



Universidad de
Oviedo



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

ÁREA DE INSTALACIONES E INGENIERÍA ENERGÉTICA

**TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN EN
UN GRAN HOSPITAL SITUADO EN EL NORTE DE ESPAÑA**

**AUTOR: D. DROMANT SUÁREZ, PEDRO PABLO
TUTOR: D. FERNANDEZ, FRANCISCO JAVIER**

FECHA: JULIO, 2023



TABLA DE CONTENIDO

1.- Objetivo del pliego.	2
2.- Condiciones generales de ejecución.....	3
2.1.- Normativa.	3
2.2.- Pruebas en equipos de climatización.	5
2.3.- Pruebas de estanqueidad de redes de tuberías de agua.	6
2.4.- Pruebas de estanqueidad de los circuitos frigoríficos.	6
2.4.1.- Ensayo de presión en las tuberías de los sistemas de refrigeración.	7
2.4.2.- Prueba de estanqueidad.	8
2.4.3.- Certificados.	9
2.4.4.- Procedimiento de vacío.	9
2.4.5.- Control del conjunto de la instalación antes de la puesta en marcha. ...	10
2.5.- Requisitos en la instalación de componentes hidráulicos.	12
2.5.1.- Válvulas.	12
2.5.2.- Bombas de Circulación.	12
2.5.3.- Tanques de Expansión.	12
2.5.4.- Filtrado.	12
2.5.5.- Aislamiento.	13
2.6.- Pruebas de recepción en conductos de ventilación.	13
2.6.1.- Limpieza red de conductos climaver.	13
2.6.2.- Difusión de aire.	15
2.7.- Elementos de control automatizado.	15
2.8.- Pruebas de eficiencia energética.	16
2.9.- Puesta en marcha y recepción.	17
2.10.- Mantenimiento.	18
3.- Normas de ejecución de las instalaciones.	21



1.- OBJETIVO DEL PLIEGO.

El propósito de este documento es establecer las condiciones requeridas para la ejecución de las obras incluidas en el proyecto de climatización del hospital de Oviedo, de acuerdo con las normativas nacionales y regionales aplicables.



2.- CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN.

Será de estricto cumplimiento todas las indicaciones emitidas por la dirección Facultativa, siempre y cuando se mantenga coherencia con la visión general del proyecto.

Durante el desarrollo de las obras, la propiedad estará representada por la dirección facultativa de obra, quien actuará como interlocutor ante el contratista. Además, el contratista designará un jefe de obra como responsable de la dirección de los trabajos, quien actuará como representante ante la propiedad durante la ejecución de las obras y el periodo de garantía. El jefe de obra deberá residir en la zona de obras y su reemplazo requerirá el previo conocimiento y aprobación de la propiedad.

En todos los aspectos que no contradigan lo establecido en el pliego, se aplicarán las condiciones estipuladas en los documentos siguientes, en relación con los requisitos de materiales, mano de obra, medición, valoración y otros aspectos técnicos.

2.1.- Normativa.

- R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITE.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documentos Básicos HE 1 "Ahorro de energía. Limitación de demanda energética", HE 2 "Ahorro de energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas", HS 3 "Salubridad. Calidad del aire interior", HS 4 "Salubridad. Suministro de agua", HS 5 "Salubridad. Evacuación de aguas", SI "Seguridad en caso de incendio" y HR "Protección frente al ruido".
- Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias del citado Reglamento, denominadas Instrucciones ITC BT 01 a BT 51.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias



- Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Norma UNE-EN 378 sobre Sistemas de refrigeración y bombas de calor.
- Norma UNE-EN 13384 sobre Chimeneas. Métodos de cálculo térmicos y de fluidos
- Norma UNE-EN ISO 7730 sobre Ergonomía del ambiente térmico
- Norma UNE-EN V 12108 sobre Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para la instalación en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano.
- Norma UNE-EN ISO 12241 sobre Aislamiento térmico para equipos de edificaciones e instalaciones industriales.
- Norma UNE-EN 12502 sobre Protección de materiales metálicos contra la corrosión.
- Norma UNE-EN 13410 sobre Aparatos suspendidos de calefacción por radiación que utilizan combustibles gaseosos. Requisitos de ventilación de los locales para uso no doméstico.
- Norma UNE-EN 100713:2005 sobre sistemas de acondicionamiento de aire en hospitales.
- Norma UNE-EN 14336 sobre Sistemas de calefacción en edificios. Instalación y puesta en servicio de sistemas de calefacción por agua.
- Norma UNE-EN ISO 16484 sobre Sistemas de automatización y control de edificios.



- Norma UNE-EN 50194 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Métodos de ensayo y requisitos de funcionamiento.
- Norma UNE-EN 50244 sobre Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento.
- Norma UNE 60670 sobre Instalaciones receptoras de gas suministradas a una presión máxima de operación (MOP) inferior o igual a 5 bar. Parte 6: Requisitos de configuración, ventilación y evacuación de los productos de la combustión en los locales destinados a contener los aparatos a gas.
- Norma UNE-EN 61779 sobre Aparatos eléctricos para la detección y medida de los gases inflamables. Requisitos generales y métodos de ensayo.
- Norma UNE 100012 sobre Higienización de sistemas de climatización.
- Norma UNE 100100 sobre Climatización. Código de colores.
- Norma UNE 100155 sobre Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- Norma UNE 100156 sobre Climatización. Dilatadores. Criterios de diseño.
- Norma PNE 112076 sobre Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
- Norma UNE 100030-IN sobre Prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones.
- Norma UNE 100001:2001 sobre Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- Normas Tecnológicas de la Edificación, NTE IC Climatización.

2.2.- Pruebas en equipos de climatización.

El apartado de pruebas en equipos de climatización se establece con el objetivo de verificar el correcto funcionamiento y rendimiento de los equipos instalados. Dichas pruebas serán realizadas por el contratista bajo la supervisión y aprobación de la dirección Facultativa. Las pruebas incluirán, entre otros aspectos, la verificación de la temperatura de salida del aire, la comprobación del caudal de aire suministrado, el ajuste de los termostatos y sensores, así como la evaluación energética de los equipos de climatización. Además, se realizarán pruebas de funcionamiento en diferentes modos de operación y condiciones de carga para asegurar su capacidad de respuesta y estabilidad.

Los resultados de las pruebas serán debidamente documentados, incluyendo registros de mediciones, gráficos y conclusiones, y serán presentados a la Propiedad como parte del proceso de aceptación y recepción de las instalaciones de climatización. Estas pruebas son fundamentales para garantizar el cumplimiento de los requisitos técnicos y normativos, así como para verificar el correcto desempeño y eficiencia de los equipos de climatización instalados en el proyecto.



2.3.- Pruebas de estanqueidad de redes de tuberías de agua.

El objetivo consiste en verificar la integridad de las redes de tuberías de agua y asegurar que no existan fugas ni pérdidas de agua que comprometan el funcionamiento del sistema.

Las pruebas de estanqueidad se aplicarán en todas las redes de tuberías de agua del proyecto, incluyendo tuberías principales, derivaciones, conexiones y accesorios.

Procedimiento:

1. Preparación: Se eliminarán todos los equipos, aparatos y elementos de la instalación que no soporten la presión de la prueba.
Se cerrarán todas las terminaciones abiertas utilizando válvulas o tapones, asegurándose de abrir las válvulas existentes. Se verificará que todos los puntos altos de la red estén equipados con purgadores de aire y tengan una conexión segura entre la fuente de presión y la red. Antes de realizar la prueba todas las personas se deben retirar apartar debidamente por motivos de seguridad.
2. Prueba preliminar: La red se llenará desde la parte inferior, asegurándose de que el aire sea liberado por los puntos más altos. Se verificará la presencia de posibles fugas, las cuales serán reparadas.
3. Prueba de estanqueidad: La red se llenará nuevamente desde la parte inferior, asegurándose de que el aire sea liberado por los puntos más altos. Se comprobará si se producen fugas y, en caso afirmativo, se procederá a su reparación.
4. Reparación de las fugas: Las fugas detectadas serán reparadas desmontando la parte defectuosa o dañada y reemplazándola por una nueva. Una vez realizadas las reparaciones, se repetirán las pruebas, comenzando desde la preliminar.
5. Finalización de la prueba: La presión se reducirá, se volverán a conectar los equipos y elementos excluidos de la prueba, y se reinstalarán los dispositivos de medición.

2.4.- Pruebas de estanqueidad de los circuitos frigoríficos.

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones realizadas en obra serán sometidos a las pruebas especificadas en la normativa vigente (Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas).



2.4.1.- Ensayo de presión en las tuberías de los sistemas de refrigeración.

Las tuberías de interconexión de los sistemas frigoríficos deberán ser sometidas a una prueba neumática a una presión equivalente a 1,1 veces la presión máxima admisible (PS). Estas pruebas deberán ser llevadas a cabo por una empresa especializada en instalaciones frigoríficas.

2.4.1.1.- Preparación de las pruebas.

Las conexiones sometidas a la prueba deben estar claramente visibles y accesibles, libres de corrosión, suciedad, aceite u otros elementos extraños. Las conexiones solo pueden ser pintadas, aisladas o cubiertas después de haber sido probadas correctamente.

Antes de aplicar la presión, se debe realizar una inspección visual del sistema para verificar que todos los elementos estén correctamente conectados y sellados. Todos los componentes que no estén sujetos a la prueba de presión deben ser desconectados o aislados mediante el uso de válvulas, bridas ciegas, tapones u otros medios apropiados.

Se debe realizar una prueba preliminar a una presión de 1,5 bar antes de otras pruebas para detectar y corregir posibles fugas significativas.

Durante la prueba, se debe mantener la temperatura de las tuberías por encima del punto de transición dúctil-frágil.

Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger al personal contra el riesgo de rotura de componentes del sistema durante la prueba neumática.

Los medios utilizados para suministrar la presión de prueba deben estar equipados con un dispositivo de alivio de presión y un manómetro en la salida. El dispositivo de alivio de presión debe ajustarse a una presión superior a la presión de prueba, pero lo suficientemente baja como para evitar deformaciones permanentes en los componentes del sistema.

La presión del sistema se aumentará gradualmente hasta alcanzar el 50 % de la presión de prueba y luego en incrementos de aproximadamente un décimo de la presión de prueba hasta alcanzar el 100%. La presión de prueba se mantiene durante al menos 30 minutos y luego se reduce a la presión de prueba de estanqueidad.

Las conexiones mecánicas en las que se hayan insertado bridas ciegas o tapones para cerrar el sistema o facilitar el desmontaje de componentes durante la prueba no necesitan ser sometidas a la prueba de presión después de retirar la brida ciega o el tapón, siempre y cuando posteriormente pases una prueba de estanquidad.

La prueba se puede realizar por secciones aislables del sistema a medida que se completa el montaje.



2.4.1.2.- Pruebas de presión para circuitos de fluidos secundarios.

Los sistemas de conducción de fluidos secundarios deberán someterse a una prueba, ya sea hidráulica o neumática, utilizando una presión equivalente al 15 % de la presión de diseño. La presión en el punto más bajo no debe exceder el 90 % del límite elástico ni ser mayor a 1,7 veces la tensión máxima admisible para materiales frágiles.

En el caso de utilizar un refrigerante como fluido secundario, el sistema de tuberías debe ser sometido a pruebas similares a las de un sistema frigorífico.

2.4.1.3.- Manómetros.

Los manómetros deberán estar correctamente calibrados antes de su uso y ser comparados con un manómetro de patrón confiable. Se colocarán en los puntos designados de las instalaciones para medir y monitorear las presiones requeridas. Además, se tomarán las precauciones necesarias para garantizar la seguridad del personal durante su manipulación y lectura. Los registros de las lecturas de los manómetros deberán ser documentados adecuadamente para su revisión y seguimiento.

2.4.1.1.- Reparación de uniones.

Se requerirá la reparación de todas las uniones que presenten fugas en las instalaciones. Aquellas uniones realizadas mediante soldadura fuerte y que presentes fugas deberán ser reemplazadas por completo, sin permitir su reparación mediante soldadura blanda. Por otro lado, las uniones realizadas mediante soldadura blanda podrán ser reparadas mediante la limpieza de la zona defectuosa, preparando nuevamente la superficie y aplicando una soldadura adecuada. En caso de que se detecten sectores defectuosos en las uniones soldadas durante los ensayos no destructivos, se deberán corregir y soldar nuevamente. Todas las uniones reparadas deberán someterse a una prueba de estanqueidad para verificar su correcto funcionamiento.

2.4.2.- Prueba de estanqueidad.

2.4.2.1.- Requisitos generales.

El sistema de refrigeración deberá someterse a una prueba de estanqueidad, ya sea en su conjunto o por secciones, garantizando así su integridad. La presión utilizada en la prueba será la especificada en la tabla 2 de la normativa IF-06, y podrá llevarse a cabo tanto antes de la salida del equipo de la fábrica, en caso de pontaje en dicha ubicación, como en el lugar de emplazamiento si se requiere el montaje o carga del refrigerante en el propio hospital.

En el caso de sistemas compactos, semicompactos y de absorción herméticos, esta prueba de estanqueidad se llevará a cabo durante el proceso de fabricación. Para garantizar la efectividad de la prueba, se emplearán diversas técnicas según las condiciones de producción, como el uso de gas inerte a presión, vacío, gases trazadores, entre otros. El método utilizado será supervisado rigurosamente por el instalador frigorista, quien asegurará el cumplimiento de los estándares de calidad.



2.4.2.2.- Sustancias trazadoras.

En el caso de emplear sustancias trazadoras junto con el gas inerte, es fundamental asegurarse de que dichas sustancias no representen ningún peligro ni sean perjudiciales para el medio ambiente. Es importante destacar que no se permitirá el uso de sustancias organohalogenadas en ningún caso.

2.4.3.- Certificados.

Las pruebas de presión y estanqueidad, tanto en las instalaciones realizadas en obra como en equipos de fábrica, serán llevadas a cabo exclusivamente por una empresa especializada en sistemas frigoríficos. En el caso de las tuberías que pertenezcan a las categorías I, II y III, según lo establecido en el Real Decreto 709/2015, de 24 de julio, que regula los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de equipos a presión, se emitirá el certificado de conformidad correspondiente.

Todas estas pruebas serán realizadas bajo la responsabilidad de la empresa frigorista y, en su caso, del director técnico competente de la obra de la instalación frigorífica. Una vez que se hayan llevado a cabo satisfactoriamente, se expedirá el certificado pertinente, asegurando la conformidad y calidad de las pruebas realizadas.

2.4.4.- Procedimiento de vacío.

2.4.4.1.- Requisitos generales.

No está permitido utilizar el vacío para comprobar la estanqueidad del circuito frigorífico mediante la extracción de humedad. Además. Está prohibido emplear refrigerantes fluorados en fase gaseosa con el objetivo de eliminar la humedad. En su lugar, se utilizará nitrógeno seco libre de oxígeno como fluido para este propósito. Es importante seguir estas pautas para garantizar la integridad y eficiencia del circuito frigorífico sin comprometer la seguridad ni el rendimiento del sistema.

2.4.4.1.- Sistemas con carga de más de 20 Kg.

Para las enfriadoras EWWH530VZ PSA1 y EWW880VZ PSA, con una carga total de refrigerante R1234ze de 295 Kg, se debe realizar un procedimiento de vacío para secar y evacuar el sistema a una presión de menos de 270 Pa absolutos. Este vacío se mantendrá durante al menos 30 minutos y luego se romperá utilizando nitrógeno seco. Después, se realizará otra evacuación del sistema a menos de 270 Pa absolutos, manteniendo este vacío durante al menos 6 horas, y posteriormente se romperá utilizando el refrigerante del sistema. Estas medidas son necesarias para asegurar la adecuada eliminación de la humedad y garantizar el correcto funcionamiento del sistema de forma segura y eficiente.



2.4.5.- Control del conjunto de la instalación antes de la puesta en marcha.

2.4.5.1.- Requisitos generales.

Antes de poner en funcionamiento un sistema de refrigeración, es de vital importancia llevar a cabo una exhaustiva comprobación de todo el sistema. Esta verificación garantiza que la instalación se encuentra en conformidad con los planos constructivos, los diagramas de flujo, las tuberías e instrumentación, así como los esquemas de control y eléctricos.

Durante esta fase de comprobación, se realiza un minucioso examen de cada componente y se verifica su correcta ubicación y conexión. Se revisa que todas las tuberías estén debidamente instaladas, asegurando que no haya obstrucciones ni fugas que puedan comprometer el funcionamiento eficiente del sistema.

Además, se comprueba que los diagramas de flujo estén correctamente seguidos, garantizando que los fluidos refrigerantes circulen adecuadamente por todo el sistema. Asimismo, se verifica el correcto funcionamiento de los dispositivos de control y los esquemas eléctricos, asegurando que todas las conexiones y configuraciones estén correctamente establecidas.

2.4.5.2.- Control de los sistemas de refrigeración.

El control de los sistemas de refrigeración por empresa frigorista deberá incluir los siguientes

- Comprobación de la documentación de los equipos a presión: Se verifica que la documentación de los equipos utilizados en el sistema de refrigeración cumpla con los requisitos establecidos, incluyendo certificados de conformidad y manuales de funcionamiento.
- Comprobación del equipo de seguridad: Se verifica que el equipo de seguridad, como válvulas de alivio de presión y dispositivos de control, esté instalado correctamente y en buen estado de funcionamiento.
- Comprobación de las soldaduras de las tuberías: Se comprueba que las soldaduras realizadas en las tuberías cumplan con los procedimientos de soldadura aprobados y no presenten defectos que puedan comprometer la integridad del sistema.
- Comprobación de las tuberías: Se verifica que las tuberías estén correctamente instaladas, sin obstrucciones ni fugas, y que cumplan con los requisitos de resistencia y compatibilidad con los fluidos utilizados.
- Verificación del acta de la prueba de estanqueidad: Se verifica que se haya realizado la prueba de estanqueidad del sistema de refrigeración y que el acta correspondiente documente los resultados satisfactorios de dicha prueba.
- Verificación visual del sistema de refrigeración: Se realiza una inspección visual del sistema de refrigeración para asegurarse de que todos los



componentes estén correctamente instalados, las conexiones estén ajustadas y no haya signos de daños o fugas evidentes.

2.4.5.3.- Documentación.

Ningún sistema de refrigeración deberá ser puesto en funcionamiento si no está debidamente documentado.

2.4.5.4.- Comprobación del tiempo de seguridad.

Es necesario revisar la documentación para garantizar que los equipos a presión utilizados en el sistema de refrigeración cumplan con los requisitos legales, códigos de diseño y otras normas aplicables. Esto asegura que los equipos sean seguros, estén correctamente diseñados y cumplan con los estándares establecidos por la legislación vigente. La revisión de la documentación es fundamental para garantizar el cumplimiento normativo y la calidad del sistema de refrigeración.

Se verificará la correcta instalación de los dispositivos de seguridad necesarios para el sistema de refrigeración, asegurando que estén en funcionamiento y que la presión de ajuste sea la adecuada para garantizar la seguridad del sistema. Esta comprobación garantiza que se han tomado las medidas necesarias para proteger el sistema y prevenir posibles fallos o riesgos.

Se realizará una verificación para asegurar que los dispositivos de seguridad del sistema cumplen con las normas aplicables y han sido sometidos a pruebas y certificaciones por parte del fabricante. Cabe destacar que no es necesario que cada dispositivo tenga un certificado individual, sino que se verifica la conformidad del conjunto de dispositivos con las normativas correspondientes. Esta comprobación garantiza que se han seguido los estándares de seguridad establecidos en la normativa vigente.

Se realizará una verificación para asegurar que los dispositivos de seguridad destinados a limitar la presión en el sistema están funcionando correctamente y han sido instalados de manera adecuada. Esta comprobación garantiza que los dispositivos cumplen su función de proteger el sistema de refrigeración contra sobrepresiones y asegura la integridad y seguridad del mismo.

Se realizará una verificación de las válvulas de seguridad con descarga al exterior para asegurar que la presión de tarado indicada en su cuerpo o en la placa de características es la correcta.

Deberá comprobarse el marcado correcto de la temperatura de fusión de los tapones fusibles.



2.5.- Requisitos en la instalación de componentes hidráulicos.

Es de obligado cumplimiento seguir las indicaciones establecidas en los planos del proyecto para instalar todos los elementos de la instalación, tales como: bombas de circulación, válvulas, tuberías de climatización, actuadores y demás elementos.

Requisitos de Componentes Hidráulicos_

2.5.1.- Válvulas.

- a) Se utilizarán válvulas adecuadas para el sistema de refrigerante secundario, como agua con glicol, en todas las conexiones de tuberías y equipos.
- b) Las válvulas deberán ser de alta calidad, duraderas y de funcionamiento confiable, capaces de soportar las condiciones de presión y temperatura del sistema.
- c) Las válvulas de control deberán ser proporcionales y estar equipadas con actuadores adecuados para permitir una regulación precisa del caudal y la temperatura del agua para la climatización.

2.5.2.- Bombas de Circulación.

- a) Las bombas de circulación utilizadas en el sistema hidráulico deberán ser de tipo cerrado, eficientes energéticamente y dimensionadas para proporcionar un caudal adecuado a todas las unidades terminales, como fancoils y baterías de las unidades de tratamiento de aire.
- b) Las bombas de circulación se instalarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante y las buenas prácticas de ingeniería, asegurando un flujo adecuado y una presión constante en el sistema.

2.5.3.- Tanques de Expansión.

- a) Se instalarán tanques de expansión en el sistema hidráulico para compensar las variaciones de volumen del refrigerante debido a los cambios de temperatura.
- b) Los tanques de expansión deberán ser de capacidad suficiente para acomodar los cambios de volumen del refrigerante y estar equipados con dispositivos de seguridad, como válvulas de alivio de presión y de vacío, para evitar daños al sistema.

2.5.4.- Filtrado.

- a) Se instalarán filtros en línea en el sistema hidráulico para eliminar impurezas y partículas del refrigerante secundario, evitando obstrucciones y daños en los componentes.



- b) Los filtros deberán ser de fácil mantenimiento y limpieza, y se recomienda realizar revisiones periódicas para garantizar su correcto funcionamiento.

2.5.5.- Aislamiento.

- a) Todas las tuberías, válvulas y componentes hidráulicos deberán estar adecuadamente aislados, siguiendo las especificaciones mostradas en el proyecto para minimizar las pérdidas de calor o frío y asegurar la eficiencia del sistema. Cada tubería deberá tener el espesor mínimo de aislamiento conforme dicta el RITE y si las pérdidas de calor en un tramo de la instalación supera el 4 % de la energía total transportada, se selecciona el espesor de aislante que cumpla automáticamente con este requisito de pérdida.
- b) Se utilizarán materiales de aislamiento térmico de calidad, siguiendo las recomendaciones del fabricante y las normas locales de seguridad.

Todas las instalaciones se deberán realizar por un personal especializado y siguiendo las instrucciones del fabricante.

2.6.- Pruebas de recepción en conductos de ventilación.

Las pruebas se llevarán a cabo antes de que la red de conductos quede oculta por el aislamiento térmico, los trabajos de albañilería o la instalación de techos o suelos falsos.

Las aberturas de conexión de los conductos, donde se conectarán las unidades terminales o los difusores, se sellarán utilizando tapones de chapa metálica u otro material apropiado. Estos elementos de cierre se colocarán durante el montaje de los conductos para evitar la entrada de materiales extraños y suciedad.

Para las pruebas, se utilizará un ventilador acoplado directamente al motor, capaz de suministrar un caudal que represente entre el 2% y el 3% del caudal total de la red de conductos. La presión estática generada por el ventilador será al menos 1,5 veces la presión máxima de trabajo de la red de conductos, o la presión máxima de trabajo más 500 Pa, tomando la mayor de las dos opciones. Es esencial asegurar una conexión adecuada entre la salida del ventilador y la entrada del tramo de conducto, utilizando juntas de goma y soldadura de estaño.

La unión entre el conducto de medida y la red de conductos sometida a prueba se sellará utilizando masilla y cinta adhesiva para garantizar una conexión estanca.

2.6.1.- Limpieza red de conductos climaver.

La limpieza interna de las redes de conductos de aire se llevará a cabo después de completar el montaje de la red y la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y colocar los elementos de acabado y muebles.



Las redes de conductos cumplirán con las condiciones establecidas por la norma UNE 100012.

Antes de que la red de conductos quede inaccesible debido a la instalación de aislamiento térmico o al cierre de obras de albañilería y falsos techos, se realizarán pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad para verificar su conformidad con los requisitos del proyecto.

Durante las pruebas, las aperturas de los conductos donde se conectarán los elementos de difusión de aire o las unidades terminales deben cerrarse de forma segura y sellarse adecuadamente.

Las pruebas se llevarán a cabo de la siguiente manera:

1. Prueba preliminar:

- Se iniciará el ventilador gradualmente hasta alcanzar la presión de prueba.
- Se realizará una inspección auditiva de la red en prueba para detectar posibles fugas de aire.
- El ventilador se detendrá y se procederá al sellado de todas las uniones defectuosas.
- Se permitirá el tiempo necesario para que el sellador fragüe adecuadamente.
- Se repetirá la prueba hasta eliminar todas las fugas.

2. Prueba estructural:

- Esta prueba se realizará únicamente en conductos de forma rectangular.
- Se aplicará una presión equivalente a una vez y media la presión máxima de trabajo.
- Las uniones transversales y longitudinales deben resistir la presión sin deformarse y mantener la estanquidad.
- La deflexión máxima permitida para los refuerzos transversales de los conductos o sus uniones será de 6 mm.
- Las chapas de las paredes de los conductos tendrán una deflexión máxima permitida según su tamaño.

3. Prueba de estanqueidad:

- Se pondrá en funcionamiento el ventilador y gradualmente se alcanzará la presión máxima de servicio.
- La lectura del manómetro indicará la pérdida de presión a través de la brida taladrada, lo cual determinará el caudal de fugas.



Los extractores de aire a instalar en la planta -1, deberán poseer las canalizaciones que conduzcan aire extraído de manera segura y eficiente bajo tierra, asegurando las normativas de seguridad y cumpliendo con los requisitos de limpieza y calidad del aire.

2.6.2.- Difusión de aire.

La empresa encargada de la instalación llevará a cabo y documentará el proceso de ajuste y equilibrado de los sistemas de distribución y difusión de aire, siguiendo los siguientes requisitos:

- Se recopilarán los datos de caudal nominal y presión de cada circuito, así como los caudales nominales en los ramales y unidades terminales.
- Se ajustará el punto de funcionamiento de cada ventilador, utilizando la curva característica correspondiente, para que se adecue al caudal y la presión de diseño.
- Las unidades terminales de impulsión y retorno serán ajustadas al caudal de diseño mediante los dispositivos de regulación correspondientes.
- Para cada área del hospital, se conocerá el caudal nominal del aire impulsado y extraído, establecido en el proyecto, así como el número, tipo y ubicación de las unidades terminales de impulsión y retorno.
- El caudal de las unidades terminales se ajustará según los valores especificados en el proyecto.
- En las unidades terminales con flujo direccional, se realizará el ajuste de las lamas para minimizar las corrientes de aire y lograr una distribución adecuada del mismo.
- La presión diferencial del aire en relación a los espacios adyacentes o al exterior no será un factor determinante en el proyecto.

2.7.- Elementos de control automatizado.

1. Instalación:

1.1. Los elementos de control automatizado para la climatización de los sistemas del hospital se instalarán de acuerdo con las especificaciones del proyecto y las normas aplicables.

1.2. Se seguirán las recomendaciones del fabricante para la ubicación, fijación y conexión de los equipos de control automatizado. 1.3. Los cables de interconexión entre los equipos de control y los dispositivos periféricos se instalarán de manera ordenada y protegida para evitar interferencias y daños.

2. Requisitos:



Los elementos de control automatizado deberán cumplir con las siguientes características:

- Capacidad para controlar y regular la temperatura, humedad, presión y calidad del aire en las diferentes áreas del hospital.
- Compatibilidad con los sistemas de climatización existentes en el hospital.
- Capacidad para programar y ajustar los parámetros de funcionamiento de acuerdo con las necesidades específicas de cada área.
- Posibilidad de integración con otros sistemas de gestión del hospital, como el control de accesos y la monitorización de energía.
- Fiabilidad y robustez para garantizar un funcionamiento continuo y seguro.

3. Aspectos a Considerar:

- El diseño de los sistemas de control automatizado deberá contemplar la optimización del consumo energético, minimizando el uso de recursos y reduciendo las emisiones de gases contaminantes.
- Se deberá implementar un sistema de detección y notificación de alarmas en caso de fallos o situaciones anormales en los sistemas de climatización.
- Los elementos de control automatizado deberán contar con interfaces de usuario intuitivas y accesibles para facilitar la configuración, supervisión y control de los parámetros de climatización.
- Se requerirá un sistema de registro y almacenamiento de datos para facilitar el seguimiento del desempeño y realizar análisis posteriores.
- Se realizarán pruebas de funcionamiento y ajustes finos de los elementos de control automatizado antes de su puesta en servicio, asegurando que cumplen con los requisitos especificados.

2.8.- Pruebas de eficiencia energética.

La empresa instaladora llevará a cabo y documentará exhaustivamente las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

- Comprobación del funcionamiento óptimo de la instalación en condiciones de régimen, asegurando que todos los componentes y sistemas operan de manera eficiente y coherente con los parámetros de diseño.
- Verificación de la eficiencia energética de los equipos de generación de frío en las condiciones de trabajo, garantizando que los mismos operen de manera eficaz y minimizando las pérdidas energéticas.
- Evaluación de los intercambiadores de calor, climatizadores y otros equipos que participan en la transferencia de energía térmica, asegurando su rendimiento óptimo y su contribución a la eficiencia global del sistema.



- Comprobación exhaustiva de los elementos de regulación y control, asegurando que los mismos funcionen correctamente y permitan una gestión precisa y eficiente de la climatización.
- Verificación de las temperaturas y los saltos térmicos en todos los circuitos de generación, distribución y unidades terminales, en condiciones de régimen, para garantizar un equilibrio adecuado y un rendimiento óptimo del sistema.
- Control riguroso de los consumos energéticos, asegurando que se mantengan dentro de los márgenes previstos en el proyecto y adoptando las medidas correctivas necesarias en caso de desviaciones significativas.
- Evaluación detallada del funcionamiento y consumo de los motores eléctricos en condiciones de trabajo reales, verificando que operen de manera eficiente y minimizando las pérdidas energéticas asociadas.
- Exploración de posibles mejoras adicionales para optimizar aún más la eficiencia energética de la instalación, considerando tecnologías de generación de energía de origen renovable, sistemas de recuperación de calor y otras soluciones innovadoras.

2.9.- Puesta en marcha y recepción.

Una vez se hayan realizado las pruebas y se obtengan resultados satisfactorios, se procederá a la recepción provisional de la instalación, marcando así la finalización del montaje. En este momento, la empresa instaladora deberá entregar al director facultativo la siguiente documentación:

- Copia de los planos actualizados de la instalación ejecutada.
- Relación detallada de los materiales y equipos utilizados, incluyendo información del fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento. Se adjuntarán catálogos y documentación de origen y garantía correspondiente.
- Documento que recopile los resultados de las pruebas realizadas durante la instalación.
- Certificado de la instalación firmado por la empresa instaladora.

Después de transcurrir el plazo de garantía, que será de un año a menos que se establezca una duración mayor en el contrato, la recepción provisional se considerará como recepción definitiva, a menos que el titular haya presentado alguna reclamación antes de que finalice el periodo de garantía.

Durante el periodo de garantía, cualquier avería o defecto de funcionamiento que ocurra deberá ser reparado de forma gratuita por la empresa instaladora, a menos que se demuestre que dichos problemas han sido causados por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.



2.10.- Mantenimiento.

Según lo establecido por el RITE en su IT 3.3, el programa de mantenimiento preventivo de la instalación, contendrá como mínimo las siguientes operaciones:

Tabla 3.1 Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad		
Equipos y potencias útiles nominales (Pn)	Usos	
	Viviendas	Restantes
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $24,4 \text{ kW} \geq P_n$	5 años	2 años
Calentadores de agua caliente sanitaria a gas $24,4 \text{ kW} < P_n$	2 años	Anual
Calderas murales a gas $70 \text{ kW} \geq P_n$	2 años	Anual
Resto instalaciones calefacción $70 \text{ kW} \geq P_n$	Anual	Anual
Aire acondicionado $12 \text{ kW} \geq P_n$	4 años	2 años
Aire acondicionado $12 \text{ kW} < P_n \leq 70 \text{ kW}$	2 años	Anual
Instalaciones de potencia superior a 70 kW	Mensual	Mensual



Tabla 3.3 Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad

2	Limpieza de los condensadores t t
3	Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración t 2 t
4	Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos t m
5	Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas t 2 t
6	Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea t 2 t
7	Limpieza del quemador de la caldera t m
8	Revisión del vaso de expansión t m
9	Revisión de los sistemas de tratamiento de agua t m
10	Comprobación de material refractario --- 2 t
11	Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera t m
12	Revisión general de calderas de gas t t
13	Revisión general de calderas de gasóleo t t
14	Comprobación de niveles de agua en circuitos t m
15	Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías. --- t
16	Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación --- 2 t
17	Comprobación de tarado de elementos de seguridad --- m
18	Revisión y limpieza de filtros de agua --- 2 t
19	Revisión y limpieza de filtros de aire t m
20	Revisión de baterías de intercambio térmico --- t
21	Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo t m
22	Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor t 2 t
23	Revisión de unidades terminales agua-aire t 2 t
24	Revisión de unidades terminales de distribución de aire t 2 t
25	Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire t t



26	Revisión de equipos autónomos t 2 t
27	Revisión de bombas y ventiladores --- m
28	Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria t m
29	Revisión del estado del aislamiento térmico t t
30	Revisión del sistema de control automático t 2 t
31	Revisión de aparatos exclusivos para la producción de ACS de potencia térmica nominal < 24,4 kW 4a ---
32	Instalación de energía solar térmica * *
33	Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido s s
34	Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido 2t 2t
35	Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustibles sólidos m m
36	Control visual de la caldera de biomasa s s
37	Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas y conductos de humos y chimeneas en calderas de biomasa. t m
38	Revisión de los elementos de seguridad en instalaciones de biomasa m m
s	una vez cada semana
m	una vez cada MES; la primera al inicio de la temporada
t	Una vez cada temporada (AÑO)
2 t	2 veces por temporada (AÑO), una al inicio de la misma y otra a mitad del periodo de uso, siempre con una diferencia de 2 meses
4,a	cada 4 años
*	Conforme lo indicado en HE4 del CTE



3.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Todos los materiales, equipos, dispositivos y componentes utilizados en los circuitos de la instalación proyectada deberán cumplir con las normativas, especificaciones técnicas y homologaciones establecidas por el Ministerio de Industria y Energía, las cuales son de obligatorio cumplimiento.

En consecuencia, la instalación se llevará a cabo de acuerdo con los planos, materiales y estándares de calidad especificados en el proyecto, salvo que exista una indicación contraria por parte de la dirección facultativa.

Fdo. Pedro Pablo Dromant Suárez

Ingeniero Industrial

Julio 2023