



# GUÍA DE SANEAMIENTO: TECNOLOGÍA DE VACÍO EN INODOROS VACUFLUSH

El sistema de gestión de calidad de DAHLBERG S.A. obtuvo su aprobación original ISO 9001 el 18 de octubre 2003, el cual se ha mantenido en vigor hasta la fecha, aprobado por **Lloyd's Register Quality Assurance España S.L.U.**, de acuerdo con la Norma de Sistema de Gestión de Calidad **ISO 9001:2015**. Esta certificación está avalada por **UKAS Management**





## CONTENIDO

CONTENIDO	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. EL VACÍO Y SUS UNIDADES	4
a) Vacío	4
b) ¿Cómo se mide el vacío? y sus unidades	4
c) Presión atmosférica	5
d) Unidades para medir la presión atmosférica, PSIA Y PSIG:	6
3. TECNOLOGÍA DE VACÍO	7
a) Nivel de vacío usado en los Vacuflush	7
b) Pérdida o caída del vacío	7
4. DETECCIÓN DE LAS PÉRDIDAS O FUGAS DE VACÍO	8
c) Comprobador de Vacío	8
d) Uso del comprobador de vacío	8
e) Funcionamiento del Vacuómetro	9
f) Nivel de fuga máximo aceptable	10
g) ¿Cómo se localizan las fugas en el generador de vacío?	10
h) Mantenimiento del Vacuómetro:	12

## 1. INTRODUCCIÓN

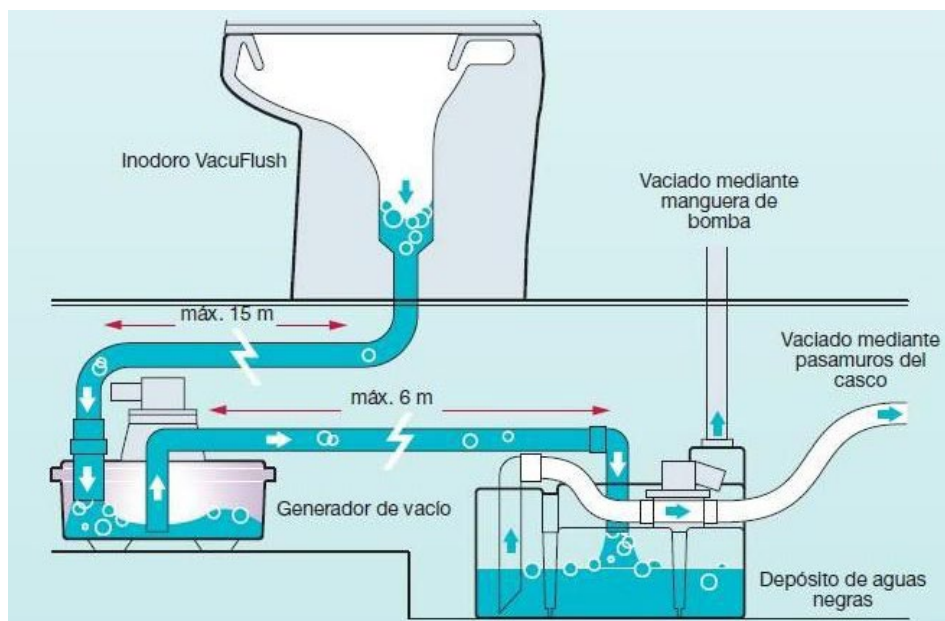
Un inodoro marino tradicional consiste en una taza de inodoro, con una o más bombas destinadas a aspirar agua de mar y a evacuar las aguas residuales. Los modelos de inodoros marinos van desde las unidades manuales sencillas, con pistones de doble acción, hasta sistemas más complejos que utilizan un flujo de agua de alta presión en la base de la taza, para propulsar el contenido hasta el tanque de aguas negras.

El uso de agua de mar como medio de enjuague en cualquier inodoro marino es un inconveniente, a raíz de los microorganismos microscópicos aspirados en el interior de la manguera de alimentación del inodoro.



Al permanecer el barco parado durante unas semanas (y hasta durante unos días en climas más cálidos), estos microorganismos mueren y se descomponen, ocasionando fuertes olores sulfurosos al accionar de nuevo el inodoro. El agua de mar es también altamente corrosiva y causa con frecuencia la formación de carbonato de calcio en las paredes interiores de las mangueras.

El gasto de grandes cantidades de agua para transportar el residuo constituye a la vez un inconveniente mayor, en el caso de que el sistema se halle conectado con un tanque de almacenamiento de agua dulce. El tanque de aguas negras se llena principalmente con agua procedente de los enjuagues y con poca cantidad de residuos, con el problema de la falta de espacio para instalar un tanque con suficiente capacidad en barcos pequeños.





## GUÍA DE SANEAMIENTO: Tecnología de vacío en los inodoros Vacuflush

Page 3 de 13

Actualizado  
Sep 2019

Por otro lado, un inodoro de vacío o **inodoro Vacuflush** funciona de manera diferente a los inodoros marinos, éste a través de la **Tecnología de Vacío**, utiliza el diferencial de presión entre la atmósfera exterior normal y el vacío interno (creado de forma artificial), para propulsar el residuo a lo largo de una distancia horizontal o hacia arriba.

Las ventajas principales del sistema VacuFlush estriban en:

- Un consumo muy bajo, tanto de agua de enjuague, como de electricidad.
- Un enjuague medio de un inodoro VacuFlush consume alrededor de 0,5 litros de agua.
- El uso de agua dulce constituye una alternativa práctica al agua de mar, pues el consumo por día y por persona no supera los cuatro litros, con cinco usos del inodoro.
- Desaparecen los malos olores sulfurosos y las propiedades corrosivas y de concreción del agua de mar.
- Así pues, la capacidad útil del tanque puede verse aumentada en un 400%.



## 2. EL VACÍO Y SUS UNIDADES

Para entender la tecnología de vacío es necesario conocer las definiciones de vacío, presión atmosférica, sus unidades y cómo se miden.

### a) Vacío

El vacío es un espacio que no contiene materia alguna.

Estrictamente hablando, no existe el vacío absoluto, pues cualquier espacio contiene algo de materia. En la práctica, hablamos del vacío como un espacio del que se ha eliminado la mayoría del gas o del aire. Esto, sin embargo, no es más que un vacío parcial.

El punto interesante del vacío es su capacidad de crear una vacuidad muy útil. Si se crea, por ejemplo, un vacío parcial en cualquier espacio, el agua o cualquier otro fluido puede penetrar en él. Se aplica este principio al beber gaseosa con ayuda de una pajita/cañita. No se aspira el líquido a lo largo de la pajita/cañita; lo que se hace, más bien, cuando se aspira en la extremidad, es eliminar parte del aire en el interior de la pajita/cañita. El aire presente en el exterior ejerce una presión sobre el líquido y hace que suba a través del vacío parcial creado en la pajita/cañita.

### b) ¿Cómo se mide el vacío? y sus unidades

Para cuantificar cualquier magnitud física es necesario un sistema de unidades de medidas; y en el caso de **España**, el sistema legal de unidades de medida vigente es, tal y como establece el artículo segundo de la **Ley 3/1985, de 18 de marzo, de Metrología**, el **Sistema Internacional de Unidades (SI)** adoptado por la Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM) y vigente en la Unión Europea según el Boletín Oficial del Estado (**BOE**) núm. 18, de 21 de enero de 2010, páginas 5607 a 5619 (13 págs.). Las unidades básicas del **SI** son:

Magnitud	Nombre de la unidad	Símbolo de la unidad
Longitud.	Metro.	m
Masa.	Kilogramo.	kg
Tiempo, duración.	Segundo.	s
Corriente eléctrica.	Amperio.	A
Temperatura termodinámica.	Kelvin.	K
Cantidad de sustancia.	Mol.	mol
Intensidad luminosa.	Candela.	cd

En cuanto al vacío, para cuantificar el nivel almacenado en un recipiente, éste se conecta con un tubo vertical, con una longitud mínima de 10,30 metros (33,8 pies), con una de sus extremidades en un recipiente conteniendo agua y la otra en el recipiente conteniendo el vacío. Midiendo la altura hasta la que el agua es aspirada en el tubo, se puede determinar el nivel del vacío almacenado en el tanque de vacío. A modo de ejemplo, si la columna de agua ha sido aspirada hasta una altura de 5,2



metros (17 pies), puede determinarse que el nivel del vacío en el tanque de vacío es de unos **7,4 psi** o aproximadamente **media atmósfera** de **presión** de vacío. Sería más práctico utilizar un líquido más denso para las mediciones, con el fin de evitar transportar secciones de tubo de gran longitud. El mercurio es el más denso de los líquidos y, por tanto, es el más usado a tales efectos. El símbolo químico del mercurio es Hg. Generalmente se vé que las medidas de vacío son expresadas en pulgadas o milímetros de mercurio (inHg o mmHg).

De la metodología descrita para medir el vacío, se identifica la unidad **psi** o su equivalente **atmósfera** de la magnitud **presión** que no forma parte de las unidades básicas del SI, lo que indica que para medir el vacío es necesario una **unidad derivada**, es decir aquella unidad que se forma a partir del producto de potencias de unidades básicas. De acuerdo a la **Ley 3/1985** mencionada, las **unidades derivadas coherentes** son productos de potencias de unidades básicas en las que no interviene ningún factor numérico más que el 1. Por tanto la unidad que le corresponde a la presión en España y la Unión Europea será:

Magnitud Derivada	Unidad SI derivada coherente		
	Nombre	Simbolo	Expresión en unidades SI básicas
Presión, tensión.	Pascal.	Pa	$m^{-1} kg s^{-2}$

Por otro lado cabe destacar que las unidades psi, atmósfera y mmHg son comunmente usadas en los sistemas métricos americanos e ingleses, mientras que en el sector náutico es habitual usar la unidad de **milibar**. A continuación se muestra una tabla con las equivalencias que corresponde entre las unidades mencionadas:

Magnitud Derivada	UNIDADES				
	Atmósfera Física	Sistema métrico España	Sistema métrico Americano e Inglés	Sector Náutico	Mercurio
Presión	1 atm	101.325 Pa	14,7 psi	1.013 milibar	760 mmHg

### c) Presión atmosférica

En el aire que respiramos, contamos unos 25.000 billones de moléculas de gas por centímetro cúbico. La fuerza ejercida en una superficie por el peso del aire por encima de ella es llamada presión atmosférica. También, esta presión atmosférica disminuye con la altura. El valor estándar de la presión atmosférica en el nivel del mar es de una atmósfera (**1 atm**) que equivale a **14,7 psi** o **101.325 Pa**.



Volviendo ahora al ejemplo de la gaseosa y de la pajita/cañita: ¿cuál es la distancia vertical máxima en la que se puede utilizar la pajita/cañita para elevar la gaseosa, independientemente de la aspiración aplicada en la extremidad superior? Es equivalente al peso de los gases atmosféricos que se encuentran presionando en la superficie de la gaseosa. Por tanto, si una presión de 1 libra por pulgada cuadrada (psi) eleva la columna de agua (o de gaseosa) en 0,7 m (2,3 pies), la altura máxima en la que se pueda aspirar agua a través de la pajita/cañita es de 10,3 m (33,8 pies). Se obtiene de  $2,3 \text{ pies} \times 14,7 \text{ psi} = 33,8 \text{ pies}$ .

#### **d) Unidades para medir la presión atmosférica, PSIA Y PSIG:**

Como se mencionó en España se utiliza la unidad Pascal (Pa) para medir la presión sin embargo debido a que los fabricantes de algunos inodoros son de origen americano e inglés es importante estar familiarizados con las unidades referidas por ellos en sus manuales y usar la tabla de equivalencias de unidades de presión referidas en el apartado b) de esta sección para llevarlo al contexto que sea más conveniente.

Son abreviaciones para libras por pulgada cuadrada absoluta –absolute- (psia) y para libras por pulgada cuadrada medidor –gauge- (psig). Algunos medidores utilizados en la medición de la presión están ajustados con el cero en el equivalente de una atmósfera de presión, o 14,7 psi de presión. En otras palabras, estos medidores miden el vacío con el cero en una atmósfera de presión. Esta forma de medir la presión es expresada en psig. Otros medidores tienen un ajuste diferente, el cero está de hecho ajustado en un nivel que sería el equivalente al vacío absoluto. Esta lectura es expresada en psia. En comparación, 10 inHg de vacío equivalen a unos –5 psig o a +9,7 psia.

### 3. TECNOLOGÍA DE VACÍO

A continuación podrá ver la generalidades de la tecnología de vacío en los inodoros Vacuflush:

#### a) Nivel de vacío usado en los Vacuflush

El sistema SeaLand está concebido para funcionar en el nivel del mar, en términos de presión atmosférica exterior, y con 254 mm (10 inHg) de presión de vacío. Otros sistemas tienen que funcionar con altitudes muy elevadas (Boeing 757) o con niveles de vacío mucho más altos (los sistemas de barcos de crucero de pasajeros). Cuenta también con un orificio de 25 mm en la base del inodoro, en el embudo de la taza. Este orificio obliga al material expulsado de la taza a fragmentarse, a raíz de la velocidad muy alta del aire aspirado. Este orificio también evita que cualquier objeto ajeno con una dimensión superior a 25 mm penetre en el sistema.

#### b) Pérdida o caída del vacío

##### ➤ Niveles de Encendido y Apagado

La bomba VacuFlush es controlada por un interruptor diferencial de presión montado en el depósito de vacío o generador, que almacena un volumen de vacío de la misma forma que un tanque de almacenamiento, en un compresor de aire, almacena presión de aire positiva. El interruptor diferencial está preajustado en fábrica para activar la bomba cuando el nivel de vacío caiga por debajo de 203 mm y para detener la bomba cuando el nivel alcance los 254 mm de vacío.



##### ➤ Velocidad de Pérdida

La posibilidad de pérdida es inherente a cualquier sistema que utilice el vacío. Una de las ventajas del vacío es que una fuga causará la entrada de aire en el sistema, en vez de la fuga de líquido hacia fuera. La velocidad de pérdida del sistema VacuFlush es el tiempo que tarda para que el nivel de vacío caiga de 254 mm a 203 mm.

Una velocidad de pérdida de tres horas es un nivel aceptable de integridad del sistema. Es fundamental determinar siempre la velocidad de pérdida antes de llevar a cabo cualquier procedimiento de solución de problemas. El ruido de una bomba puede constituir una molestia si la bomba se pone en marcha automáticamente durante la noche.

##### ➤ Pérdidas de Vacío Audibles:

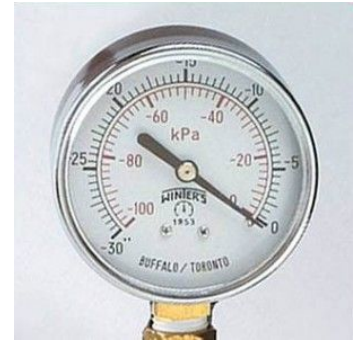
Una fuga que haga que la bomba funcione una vez por hora es, generalmente, perceptible al oído, con tal de reducir el ruido de fondo. Apagar todos los demás equipamientos de a bordo y escuchar con atención cerca de cada uno de los componentes principales del sistema, puede ser la mejor forma de detectar una fuga.



## 4. DETECCIÓN DE LAS PÉRDIDAS O FUGAS DE VACÍO

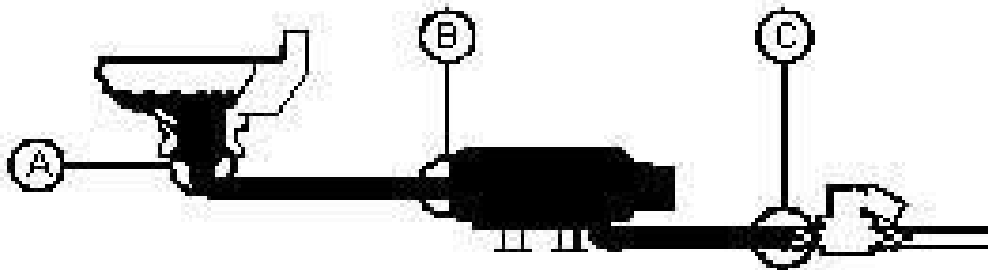
### c) Comprobador de Vacío

SeaLand ha desarrollado una herramienta sencilla para ayudar a detectar la ubicación de una fuga de vacío. El comprobador de vacío consiste en un medidor de vacío y de una toma en forma de cono. Insertar en la toma de entrada del depósito de vacío o del generador de vacío, para aislar el inodoro del sistema. Así es fácil de localizar una fuga en el inodoro, en el generador de vacío, en el depósito de vacío o en la bomba de vacío. Ver el uso del Comprobador de Vacío en la siguiente página.



Se puede encargar el Comprobador de Vacío sólo (Art. no. 530002) o bien es parte del Kit completo de Mantenimiento del Sistema kit (Art. no. 310228).

### d) Uso del comprobador de vacío



El comprobador de vacío puede ser utilizado para comprobar la presencia de fugas en el inodoro de vacío, en el depósito de vacío o en el generador de vacío, así como para detectar retenes gastados en la bomba de vacío. Seguir el siguiente procedimiento:

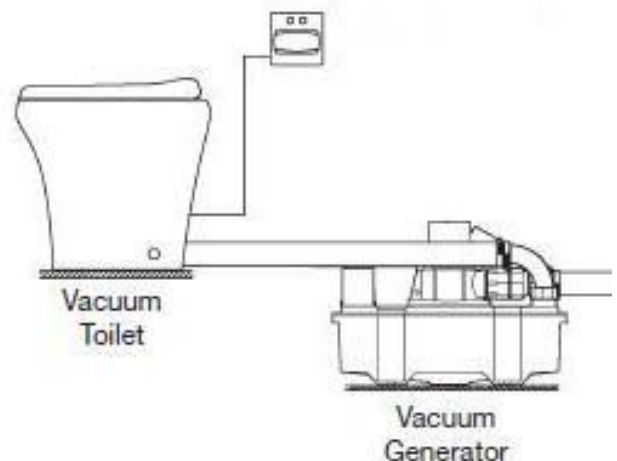
1. Inodoro de Vacío (A)
2. Cortar la alimentación de agua. Insertar la toma en el embudo del fondo del inodoro a través del orificio de enjuague. Esperar a que la bomba se detenga y comparar el tiempo de pérdida con el tiempo previamente medido (Nota: si la bomba tarda más de cinco minutos en detenerse, la fuga está probablemente situada más abajo de este punto).
3. Depósito de Vacío (B)
4. La comprobación en la toma de entrada del depósito de vacío separa el sistema, para detectar rápidamente la ubicación de una fuga de vacío. Esperar a que la bomba se detenga y comparar los tiempos de la misma forma que previamente.

5. Bomba de Vacío (C)
6. A raíz del tamaño pequeño de la toma de entrada, el medidor de vacío fluctuará ampliamente con cada revolución de la bomba. Insertar la toma del comprobador en la bomba.
7. Dejar funcionar durante dos o tres minutos. Cortar la alimentación a la bomba.
8. Tomar nota de la posición del indicador de vacío (Probablemente no muestre más de 178 o 203 mm de nivel). Si no hay variación del indicador en un plazo de diez minutos, los retenes cierran probablemente de forma satisfactoria y no hay necesidad de cambiarlos.

### e) Funcionamiento del Vacuómetro

La Sonda Digital de Vacío – Vacuómetro se utiliza para determinar **el índice de fuga** del sistema y el intervalo entre ciclos de bombeo:

1. Cortar la alimentación de agua al inodoro.
2. Abrir la media bola de enjuague e insertar el cono de caucho en el orificio de 2,5 cm en la parte inferior de la taza. La bomba de vacío se pondrá en marcha.
3. Una vez la bomba de vacío se haya detenido, esperar un minuto hasta que se haya estabilizado la sonda digital.
4. Pulsar el botón en la sonda y tomar nota de la lectura del nivel de vacío, en centésimas de pulgada (0.01”).
5. Dejando el cono de caucho en el orificio de 2,5 cm, esperar 15 minutos y efectuar una segunda lectura del nivel de vacío.
6. La diferencia entre las dos lecturas proporcionará la caída del nivel de vacío.



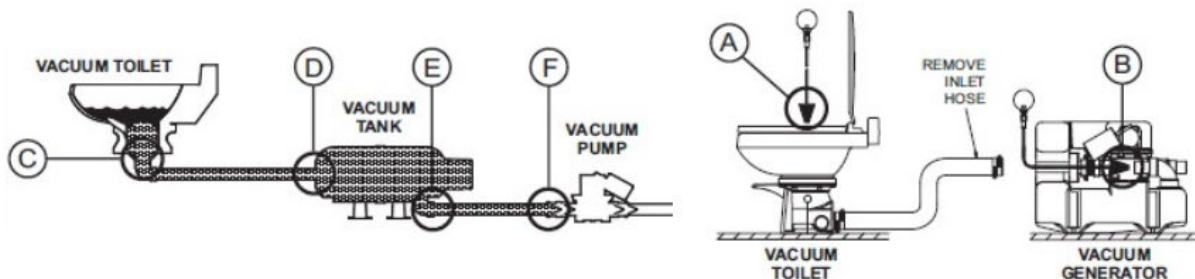
### f) Nivel de fuga máximo aceptable

A continuación los diferentes niveles del nivel de vacío y su clasificación para la operación del sistema:

Caída de nivel de vacío	Tiempo en relación con los ciclos de bomba
0,2" Hg (incorrecto)	2,5 horas
0.15" Hg (aceptable)	3,0 horas
0,10" Hg (correcto)	5,0 horas
0,05" Hg (muy bueno)	10,0 horas



### g) ¿Cómo se localizan las fugas en el generador de vacío?



- 1) Cortar la alimentación de agua del inodoro
- 2) Abrir la media bola del enjuague e insertar el cono de caucho en el orificio de 2,5 cm en la parte inferior de la taza (fig. A). Si no hay fuga en este punto del vacío, la fuga puede estar a 2,5cm del orificio de la base.
  - Comprueba si hay alguna fisura en la base del embudo en la media bola de enjuague.
  - Si hay alguna fuga, ve al siguiente paso.
- 3) Desconectar la manguera de la entrada al generador de vacío e inserta el cono (fig. B). Si no hay fuga en este punto, la fuga está entre el inodoro y la bomba de vacío:
  - Comprueba las mangueras y abrazaderas entre el inodoro y la bomba de vacío. Si hay una fuga de vacío:
    - Comprueba que las válvulas de pico de pato no tengan— objetos extraños, cortes ni que se queden abiertas.
    - Comprueba la tuerca de giro y las conexiones entre la bomba y el tanque de vacío.



- 4) Identifica la localización de la fuga en el tanque/sistema de vacío.
- 5) Después de empezar la prueba de vacío, determinaremos la cantidad de tiempo entre los ciclos de la bomba o la cantidad de vacío que pierde en un periodo de tiempo específico.

➤ **Parte 1: Cómo identificar la fuga en el tanque de vacío**

- 1) Desconectar la manguera de vacío de la entrada del tanque de vacío (fig. D).
- 2) Insertar el cono de goma en la entrada del tanque de vacío.
- 3) Observa la lectura de vacío en el vacuómetro, luego determina el tiempo entre los dos ciclos de la bomba.
  - Si el tiempo entre los ciclos de la bomba aumenta o la caída de vacío no sale registrada en el vacuómetro, ves a la Parte 2.
  - Si el tiempo entre los ciclos de la bomba permanece igual o la caída de vacío sale registrada en el vacuómetro, ves a la Parte 4.

➤ **Parte 2: Cómo identificar la fuga en la salida del inodoro**

1. Conectar de nuevo la manguera de vacío de la entrada del tanque.
2. Desconectar la manguera de salida del inodoro (fig. C).
3. Inserta el cono de goma dentro del interior del final de la manguera.
  - Si el tiempo entre los ciclos de la bomba incrementan o la caída de vacío no se registra en el vacuómetro, vas a la Parte 3.
  - Si el tiempo entre los ciclos de la bomba permanece igual o la caída de vacío se está registrando en el vacuómetro, la fuga está en la manguera entre el inodoro y el tanque de vacío. Reaprieta mejor las abrazaderas o cambia lo manguera, según sea necesario.

➤ **Parte 3: Cómo identificar la fuga en el orificio final de la base**

1. Conectar de nuevo la manguera de vacío en la salida del inodoro.
2. Apaga la entrada de agua y mantén abierta la media bola de enjuague del inodoro.
3. Inserta el cono de goma dentro del orificio del final de la base (fig. A).
  - Si el tiempo entre los ciclos de las bombas incrementa o la caída de vacío no se registra en el vacuómetro, la fuga de vacío está en el kit de juntas del inodoro o en el eje de la media bola.
  - Si el tiempo entre los ciclos de la bomba se mantiene igual o la caída de vacío se registra en el vacuómetro, la fuga está en el embudo o conexiones de salida del inodoro.

➤ **Parte 4: Cómo identificar la fuga en la salida del tanque de vacío**

1. Conectar de nuevo la manguera de vacío en la entrada del tanque de vacío.
2. Corta la electricidad de la bomba de vacío.
3. Desconectar la manguera de la salida del tanque de vacío (fig. E).
4. Inserta el cono de goma dentro de la salida del tanque de vacío.
5. Conecta la corriente a la bomba de vacío.

6. Apaga la bomba de vacío cuando el vacuómetro alcance 10 pulgadas hg aproximadamente.
  - Si la caída de vacío no se registra, la fuga está en el tanque de vacío. Aprieta o sustituye lo necesario.
  - Si la caída de vacío se registra, ves a la Parte 5.

➤ **Parte 5: Cómo identificar la fuga en la bomba de vacío**

1. Conectar de nuevo la manguera de vacío a la salida del tanque.
2. Desconectar la manguera de la entrada de la bomba de vacío (fig. F).
3. Inserta el cono de goma dentro de la entrada de la bomba.
4. Enciende la bomba de vacío.
5. Apaga la bomba de vacío cuando el vacuómetro alcance 10 pulgadas hg aproximadamente.
  - Si la caída de vacío se registra, revisa las válvulas de pico pato y adaptadores de la bomba. Aprieta o sustituye lo necesario.
  - Si la caída de vacío no se registra, inspecciona la manguera entre.

## h) Mantenimiento del Vacuómetro:

Con el transcurso del tiempo el cono de goma del vacuómetro puede que vaya deteriorándose.



Se han recibido muchas peticiones por parte de los técnicos para saber si existe la posibilidad de un kit para sustituir el cono de goma.

Esta pieza no existe como recambio, pero se ha conseguido que la suministren a DAHLBERG, S.A. Consiste en un cono de goma y el tubo flexible, como se ve en la siguiente foto:





Fuentes:

- DAHLBERG S.A.
- Dometic
- Adinet

[www.dahlberg-sa.com](http://www.dahlberg-sa.com)

[info@dahlberg-sa.com](mailto:info@dahlberg-sa.com)  
[dep.comercial@dahlberg-sa.com](mailto:dep.comercial@dahlberg-sa.com)  
[dep.pedidos@dahlberg-sa.com](mailto:dep.pedidos@dahlberg-sa.com)  
[dep.tecnico@dahlberg-sa.com](mailto:dep.tecnico@dahlberg-sa.com)

**DAHLBERG S.A.**

C/Gremi Passamers, 8  
Polígono Son Rossinyol  
07009 - Palma de Mallorca  
Islas Baleares – España

+34 971 77 47 51  
+34 609 41 44 92