

# Realización de pruebas y puesta en marcha de instalaciones de calefacción y refrigeración.

## Caso práctico

**Nerea y Roberto**, continuando con su recorrido formativo dentro de la empresa, han sido promovidos a un puesto cuya principal función consiste en la realización de puestas en marcha de instalaciones básicas de climatización de edificios. Esto es un paso adelante en su carrera profesional, ya que supone un trabajo de mayor complejidad técnica que el realizado hasta ahora en el montaje de las referidas instalaciones.



[Imagen de StartupStockPhotos en Pixabay. \(Pixabay License\)](#)

La nueva responsabilidad es más llevadera en tanto que **Nerea y Roberto** ya han cursado previamente los contenidos de la presente Unidad de Trabajo. Tal como les ha comentado el padre de **Nerea**, es muy importante adquirir experiencia en la puesta en servicio de instalaciones térmicas y, en vista de que esta fase la realizan después de ejecutar el montaje de las citadas instalaciones, este trabajo les será más fácil de llevar a cabo.

Además de lo anterior, el padre de **Nerea** les advierte de la dificultad añadida de trabajar con instalaciones de calefacción y refrigeración. Tienen que interiorizar los procedimientos operativos a llevar a cabo en ambas instalaciones, así como el conocimiento de los parámetros que definen que una instalación de calefacción o refrigeración está funcionando correctamente. No duda que, tal como hasta ahora, conseguirán su objetivo.

**Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de  
Educación y Formación Profesional.**

[Aviso Legal](#)

# 1.- Pruebas y puesta en marcha de instalaciones de calefacción por agua.

## Caso práctico

**Nerea y Roberto** han recibido el encargo de realizar las pruebas y la puesta en marcha de una instalación de calefacción individual con generación de calor por caldera de gas y emisión mediante radiadores. En un principio, no están habituados a esta labor, por lo que deberán hacerse al empleo del equipamiento necesario, así como a la verificación de las condiciones de correcto funcionamiento. Es aquí donde les serán muy útiles los conocimientos adquiridos en la presente Unidad de Trabajo, pues les servirán de guía para la ejecución del trabajo.



[Imagen de StartupStockPhotos en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

Uno de los aspectos que más les preocupa es el hecho de que el montaje de la instalación ha sido realizado por un técnico novel en la empresa, con lo cual, la fiabilidad de dicho montaje, en un principio, es incierta. De todos modos, el encargado no les ha puesto limitaciones de tiempo por lo que la reparación de las posibles fugas podrá llevarse a cabo con el debido detalle.

Una vez se ha culminado el montaje de una instalación de calefacción por agua, será necesario garantizar que los trabajos que se han realizado puedan cumplir la función para la cual han sido diseñados. Para ello será necesario realizar ciertas pruebas cuyas condiciones y características quedan reflejadas en el RITE, en su IT 2, que tiene por objeto establecer el procedimiento a seguir para efectuar las pruebas de puesta en servicio de las instalaciones térmica en los edificios.

¿De qué fases se compone la puesta en servicio de una instalación de calefacción? Pues, básicamente, de tres fases:

- ✓ Realización de pruebas de estanqueidad de la red de tuberías de agua.
- ✓ Puesta en funcionamiento de la instalación.
- ✓ Equilibrado térmico e hidráulico.



En nuestro caso, y dado que el objetivo de esta Unidad de Trabajo es la puesta en servicio de una instalación básica de calefacción, vamos a ceñirnos al ejemplo de una instalación individual de calefacción por radiadores. Como punto de partida, suponemos que ya se ha realizado el montaje de toda la red de distribución, así como los emisores y el equipo de producción de calor que, en este caso, será la caldera.

[Imagen de Bruno /Germany en Pixabay. \(Pixabay License\)](#)

## Para saber más

En el siguiente podrás descargar una Guía Técnica referida a las instalaciones individuales de calefacción.

[Guía Técnica de instalaciones de calefacción individual IDAE](#)

# 1.1.- Pruebas de estanqueidad.

Los procedimientos a seguir para realizar las pruebas de estanqueidad de redes de tubería de agua vienen recogidos en la IT 2.2.2. del RITE.

¿Cuál es el parámetro clave a la hora de evaluar la estanqueidad de una instalación de calefacción? Pues, lógicamente, la presión. Existen las siguientes definiciones de presión en un circuito de calefacción:

- ✓ Presión de prueba: presión a la que debe someterse una instalación para comprobar su estanqueidad.
- ✓ Presión de servicio (o trabajo): presión a la que trabaja una instalación, en condiciones normales de funcionamiento.



[INTEF \(CC BY-SA\)](#)

Por su parte, la prueba de estanqueidad, que se efectúa con agua y antes de colocar la caldera (que dispone de una válvula de seguridad a 3 bares), consta de dos fases:

- ✓ Prueba preliminar de estanqueidad.  
Tiene como misión detectar fallos importantes en la continuidad de la red, evitando de este modo los daños que pueden provocarse en las pruebas de resistencia mecánica. Los pasos a seguir para su ejecución serían:
  - Llenado de la red desde la parte baja, asegurándose de que el aire se escapa por los puntos más elevados, mediante purgadores de aire.
  - Se deberá recorrer toda la red para comprobar la presencia de fugas. Si se detectan fugas, se procederá a su reparación.
- ✓ Prueba de resistencia mecánica

Se realiza a continuación de la prueba preliminar, aplicando la presión de prueba. que, en el caso de las instalaciones de calefacción y ACS individuales, suele ser de 6 bares. La prueba tendrá una duración mínima de 24 horas y, cuando la presión del manómetro baje sin que se manifiesten fugas, se podrá alargar la duración de la prueba tomando nota de las variaciones de temperatura del ambiente, que pueden alterar la presión a la que está sometida la red.

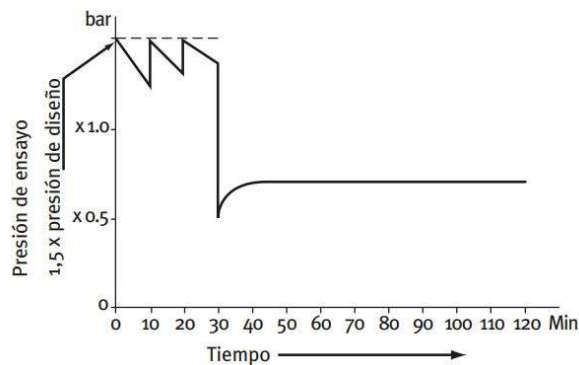
En el caso de tuberías metálicas, conforme a la norma UNE-EN 14336:2005 se aplicará una presión de prueba que, para las instalaciones de calefacción y ACS individuales, es de 6 bares.

En el caso de tuberías plásticas, se probará la instalación, preferentemente, conforme a lo indicado en el procedimiento de la norma UNE-ENV 12108, cuyo proceso se visualiza en la imagen adjunta. Los pasos a seguir son:

- ✓ Apertura del sistema de agua.
- ✓ Purga total de la instalación.
- ✓ Aplicación de una presión de  $1,5 \times P_d$ , por bombeo, durante los primeros 30 minutos (ver figura), durante este tiempo deberá realizarse la inspección de la instalación.
- ✓ Estabilización de la presión a un valor superior a  $0,5 \times P_d$  y supervisión de la instalación durante 90 minutos.
- ✓ Registro de los resultados.

Al finalizar las pruebas, se llevarán a cabo los siguientes pasos:

- ✓ Reducción de la presión.
- ✓ Conexión a la red de los equipos, aparatos y accesorios que hayan sido excluidos de las pruebas. En este caso, la caldera.
- ✓ Instalación de los aparatos de medida y control que hayan sido desmontados para la prueba.
- ✓ Cumplimentación del certificado de las pruebas de tuberías.



[IDAE](#) (Todos los derechos reservados)

Es de señalar también que las pruebas de las tuberías deben realizarse siempre antes de que las mismas vayan a quedar ocultas y requerirán el empleo de una herramienta denominada bomba de presión hidrostática que será la encargada de aumentar la presión del agua de la red de tuberías.

## Debes conocer

En el siguiente enlace puedes descargar el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. En el apartado IT 2.2.2 Pruebas de estanqueidad de redes de tuberías de agua, en la instrucción técnica IT 2. Montaje, encontrarás los procedimientos a seguir para efectuar dichas pruebas.

[Real Decreto 1027/2007](#)

## Para saber más

En el siguiente enlace puedes ver un vídeo la realización de una prueba de estanqueidad en una instalación de tuberías de agua.

[Prueba de estanqueidad con bomba de presión hidrostática.](#)



## 1.2.- Puesta en servicio de la instalación.

La puesta en servicio de la instalación requiere la ejecución de los siguientes pasos:

- ✓ Actuación sobre las válvulas de corte de manera que se conecten los equipos excluidos de las pruebas, como la caldera.
- ✓ Alimentar eléctricamente la caldera.
- ✓ Llenado del circuito de calefacción ejecutando, a su vez, los siguientes pasos:
  - Apertura del tapón del purgador situado sobre la bomba y los de los radiadores.
  - Apertura de la válvula de llenado de la caldera hasta una presión de 1 bar.
  - Purgado del aire de todos los radiadores.

Una vez nos hemos asegurado que la presión, en frío, no desciende de 1 bar, se llevarán a cabo los siguientes pasos:

- ✓ Apertura de la válvula de gas.
- ✓ Activación de la consigna del termostato para que éste demande calor.
- ✓ Puesta a régimen de la temperatura de la instalación, normalmente 80 °C.
- ✓ Purgado de aire de los radiadores y de la bomba de la caldera pues el agua desprende oxígeno tras su calentamiento.

Al mismo tiempo que se realiza la puesta en funcionamiento de la instalación, se efectuará la prueba de libre dilatación que consiste en observar si las tuberías presentan deformaciones inaceptables, debidas a las dilataciones térmicas, que puedan afectar a las uniones y su estanqueidad. En ese caso, habrá que modificar la ubicación de las fijaciones de soporte de manera que posibilite la libre dilatación de las tuberías y, a su vez, minimice la deformación de las mismas.

Por otra parte, se llevará a cabo un control del correcto funcionamiento de los sistemas de evacuación de humos. Para ello, se comprobará la correcta evacuación de los humos y se tendrá en cuenta que las rejillas de ventilación estén disponibles con sus correspondientes aperturas.



[Vaillant](#) (Todos los derechos reservados)

### Debes conocer

En el siguiente enlace puedes descargar el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. En los apartados [IT 2.2.4 Pruebas de libre dilatación](#), [IT 2.2.5 Pruebas de recepción de redes de conductos de aire](#) e [IT 2.2.6 Pruebas de estanqueidad de chimeneas](#), en la instrucción técnica [IT 2. Montaje](#), encontrarás los procedimientos a seguir para efectuar dichas pruebas.

[Real Decreto 1027/2007](#)

# Autoevaluación

De entre las siguientes operaciones, marca las que se realizan en la puesta en funcionamiento de una instalación de calefacción.

- Uniones soldadas.

-----

- Montaje de radiadores.

-----

- Purgado de aire de los radiadores.

-----

- Control de la evacuación de los humos.

-----

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

## Para saber más

Este enlace te llevará a un manual de instalación de una caldera.

[Manual de instalación de una caldera individual.](#)



El siguiente vídeo presenta las pautas básicas para la puesta en funcionamiento de una instalación de calefacción.

[Puesta en funcionamiento de una instalación de calefacción individual.](#)

# 1.3.- Equilibrado hidráulico.

El equilibrado hidráulico es una operación complementaria que se realiza en aquellas instalaciones de calefacción cuyos caudales no están equilibrados por diseño. Es decir, se trata de instalaciones de calefacción bitubular o por colectores, en las que las longitudes de recorrido a realizar por el fluido caloportador no son uniformes ¿Por qué es necesario el equilibrado de los caudales que circulan por cada radiador? Pues por una cuestión muy sencilla y ésta es que, la emisión térmica de cada radiador depende del caudal circulante por el mismo. A la hora de dimensionar los radiadores de una instalación, se supone un caudal de diseño que es el que posibilitará la emisión térmica que haga frente a la carga térmica del recinto.



[Imagen de ri en Pixabay \(Pixabay Lisence\)](#)

El caudal circulante por un emisor de calor es función de la longitud de tubería del circuito de conexión del mismo al elemento generador de presión o bomba. Si no se realiza ninguna operación de equilibrado, aquellos radiadores más cercanos a la bomba de circulación, recibirán más caudal que aquellos otros más lejanos.

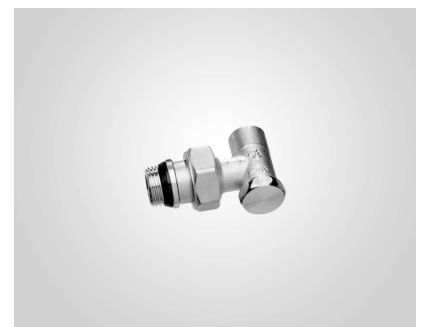
Esto causará problemas en la instalación ya que los radiadores más cercanos a la bomba, que en este caso está montada en la caldera, emitirán más calor que el de diseño, mientras que en los más lejanos sucederá lo contrario.

Existen distintos métodos para realizar el equilibrado de una instalación de calefacción:

- ✓ Sistema manual.
- ✓ Sistema automático mediante el empleo de válvulas de equilibrado.

En el caso de una instalación de calefacción individual por radiadores, la regulación de los caudales se realiza mediante el empleo de las válvulas detentoras de los mismos. El procedimiento a seguir precisa el empleo de una llave Allen y es el siguiente:

- ✓ Se abren a tope todas las válvulas detentoras de los radiadores de la instalación.
- ✓ Se deja abierta la válvula detentora del radiador más lejano respecto a la caldera de la instalación.
- ✓ Se cierra una vuelta la llave detentora del radiador que está situado a continuación del anterior, en cuanto a lejanía respecto a la caldera de calefacción.
- ✓ Se cierra dos vueltas la llave detentora del radiador situado a continuación del anterior, en cuanto a lejanía respecto a la caldera de calefacción y así sucesivamente hasta llegar al radiador más cercano a la caldera.



[Baxi](#) (Todos los derechos reservados)

Una vez realizado lo anterior, se comprobará el correcto funcionamiento de la instalación de calefacción mediante la comprobación al tacto de que los radiadores emiten calor y, en caso necesario, se realizará un eventual purgado del aire existente en los radiadores.

## Debes conocer

En el siguiente enlace puedes descargar el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. En el apartado IT 2.3.3 Sistemas de distribución de agua, en la instrucción técnica IT 2. Montaje, encontrarás los procedimientos a seguir para efectuar el ajuste y equilibrado hidráulico de la instalación.

[Real Decreto 1027/2007](#)

## Para saber más

Este enlace te llevará a una página en la que se especifican los métodos de regulación de instalaciones de calefacción.

[Regulación de instalaciones individuales de calefacción.](#)

## 2.- Pruebas y puesta en marcha de instalaciones de refrigeración.

### Caso práctico

**Nerea** y **Roberto** han recibido el encargo de realizar las pruebas y la puesta en marcha de una instalación de refrigeración, concretamente una cámara frigorífica. Este no es un campo de trabajo muy frecuente para su empresa, pero vistos los tiempos que corren y la necesidad de diversificar las actividades, se han propuesto realizar sus pinitos en este ámbito. Su jefe les ha dicho que la tarea de montaje no es muy complicada



[Imagen de William Iven en Pixabay \(Pixabay License\)](#)

por las analogías que presenta respecto a los circuitos de climatización, pero lo que más le preocupa es la fase de puesta en servicio de la instalación, pues incluye algunos pasos adicionales con respecto a los de una instalación sencilla de climatización.

El encargado les ha comentado que, ante posibles dudas que puedan surgir, existe la posibilidad de contactar con un técnico experimentado en este ámbito que ha colaborado estrechamente con la empresa y está a punto de jubilarse. Es muy importante que **Nerea** y **Roberto** presenten unos conocimientos de base mínimos cara a la comprensión de las explicaciones del técnico experto y de ahí la importancia de los contenidos cursados en la presente Unidad de Trabajo.

Uno de los aspectos que más preocupa a **Nerea** y **Roberto** es la dificultad intrínseca del ciclo frigorífico en cuanto se trata de un fluido que cambia de estado y cuyos problemas derivados de una deficiente puesta en marcha son más difíciles de interpretar. De todos modos, la perseverancia y las ganas de aprender de **Nerea** y **Roberto** son suficientes para superar las dificultades asociadas al proceso de aprendizaje.

¿De qué fases se compone la puesta en servicio de una instalación de refrigeración? Pues, básicamente, de seis fases:

- ✔ Comprobación de la secuencia eléctrica y aislamientos.
- ✔ Realización de las pruebas de estanqueidad.
- ✔ Realización del vacío de la instalación.
- ✔ Carga de refrigerante en la instalación.

- ✓ Regulación o programación de los diferentes elementos.
- ✓ Puesta en marcha y control de funcionamiento de la instalación.

En nuestro caso, y dado que el objetivo de esta Unidad de Trabajo es la puesta en servicio de una instalación básica de refrigeración, vamos a ceñirnos al ejemplo de la instalación de un arcón frigorífico equipado de un circuito frigorífico básico. Como punto de partida, suponemos que ya se ha realizado el montaje de toda la red hidráulica, así como eléctrica, del circuito de frío de la instalación.



[Eurofred](#) (Todos los derechos reservados)

## 2.1.- Comprobación de la secuencia eléctrica y aislamientos.

¿A qué nos referimos con ese término? Pues a la comprobación de la ausencia de defectos de aislamiento en la instalación, así como a la verificación del correcto funcionamiento del circuito eléctrico (tanto fuerza como mando). Para llevar a cabo dicha tarea, vamos a diferenciar la misma en dos actividades diferentes; comprobación de aislamientos y comprobación de los circuitos de fuerza y mando.

### 1. Comprobación de aislamientos.

La comprobación de aislamientos a tierra de las bornas del circuito eléctrico consiste en la verificación de que existe una resistencia eléctrica mínima (0,25 megohmios) entre cada conexión eléctrica del circuito y la tierra (carcasa metálica del equipo conectada a tierra). Esta operación hay que realizarla cuando el circuito eléctrico se encuentra sin tensión. Por otra parte, dicha comprobación requiere el empleo de un instrumento especial denominado megóhmetro (se muestra en la figura adjunta) que permite, al contrario que el polímetro convencional, la medición de grandes valores de resistencia con lo que es posible discernir situaciones de aislamiento deficiente imposibles de detectar con un polímetro.



[PCE-Iberica](#) (Todos los derechos reservados)

El procedimiento operativo consiste en conectar uno de los conectores del equipo a tierra mientras que con el otro se va tocando cada una de las bornas del circuito eléctrico y controlando su resistencia de aislamiento en la escala. Mientras se ejecuta la medición es necesario generar una diferencia de potencial mediante el accionamiento de la manivela del equipo, el cual se ilustra en la figura adjunta.

Por otro lado, la verificación del circuito eléctrico se realiza en dos pasos:

#### ✓ Comprobación de la secuencia del circuito de mando.

Primeramente, se desconectan los cables de salida de la regleta del armario que van al motor, así no podrá ponerse en marcha el compresor. Igualmente se realiza con los que alimentan a las resistencias de desescarche.

A continuación, se conectan los elementos de protección del circuito y se aplica tensión al mismo. A partir de ahora, con el esquema eléctrico a mano, se comprobará el funcionamiento de la instalación forzando, en su caso, la activación de los elementos de regulación y control (presostatos, termostato).

#### ✓ Comprobación del circuito de fuerza.

Manteniendo desconectados los cables de salida de la regleta del armario al motor y a las resistencias de desescarche y, conectados los elementos de maniobra anteriores, se comprueba, con el polímetro, la existencia de tensión en las bornas del motor y de las resistencias de desescarche cuando entran sus correspondientes contactores.

La aparición de eventuales deficiencias en el proceso de comprobación requiere la verificación de las posibles causas de las mismas:



- ➔ Verificación visual del correcto embornado de los cables.
- ➔ Verificación mediante polímetro (continuidad) de que la conexión de los elementos se ha realizado tal como indica el esquema, etc.

## Autoevaluación

De entre los siguientes elementos, marca aquellos que intervienen en la comprobación de la secuencia del circuito de mando de una instalación frigorífica.

Compresor.

Megóhmetro.

Termostato.

Presostato.

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar el manual de instrucciones de uso del megóhmetro PCE-IT55 de PCE-Ibérica.

[Manual de instrucciones megóhmetro PCE-IT55](#)

## 2.2.- Realización de las pruebas de estanqueidad.

---

Las pruebas de estanqueidad de circuitos frigoríficos se realizan empleando como fluido de llenado el nitrógeno seco. Por su parte, el procedimiento es similar al de las instalaciones de calefacción, es decir, es necesario llevar a cabo la prueba preliminar, así como la prueba de resistencia mecánica.

En el primer caso, la presión de llenado será de 0,5 bares, suficiente para detectar las fugas importantes antes de subir la presión. En el segundo caso, la presión de prueba vendrá dada por el tipo de refrigerante, así como por el sector en el que esté situado el tramo de tubería (alta o baja presión). Los valores de dichas presiones se especifican en el Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas.

La principal diferencia con las instalaciones de calefacción consiste en el procedimiento operativo, así como el equipamiento necesario. Dicho proceso se puede esquematizar en los siguientes pasos:

- ✓ Conexión del analizador de presiones a la toma de presión correspondiente (alta o baja presión) del circuito, así como a la válvula de la botella de nitrógeno seco. Por lógica, la entrada al manómetro de baja del analizador estará cerrada, puesto que se va a trabajar a una presión superior a la de su escala de medida.
- ✓ Regulación de la presión de salida de nitrógeno al valor requerido mediante el empleo del manorreductor de la botella.
- ✓ Apertura de las llaves del analizador y de la llave de la botella de nitrógeno, pasando éste a través del sector correspondiente. Se considera llenado el circuito cuando se deje de oír el paso de nitrógeno a la instalación.
- ✓ Cierre de la válvula de paso del analizador, la llave de la botella y el paso del manorreductor.
- ✓ Comprobación de la estanqueidad verificando que la presión del manómetro de alta del analizador no varía en 24 horas aproximadamente. En caso contrario, se aplicarán los métodos de detección de fugas que se describirán a continuación reparando, en su caso, la correspondiente fuga.

Los métodos de detección de fugas que se emplean en los circuitos frigoríficos son los siguientes:

- ✓ Agua jabonosa: consiste en mezclar un poco de agua y un poco de jabón y aplicar con un pincel el agua jabonosa resultante en todas las uniones soldadas y roscadas de la instalación. Si en algún punto donde se haya aplicado agua jabonosa aparecen burbujas, nos está indicando que en ese punto hay una fuga. Este método se puede utilizar con cualquier tipo de refrigerante.
- ✓ Detector electrónico de fugas que emite sonidos intermitentes de una mayor frecuencia a medida que nos acercamos a una junta en la que exista fuga de refrigerante, tal como el presentado en la figura adjunta.

Hay que tener en cuenta que, en el caso de los dos últimos métodos de detección comentados, es necesario introducir en el circuito frigorífico una pequeña cantidad de refrigerante.



## Debes conocer

Este el siguiente enlace puedes descargarte el Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. En la instrucción técnica complementaria IF-09 Ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio, en los apartados 1.3 Ensayo de presión en tuberías de los sistemas de refrigeración y 1.4 Prueba de estanqueidad, encontrarás los requisitos reglamentarios para la realización de dichas pruebas.

[Real Decreto 552/2019.](#)

## Para saber más

En el siguiente enlace podrás obtener más información sobre los manorreductores.

[Manorreductor](#)

## Para saber más

El siguiente vídeo presenta diferentes métodos de detección de fugas empleados en los circuitos de refrigeración.

[Métodos de detección de fugas](#)

## 2.3.- Realización del vacío de la instalación.

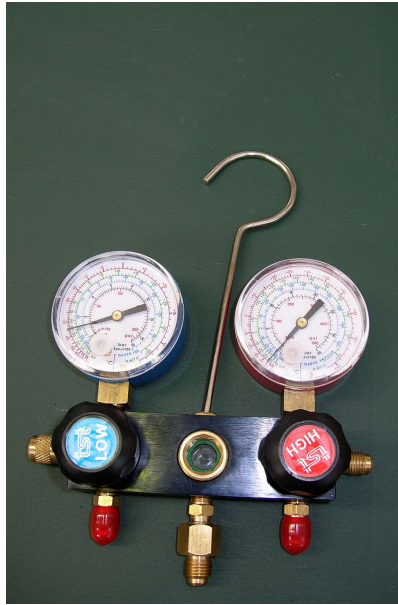
¿Por qué se realiza la operación de vaciado en una instalación frigorífica? Pues, sencillamente, para eliminar la posible humedad existente en el circuito ya que ésta es una de los peores enemigos de una instalación frigorífica pues, a la larga, provoca una descomposición del aceite y una menor vida útil en el compresor.

La operación de vaciado se realiza inmediatamente después de la de estanqueidad. En este caso, se supone que el circuito frigorífico está cargado de nitrógeno seco a la presión de prueba, tal como se ha finalizado la prueba de estanqueidad. Por su parte, las tomas de alta y baja presión del analizador de presiones están conectadas a las válvulas de intervención respectivas del circuito, la toma de refrigerante está conectada a la botella de nitrógeno y la de vacío está desconectada, manteniéndose todas las válvulas cerradas. A continuación, se describirán los pasos a seguir para la ejecución del proceso:

1. Vaciado del nitrógeno seco de la instalación empleando para dicho cometido las tomas del analizador de presiones, tanto en alta como en baja presión, así como la de vaciado que es por la que se evacuará el gas.
2. Cierre de las tomas de alta y baja del analizador cuando la presión en el circuito sea aproximadamente igual a la atmosférica.
3. Conexión de la bomba de vacío a la toma de vaciado del analizador, manteniendo ésta cerrada.
4. Realización del triple vacío que consiste en:
  - a. Arranque de la bomba de vacío para evacuar la manguera de conexión.
  - b. Abrir la válvula de vaciado del analizador y las tomas de alta y baja del mismo.
  - c. Esperar hasta que la presión baje a unos 600 mm de Hg de vacío, momento en el cual pararemos la bomba de vacío, teniendo en cuenta cerrar antes la válvula de vaciado del analizador para evitar la pérdida del aceite de la bomba.
  - d. Rotura del primer vacío mediante la introducción de nitrógeno seco a una presión reducida de unos 3 bares mediante la toma de refrigerante del analizador de presiones.
  - e. Realización del segundo vacío repitiendo los pasos 4a, 4b y 4c, pero teniendo en cuenta que la presión a conseguir en este último paso es de 650 mm de Hg.
  - f. Mantenimiento del circuito en vacío durante 1 hora aproximadamente para verificar si la presión sube.
  - g. Rotura del segundo vacío mediante la introducción de nitrógeno seco tal como en el paso 4d.
  - h. Realización del tercer vacío de la instalación repitiendo los pasos 4a, 4b y 4c, pero teniendo en cuenta que la presión a conseguir en este último paso es de 750 mm de Hg.
  - i. Una vez alcanzada la presión anterior, y tras cerrar todas las válvulas del analizador y retirar la bomba de vacío, el circuito está preparado para realizar la carga de refrigerante, tal como se explicará en el siguiente subapartado.



[Ángel Bravo Rincón/INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)



[Ángel Bravo RincónINTEF](#) (CC BY-NC-SA)

## Debes conocer

En el siguiente vídeo podrás ver el proceso de deshidratado y vacío de una instalación frigorífica.

[Deshidratado y vacío de una instalación frigorífica.](#)



## 2.4.- Carga de refrigerante en la instalación.

---

¿Cómo se realiza la carga de refrigerante de una instalación? Dependiendo de la fase de carga en la que estemos podemos diferenciar dos métodos:

- ✓ Carga en forma de líquido por la toma de intervención de alta presión del circuito de frío, a máquina parada.
- ✓ Carga en forma gaseosa por la toma de intervención de baja presión del circuito de frío, a máquina en marcha.

En ambos métodos, vamos a partir de la situación final tras el proceso de vacío de la instalación, es decir, analizador de presiones con válvulas cerradas conectado a las tomas de intervención de alta y baja presión del circuito. Por otra parte, el refrigerante halogenado se encuentra contenido en una botella o recipiente a presión que dispone de una válvula con salida en forma de gas. A continuación, se describe el proceso operativo para cada uno de los modos de carga de refrigerante.



[Salvador Escoda](#) (Todos los derechos reservados)

### ✓ Carga en forma de líquido

- Pesar la botella de refrigerante antes de iniciar la carga.
- Conectar mediante una manguera la botella de refrigerante a la toma de refrigerante del analizador.
- Dar la vuelta a la botella de manera que por su válvula de salida se aspire refrigerante en estado líquido.
- Abrir la válvula de salida de la botella y purgar la manguera en el tramo botella-analizador.
- Abrir las válvulas de la toma de refrigerante y de alta presión del analizador.
- Cuando notemos que no hay paso de refrigerante en la manguera porque se ha llegado a la igualación de presiones en botella y circuito, cerrar las válvulas del analizador y la de la botella.
- Pesar la botella y calcular el peso de refrigerante que se ha cargado.

### ✓ Carga en forma de gas

La realización de la carga en forma de gas requiere la puesta en marcha de la instalación y, por ello, es necesaria la prerregulación de los aparatos de control, es decir, el termostato y los presostatos de alta y baja presión, a unos valores tales que se posibilite la puesta en marcha del compresor. La regulación detallada de dichos aparatos se tratará en el siguiente subapartado. La manipulación de estos aparatos posibilitará lo siguiente:

- Termostato: temperatura de consigna lo suficientemente baja respecto al ambiente.
- Presostato de baja presión: consigna a una presión reducida.
- Presostato de alta presión: consigna a una presión elevada.

Tras activar las protecciones eléctricas del cuadro eléctrico, se pondrá en marcha el compresor y se realizarán, con la botella en posición de gas por su válvula, las siguientes operaciones:

- Colocar la botella sobre una balanza electrónica de peso.
- Abrir las válvulas de la toma de refrigerante y de baja presión del analizador.
- Realizar la carga hasta llegar aproximadamente al valor indicado en la placa de características.
- Cerrar las válvulas del analizador y de la botella.
- Forzar la parada de la instalación con el presostato de baja a un valor cercano a la presión atmosférica.

Para comprobar la correcta carga de refrigerante, se volverá a poner en marcha la instalación y se apreciará si al ponerse en marcha el compresor aparecen burbujas en el visor de líquido. Si dichas burbujas no desaparecen, se volverá a cargar una cantidad adicional de refrigerante en forma de gas mediante el procedimiento operatorio anteriormente descrito.

## Autoevaluación

En un principio, cuando la instalación frigorífica está vacía, la carga de refrigerante ha de realizarse en forma de  , por diferencia de  entre el recipiente de refrigerante y la instalación.

## 2.5.- Regulación o programación de los diferentes elementos.

¿A qué nos referimos con el término regulación o programación de los diferentes elementos? Pues, a la operación que posibilita que los elementos que controlan la instalación, termostato y presostatos, funcionen de tal manera que se mantenga una temperatura de consigna en la cámara y el compresor funcione en unos rangos de presión determinados. En el caso de aparatos analógicos se suele hablar de regulación mientras que en el caso de aparatos digitales se habla de parametrización o programación de parámetros. A continuación, se va a describir el procedimiento de regulación o programación, en su caso, de cada uno de los aparatos.

### ✓ Programación del microprocesador.

Normalmente, las cámaras disponen de un microprocesador que integra las funciones de termómetro de cámara, termostato y reloj de desescarche. En función de cada modelo, habrá que consultar los parámetros del mismo y su descripción, siendo fundamental la programación de los siguientes:

- Temperatura de consigna de cámara.
- Diferencial de temperatura, normalmente de 3 °C.
- Frecuencia de desescarche.
- Temperatura de finalización de desescarche.
- Tiempo de finalización de desescarche.

### ✓ Regulación de presostatos.

El proceso de regulación de los presostatos se compone de las siguientes fases:

- Cálculo de los valores de consigna y diferencial para ambos presostatos basándose en unos datos de partida, diferentes en función de la casuística planteada.
- Regulación orientativa de los presostatos, a máquina parada, partiendo de los valores calculados en la fase anterior y utilizando como guía las escalas que tienen los mismos.
- Regulación precisa de los presostatos mediante la puesta en marcha y paro de la máquina, ayudados del analizador de presiones. El procedimiento operativo es el siguiente:

- Presostato de baja

- ✘ Puesta en marcha de la cámara y desconexión del interruptor, forzando el presostato para provocar la parada del compresor.
- ✘ Conectar el interruptor de cámara y cuando el manómetro marque la presión deseada para la conexión, actuar sobre el vástago de regulación.
- ✘ Una vez regulado el arranque, regular el diferencial desconectando el interruptor de cámara y actuando sobre el tornillo del diferencial cuando la presión se tenga el mismo valor que la de desconexión.

- Presostato de alta:

- ✘ Poner en marcha la instalación.
- ✘ Provocar la subida de la presión de alta interponiendo un cartón en el condensador.



[Pilar Acero López/INTEF \(CC BY-NC-SA\)](#)

- \* Actuar sobre el vástago de regulación cuando la presión llegue al valor de desconexión.
- \* Una vez regulada la desconexión, regular el diferencial.
- \* La presión de alta disminuirá y, cuando se llegue al valor de conexión, actuar sobre el tornillo del diferencial para que ésta se efectúe.

## Para saber más

Puedes descargar este documento en PDF desde el siguiente enlace:

[Cálculo del presostato](#) (pdf - 0,01 MB)

## 2.6.- Puesta en marcha y control de funcionamiento de la instalación.

---

Una vez regulados y programados los elementos de control de la instalación, es necesaria la colocación de los instrumentos de medida para realizar el ajuste del recalentamiento y la comprobación de funcionamiento de la instalación. Básicamente, los aparatos de medida necesarios, así como su ubicación se describen a continuación.



[Danfoss](#) (Todos los derechos reservados)

- ✓ Termómetro de medición de temperatura de aspiración en la aspiración del compresor.
- ✓ Termómetro de medición de temperatura de descarga en la descarga del compresor.
- ✓ Termómetro de medición de temperatura en línea de líquido en el tramo entre la válvula solenoide y la válvula de expansión termostática.
- ✓ Manómetro de baja presión en el sector de baja.
- ✓ Manómetro de alta presión en el sector de alta.
- ✓ Pinza amperimétrica en la línea de alimentación del compresor.

En el caso de los termómetros es necesario tener en cuenta que para una correcta medición el bulbo debe hacer buen contacto con la tubería y debe estar lo más aislado posible de la temperatura ambiente.

### ✓ **Ajuste del recalentamiento.**

Teniendo la instalación en marcha y cuando la misma se encuentre a una temperatura próxima a la de consigna, se tomarán los datos de temperatura de aspiración y presión de baja (con la que se puede deducir la temperatura de evaporación) y se calculará su diferencia. A continuación, y en caso de ser necesario un ajuste del recalentamiento, se abrirá o cerrará el paso de la válvula de expansión termostática accionando con un destornillador a derechas o izquierdas en la ranura que permite regular la presión del muelle de la válvula.

### ✓ **Comprobación de funcionamiento de la instalación.**

Se pondrá en marcha la instalación y se comprobará su funcionamiento según la regulación y programación realizadas. Así pues, los puntos a tener en cuenta serán los siguientes:

- Actuación del termostato sobre la válvula solenoide a la temperatura de consigna definida.
- Parada del compresor por baja a la presión definida en el presostato de baja.
- Activación de la válvula solenoide cuando la temperatura de cámara haya aumentado en el diferencial estipulado.
- Puesta en marcha del compresor a la presión de consigna definida para el presostato de baja.
- Parada de la instalación por el presostato de alta a la presión definida, al simular un fallo en el sector de alta de la instalación.
- Puesta en marcha de la instalación al reducirse la presión en el sector de alta a la presión definida en el presostato de alta.

- ➔ Recalentamiento según valor ajustado al acercarse a la temperatura de consigna de la cámara.

## Autoevaluación

De entre los siguientes parámetros especifica cuáles son los necesarios para realizar el cálculo del recalentamiento de una instalación frigorífica.

- Temperatura de línea de líquido.

- Temperatura de descarga.

- Temperatura de aspiración.

- Temperatura de evaporación.

Mostrar retroalimentación

## Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Correcto
4. Correcto

## Para saber más

Este enlace te llevará a un documento guía sobre localización de averías en instalaciones frigoríficas.



## [Localización de averías en instalaciones frigoríficas](#)