



Trabajo Fin de Grado
Grado en Marina

Proyecto de instalación frigorífica de gambuza en un buque

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

Autor/a:
Alexander Callejo Fontalba
Director/a:
Juan Luis Larrabe Barrena

ÍNDICE

DOCUMENTO N°2: PLIEGO DE CONDICIONES

1- Objeto	3
2- Ámbito de aplicación.....	3
3- Normativas de aplicación.....	3-5
4- Características y calidad de materiales y equipo	
4.1 – Características generales de los equipos frigorífico.....	5-6
4.2 -Refrigerantes.....	7
4.3.- Recipiente de refrigerante líquido.....	7
4.4.- Bombas de refrigerante.....	7
4.5.- Tuberías.....	8
4.6.- Compresores.....	9
4.7.- Condensador.....	9
4.8.- Elementos de control, protección y seguridad	
4.8.1.- Válvulas de seccionamiento.....	10
4.9.2.- Válvulas de seguridad.....	10
4.9.3.- Limitadores de presión.....	10
4.9.- Aparatos indicadores y de medida	
4.10.1.- Manómetros para fluidos frigorígenos.....	10-11
4.10.2.- Indicadores de nivel de refrigerante.....	11

5.- Condiciones de ejecución y montaje	
5.1.- Sala de máquinas.....	11
5.2.- Maquinaria frigorífica.....	12
5.3.- Tuberías y conexiones.....	12-13
5.4.- Protecciones contra sobrepresiones	
5.4.1.- Válvulas de seguridad.....	13-14
5.4.2.- Fusibles térmicos.....	14
5.4.3.- Limitadores de presión (presostatos de seguridad a alta presión).....	14
5.5.- Instalación de fontanería	15
5.6.- Instalación eléctrica.....	16
5.7.- Carga de refrigerante en la instalación.....	16
5.8.- Almacenamiento de refrigerante.....	16
6.- Pruebas y verificaciones	
6.1.-Pruebas de estanqueidad	
6.1.1.- Presión mínima de prueba.....	16-17
6.1.2.- Ejecución.....	18
6.2.- Verificaciones	19
7.- Planificación de los trabajos a bordo.....	21-23
8.- Anexos	
8.1- Bibliografía.....	24

1 - OBJETO

El presente pliego de Condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de Instalaciones frigoríficas de gambuza a bordo de buques, así como definir las características, trabajos y calidad de los materiales a emplear.

2- ÁMBITO DE APLICACIÓN

El presente pliego de condiciones técnicas se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios anteriormente descritos en el documento nº1 Memoria del proyecto necesarios en el montaje de la instalación frigorífica de gambuza en buque.

3 - NORMATIVA DE APLICACIÓN

Además de las condiciones técnicas particulares contenidas en el presente pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la Obra, las generales especificadas en los siguientes documentos:

Decreto 3099/1977 de 8 de septiembre de 1977 del M° de Industria y energía en el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e instalaciones Frigoríficas (B.O.E. de 6 de diciembre de 1977 nº291) y rectificaciones posteriores (B.O.E. 11-1-1978, nº9 y B.O.E. 9-2-1978 nº34)

Real Decreto 394/1979, de 2 de febrero, por el que se modifica el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. Nº 57 publicado el 7/3/1979).

ORDEN de 24 de Enero de 1978 del M° de Industria y Energía, por el que se aprueban las Instrucciones Complementarias al Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, denominadas MI-IF (B.O.E. 3-2-1978, núm. 29)

Orden de 4 de abril de 1979, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-IF-007 y MIEIF-014 aprobadas por orden de 24 de enero de 1978, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. Nº 112 publicado el 10/5/1979)

ORDEN de 30 de septiembre de 1980, por la que se modifican las instrucciones MI-IF-013 y MI-IF-014 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Real Decreto 754/1981, de 13 de marzo, por el que se modifican los artículos 28, 29 y 30 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. N° 101 publicado el 28/4/1981)

ORDEN de 21 de julio de 1983, por la que se modifican las instrucciones MI-IF-004 y MI-IF-016 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

ORDEN de 19 de noviembre de 1987, por la que se modifica la Orden 21 de julio de 1983

ORDEN de 4 de noviembre de 1992, por la que se modifica la instrucción MI-IF-005 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Orden de 23 de noviembre de 1994, por la que se adaptan al progreso técnico las instrucciones técnicas complementarias MI-IF 002, MI-IF 004, MI-IF 009 y MI-IF 010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. N° 288 publicado el 2/12/1994)

ORDEN de 24 de abril de 1996, por la que se modifican las instrucciones técnicas complementarias MI-IF-002, MI-IF-004, MI-IF-008, MI-IF-009, MI-IF-010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

ORDEN de 26 de febrero de 1997, por la que se rectifica la tabla I de la MI-IF-004 de la orden 24 de abril de 1996 por la que se modificaron las instrucciones técnicas complementarias MI-IF-002, MI-IF-004, MI-IF-008, MI-IF-009, MI-IF-010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

ORDEN de 23 de diciembre de 1998, por la que se modifican las instrucciones técnicas complementarias MI-IF-002 MI-IF- 004 MI-IF-009 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

ORDEN de 29 de noviembre de 2001, por la que se modifican las instrucciones técnicas complementarias MIIF002, MI-IF004 y MI-IF009 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. de 7 de diciembre de 2001).

Orden CTE/3190/2002, de 5 de diciembre, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIIF002, MI-IF004 y MI-IF009 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas. (B.O.E. Nº 301 publicado el 17/12/2002) 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 842/2002 de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, (BOE 18-9-2002)

Salvo que se trate de prescripciones cuyo cumplimiento esté obligado por la vigente legislación, en caso de discrepancia entre el contenido de los documentos anteriormente mencionados se aplicará el criterio correspondiente al que tenga una fecha de aplicación posterior. Con idéntica salvedad, será de aplicación preferente, respecto de los anteriores documentos, lo expresado en este Pliego de Condiciones .

4 - CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE MATERIALES Y EQUIPOS

4.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS EQUIPOS FRIGORÍFICOS

Los elementos de los equipos frigoríficos deberán ser proyectados, construidos y ajustados de manera que cumplan las prescripciones señaladas en el vigente Reglamento de Aparatos a Presión.

Los materiales empleados en la construcción e instalación de los equipos frigoríficos deberán ser resistente a la acción de las materias con las que estén en contacto, de forma que no puedan deteriorarse en condiciones normales de utilización; en especial se tendrá en cuenta su resistencia a efectos de fragilidad a bajas temperaturas.

Se prohíbe el uso de los siguientes metales y aleaciones en la construcción de equipos frigoríficos:

- El cobre con el amoniaco y el formiato de metilo.
- El aluminio con el cloruro de metilo
- El magnesio.
- El cinc con el amoniaco, cloruro de metilo y fluidos frigorígenos clorados.
- El estaño y las aleaciones plomo-estaño con hidrocarburos fluorados para temperaturas de servicio inferiores a -10°C .
- Las aleaciones de estaño para soldaduras blandas a temperaturas de servicio inferiores a -10°C .

4.2- REFRIGERANTES

El refrigerante o refrigerantes a utilizar, serán los especificados en el documento nº1 Memoria del Proyecto. No obstante, a la vista de las ofertas presentadas y a juicio de la Dirección Técnica, se podrán sustituir por otros siempre que queden garantizadas las condiciones técnicas y de seguridad de la instalación.

Los refrigerantes se denominarán o expresarán por su fórmula o por su denominación química, o si procede, por su denominación simbólica numérica según establecen las Instrucciones Complementarias correspondientes. En ningún caso será suficiente el nombre comercial.

4.3. - RECIPIENTES DE REFRIGERANTE LÍQUIDO

Los recipientes de refrigerante líquido deberán ser distintos de cualquier otro elemento de la instalación, salvo condensadores de tipo multitubular horizontal e inmersión con envolvente general, que podrán ser utilizados, en su caso, como recipientes de refrigerante líquido. En este último caso, deberá tenerse en cuenta que, al recoger la carga de la instalación, la superficie de intercambio de calor libre del refrigerante líquido sea suficiente para que en ningún momento sea superada la presión máxima de servicio.

La capacidad del recipiente de refrigerante líquido perteneciente a un equipo frigorífico con múltiples evaporadores será, como mínimo, de 1,25 veces la capacidad del evaporador mayor.

Los recipientes deberán soportar la presión de timbre (es decir, la máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio) que no podrá ser inferior a la mínima de estanqueidad especificada en la Instrucción Complementaria MI-IF-010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Los recipientes de refrigerante líquido deberán cumplir las prescripciones del Reglamento de Aparatos a Presión.

4.4.- BOMBAS DE REFRIGERANTE

En caso de que la alimentación de los evaporadores se efectúe mediante bombeo, las bombas a instalar tendrán las características técnicas adecuadas para los caudales y las presiones de trabajo y el tipo de refrigerantes a utilizar.

Las bombas dispondrán de válvula de seguridad en la descarga y estarán provistas de un manómetro en el sector de alta presión o de impulsión.

4.5.- TUBERÍAS

Los tubos empleados en conexiones y tuberías de paso de refrigerante deberán ser de cobre sin aislar, soldado longitudinalmente a tope, por soldeo eléctrico, por resistencia (contacto o inducción) o por cualquier procedimiento que asegure una soldadura técnicamente equivalente, u otro tipo.

Podrán ser también de cobre electrolítico pulido y deshidratado.

Se prohíbe el uso del cobre con el amoníaco.

En tubos de cobre, las uniones se harán por soldadura fuerte, pudiéndose recurrir a la soldadura blanda en caso de refrigerantes no combustibles y no tóxicos.

Los conductos de cobre por los que pasen refrigerantes que pueden ser combustibles o de acción tóxica estarán protegidos por tubos metálicos, rígidos o flexibles.

Los evaporadores tendrán la capacidad frigorífica suficiente para atender las necesidades del recinto a enfriar.

Dispondrán de un sistema de desescarche con funcionamiento manual y automático; los que utilicen resistencias eléctricas para tal fin dispondrán de un termostato que interrumpa la alimentación de las mismas cuando queden libres de hielo.

Tendrán previsto un eficaz sistema de recogida de agua de desescarche.

Caso de llevar ventiladores acoplados, éstos presentarán una protección mínima correspondiente a la proyección de gotas de agua.

4.6.- COMPRESORES

Serán de diseño moderno, accionados mediante correas y poleas o directamente por acoplamiento elástico.

El arranque se realizará con los cilindros descargados admitiéndose el by-pass para el arranque en vacío.

El engrase se efectuará por medio de bomba, con presostato diferencial de protección.

Dispondrá en su caso de regulación en función de la presión de aspiración.

En caso de construir una central, deberá asegurarse el equilibrio de aceite en los "carter" de los compresores que la constituyan.

Dispondrán en general de separador de aceite.

El motor de accionamiento del compresor será el adecuado a la capacidad de éste y a las condiciones de trabajo de la instalación, el conjunto estará montado de forma que se eviten ruidos y vibraciones, disponiendo de los elementos antivibratorios adecuados.

Dispondrán de presostato de alta y baja para regular la parada y marcha de los compresores y una válvula de seguridad en la descarga, que en caso de apertura de la misma descargue en la línea de baja presión.

Los compresores irán provistos de manómetro.

4.7.- CONDENSADOR

Los condensadores a instalar permitirán disipar el calor generado por la instalación, con la diferencia máxima de temperatura entre el medio refrigerante y el vapor a condensar especificado en la Memoria.

4.8.- ELEMENTOS DE CONTROL, PROTECCIÓN Y SEGURIDAD

4.8.1.- Válvulas de seccionamiento

Las válvulas de seccionamiento deberán estar rotuladas o numeradas.

Las válvulas de seccionamiento que se instalen en tuberías de cobre deberán tener apoyos independientes de las tuberías, de resistencia y seguridad adecuadas.

4.8.2.- Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad instaladas con carácter obligatorio, y sus conexiones, tendrán una capacidad de descarga tal que impidan una sobrepresión de un 10% sobre la presión de timbre. Esta condición tendrá que ser cumplida por cada una de las válvulas de seguridad consideradas independientemente.

Las válvulas de seguridad no estarán taradas a presión superior a la de timbre, ni superior a la de prueba de estanqueidad.

Las válvulas de seguridad dispondrán del reglamentario precinto como garantía de su correcto tarado. La instalación de tales precintos podrá realizarse por los fabricantes, instaladores y conservadores-reparadores frigoristas autorizados.

4.8.3.- Limitadores de presión

El limitador de presión no estará tarado a presión superior a la máxima de trabajo del sector de alta del compresor, certificada por el fabricante.

4.9.- APARATOS INDICADORES Y DE MEDIDA

4.9.1.- Manómetros para fluidos frigorígenos

Los manómetros estarán graduados en unidades de presión, siendo adecuados para los fluidos frigorígenos que se utilicen.

Los manómetros instalados permanentemente en el sector de alta presión deberán tener una graduación superior a un 20% de la presión máxima de servicio, como mínimo.

La presión de servicio máxima de la instalación estará indicada claramente con una fuerte señal roja.

4.9.2.- Indicadores de nivel de refrigerante

Los indicadores visuales de nivel de refrigerante líquido de tipo tubo comunicante o similar, de mirilla continua, estarán dotados de protección exterior adecuada para el material transparente y tendrán en sus extremos dispositivos de bloqueo automático para caso de rotura, con válvulas de seccionamiento manuales.

5.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE

Las condiciones que se han de cumplir en la construcción y montaje de la Instalación Frigorífica de gambuza, así como en la protección de las mismas, serán determinadas en las Instrucciones Complementarias del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, así como en la demás normativa citada tanto en el presente Pliego de Condiciones como en el documento nº1 Memoria.

5.1.- SALA DE MÁQUINAS

Las salas de máquinas donde va ubicada la bancada deberá estar dotada de iluminación artificial adecuada

Toda sala de máquinas deberá tener medios suficientes de ventilación al exterior, que podrá ser natural o forzada. Cualquier abertura o comunicación de una sala de máquinas con el resto del buque a que pertenece estará dotada de puertas o ventanas debidamente ajustadas de modo que impida el paso de escapes de refrigerante. En el interior y exterior de la sala de máquinas figurará un cartel con las siguientes indicaciones:

- Instrucciones claras y precisas para paro de la instalación, en caso de emergencia.
- Nombre, dirección y teléfono de la persona encargada y del taller o talleres para solicitar asistencia

5.2.- MAQUINARIA FRIGORÍFICA

En la instalación de la maquinaria frigorífica deberán observarse las siguientes prescripciones:

- Los motores y sus transmisiones deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal
- La maquinaria frigorífica y los elementos complementarios deben estar dispuestos de forma que todas sus partes sean fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas deben ser observables en todo momento
- Entre los distintos elementos de la sala de máquinas existirá el espacio libre mínimo recomendado por el fabricante de los elementos para poder efectuar las operaciones de mantenimiento
- En el caso de emplear aparatos autónomos montados en fábrica, deberá preverse la posibilidad de que los aparatos deberán ser reparados y puestos a punto nuevamente fuera de la instalación. Por lo tanto, la instalación deberá disponer de accesos libres y practicables para el movimiento de los citados aparatos.
- Toda instalación frigorífica debe exhibir fijada en la sala de máquinas o en alguno de sus elementos principales, una placa metálica, en lugar bien visible, con el nombre del instalador, presión máxima de servicio, carga máxima del refrigerante para el cual se ha proyectado y construido y año de fabricación.

5.3.- TUBERÍAS Y CONEXIONES

Las uniones de tuberías o elementos que contienen refrigerante que vayan a ir cubiertas o protegidas deberán ser expuestas para inspección visual y probadas antes de cubrir o de colocar las protecciones. No podrán colocarse tuberías de paso de refrigerante en zonas de paso exclusivo, como vestíbulos, entradas y escaleras; tampoco podrán ser colocadas en huecos con elevadores u objetos móviles.

Como excepción, podrán cruzar un vestíbulo si no hay uniones en la sección correspondiente, debiendo estar protegidos por un tubo o conducto rígido de metal los tubos de metales no féreos de diámetro interior igual o inferior a 2,5 cm.

En espacios libres utilizables como paso, así como en los pasillos de acceso a las cámaras, deberán ser colocados a una altura mínima de 2,25 metros del suelo o junto al techo.

Si es necesario realizar agujeros pasantes en mamparos para la tubería frigorífica, se actuará según la normativa de la sociedad de clasificación y lo expuesto en el capítulo capítulo ii-2 solas construcción - prevención, detección y extinción de incendios.

Las purgas de aire y de aceite de engrase de compresores acumulado en el circuito frigorífico estarán dispuestas de modo que su operación pueda efectuarse descargando en recipientes con agua o líquidos que absorban el refrigerante o indiquen su presencia.

Los líquidos residuales contaminados con aceite, fluidos frigoríficos, no serán vertidos directamente a la sentina, sino después de ser tratados adecuadamente para que los niveles de concentración de contaminantes no superen los valores indicados en su legislación vigente.

Similar precaución se adoptará para la temperatura del agua residual en el momento del vertido

5.4.- PROTECCIONES CONTRA SOBREPRESIONES

5.4.1.- Válvulas de seguridad

Toda instalación frigorífica cuya carga de refrigerante sea igual o mayor a 20 kg estará protegida, como mínimo, por un elemento de seguridad, conectado a algún elemento del sector de alta presión.

Todo elemento perteneciente al sector de alta presión, excepto las tuberías de conexión y paso de refrigerante, aislable mediante válvulas de seccionamiento y que contenga refrigerante líquido, cuyo diámetro interior sea mayor de 160 milímetros, será protegido por una válvula de seguridad.

La toma o conexión de las válvulas de seguridad se efectuará siempre en una parte del elemento protegido que no pueda ser alcanzada por el nivel del líquido refrigerante.

Las válvulas de seguridad y discos de rotura se instalarán sin válvulas de paso o seccionamiento, que puedan impedir su libre funcionamiento en cualquier circunstancia.

Si la descarga de una válvula de seguridad se efectúa por el sector de baja presión del circuito, se instalará en dicha parte otra válvula de seguridad, de tal forma que no existan válvulas de paso entre ambas.

5.4.2.- Fusibles térmicos

La colocación de fusibles térmicos protectores contra sobrepresiones en caso de incendio se ajustará de forma análoga a lo indicado para las válvulas de seguridad, salvo que podrán estar en zona bañada por líquido refrigerante, y su temperatura de fusión será tal que la correspondiente presión de saturación del refrigerante no exceda ni de la presión de timbre ni de 1,2 veces la presión de prueba de estanqueidad del elemento protegido. Los fusibles térmicos no se colocarán en el sector de baja presión.

5.4.3.- Limitadores de presión (presostatos de seguridad a alta presión)

Se instalarán limitadores de presión que en forma automática paren el o los compresores en todos los equipos con más de 10 kg de carga de refrigerante, que trabajen por encima de la presión atmosférica.

Asimismo deberán instalarse limitadores de presión en todos los equipos a condensación por agua, o a condensación por aire, con ventilador no directamente acoplado al motor del compresor, de forma que éste o el generador pueda producir una presión superior a la de timbre, con excepción de los equipos con refrigerante no combustibles y no tóxicos (grupo primero) y carga inferior a 1,5 kg.

La conexión del elemento sensible del limitador de presión deberá efectuarse en un punto del circuito de alta presión tal que no exista ninguna válvula de seccionamiento desde la descarga del compresor o generador.

5.5.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Las descargas de conducciones de agua de enfriamiento de compresores y condensadores a la red de desagüe o alcantarillado no se efectuará directamente, sino interrumpiendo el conducto con un dispositivo de chorro libre que permita su observación en todo momento.

El agua procedente del enfriamiento de compresores y condensación se considerará agua no potable

El suministro desde la red de agua potable estará protegido, en todo caso, por los siguientes elementos:

- un grifo de cierre
- un purgador de control de la estanqueidad del dispositivo de retención
- un dispositivo de retención

5.6.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

El proyecto, construcción, montaje, verificación y utilización de las instalaciones eléctricas necesarias, se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos se instalarán de forma que la corriente se establezca o interrumpa independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación, y, en especial, de la red de alumbrado, dispositivos de ventilación y sistemas de alarma. Se tendrán presente las prescripciones de la Instrucción Complementaria IF 012 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

5.7.- CARGA DE REFRIGERANTE EN LA INSTALACIÓN

Para equipos de compresión con más de tres kilogramos de carga de refrigerante, éste deberá ser introducido en el circuito a través del sector de baja presión.

Ninguna botella de transporte de refrigerante líquido debe quedar conectada a la instalación fuera de las operaciones de carga y descarga de refrigerante.

5.8.- ALMACENAMIENTO DE REFRIGERANTE

No se almacenarán en la sala de máquinas una cantidad de refrigerante superior en un 20% a la carga de la instalación, sin que exceda de 150 kg, y siempre en botellas reglamentarias para el transporte de gases licuados a presión.

6.- PRUEBAS Y VERIFICACIONES

Los recipientes que hayan de someterse a pruebas de presión estarán provistos de conexiones para la colocación de manómetros, que serán independientes y estarán distanciadas de la conexión que se utilice para las citadas pruebas, a menos que se hayan tomado otras medidas adecuadas para asegurarse de que la presión que soportan puede conocerse con las indicaciones de un único manómetro.

6.1.- PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD.

6.1.1.- Presión mínima de prueba

Todo elemento de un equipo frigorífico, incluidos los indicadores de nivel de líquido, que forme parte del circuito de refrigerante debe ser probado, antes de su puesta en marcha, a una presión igual o superior a la presión de trabajo, pero nunca inferior a la presión mínima de prueba de estanqueidad, que dependerá del refrigerante y equipo utilizado, temperatura máxima del ambiente a la que se encuentra cualquier parte del circuito frigorífico y según pertenezca al sector de alta o baja presión de la instalación, sin que manifieste pérdida o escape alguno del fluido en la prueba.

Los fluidos refrigerantes CFC's, HCFC's y HFC's (puros o resultantes de mezclas), utilizarán como presión mínima de prueba de estanqueidad del sector de alta presión la de tarado de la válvula de seguridad o disco de rotura.

La presión mínima de prueba de estanqueidad del sector de baja será un 10% superior a la máxima presión admitida por el compresor en dicho sector, certificada por el fabricante, y nunca superior a la presión de prueba del sector de alta.

En ningún caso la presión de prueba de estanqueidad de cada sector será inferior a la presión del vapor saturado correspondiente a la temperatura máxima ambiente en el que se encuentren ubicadas cualesquiera de las partes constitutivas del mismo.

En las mezclas no azeotrópicas esta presión se considerará como la correspondiente a la temperatura de burbuja.

En los equipos sin recipiente de líquido o donde no sea obligatorio el uso de la válvula de seguridad o disco de rotura, la prueba de estanqueidad de cada sector se realizará como mínimo a 1,1 veces de las respectivas presiones máximas de alta y baja del compresor (certificadas por el fabricante).

Los fluidos refrigerantes no comprendidos en los citados grupos utilizarán como presión mínima de prueba la indicada en la Tabla I de Instrucción Técnica IF 010 del Reglamento de Seguridad e Instalaciones Frigoríficas.

Si la instalación está dispuesta de modo que el sector de baja presión pueda estar sometido, en alguna fase de servicio, a la presión de alta (por ejemplo, en la operación de desescarche de evaporadores), todos los elementos deberán ser considerados como pertenecientes al sector de alta presión, a efectos de la prueba de estanqueidad.

6.1.2.- Ejecución

La prueba se efectuará una vez terminada la instalación en su emplazamiento, y es independiente del que prescribe el Reglamento de Equipos a Presión. Se exceptúan de ella los compresores, absorbedores, generadores, condensadores y evaporadores que ya hayan sido previamente probados en fábricas, así como los elementos de seguridad, manómetros y dispositivos de control.

Para los equipos compactos, semicompactos y de absorción herméticos, esta prueba de estanqueidad se efectuará en fábrica. Si se tratase de equipos a importar, esta prueba se justificará mediante certificación de una Entidad reconocida oficialmente en el país de origen, legalizada por el representante español en aquél país.

La prueba de estanqueidad se efectuará con un gas adecuado, sin presencia de gases o mezclas combustibles en el interior del circuito, al que se añadirá, en los casos en que sea posible, un aditivo que facilite la detección de la fuga. Este no ha de ser inflamable ni explosivo, debiendo evitarse las mezclas de aceite-aire.

El dispositivo utilizado para elevar la presión del circuito deberá estar provisto de manómetro a la salida y tener válvula de seguridad o limitador de presión.

Estas pruebas de estanqueidad se realizarán bajo la responsabilidad del instalador frigorista autorizado y, en su caso, del director de la instalación, quienes una vez realizadas satisfactoriamente, extenderán el correspondiente certificado.

6.2.- VERIFICACIONES

El director de la instalación verificará, con carácter obligatorio, los siguientes elementos:

- Limitadores de presión (presostatos de seguridad o de alta presión)
- Manómetros: Se verificarán comparándolos con un manómetro patrón y se comprobará que el tubo de conexión esté libre de obstrucciones.
- Válvulas de seguridad: Se comprobará que corresponden al modelo y tipo relacionado en el proyecto, que van provistas del precinto del fabricante o instalador, y que se cumplen las prescripciones establecidas para estos elementos de seguridad en la Instrucción MI-IF 009.

7. PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS A BORDO

La puesta a quilla del buque será en Marzo de 2018 y los trabajos comenzarán en Julio del mismo año.

La fecha de comienzo de trabajo está fijada por el Astillero y según el bloque que corresponda.

Los trabajos a realizar serán los siguientes:

Tareas:

1. Inicio

1.1 Elaboración y estudio del proyecto técnico - 15 días

1.2 Acopio de material - 30 días

2. Montaje e instalación de maquinaria frigorífica

2.1. Construcción de bancada - 7 días

2.2 Colocación de unidad condensadora - 7 días

2.3 Instalación de evaporadores - 3 días

2.4 Instalación de tubería frigorífica - 15 días

2.5 Instalación de tubería de drenaje - 2 días

2.6 Instalación de cuadro eléctrico - 2 días

2.7 Vacío de la instalación - 2 días

2.8 Carga de refrigerante - 1 día

2.9 Pruebas, puesta en marcha - 1 día

3. Colocación de accesorios

3.1. Colocación de resistencias, valvulería etc - 2 días

3.2 Trabajos eventuales - 1 día

4. Conexión eléctrica hasta cuadro eléctrico. Canaletas, agujeros, Rozas, protección magneto térmica, etc.- 1 día
5. Limpieza final, recogida de residuos, etc. - 1 día
6. Pruebas de mar - 4 días

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	jul '18				ago '18				sep '18				oct '18				nov '18									
					02	09	16	23	30	06	13	20	27	03	10	17	24	01	08	15	22	29	05	12	19	26				
1	Inicio	0 días	lun 02/07/18	lun 02/07/18	02/07																									
2	Elaboración y estudio del proyecto	15 días	lun 02/07/18	vie 20/07/18	Ingeniero técnico																									
3	Acopio de material	30 días	lun 23/07/18	vie 31/08/18	Ingeniero técnico																									
4	Montaje e instalación de maquinaria	0 días	vie 31/08/18	vie 31/08/18	31/08																									
5	Construcción de bancada	7 días	vie 31/08/18	lun 10/09/18	Soldador																									
6	Colocación de unidad condensador	3 5 días	mar 11/09/18	vie 14/09/18	Soldador; Instalador Frigorista																									
7	Instalación de evaporadores	3 días	vie 14/09/18	mié 19/09/18	Instalador Frigorista																									
8	Instalación de tubería frigorífica	15 días	mié 19/09/18	mié 10/10/18	Soldador; Instalador Frigorista																									
9	Instalación de tubería de drenaje	2 días	mié 10/10/18	vie 12/10/18	Instalador Frigorista; Fontan																									
10	Instalación de cuadro eléctrico	2 días	vie 12/10/18	mar 16/10/18	Instalador Electricista																									
11	Vacio de la instalación	2 días	mar 16/10/18	jue 18/10/18	Instalador Frigorista																									
12	Carga de refrigerante	1 día	jue 18/10/18	vie 19/10/18	Instalador Frigorista																									
13	Pruebas, puesta en marcha	1 día	vie 19/10/18	lun 22/10/18	Instalador Frigorista																									
14	Colocación de accesorios	0 días	jue 25/10/18	jue 25/10/18	25/10																									
15	Colocación de resistencias	2 días	jue 25/10/18	vie 26/10/18	Instalador Eléctricis																									
16	Trabajos eventuales	1 día	lun 29/10/18	lun 29/10/18	Soldador																									
17	Conexión eléctrica hasta cuadro el	1 día?	lun 29/10/18	lun 29/10/18	Instalador Eléctric																									
18	Limpieza final, recogida de residuos	1 día?	lun 29/10/18	lun 29/10/18	Instalador Frigori																									
19	Pruebas de mar	2 días	mar 30/10/18	mié 31/10/18	Instalador Frigor																									

Proyecto: Project Pliego de condicione
 Fecha: lun 05/06/17

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito externo	
Progreso		Resumen del proyecto		Fecha límite	

8. ANEXOS

8.1 BIBLIOGRAFÍA

Colegio Industrial de ingenieros industriales de Canarias (2010) *PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES PARA INSTALACIONES FRIGORÍFICAS*, Archivo pdf disponible en

<http://www.gobcan.es/energia/infopublica/normativatramite/Anexo/PT-15.%20PCT%20particulares%20para%20instalaciones%20frigorificas.pdf>