el aire quede atrapado entre ellos.

El rotor macho tiene lóbulos convexos y el rotor hembra tiene cavidades cóncavas; de esta manera, pueden engranar sin tocarse para lograr la compresión. Además, el rotor macho tendrá un poco menos de lóbulos que el hembra, lo que significa que girará más rápidamente, impulsando eficazmente al rotor hembra.

<https://youtu.be/cmL6HEjE4nc?t=16>

## FUNCIONAMIENTO DEL TORNILLO PASO A PASO

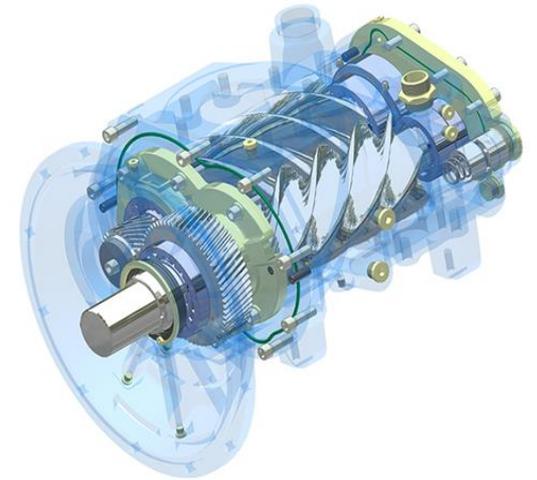
Una válvula de apertura aspira el gas a la cámara del compresor. En la cámara se encuentran los dos rotores de tornillo; cuando la máquina está encendida, giran a gran velocidad. A medida que los rotores giran, atrapan y aíslan el aire en las cavidades entre los rotores, desplazando así el aire hacia la cámara.

La cámara disminuye de tamaño y se aleja de la válvula de apertura. A medida que el volumen disminuye, la presión aumenta.

La presurización aumenta y, por tanto, el aire se condensa.

La presión del aire hará que la válvula de descarga del compresor se abra, permitiendo que el aire presurizado entre en un receptor u otro depósito de retención.

El aire se comprime y puede transferirse a equipos posteriores como secadores y separadores de aceite/agua para su secado y eliminación de la contaminación.





## ¿Cuáles son las ventajas de los compresores de tornillo?

**Funcionamiento continuo** - Capaces de suministrar un flujo de aire y una presurización continuos, no necesitan encenderse y apagarse y no tienen ciclo de trabajo. Esto significa que pueden funcionar continuamente con poco o ningún tiempo de inactividad.

**Fácil de mantener** - Con muy pocas piezas móviles y de contacto, el desgaste se minimiza. Los largos intervalos de servicio reducen los costes de mantenimiento y hacen que las revisiones y reparaciones rutinarias sean rápidas, sencillas y sin complicaciones.

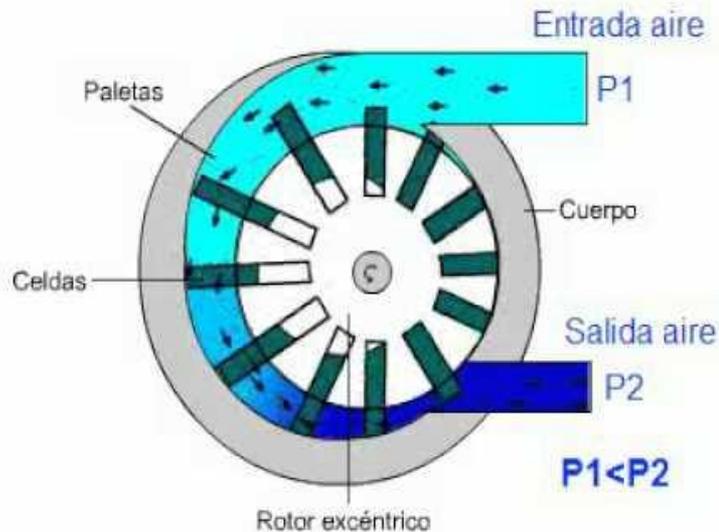
**Potente rendimiento** - Los compresores de tornillo pueden funcionar en condiciones difíciles, ya que tienen altos caudales de aire y pueden funcionar a temperaturas extremas. Esto significa que pueden hacer funcionar herramientas neumáticas y equipos pesados con facilidad y eficacia.

**Eficiencia energética** - Habiendo superado la prueba del tiempo, estas duraderas máquinas producen menos calor y conservan más energía que otros modelos. Estas características de diseño significan que ofrecen una pérdida nula de capacidad a lo largo del tiempo, manteniendo el coste de la vida útil del compresor bajo.

**Funcionamiento silencioso** - gracias al pequeño tamaño de las unidades y a la ausencia de piezas móviles, lo que las hace adecuadas para instalaciones en puntos de uso.



# PALETAS



El rotor tiene una serie de ranuras mecanizadas a lo largo de su longitud en las que encajan paletas deslizantes que se desplazan sobre una película de aceite.

El rotor gira dentro de un estator cilíndrico. Durante la rotación, la fuerza centrífuga extiende los álabes desde sus ranuras, formando celdas de compresión individuales. La rotación disminuye el volumen de las celdas, aumentando la presión del aire.

<https://youtu.be/5UuYFwYMTG8>



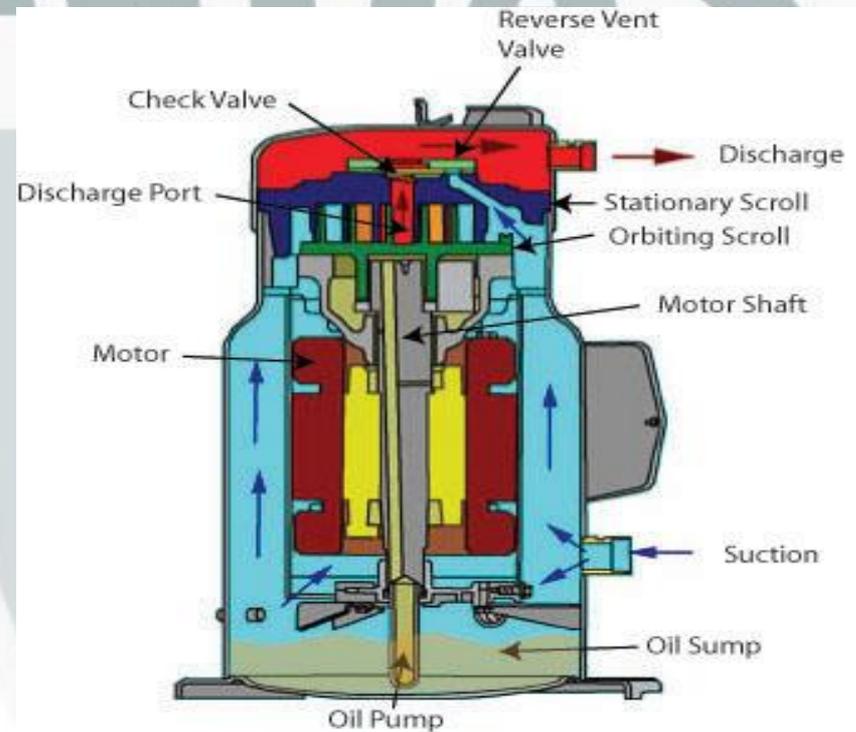
El calor generado por la compresión se controla mediante la inyección de aceite a presión. La única pieza en movimiento continuo es el rotor, que se acciona directamente a muy baja velocidad (1450rpm), lo que ofrece una fiabilidad inigualable.

La principal ventaja de esta tecnología es que los compresores de paletas duran mucho tiempo y son una tecnología extremadamente fiable y probada.

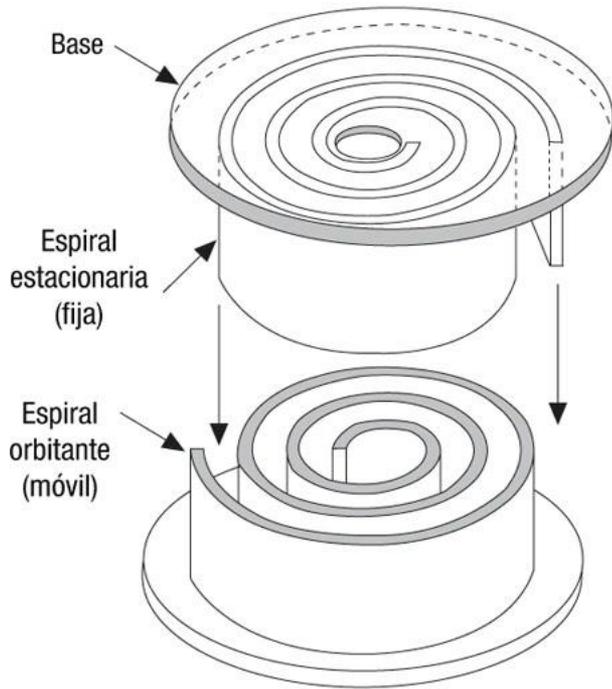
# SCROLL

El compresor scroll es un compresor de desplazamiento positivo. El diseño de rotor espiral genera un caudal continuo de aire comprimido en varias etapas y no requiere lubricación por aceite. La compresión se realiza por reducción de volumen.

El número reducido de piezas confiere a los compresores Scroll mayor eficiencia energética, fiabilidad y menor probabilidad de avería mecánica. En comparación con un compresor de tornillo rotativo, una unidad Scroll tiene menos vibraciones y casi no hace ruido.



## Espirales



El funcionamiento de los sistemas de aire comprimido Scroll es más silencioso y suave que el de un compresor alternativo porque solo incluye dos rotores con forma espiral; uno de ellos es fijo en la carcasa y el otro es móvil, accionado por el motor.

# FEDAS



# UTILIZACIÓN DE COMPRESORES PORTÁTILES

Artículo 16. *Recarga de botellas mediante compresores portátiles.*

1. La utilización de compresores portátiles situados fuera de un centro de recarga deberá atenerse a las siguientes consideraciones:
  - a) Este tipo de compresores, únicamente podrán utilizarse para uso propio, sin que en ningún caso puedan emplearse para recargar botellas de terceros.

*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*



# CLASIFICACIÓN

Los compresores se accionan, según las exigencias, por medio de un motor eléctrico o de explosión interna.

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

## ELÉCTRICO

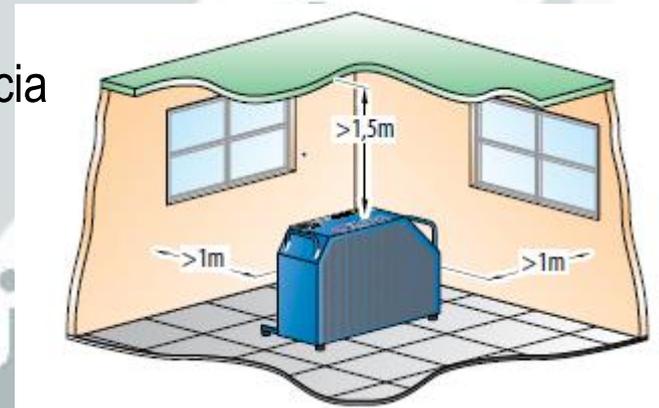


## COMBUSTIÓN



# INSTALACIÓN DEL COMPRESOR

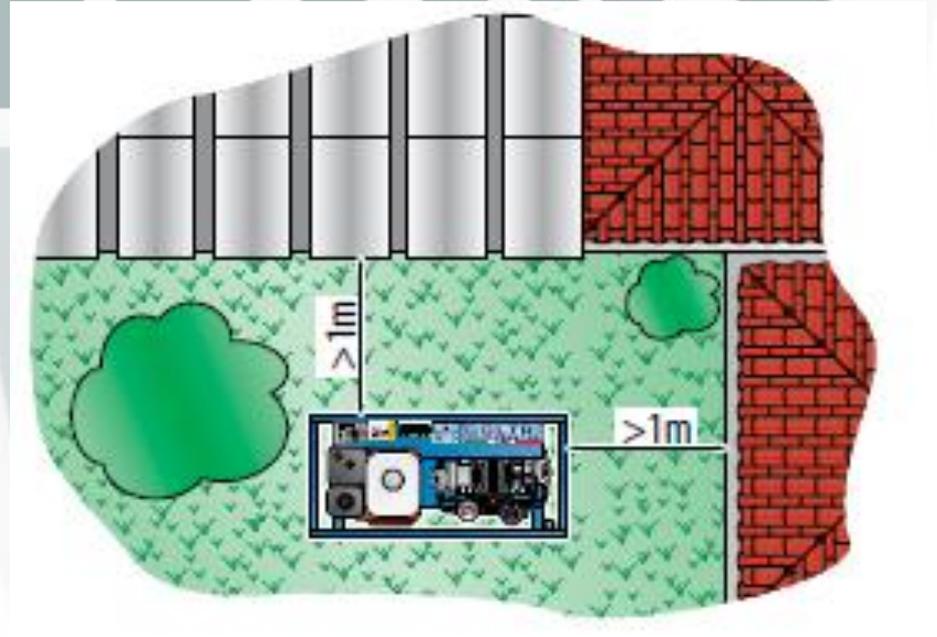
- \* Colocaremos el compresor en el lugar previsto comprobando el nivelado del mismo.
- \* Comprobar que en el lugar previsto existan las condiciones de ventilación adecuadas, ausencia de polvo, ausencia de corrosión ni de incendio y la ausencia de humos y gases nocivos.
- \* Si la temperatura externa sobrepasa de los 40° C es necesario refrigerar el local.
- \* Colocaremos el compresor a una distancia mínima de 1m respecto a las paredes circundantes y a una altura del techo no inferior a 1,5m
- \* El local deberá estar suficientemente iluminado para poder localizar fácilmente cualquier elemento.



<https://coltri.com/es>

# INSTALACIÓN DEL COMPRESOR EN EL EXTERIOR

Los compresores con motor de explosión deben de instalarse **únicamente** al aire libre



La toma de aspiración del aire de compresión se situará en un lugar que permita garantizar su calidad.

# UNIDADES DE POTENCIA



## **Pulsador de encendido**

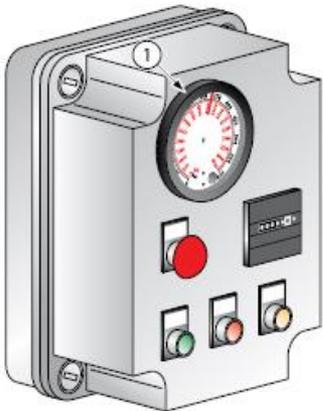
Presionando el pulsador de encendido verde se pone en marcha el compresor. Esto funciona hasta alcanzar la presión calibrada en el presostato regulable o cuando las válvulas de seguridad entran en funcionamiento.

## **Pulsador de paro**

Presionando el pulsador de paro rojo se detiene el funcionamiento del compresor.

## **Pulsador de emergencia**

En los casos de emergencia, presionando el pulsador de emergencia rojo se detiene el funcionamiento del compresor. Compruebe antes de que inicie la jornada laboral que el pulsador de emergencia funciona correctamente, encendiendo el compresor y presionando el pulsador; si el compresor no se detiene inmediatamente después de haber presionado el pulsador desconecte el compresor de la red.



## **Contador**

El contador horario indica las horas de funcionamiento efectivo del compresor con el fin de efectuar el mantenimiento previsto.

<https://coltri.com/es>

# MOTORES DE COMBUSTIÓN

## ¡PELIGRO!

- \* Al llenar con carburante, evite las pérdidas del mismo ya que existe el riesgo de incendio.
- \* Si accidentalmente se derramara carburante, limpie esmeradamente la zona manchada.
- \* El carburante es un líquido inflamable, por tanto, no use fuego y no fume durante el suministro, no use materiales que puedan provocar chispas.
- \* Cuando se llena de carburante el depósito, use el equipo de protección.
- \* Tenga siempre el extintor al alcance de la mano cuando realiza el abastecimiento



<https://coltri.com/es>



# COMPRESORES FIJOS



<https://coltri.com/es>



CURSO OPERADOR DE COMPRESORES





# CAPÍTULO 4

**SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN**

**ELEMENTOS DE SEGURIDAD**

**(VÁLVULAS, PRESOSTATOS)**

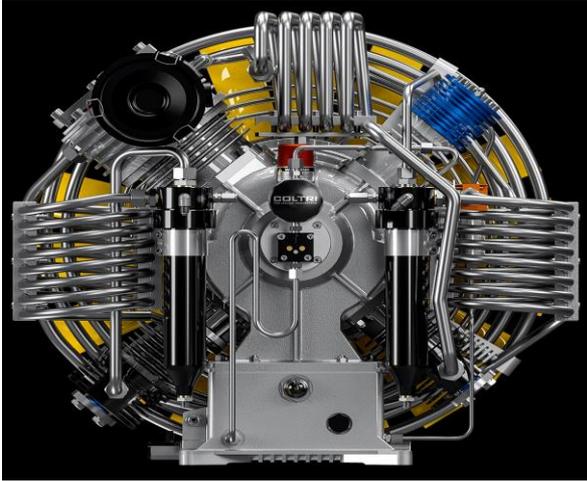
**ELEMENTOS DE CONEXIÓN**

**PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR**

**PROCEDIMIENTO DE CARGA**



# ENFRIADORES



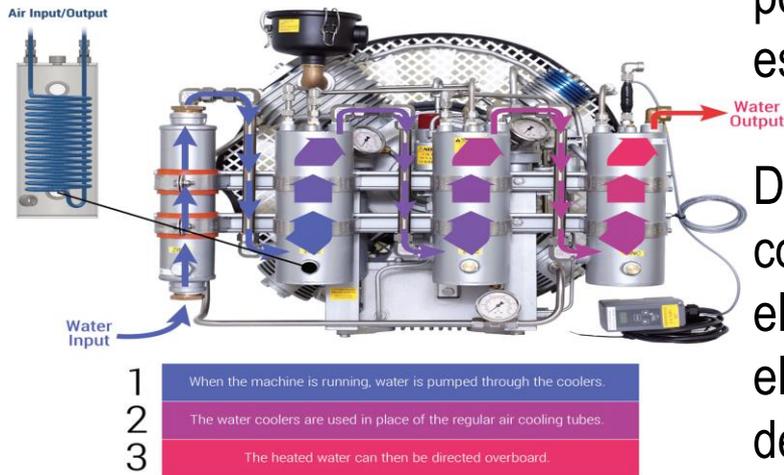
Por efecto de la compresión del aire se desarrolla calor que debe evacuarse. De acuerdo con la cantidad de calor que se desarrolle, se adoptará la refrigeración más apropiada. Los compresores pueden refrigerarse por aire o por agua. En compresores pequeños, el calor se elimina por medio de unas aletas de refrigeración que van unidas a la carcasa del compresor. Las aletas de refrigeración se encargan de irradiar hacia el medio ambiente el calor que procede del aire comprimido a alta temperatura.

El aire caliente y húmedo que entra pasa por el evaporador de esta máquina, donde se enfría. Esto permite que la humedad se condense. La condensación se elimina fácilmente del separador, lo que garantiza una mejora general del funcionamiento de la estación de carga a lo largo del tiempo y la longevidad de sus filtros.



# ENFRIADOR POR AGUA

## HOW IT WORKS



 <p><b>Fresh or Sea Water</b></p> <p>Our water cooling systems can be used in freshwater or seawater scenarios.</p>	 <p><b>Extended Life</b></p> <p>A cooler compressor substantially extends its life, including but not limited to the filters and the valves.</p>	 <p><b>More Efficient</b></p> <p>Water is over 3000 times more efficient than air at absorbing and storing heat in a normal climate.</p>
--	---	---

Cuando la cantidad de calor que hay que eliminar es muy considerable, los sistemas de refrigeración por aire se vuelven insuficientes, necesitándose en este caso refrigerar por agua.

Debemos recordar que el agua es 24 veces más conductora del calor que el aire, por lo que elimina el calor con mucha más rapidez. Además, como el calor específico del agua es más de 3 veces el del aire, para la misma cantidad de masa el agua evacua tres veces más calor.

Si tenemos en cuenta que el agua es 800 veces más densa que el aire, llegamos a la conclusión final que para el mismo caudal circulante, el agua elimina 2400 veces más calor que el aire, lo que da idea de su potencial.

# SISTEMA SEPARADOR CONDENSADOS

- Separador entre etapas después de 2da etapa.
- Separador final para la eliminación de condensado aceite/agua.
- Válvula de seguridad final, montada en la carcasa del separador.
- Válvula de retención/mantenimiento de presión, montada en el soporte del filtro.



Contamination	Maximum content as per DIN EN 12021:2014	Air quality*
H <sub>2</sub> O	25 mg/m <sup>3</sup>	≤ 10 mg/m <sup>3</sup>
CO	5 ppm(v)	≤ 4
CO <sub>2</sub>	500 ppm(v)	≤ 500
Oil	0,5 mg/m <sup>3</sup>	≤ 0,5 mg/m <sup>3</sup>

## DRENAJE AUTOMÁTICO DE CONDENSADO CON TEMPORIZADOR PARA COMPRESORES



<https://coltri.com/es>

Se utiliza para condensar el vapor de agua que contiene el aire a la salida del compresor. La misión fundamental es evitar que el aire llegue húmedo al filtro depurador.

El filtro decantador se coloca justo a la salida del compresor.

Consta, básicamente, de un cilindro metálico capaz de resistir la alta presión, similar a las botellas de aire comprimido. El aire entra por un tubo largo y estrecho hasta el fondo y allí se introduce en el interior del recipiente; al expandirse el aire, el vapor de agua se condensa y queda retenido en el interior, saliendo el aire, ya seco, por otro tubo más corto.

El drenaje **automático** de condensado elimina el agua del separador intermedio y del separador final automáticamente durante el funcionamiento (cada 7 minutos).

# VÁLVULA DE SEGURIDAD

La válvula de seguridad final protege a las botellas y el compresor contra una presión excesiva.

Dicha válvula ha sido calibrada en la sede de la prueba de ensayo del compresor.

Las válvulas están pre-calibradas a la presión de:

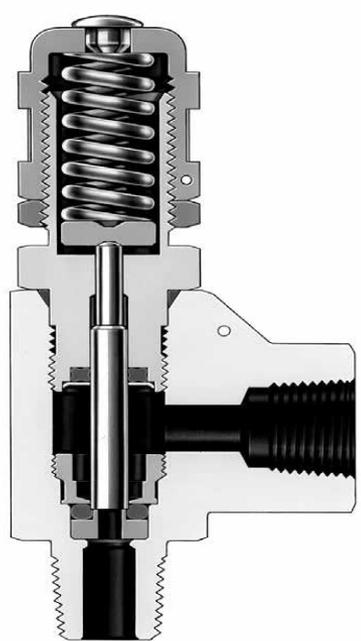


NOMINAL OPERATING PRESSURE - PRESIÓN NOMINAL	STICKER - ADHESIVO	SAFETY VALVE - VÁLVULAS DE SEGURIDAD
<p><b>232 bar</b> <b>3300 PSI</b></p>	<p>232 BAR 3300 PSI</p> <p>ADESIVO/232</p>	<p>6-05-015/2/250 <b>250 BAR</b> S/N 14E 0825 AEROTECNICA COLTRI S.p.A.</p>
<p><b>300 bar</b> <b>4300 PSI</b></p>	<p>300 BAR 4300 PSI</p> <p>ADESIVO/300</p>	<p>6-05-015/2/330 <b>330 BAR</b> S/N 14L 0438 AEROTECNICA COLTRI S.p.A.</p>
<p><b>330 bar</b> <b>4700 PSI</b></p>	<p>330 BAR 4700 PSI</p> <p>ADESIVO/330</p>	<p>6-05-015/2/420 <b>420 BAR</b> S/N 14L 0705 AEROTECNICA COLTRI S.p.A.</p>

<https://coltri.com/es>

## ¡PELIGRO!

No se permite, bajo ningún motivo, intervenir sobre la válvula de seguridad para aumentar la presión de calibrado.



La intervención sobre las válvulas de seguridad puede provocar graves daños al compresor o al operador.



<https://coltri.com/es>

# PRESOSTATOS

Es un dispositivo electro-magnético que se utiliza para transformar una señal neumática en eléctrica y dar aviso en los cuadros eléctricos.

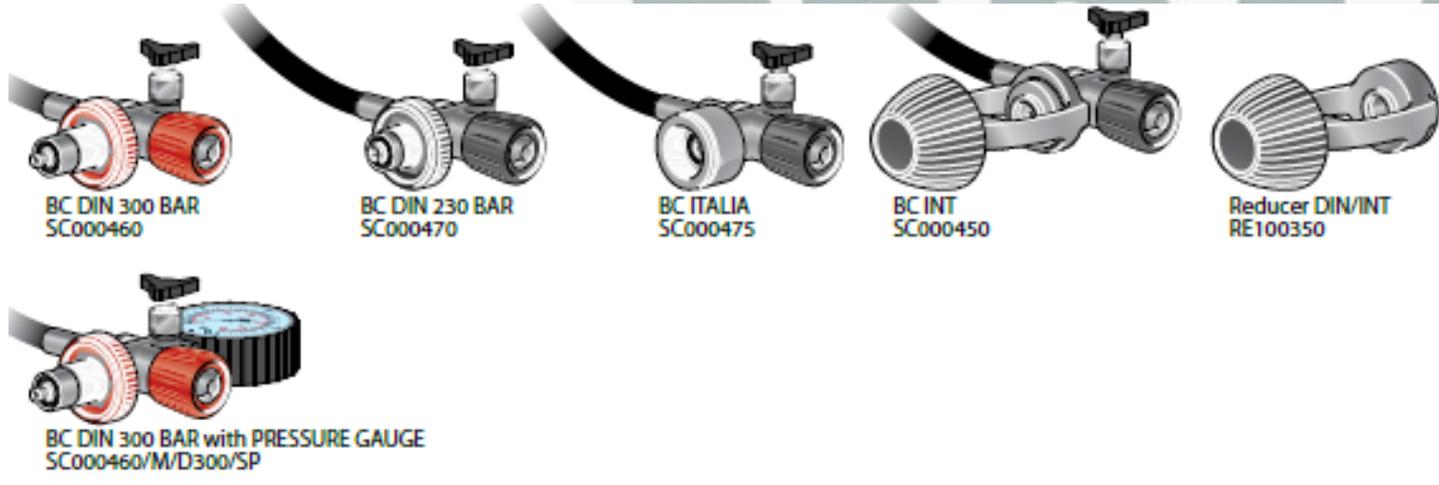
Su uso principal es generar el paro del compresor una vez que este llega a la presión de trabajo.

Dispone de un tornillo de regulación que, por lo general, se encuentra en la parte superior para calibrar la presión de paro.





# CONEXIONES DE CARGA PARA BOTELLAS



# RECARGA BOTELLAS MEDIANTE ACUMULADORES

Cuando empleamos un sistema de acumulación para la recarga de las botellas, podemos emplear dos sistemas:

- 1.- Utilizar solamente el sistema de acumulación.
- 2.- Emplear simultáneamente el compresor y el sistema de acumulación.

Si empleamos únicamente el sistema de acumulación deberemos tener una batería de botellas de gran capacidad, y en gran número, si queremos conseguir que la presión final de las botellas sea próxima a la máxima permitida.





Tanto si se carga con el sistema de acumulación como con el compresor y el sistema de acumulación de manera simultánea, y en caso de disponer de una batería de botellas o depósitos de acumulación, se debe comenzar siempre por la botella o depósito a menor presión, e ir ascendiendo hasta la botella o depósito de mayor presión.

Si dispusiéramos de un conjunto de seis acumuladores, todos ellos deberían de estar cargados a una misma presión.

la secuencia de apertura de las llaves de paso sería la siguiente:

1. Abrir la llave del acumulador 1
2. Cerrar la llave del acumulador 1 y abrir la del 2
3. Cerrar la llave del acumulador 2 y abrir la del 3
4. y así de forma continuada hasta llegar a la igualación de la presión
5. Si esta no fuera la deseada entonces se procedería a la recarga con el compresor.



Existe una forma de conseguir que la presión de las botellas de buceo sea casi la máxima permitida, que es cargar las botellas o los depósitos de acumulación a una presión superior a la permitida.

Esto es correcto desde el punto de vista técnico, pero es ilegal.

Si cargamos simultáneamente con el compresor y el sistema de acumulación, aumentamos la velocidad de carga y disminuimos el tiempo, pero calentamos más rápidamente el aire de las botellas y provocamos que cuando éstas se enfrían la presión residual sea inferior.





# SISTEMAS DE CONTENCIÓN – ARMARIOS ACORAZADOS



- 1 SAFETY CHAMBER
- 2 SAFETY DOORS
- 3 FILLING CONTROL
- 4 PROPORTIONAL VALVE
- 5 FILLING PANEL
- 6 FILLING HOSES
- 7 ON-OFF SWITCH
- 8 EMERGENCY SWITCH

La zona de recarga deberá de disponer de una protección adecuada que sea capaz de soportar el impacto, en caso de accidente, por desprendimiento o explosión de una botella o de alguno de sus componentes.

[www.bauer-kompressoren.de/es/](http://www.bauer-kompressoren.de/es/)

*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*





# ARMARIOS ACORAZADOS: MODELOS



[www.iberco.es](http://www.iberco.es)



[www.bauer-kompressoren.de/es/](http://www.bauer-kompressoren.de/es/)



<https://arsub.com/>





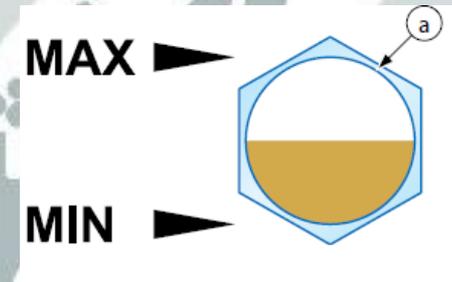
# PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR

## Comprobaciones previas:

Controlar que el nivel de aceite lubricante esté dentro de los límites establecidos.

Un exceso de aceite puede causar infiltraciones en los cilindros y en el depósito, sobre las válvulas.

Mientras que un nivel demasiado bajo impide la correcta lubricación y provoca el bloqueo de los cilindros.





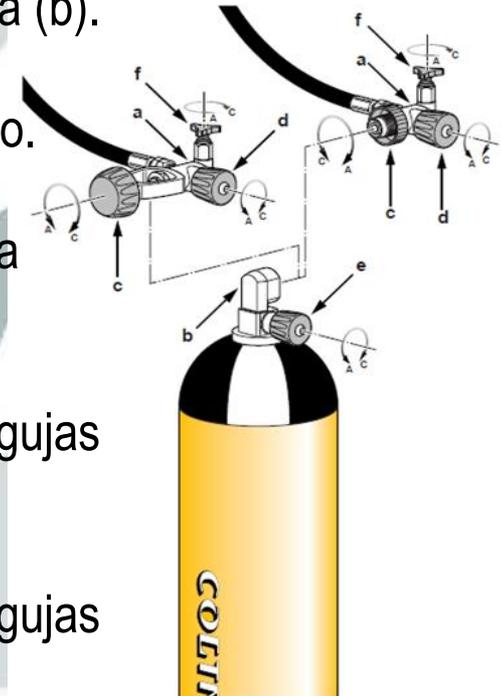
# PROCEDIMIENTO DE PUESTA EN MARCHA DEL COMPRESOR

- Efectúe una inspección de los latiguillos de recarga y controle que no presenten cortes, orificios, quemaduras, pérdidas, etc.
- Si es necesario cámbielos por latiguillos nuevos.
- Antes de la puesta en marcha, abra las descargas de condensación para evitar un arranque bajo esfuerzo; cierre las descargas de condensación.



# PROCEDIMIENTO DE RECARGA DE BOTELLAS

- Ajustar la presión de llenado en el presostato.
- Colocaremos las botellas en el armario acorazado.
- Montar la conexión (a) del latiguillo sobre la llave de la botella (b).
- Enrosque el pomo de fijación (c) hasta apretarlo por completo.
- Compruebe que la llave de purga (f) esté cerrada haciéndola girar en sentido horario.
- Abra la llave (d) haciéndolo girar en sentido contrario a las agujas del reloj.
- Abra la llave (e) haciéndola girar en sentido contrario a las agujas del reloj, el sistema se presurizará.
- Se cerrarán las puertas del armario de recarga.

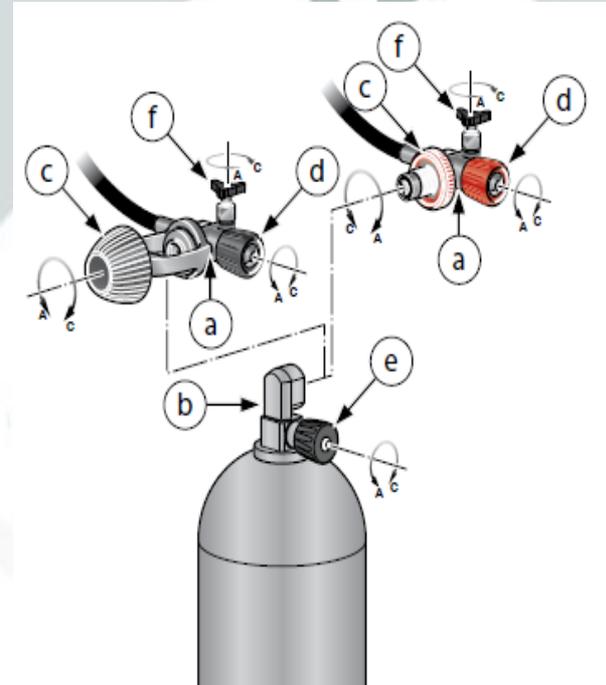




- Comprobar que las purgas del compresor se encuentren abiertas.
- Se pondrá en marcha el compresor un tiempo prudente(calentamiento)
- Se cierran las purgas en el orden de Lp a Hp
- Tras la recarga espere a que se produzca el apagado automático del compresor por presostato o de forma manual, en este momento se podrá abrir el armario.
- Cierre las llaves (d) y (e) haciéndolas girar en sentido horario.
- Abra la llave de purga (f) haciéndola girar en sentido contrario a las agujas del reloj hasta hacer salir todo el aire.



- Desenrosque el pomo de fijación (c) haciéndolo girar en sentido contrario las agujas del reloj.
- Desconecte la conexión de la botella.
- Sino se va a realizar ninguna recarga a mayores despresurizar completamente el sistema.
- Se abren las purgas en el orden de Hp a Lp
- Dejar el sistema sin energía.



# COMPROBADOR DE PRESIÓN



Un manómetro de presión es un dispositivo que permite medir la intensidad de fluidos (aire) en recipientes cerrados.

Adaptador de conexión de llenado





# TIPOS DE MANÓMETROS DE PRESIÓN

Hay muchos tipos de medidores de presión, pero los más comunes son los manómetros de tubos de Bourdon y los manómetros de indicadores de fuelle.

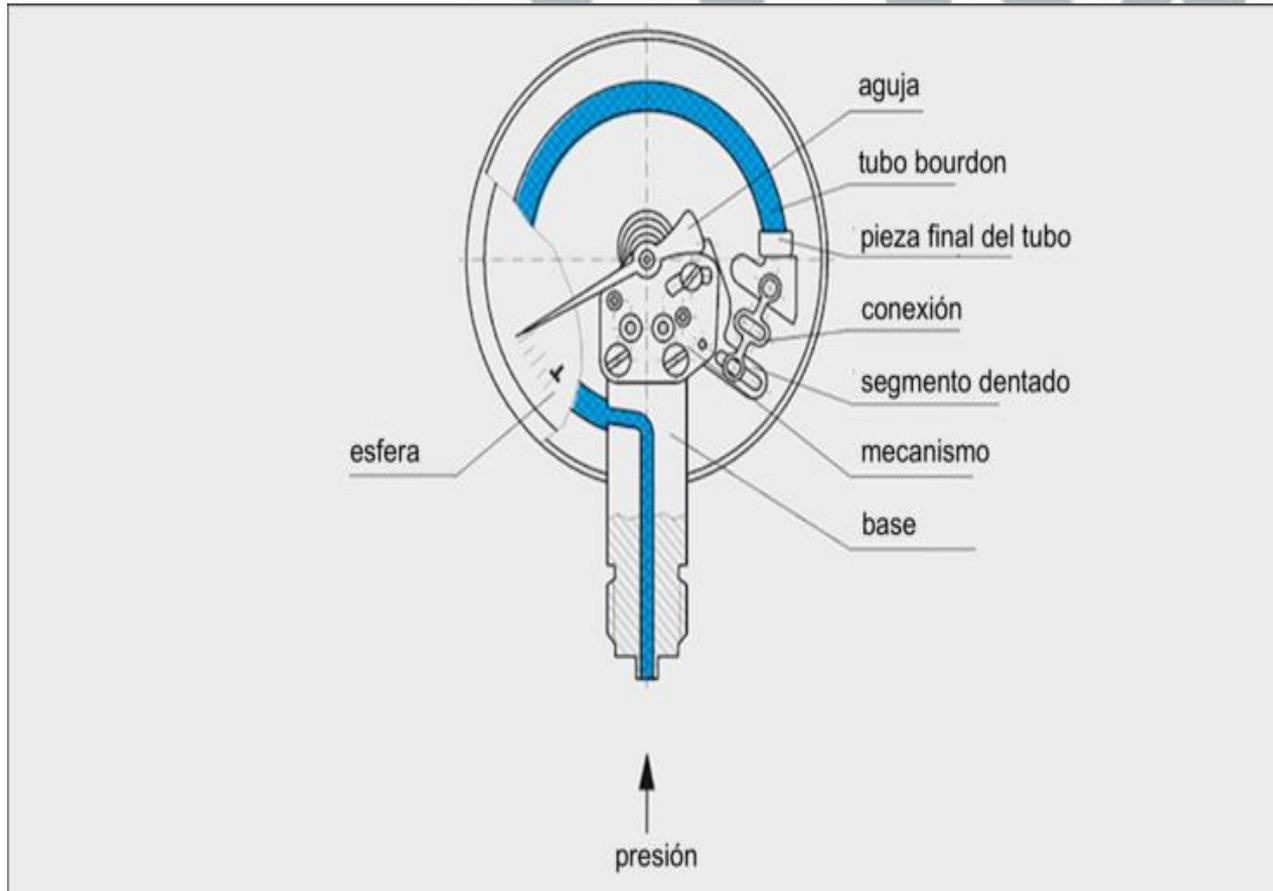
## Manómetro de presión de tubos Bourdon

- Los tubos Bourdon toman la presión y la convierten en energía mecánica. Esta energía mueve un dial en el medidor, mostrando la cantidad actual de presión en el sistema.
- Los manómetros de presión de tubo Bourdon son actualmente algunos de los medidores más comunes. Tienen configuraciones diferentes, como curvas, helicoidales y en espiral. Las diferencias en el diseño del tubo, el tamaño y el material del que está hecho varían según el rango de presión.
- El funcionamiento del tubo de Bourdon es simple. Consisten en un tubo semicircular y plano de metal. Está fijado en un extremo y unido a un mecanismo de palanca sensible en el otro. A medida que aumenta la presión dentro del tubo, la fuerza del fluido intenta enderezar el tubo curvado. El tubo se separa de la palanca, que al estar conectada a la aguja en la pantalla, muestra la presión en el puerto de fluido.



# TIPOS DE MANÓMETROS DE PRESIÓN

## Manómetro de presión de tubos Bourdon







## ¿Cómo escoger un buen manómetro de presión?

- Se use para probar equipos u operar con la instalación de carga, el manómetro de presión correcto ayuda a reducir los costes.
- La amenaza más común para medir la con exactitud son vibraciones, pulsaciones y picos de presión. Por lo tanto, es mejor buscar medidores diseñados específicamente para aplicaciones hidráulicas.
- Sus características deben incluir: una carcasa de bronce forjado para evitar que las frecuencias de resonancia destruyan los componentes internos; una carcasa llena de líquido para proteger el medidor de vibraciones.
- Aunque el líquido utilizado en el medidor varía de una aplicación a otra, la glicerina se usa comúnmente y funciona bien en muchas condiciones. Cuanto mayor es la viscosidad del líquido, más amortigua las vibraciones.



## ¿Cómo escoger un buen manómetro de presión?

- Al elegir entre un indicador seco, con agua o con glicerina, también es importante considerar lo siguiente: rango de temperatura, tiempo de respuesta de la aguja requerido, cambios en la presión y la cantidad de vibración esperada de la aplicación.
- El primer paso suele ser determinar la presión de trabajo mínima y máxima. Como regla general, elija un manómetro en el que la presión de funcionamiento no supere el 75% del valor máximo de la escala.
- La presión suele indicarse en bar o psi y existen diferentes clases de precisión.



# CAPÍTULO 5

# MANTENIMIENTO SISTEMAS DE FILTRADO



# MANTENIMIENTO DE INSTALACIÓN



<https://coltri.com/es>



La persona titular del centro de recarga o de inspección **revisará** o hará que se revise anualmente, por empresa instaladora habilitada, el correcto funcionamiento de todos los elementos de control y seguridad de la instalación (válvulas de seguridad, manómetros, presostatos y válvulas de purga, entre otros). Del resultado de las revisiones y comprobaciones se dejará constancia escrita mediante un informe, que se conservará a disposición de la autoridad competente durante un período de diez años.

*Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.*



# COMPROBACIÓN COMPRESOR

- La persona titular del centro de recarga o de inspección **revisará o hará que se revise anualmente**, por empresa instaladora habilitada, el correcto funcionamiento de todos los elementos de control y seguridad de la instalación (válvulas de seguridad, manómetros, presostatos y válvulas de purga, entre otros).
- Del resultado de las revisiones y comprobaciones se dejará constancia escrita mediante un informe, que se conservará a disposición de la autoridad competente durante un período de diez años.

Hoja de revisiones de la instalación de carga

Elemento	Comprobación	OK	Año	Observaciones	Firma
Cerramiento	El cerramiento se encuentra en buen estado				
Carteles identificativos	Dispone de carteles identificativos de peligro				
Presostato	Funciona el presostato realizando el paro del compresor				
Válvula seguridad del compresor	Funciona la válvula realizando el alivio				
Válvula seguridad del armario	Funciona la válvula realizando el alivio				
Manómetro del compresor	Dispone de manómetro funciona correctamente				
Manómetro del armario	Dispone de manómetro funciona correctamente				
Purga de condensados	Funciona la purga de condensado				
Latiguillo conexión compresor/armario	Se encuentra el latiguillo en buen estado sin fisuras				
Rácores de conexión	Se encuentran en buen estado				
Latiguillo conexión armario/botellas	Se encuentra el latiguillo en buen estado sin fisuras				
Sistema conexión válvula/botella	Se realiza un buen sellado				
Interruptor de puerta	Funciona el interruptor de puerta				
Fuga de aire en el circuito	Se detectan fugas de aire en la instalación				
Nivel de aceite	Está correcto el nivel de aceite				
Aceite	Se ha cambiado el aceite dentro de las horas				
Filtrado	Se ha cambiado el filtro purificador en las horas indicadas				
Orden y limpieza	Se encuentra la instalación en orden y limpieza				

Responsable de la instalación:

Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias





## ¡PELIGRO!

No efectúe estas operaciones si acaba de apagar el compresor, espere a que se enfríe.

Todas las operaciones de mantenimiento deben efectuarse con el compresor apagado y la toma de corriente desconectada de la red.

Descargue el aire del compresor antes de iniciar a cabo operaciones de mantenimiento.

La presión de carga de las botellas es más elevada, por lo tanto, antes de iniciar la recarga de las mismas compruebe que estén bien conservadas e íntegras.

Compruebe también que todas las llaves de los latiguillos no utilizados estén perfectamente cerradas para evitar peligros derivados del movimiento de los latiguillos.

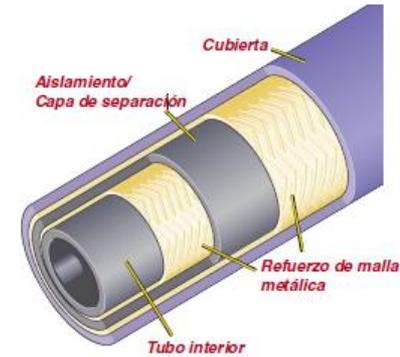
Durante la recarga de las botellas es obligatorio que las personas ajenas al trabajo se mantengan a una distancia de seguridad.

No se permite desconectar los latiguillos de las conexiones ni de la toma de recarga mientras la máquina está bajo presión.



## SUSTITUCIÓN DE LOS LATIGUILLOS

Para reemplazar los latiguillos de recarga:



Desconecte los latiguillos de recarga de las botellas desenroscando las conexiones que se encuentran a los extremos de los mismos - sustituya los latiguillos viejos por otros nuevos.

Enrosque los latiguillos a las conexiones correspondientes.

Con una llave dinamométrica apriete los latiguillos al compresor con un par de apriete de 15Nm.

**AVISO:** Los latiguillos deben sustituirse periódicamente (cada 5 años o bien cada 3.000 horas) o cuando presentan excoriaciones.

El radio mínimo de curvatura de los latiguillos no debe ser inferior a 250 mm.

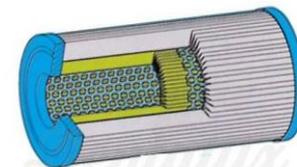
# FILTRO DE ASPIRACIÓN DE AIRE



- Después de la primera puesta en servicio es necesario sustituir el filtro de aspiración después de las primeras 50 horas de uso del compresor.
- La sustitución del filtro aire debe efectuarse cada 250 horas de uso del compresor o cada año.
- Cada 50 horas de funcionamiento del compresor hay que girar 90° el cartucho filtrante dentro del filtro.

## Para sustituir el filtro del aire proceda tal y como se describe a continuación:

1. desenrosque la tapa del filtro del aire girándolo en sentido contrario a las agujas del reloj.
2. quite el cartucho del filtro del aire.
3. sustituya el cartucho por un cartucho nuevo.
4. vuelva a cerrar la tapa enroscándola en sentido horario.





# SISTEMAS DE FILTRADO

FEDAS



[www.bauer-kompressoren.de/es/](http://www.bauer-kompressoren.de/es/)



<https://coltri.com/es>





# FLUJO DE PURIFICACIÓN DE AIRE RESPIRABLE

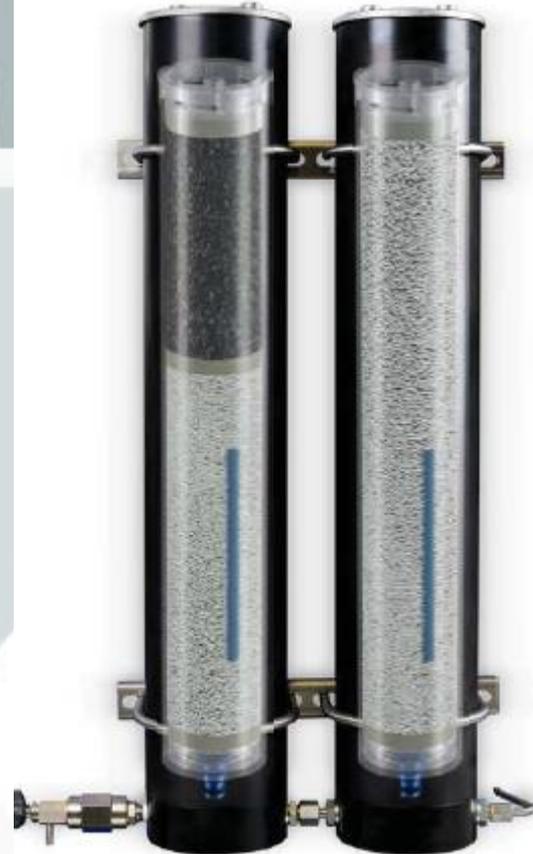
El aire proveniente de los separadores de condensado, se deshumidifica mediante el proceso de condensación/refrigeración y directo al filtro purificador.



<https://coltri.com/es>



# DISPOSICIÓN DE LOS DISTINTOS COMPONENTES



<https://coltri.com/es>

Cartucho Hyperfilter



## TAMIZ MOLECULAR Y CARBÓN ACTIVADO

La elección correcta cuando se necesita aire respirable. El tamiz molecular elimina la humedad del aire y el carbón activado elimina los olores y los residuos de aceite.

## TAMIZ MOLECULAR, CARBÓN ACTIVADO Y COCATALYST

El CO-catalyst, además del tamiz molecular y el carbón activado, permite la absorción del peligroso monóxido de carbono. Se recomienda su uso en presencia de motores de combustión o en lugares donde es muy probable encontrar una cantidad excesiva de monóxido de carbono.

## TAMIZ MOLECULAR

El tamiz molecular se utiliza para absorber la humedad a través de microgránulos porosos.

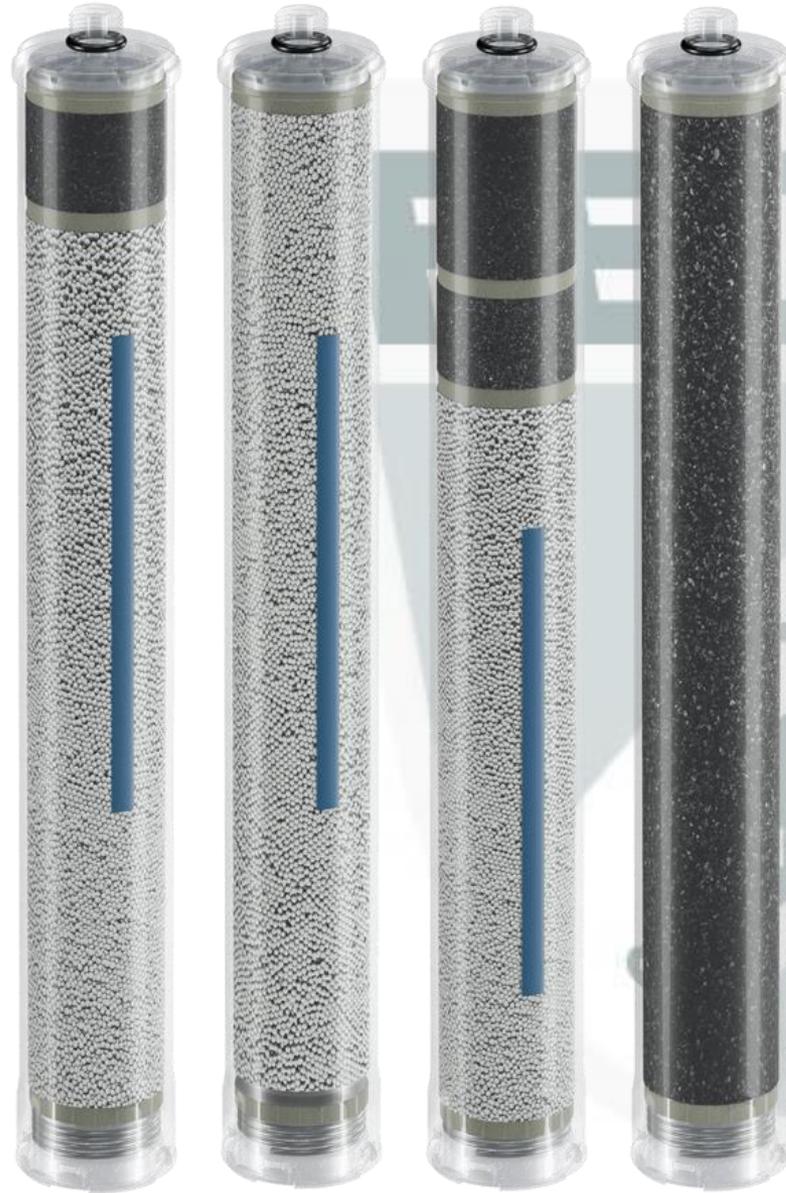
**ADVERTENCIA:** El cartucho de tamiz molecular solo debe utilizarse cuando no sea necesario obtener aire respirable.

## CARBÓN ACTIVADO

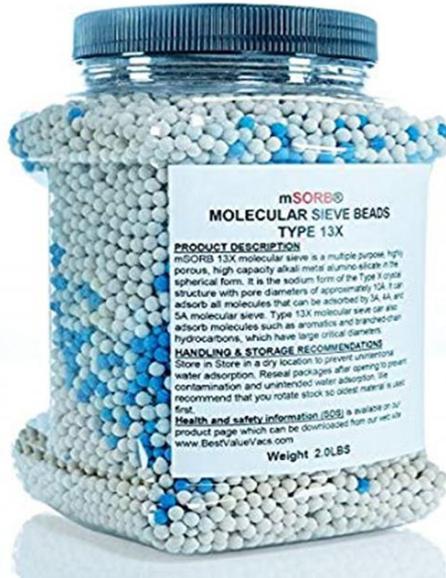
El carbón activado se utiliza para eliminar los olores y los residuos de aceite. El carbón activado es sensible a la humedad, por lo que, para obtener aire respirable, es necesario utilizar carbón activado junto con un tamiz molecular para eliminar la humedad.

**ADVERTENCIA:** El cartucho de carbón activado solo debe utilizarse cuando no sea necesario obtener aire respirable.





# TAMIZ MOLECULAR



Se utilizan en la filtración de suministros de aire para aparatos de respiración, por ejemplo, los que utilizan los buzos y los bomberos . En tales aplicaciones, el aire es suministrado por un compresor de aire y se pasa a través de un filtro de cartucho que, según la aplicación, se llena con un tamiz molecular y/o carbón activado, que finalmente se usa para cargar los tanques de aire respirable. Dicha filtración puede eliminar las partículas y los productos de escape del compresor del suministro de aire respirable



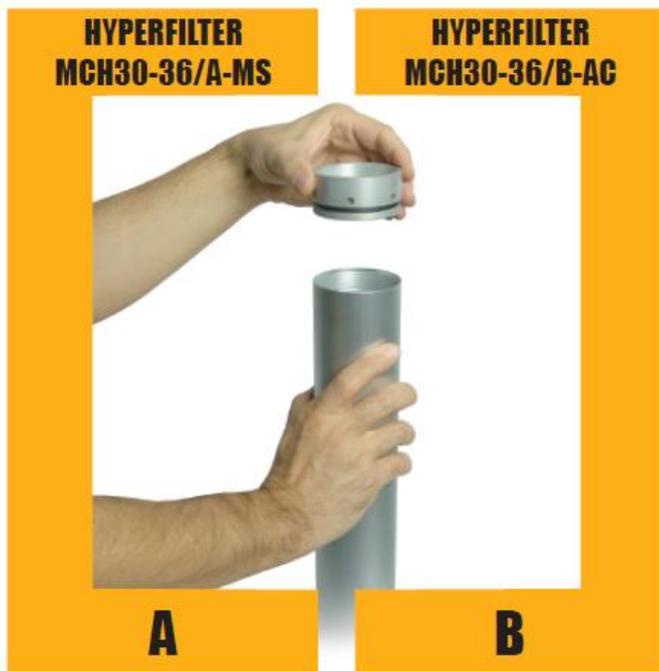
# CARBÓN ACTIVO



Un derivado especial de carbón de madera. Se utiliza en la etapa final del proceso de filtrado donde el olor y el sabor a impurezas se eliminan del aire, Los filtros con carbón activado se utilizan generalmente en la purificación de aire, agua y gases, para quitar vapores de aceite, sabores, olores y otros hidrocarburos del aire y de gases comprimidos, también absorbe el residuo de aceite, condensación, cloro, óxido de nitrógeno y pequeñas cantidades de CO y CO<sub>2</sub>.

# MANTENIMIENTO DEL CARTUJO FILTRANTE

## MANUALE DI SOSTITUZIONE COMPONENTI INTERNI MANUAL "HOW TO REPACK"



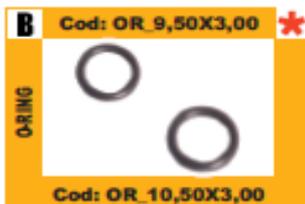
<https://coltri.com/es>

<p><b>1</b> Sostituire i 2 O-RING</p> <p>Remove O-RINGS</p>	<p><b>2</b> Riposizionare i 2 O-RING</p> <p>+ B</p> <p>Replace O-RINGS</p>	<p><b>3</b> Rimuovere eventuali residui con soffia aria</p> <p>Remove the chemical charged with a air blow gun</p>
<p><b>7</b> + E</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>8</b> Setaccio molecolare</p> <p>+ G</p> <p>250 ml 8,45 FL. OZ</p> <p>Molecular sieve</p>	<p><b>9</b> Picchiettare il materiale con lo strumento</p> <p>Patter the material with the tool</p>
<p><b>13</b> + E</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>14</b> Carbone attivo</p> <p>600 ml 20,2 FL. OZ</p> <p>Activated carbon</p>	<p><b>15</b> Carbone attivo</p> <p>+ F</p> <p>Activated carbon</p>
<p><b>19</b> Picchiettare il materiale con lo strumento</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>20</b> + E</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>21</b> Riavvitare il tappo</p> <p>Screw the cartridge plug</p>

<p><b>4</b> Capovolgere il corpo cartuccia filtro</p> <p>Turn the cartridge body upside down</p>	<p><b>5</b> + C</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>6</b> + D</p> <p>Patter the material with the tool</p>
<p><b>10</b> + E</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>11</b> Setaccio molecolare</p> <p>+ G</p> <p>250 ml 8,45 FL. OZ</p> <p>Molecular sieve</p>	<p><b>12</b> Picchiettare il materiale con lo strumento</p> <p>Patter the material with the tool</p>
<p><b>16</b> Picchiettare il materiale con lo strumento</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>17</b> + E</p> <p>Patter the material with the tool</p>	<p><b>18</b> Setaccio molecolare</p> <p>+ G</p> <p>100 ml 3,38 FL. OZ</p> <p>Molecular sieve</p>

<https://coltri.com/es>

**COMPONENTI FILTRO  
FILTER COMPONENTS**



\* COMPONENTI DA SOSTITUIRE  
PARTS TO BE CHANGED

▲ COMPONENTI RIUTILIZZABILI  
REUSABLE COMPONENTS



<https://coltri.com/es>



# PANELES DE CARGA

FEDAS



[www.bauer-kompressoren.de/es/](http://www.bauer-kompressoren.de/es/)



Las rampas de carga son unos elementos que se utilizan para conectar a la vez varias botellas de buceo.

Al realizar dicha conexión y abrir las válvulas de las botellas a cargar se igualará la presión y el proceso de recarga es uniforme.

Las rampas de carga pueden disponer de una válvula reductora lo que permitiría realizar cargas a distintas presiones.

Los armarios acorazados en su interior disponen de conexiones que igualan la presión.

Las rampas se montan en los lugares de carga donde no se dispone de armario





# CAPÍTULO 6

## PRODUCCIÓN DEL NITROX POR MEMBRANA ETIQUETADO DE LAS BOTELLAS REGISTROS DE CARGA





# PRODUCCIÓN DEL NITROX

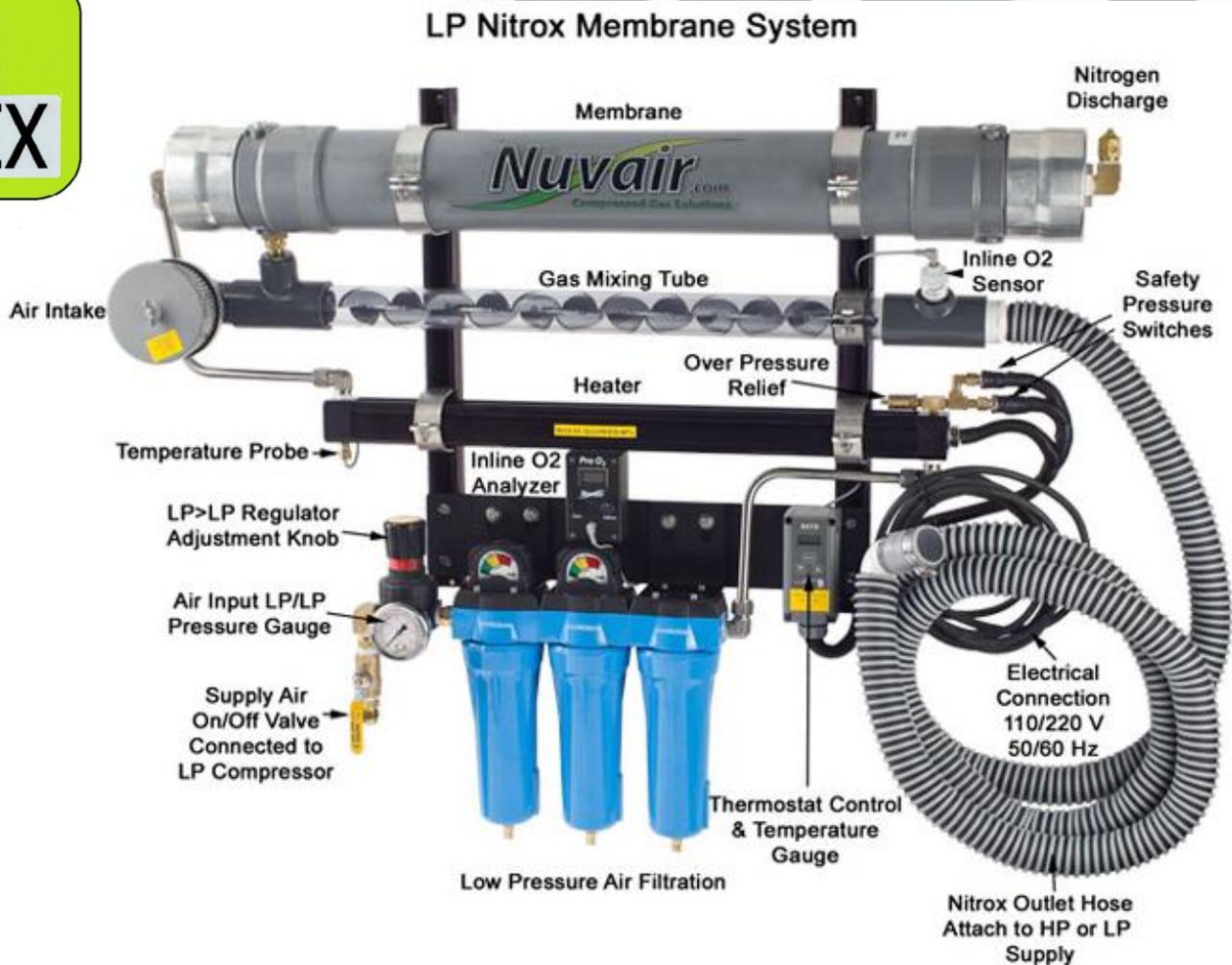
Compresor industrial de tornillo que suministra aire a una presión de 8 bares a una membrana que separa nitrógeno y oxígeno hasta un máximo del 40% de O<sub>2</sub>



Enriched Air  
**NITROX**



# SISTEMA DE ELABORACIÓN NITROX MAX.40%



# ¿CÓMO FUNCIONA UNA MEMBRANA DNax\*/MENOX?

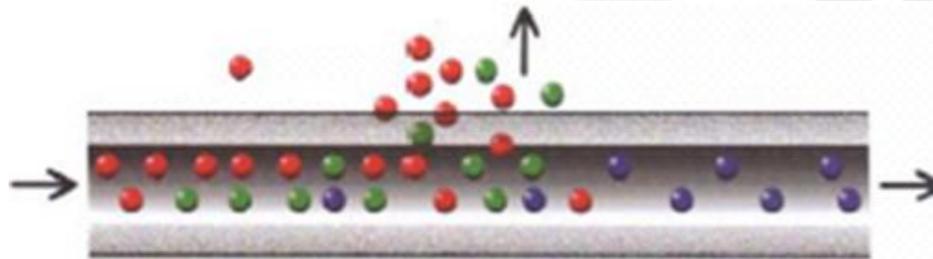
Impulsado por un compresor de baja presión o un banco de almacenamiento de alta presión, el aire comprimido entre 2 y 10 bar, se bombea a través de un sistema de filtros en el que el monóxido de carbono, el aceite de residuos y otros contaminantes son eliminados antes de su entrada en la membrana Nitrox Menox.





En una membrana hay miles de filamentos finos y huecos, en los cuales, debido a una diferencia de presión y las propiedades especiales de la membrana, las moléculas de oxígeno se difunden más rápidamente a través de las paredes de la membrana que las moléculas de nitrógeno.

El paso del nitrógeno es ralentizado de manera efectiva hacia abajo. El gas que se difunde de esta manera puede contener hasta 40 % de oxígeno y sólo una concentración residual del 1 % de O<sub>2</sub> permanece en la membrana.

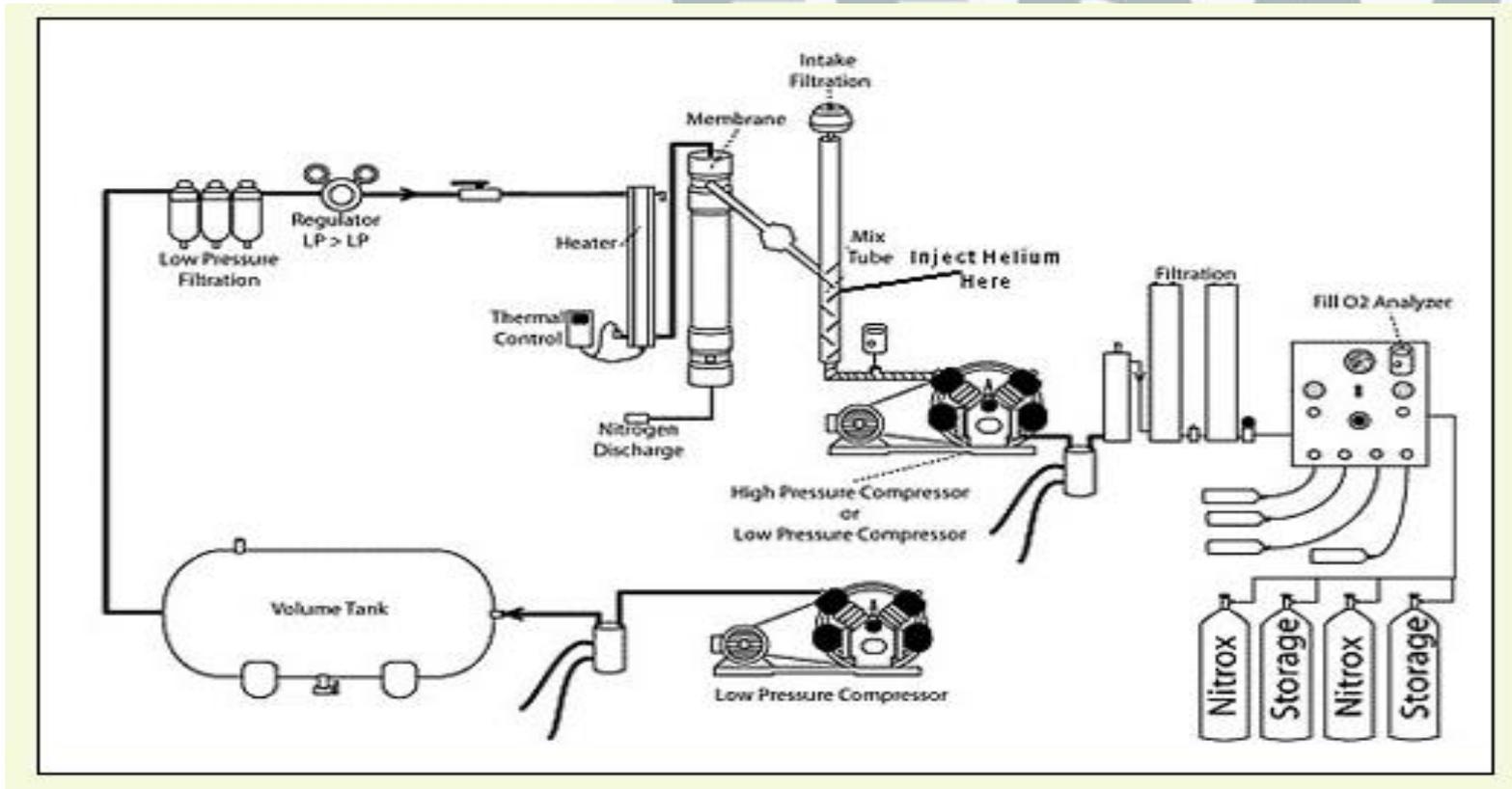


La concentración del oxígeno emitido en el extremo de la membrana es controlado por una válvula fina y ajustable, la cual dosifica la cantidad de nitrógeno desviado.



La cantidad que produce la membrana se controla mediante una válvula reductora sensible a la presión. El rendimiento preciso de estas válvulas permite producir Nitrox libre de peligro y con una desviación de menos de 0,1 % de la relación nitrógeno / oxígeno deseada.

# ESQUEMA CONFIGURACIÓN DE CARGA CON MEMBRANA



# ACEITES LUBRICANTES

## Nuvair 455

- Es un aceite de alta calidad diseñado para usar en sistemas de aire comprimido de alta y baja presión para la industria del buceo.
- Es adecuado para su uso en compresores alternativos operando con hasta 40% de O<sub>2</sub> de aire enriquecido. Sin embargo, si el contenido de O<sub>2</sub> aumenta, la vida del aceite disminuirá.



## COLTRI OIL ST 755

- Es un aceite totalmente sintético desarrollado específicamente para la lubricación de larga duración de los compresores de gas de proceso y, especialmente, para el aire respirable. Garantiza un excelente rendimiento en todo tipo de compresores.
- ✓ Compatible con aire respirable, nitrógeno, helio, nitrox hasta 40% de oxígeno, gas natural, hidrógeno y metano.





# ETIQUETADO DEL NITROX

Una vez realizada la carga se deberá etiquetar con los siguientes datos:

- Fecha de carga.
- % de O<sub>2</sub>
- PMA
- Presión de llenado.
- Persona que ha realizado la mezcla.

DATOS MEZCLA NITROX	
FECHA	_____
% OXIGENO	_____
PRESION BAR	_____
ANALIZADO POR	_____
PROF MAX INMERSION	_____
CARGADA EN	_____
BUZO	_____





# RELLENO DE REGISTROS DE CARGA

- Una vez realizado el llenado de las botellas se deberá cubrir el registro de carga, este será un documento en el cual se anotará:
  - La persona ha realizado la carga.
  - Fecha.
  - Numeración de la botella, esta puede ser un número interno que irá asociado al número de serie de la botella (ej. Botella 1 número de serie 02/2179/065).
  - Si la botella no es del club/centro debemos asociar esa botella a la persona que la trae a recargar.





# QUÉ DEBEMOS RECORDAR EN LA CARGA DE BOTELLAS

Al cargar la botella, ponerse fuera de la posible trayectoria de válvulas, conexiones y del cristal del manómetro.

Los latiguillos de alta presión que se utilizan para llenar las botellas de buceo deben examinarse periódicamente.

Comprobaremos que las conexiones de carga sean la adecuadas.

La toma de aspiración debe garantizar un aire limpio.

Comprobar que las botellas tengan las inspecciones actualizadas.

No se debe sobrepasar la presión de trabajo de las botellas.

Seguir el proceso de carga estipulado.

Una vez finalizada la carga dejar la instalación sin energía.





## Bibliografía

- . Manual de compresores FEDAS
- . A24 seguridad
- . Manual de compresores Coltri
- . Manual de compresores Bauer
- . Catálogo Iberco
- . Catálogo Arsub
- . B.O.E. ministerio de industria
- . Normas UNE

