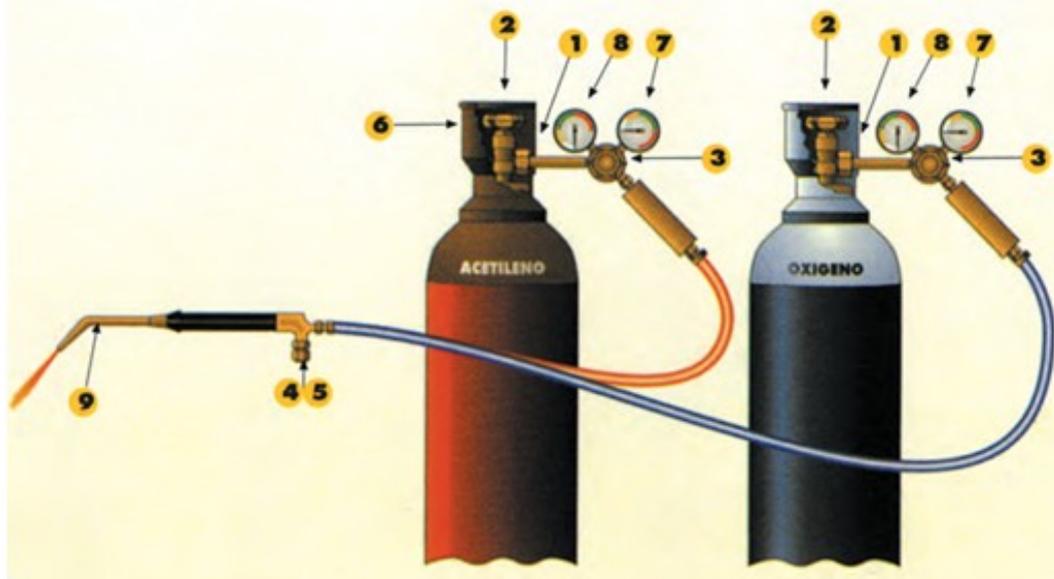


3.- Conexión de Componentes (Ampliado)

2010

GUÍA BÁSICA DEL FRIGORISTA



PROLOGO

La presente **Guía Básica del Frigorista** (instalador, mantenedor – reparador de instalaciones de Refrigeración y Climatización), esta compuesta por las instrucciones de los equipos y componentes suministrados por los fabricantes, distribuidores de materiales y equipamiento de instalaciones frigoríficas y nuestra experiencia en la actividad diaria de instalación, mantenimiento y servicio técnico, en instalaciones, industriales, comerciales y domésticas.

No pretende ser un Manual de estudio, nos limitamos a recopilar la información suministrada de los componentes mas comunes (**para tenerla “a mano”**) que venimos instalando en muestras instalaciones y su funcionamiento, para evitar la “enfermedad común” de olvidar dejar la documentación de los componentes en la instalación, su extravío o cambio de lugar inadecuado, sin entrar en cálculos, diseños e información técnica detallada, que se encuentra en los manuales técnicos específicos.

Las marcas mencionadas están registradas y los artículos reproducidos son propiedad de los autores, es responsabilidad de la/s persona/s que descarguen el contenido, el uso que puedan hacer del mismo. No nos responsabilizamos de los resultados obtenidos de la incorrecta aplicación u omisión de los datos aquí expuestos, así como cualquier interpretación no objetiva.

La información aquí expuesta está reproducida con “buena fe”, no estando exenta de algún error tipográfico o de interpretación, con lo que aconsejamos se utilice como orientación y en ningún caso para la elaboración de estudios, proyectos o cálculos, los cuales se realizaran siguiendo los métodos contrastados y por técnicos cualificados.

Parte de la información aquí expuesta, es susceptible de revisión, cambio, sustitución o eliminación, por lo que recomendamos consultar con los fabricantes o distribuidores de material frigorífico y otros que mencionamos a continuación, los cambios que se puedan producir.

Pecomark: <http://www.pecomark.com>

Danfoss: <http://www.danfoss.es>

Emerson Climate Technologies: <http://www.emersonclimate.com>

Evaporadores y condensadores: <http://www.frimetal.es>

Copeland: <http://www.copeland.com>

Salvador Escoda: <http://www.salvadorescoda.com>

Aire acondicionado Clivet: www.Clivet.es

Carrier España: www.carrier.es

Ako: <http://www.ako.es>

Praxair: <http://www.praxair.es>

Kimikal: <http://www.kimikal.es>

Extinfrisa: <http://www.extinfrisa.es>

Legionela: <http://www.legionela.info/>

NOTA: ver relación ampliada al final en Bibliografía

Agradecer a las marcas antes mencionadas su esfuerzo por poner al alcance de los instaladores, las informaciones de sus productos, sin las cuales no habría sido posible realizar esta Guía Básica.

Un agradecimiento especial a Rocío Prellezo García, por su esfuerzo en la transcripción de buena parte de la información contenida en esta Guía, y a Roberto Catalá Murrawski por su motivación e inspiración en la elaboración y contenido de la Guía.

Casimiro Catalá Gregori

MADRID a 1 de julio de 2008

INTRODUCCIÓN

En la elaboración de esta guía, se ha pretendido que dispongamos de la información de los componentes instalados y sirva de orientación ante cualquier duda que se presente en el ejercicio de nuestra actividad diaria, así como tener claro, cual es el principio básico de funcionamiento del circuito, sus componentes, con sus funciones, las definiciones y los términos normalmente empleados, los conceptos básicos de física, química, matemáticas, conversión de unidades, electricidad, procedimientos de puesta en marcha, mantenimiento, carga de gas, cambio de aceite y cuadros de solución de problemas y averías.

Cualquier persona que manipule un sistema frigorífico, por muy pequeño que sea, tiene que conocer y entender lo que aquí se expone en conocimientos básicos y normas de seguridad.

Si se pretende tener una información más amplia, se tiene que consultar con los manuales y libros técnicos, específicos, publicados sobre esta materia que hay en el mercado.

El desconocimiento de las normas, reglamentos y legislación vigente que atañe al ejercicio de nuestra actividad, **NO EXIME DEL CUMPLIMIENTO DE LA MISMA**, por esto, no vamos a reproducir aquí toda la legislación que hay sobre la materia, solo por la incidencia directa que tiene, reproducimos el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (R.S.F.) y el Reglamento de instalaciones Térmicas en Edificios (R.I.T.E.), en donde hace referencia, distinguiéndolo en cursiva y en color rojo del resto de la guía. Así como la Reglamentación Técnico-sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico.

Si tenemos en cuenta que el R.S.F. dice lo siguiente:

Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre (Industria y Energía), por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

CAPÍTULO III Ámbito de aplicación

Art. 9. Los preceptos de este Reglamento serán de aplicación para todas las instalaciones frigoríficas, quedando excluidas las correspondientes a medios de transporte aéreos, marítimos y terrestres, que se regirán por sus disposiciones especiales.

Asimismo, quedan excluidas las instalaciones que a continuación se detallan:

a) Instalaciones frigoríficas con potencia absorbida máxima de 1 Kw, que utilicen refrigerantes del primer grupo.

b) Instalaciones de acondicionamiento de aire, hasta un máximo de potencia absorbida de 6 Kw, que utilicen refrigerantes del primer grupo.

Art. 10. Los preceptos de este Reglamento se aplicarán obligatoriamente a las nuevas plantas e instalaciones frigoríficas y a las ampliaciones y modificaciones que se realicen a partir de la fecha inicial de vigencia administrativa, así como a cualquier planta e instalación frigorífica realizada con anterioridad, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo para las personas o bienes, o cuando lo solicite el interesado.

Con lo antes expuesto queda claro que todos los equipos, exceptuando los frigoríficos domésticos (siempre que la suma de todos ellos instalados en un mismo local no exceda de 1 Kw) y todos los equipos domésticos de aire acondicionado (siempre que la suma de todos ellos instalados en un mismo local no exceda de 6 Kw), estarán sujetos a las indicaciones del presente Reglamento.

Las instalaciones de aire acondicionado, de cualquier tipo, a partir de una potencia de 5 Kw, además del presente reglamento, también están sujetas al R.I.T.E. (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios).

En lo que respecta a la manipulación de los gases refrigerantes hay que tener en cuenta las siguientes normativas:

Reglamento europeo 2037/00 (deroga el Reglamento europeo 3093/94):

En cumplimiento de los artículos 16 y 17 todas las empresas que manipulen gases refrigerantes se encuentran en la obligación de recuperar mediante personal cualificado dichas sustancias reguladas (CFC, HCFC, HFC) utilizando los equipos apropiados para su destrucción, reciclado o regeneración

durante las operaciones de revisión y mantenimiento de los aparatos y/o antes de su desmontaje y/o destrucción.

Asimismo indica que se deben tomar las medidas adecuadas para prevenir los escapes de dichas sustancias.

Ley 12/95 régimen sancionador del reglamento europeo 2037/00:

Las infracciones por incumplimiento de este reglamento están catalogadas en

- **Leves:** multa inferior a **4.507,50 €**
- **Graves:** multa inferior a **13.522,77 €**
- **Muy Grave:** multa superior a **13.522,77 €**

R.D 833/88 sobre residuos tóxicos y peligrosos:

Obliga a todas las empresas que recuperen gases refrigerantes que tengan la consideración de residuo por su contenido, forma de presentación (mezclados con lubricantes...) u otras características como pueden ser en presencia de humedad, acidez, etc., a registrarse en su Comunidad Autónoma como PEQUEÑO PRODUCTOR DE RESIDUOS, obteniendo un código como productor y a tener firmado un contrato de Servicio de Gestión de Residuos con un GESTOR AUTORIZADO cumpliendo con todas las autorizaciones administrativas y legislación aplicable al respecto.

Régimen sancionador del R.D. 833/88:

Las infracciones por incumplimiento de este Real Decreto están catalogadas en

- **Leves:** multa de hasta **6.000 €**
- **Graves:** cese temporal o total de la actividad y multa de hasta **300.506,05 €**
- **Muy Graves:** cese temporal o total de la actividad y multa de hasta **601.012,10 €**

Orden MAM/304/2002:

Los productos susceptibles de recuperarse no solo son los agresivos para el medio ambiente (capa de ozono) que se enviaran a destruir (CFC) sino todos los catalogados en el Código Europeo de Residuos (CER) como son los HCFC y HFC.

Después de lo anteriormente expuesto para el cumplimiento de la Legislación aplicable es aconsejable:

- Disponer de un sistema de recuperación de gases refrigerantes.
- Inscribirse en la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente como pequeño productor de residuos tóxicos.
- Tener un contrato de gestión de residuos con un Gestor Autorizado.

El responsable de verificar el cumplimiento de la Legislación anteriormente mencionada es el SEPRONA (Servicio de Protección de la Naturaleza) perteneciente a la Guardia Civil.

Siguiendo con la normativa, el conocimiento de la Ley de Prevención de riesgos laborales (L.P.R.L.) que atañe a nuestra actividad, es de obligado cumplimiento. La empresa tiene la obligación de instruir y formar a su personal y este de seguir todas las indicaciones.

En el Capítulo 13.- Normas (PRL) y Fichas de Seguridad (FDS), se reproducen, acciones e instrucciones de prevención de riesgos laborales a tener en cuenta y las hojas de seguridad de los refrigerantes más comunes y productos de limpieza del circuito frigorífico. Estas fichas están sujetas a modificaciones y actualizaciones periódicas, lo que nos aconseja consultar con los fabricantes las distintas actualizaciones que se produzcan.

Actualización del Capítulo 3.- Conexión de Componentes, de la Guía Básica 2.010

- .- Uniones flexibles y antivibradores**
- .- Accesorios de cobre de soldar y accesorios de roscar.**

NOTA: los capítulos independientes, se pueden consultar en nuestra pagina www.catain.es en la pestaña de Guía Básica y selección del capítulo de interés.

NOTA: todas las futuras actualizaciones, se realizaran en los capítulos independientes, a excepción del nuevo reglamneto de instalaciones frigoríficas que se modificara en la Guía Básica 2010 completa y en los capítulos donde se hace referencia, cuando este se publique y entre en vigor.

GUÍA RÁPIDA DE CONTENIDOS Y DE CONSULTA

Este Capítulo es parte de la Guía Básica del frigorista, que está compuesta por 15 Capítulos que tratan los diversos temas que inciden en las instalaciones y conocimientos básicos a tener en cuenta.

Capítulo 1 GLOSARIO

Este capítulo es un mini diccionario de términos técnicos, que se divide en seis apartados.

- 1.1 Diccionario de términos técnicos usados en la refrigeración y climatización.
- 1.2 Definiciones del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones Frigoríficas.
- 1.3 Definiciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- 1.4 Definiciones de los Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación.
- 1.5 Definiciones del RD 168/1985 (condiciones generales de almacenamiento frigorífico)
- 1.6 Definiciones del RD 842/ 2002 (Reglamento Electrotécnico para baja tensión).

Capítulo 2 FACTORES DE CONVERSIÓN E INF. TÉCNICA

En este capítulo se tratan los conocimientos básicos de matemáticas, aritmética, sistemas de unidades, conversión de unidades etc.

Capítulo 3 CONEXIÓN DE COMPONENTES

En este capítulo tratamos el uso y manipulación de los materiales usados en la interconexión de los componentes de una instalación frigorífica o de aire acondicionado. Tanto en tubo de cobre como en tubería de agua fría o caliente para la instalación de enfriadoras de agua con polipropileno.

Se incluye la instalación de Splits de aire acondicionado y redes de tuberías de cobre para refrigerante R-404A y R-134a, en instalaciones de centrales frigoríficas.

Capítulo 4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD

En este capítulo tratamos los conceptos básicos de electricidad como son el magnetismo, la carga eléctrica, circuito eléctrico, motores, protecciones etc.

Capítulo 5 HERRAMIENTA

En este capítulo tratamos de la herramienta necesaria para el ejercicio de nuestra actividad, uso de los manómetros, del equipo de recuperación de refrigerantes y uso de diferentes tipos de detectores de fugas.

En el capítulo independiente se especifica el uso y normas de seguridad de la herramienta manual y Equipos de Protección Individual de Seguridad (EPIS).

Capítulo 6 CIRCUITO FRIGORÍFICO

En este capítulo tratamos los conceptos básicos del circuito frigorífico y sus componentes, como son los diversos tipos de compresores, evaporadores, condensadores y elemento de expansión (capilar). Se incluye el cálculo y selección de evaporadores y condensadores de Frimetal.

En el capítulo independiente se incluyen rendimiento de evaporadores y condensadores de otros fabricantes.

Capítulo 7 COMPRESORES

En este capítulo tratamos los compresores herméticos de Danfoss, compresores semiherméticos de Copeland – Discus y se incluyen tablas comparativas de diversos compresores herméticos y semiherméticos.

En el capítulo independiente se incluyen rendimiento de compresores hermeticos, semihermeticos y abiertos de otros fabricantes.

Capítulo 8 REGULACIÓN

En este capítulo tratamos de los elementos de regulación del fluido refrigerante que componen la instalación frigorífica como son las válvulas de expansión, válvulas reguladores

de presión, válvulas solenoide, válvulas reguladores del caudal de agua y filtros deshidratadores de Danfoss.

En el capitulo independiente se incluyen elementos de regulación de otros fabricantes.

NOTA: entendemos por regulación todo componente de la instalación que incide sobre la presión en el circuito frigorífico y no sobre el control.

Capitulo 9 CONTROL

En este capítulo tratamos el control de la instalación frigorífica, partiendo de la composición y elaboración de los cuadros eléctricos y sus componentes externos como son los termostatos (electrónicos o de contacto), presostatos de control de presión de gas y aceite, registradores de temperatura y alarmas tanto en frío industrial como en aire acondicionado.

En el capitulo independiente se incluyen los controles electrónicos usados en Refrigeración y Aire Acondicionado de diversos fabricantes

NOTA: entendemos por control, todo componente de la instalación que incide sobre el funcionamiento del compresor, resistencias, ventiladores, ciclos de desescarches etc. y nos ofrecen una información sobre el estado de la instalación.

Capitulo 10 PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO

En este capítulo tratamos de los procedimientos de puesta en marcha a seguir según el tipo de instalación, así como la carga de gas, carga de aceite, protocolos de actuación en averías y tablas guía.

Capitulo 11 ACEITES

En este capítulo tratamos de los distintos tipos de aceites su aplicación y características, con procedimientos para su sustitución.

Capitulo 12 GASES REFRIGERANTES

En este capítulo tratamos las instrucciones del Reglamento de Seguridad de Instalaciones frigoríficas sobre la clasificación de los refrigerantes, composición y utilización.

Capitulo 13 NORMAS (PRL) Y FICHAS DE SEGURIDAD

En este capítulo tratamos las normas de seguridad en prevención de riesgos laborales en instalaciones frigoríficas y fichas de seguridad de los gases empleados en la industria de la Refrigeración y Climatización.

Capitulo 14 TABLAS DE SATURACIÓN DE LOS GASES

En este capítulo disponemos de las tablas y diagramas de presión entalpia de los gases más comunes.

Capitulo 15 VARIOS (cálculos y diseño)

En este capítulo nos introducimos en los conceptos básicos para el cálculo de cargas en cámaras frigoríficas y condiciones de almacenamiento de los productos, cargas térmicas en aire acondicionado, cálculo del coeficiente de trasmisión (K), selección de ventiladores, diámetros de conductos de aire, selección de rejillas y conducciones de tuberías de agua.

También se incluyen las indicaciones del reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios sobre el diseño y calculo de instalaciones térmicas.

Se incluye el Real Decreto 168/1985 de 6 de febrero ALIMENTOS: Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones generales de Almacenamiento Frigorífico.

AL FINAL DEL ÍNDICE POR CAPÍTULOS, PARA UNA LOCALIZACIÓN MÁS RÁPIDA, TENEMOS UN ÍNDICE ALFABÉTICO DE:

- Cuadros de alarmas y de averías que se encuentran en la Guía Básica
- Listado de características de componentes de la instalación
- Tablas (listado de tablas de la Guía Básica)

NOTA: los capítulos independientes se pueden consultar en nuestra pagina www.catain.es en la pestaña guía básica y seleccionar el capitulo de interés.

INDICE

3 CONEXIÓN DE COMPONENTES	9
3.1.1 Tubería de Cobre	9
3.1.2 Longitud Equivalente de Tubería	9
3.1.20 Ensamble.....	30
3.1.21 Calentamiento.....	30
3.1.22 La operación de calentamiento	30
3.1.23 Aplicación de la Soldadura	30
3.1.24 Enfriamiento y Limpieza	30
3.1.4 Proceso de Soldadura Capilar.....	9
3.1.5 Tipos de Soldadura	10
3.1.6 Soldaduras Blandas	10
3.1.7 Soldaduras Fuertes	10
3.1.8 Fundente.....	10
3.1.9 El Soplete	11
3.1.10 Flama Neutral	11
3.1.11 Flama Oxidante	11
3.1.12 Flama Reductora.....	11
3.1.13 Instrucciones para el uso de sopletes	11
3.1.13 Proceso para Soldar	29
3.1.14 Gases comburentes: Oxígeno y Aire.....	12
3.1.14 Medición	29
3.1.14 Recomendaciones generales de seguridad	15
3.1.15 Corte	29
3.1.15 Gases inflamables: Acetileno, Hidrogeno.....	14
3.1.16 Limado	29
3.1.17 Limpieza	29
3.1.18 Rangos de Temperatura	29
3.1.19 Aplicación del Fundente	29
<i>3.2.1 Capítulo V Construcción y montaje de instalaciones frigoríficas</i>	31
<i>3.2.2 Instrucción MI IF 005. Materiales empleados</i>	31
3.2.3 Conexiones Soldables	9
<i>3.2.4 Instrucción MI IF 006. Maquinaria frigorífica</i>	32
<i>3.2.5 Instrucción MI IF 007. Sala de máquinas</i>	34
<i>3.2.6 Instrucción MI IF 008. Focos de calor</i>	36
<i>3.2.7 Instrucción MI IF 011 Cámaras de atmósfera artificial</i>	37
3.3 Determinar el diámetro adecuado de las tuberías	39
3.3.1 Aire acondicionado.....	39
3.3.2 Instrucciones instalación equipos	39
3.3.3 Manual de instalación (extracto)	40
3.3.4 Información general para la instalación.....	40
3.3.5 Selección del lugar de la instalación.....	44
3.3.6 Advertencias: evitar.....	44
3.3.7 Conexiones del refrigerante	45
3.3.8 Avellanador de los extremos del tubo	45
3.3.9 Conexión a la unidad	46
3.3.10 Conexiones del refrigerante.....	47

3.3.11 Evacuación del aire.....	47
3.3.12 Conexiones eléctricas.....	48
3.3.13 Bombeo y comprobación de la carga de refrigerante	50
3.3.14 Método de sobrecalentamiento	50
3.3.15 Comprobación de la carga de refrigerante	51
3.3.16 Mantenimiento de la unidad.....	51
3.4 Líneas frigoríficas - refrigerante R-404A	58
3.4.1 Hipótesis de partida para dimensionado de tuberías	58
<i>3.4.10 Capítulo VI Fabricantes, instaladores, Conservadores-Reparadores y titulares</i>	<i>69</i>
<i>3.4.11 Instrucción MI I -013. Instalaciones y conservadores frigoristas</i>	<i>70</i>
3.4.2 Líneas descarga	58
3.4.3 Criterios de selección de diámetros.....	58
3.4.4 Líneas de aspiración	60
3.4.5 Servicios individuales.	60
3.4.6 Servicios o zonas colectivas	60
3.4.7 Criterios de selección de diámetros.....	61
3.4.8 Líneas de líquido.	65
3.4.9 Criterios de selección de diámetros.....	66
3.5 Tuberías para agua caliente y fría “PPR” (Polipropileno).....	72
3.5.1 Información básica acerca de la gama Ekoplastik.....	72
<i>3.5.2 Información sobre los materiales básicos para la producción del Sistema Ekoplastik</i>	<i>73</i>
3.5.2 Propiedades del Sistema Ekoplastik	72
<i>3.5.4 Normas para la producción y prueba de los productos</i>	<i>73</i>
3.5.5 Propiedades requeridas de los medios en el sistema de tuberías.....	73
<i>3.5.6 Parámetros básicos de la distribución de la calefacción</i>	<i>74</i>
3.5.7 Parámetros operativos de las tuberías de PPR – conductos de agua	74
3.5.8 Parámetros operativos de las tuberías de PPR – calefacción.....	74
3.5.9 Posibilidades de instalación de las tuberías Ekoplastik.....	79
3.5.10. Normas para el montaje.....	79
<i>3.5.10.1 En general.....</i>	<i>79</i>
<i>3.5.10.2 Ductibilidad y contracción de la longitud</i>	<i>80</i>
<i>3.5.10.3 Distancia de los soportes de las tuberías.....</i>	<i>85</i>
3.5.10.4 Sujeción de las tuberías.....	86
<i>3.5.10.5 Conducción de las tuberías</i>	<i>87</i>
<i>3.5.10.6 Unión al sistema.....</i>	<i>90</i>
<i>3.5.10.7 Aislamiento</i>	<i>90</i>
<i>3.5.10.8 Prueba de presión.....</i>	<i>91</i>
3.5.11 Almacenamiento y transporte de materiales	92
3.5.12 Disposiciones finales	92
3.5.13 Método de soldadura de polifusión.....	94
3.5.14 Método de soldadura con manguito eléctrico	96

CAPÍTULO III *Ámbito de aplicación* 3

Listado Accesorios de roscar (tuercas, tes, uniones etc.)..... 24

Listado Accesorios de soldar (codos, curvas, tes, manguitos etc.) 20

Listado Antivibradores (uniones flexibles de acero y cobre)..... 19

Tabla de diferentes aleaciones para soldadura de Pecomark..... 17

Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) líquido sub-enfriado a 0°C 65

Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) tramo horizontal (2.5 - 10 m/s)..... 64

Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) tramo vertical (5 - 14 m/s)..... 61

Tabla de dimensionado tubería aspiración tramo horizontal (2.5 - 10 m/s)..... 63

Tabla de dimensionado tubería aspiración tramo vertical (5 - 14 m/s)..... 62

Tabla de dimensionado tubería líquido hacia los servicios (-12°C)..... 67

Tabla de dimensionado tubería líquido hacia los servicios (-35°C)..... 68

Tabla de longitudes equivalentes de accesorios 69

Tabla dimensionado tubería aspiración (-35°C) líquido sub-enfriado a 0°C..... 64

Tabla I Carga máxima de Refrigerante. 37

TABLA I Materiales construcción sala de maquinas..... 35

Tabla para seleccionar los diámetros de tubería de impulsión hasta el condensador..... 59

Tablas de pérdida de presión, tuberías “PPR” 98

3 CONEXIÓN DE COMPONENTES

3.1.1 Tubería de Cobre - La mayoría de la tubería utilizada en refrigeración es de cobre (excepto con amoníaco).

La tubería de cobre viene disponible en dos tipos, rígido y flexible. El cobre flexible se presenta en rollos de 15,25 m, y se utiliza principalmente en pequeñas instalaciones. Se fabrica en diámetros desde 3/16 hasta 3/4".

El tubo de cobre rígido, se usa en diámetros superiores. No se debe doblar ni hacer conexiones "flare", las uniones son soldadas. Se presenta en tramos de 5 m. y todos ellos están deshidratados interiormente.

3.1.2 Longitud Equivalente de Tubería - Cada válvula, conexión, accesorio y vuelta en una línea de refrigeración, contribuye a la caída de presión por fricción debido a su restricción a un flujo estable. Debido a la complejidad de calcular la caída de presión a través de cada una de ellas en lo individual, la práctica normal es establecer un equivalente en longitud de tubería recta para cada accesorio.

Procesos de Soldadura Capilar para Tuberías de Cobre Rígido

Antes de ver paso a paso el proceso recomendado para soldar tubería de cobre rígido, mencionaremos algunas de sus características y ventajas.

3.2.3 Conexiones Soldables

Las conexiones soldables para unir tubería de cobre, son fabricadas de tal manera que permiten, una vez ensambladas, tener juego de muy pocas milésimas, justamente lo necesario para realizar el proceso de soldadura capilar.

Todas las conexiones cuentan con un tope o asiento en su interior, que permite introducir el extremo del tubo de cobre, no dejando ningún espacio muerto que pudiera crear turbulencias en los fluidos. Además, todas las conexiones soldables vienen grabadas en los extremos, con la medida del diámetro nominal de entrada.

Las conexiones soldables se fabrican de diferentes materiales: cobre, bronce y latón. La gama de conexiones es muy variada.

Las conexiones de cobre son las más recomendables para unir tuberías de cobre, puesto que son del mismo metal y tienen las mismas características. Se fabrican codos de 90° y de 45°, tees, coples, reducciones de bujery campana, etc...

Las conexiones de bronce son una aleación de cobre, zinc, estaño y plomo. Son piezas fundidas y posteriormente maquinadas, por lo que su superficie exterior es rugosa.

Se fabrican también roscables, además de soldables, en variedades como codos, tees, coples, reducciones, yees, tapones, conectores, tuerca unión, etc.

Las conexiones de latón son aleaciones de cobre y zinc y piezas forjadas. Por lo regular, tienen un extremo soldable y uno roscado, para unir una pieza roscable con un tubo de cobre. Comercialmente, se identifican nombrando primero la unión soldable y luego la roscable.

Todos los tipos de conexiones antes mencionados, se pueden obtener fácilmente en el mercado, y para identificarlas existe una manera comercial, dependiendo del tipo y del diámetro nominal. Normalmente, una conexión que tiene el mismo diámetro en todos sus extremos, se nombra por su medida nominal. En el caso de conexiones con rosca, se debe indicar claramente el lado roscable y el tipo de rosca (interior o exterior). Para las conexiones soldables con reducción, se da primero el diámetro mayor y luego el menor, como en el caso de acoplamientos y codos reducidos

3.1.4 Proceso de Soldadura Capilar

La unión de tubería de cobre y conexiones soldables, se hace por medio de "soldadura capilar". Este tipo de soldadura se basa en el fenómeno físico de la capilaridad, que se define como sigue: cualquier líquido que moje un cuerpo sólido, tiende a deslizarse por la superficie del mismo, independientemente de la posición en que se encuentre. Al realizar una soldadura, se calientan el tubo y la conexión hasta alcanzar la temperatura de fusión de la soldadura, la cual correrá por el espacio entre el tubo y la conexión, cualquiera que sea la posición que estos tengan.

3.1.5 Tipos de Soldadura

En general, podemos decir que las soldaduras son aleaciones de dos o más metales en diferentes proporciones.

Las soldaduras deben fundir a temperaturas menores que las piezas metálicas a unir.

Aunque existen muchos tipos de soldaduras, aquí hablaremos de las que sirven para unir tuberías y conexiones de cobre o aleaciones de éste. La unión de tuberías de cobre se realiza por medio de dos tipos de soldaduras: blandas y fuertes, según sea el caso.

Estas soldaduras son:

3.1.6 Soldaduras Blandas - Son todas aquellas que tienen su punto de fusión abajo de 450°C (842°F). Se utilizan principalmente en instalaciones hidráulicas en los desagües de los evaporadores, ya que no

es recomendable someterlas a alta presión. Existen tres de uso común y se emplean de acuerdo al fluido. En la tabla 15.30, se muestran las características de estos tipos de soldaduras.

3.1.7 Soldaduras Fuertes - Estas se dividen en dos clases: las que contienen plata y las que contienen cobre y fósforo.

Estos tipos de soldaduras tienen puntos de fusión mayores de 430 °C, y son las recomendadas para instalaciones de sistemas de refrigeración, aunque se prefieren las de cobre y fósforo para unir tuberías y conexiones de cobre.

ALEACION	COMPOSICION	TEMPERATURA DE FUSION		TEMPERATURA MAXIMA DE TRABAJO	PRESION MAXIMA DE TRABAJO		DENSIDAD ESPECIFICA kg/cm ²
		SOLIDO	LIQUIDO		AGUA	VAPOR	
40:60	40% estaño 60% plomo	183 °C	238 °C	100 °C	8 kg/cm ²	---	9.3
50:50	50% estaño 50% plomo	183 °C	216 °C	120 °C	10 kg/cm ²	0.5 kg/cm ²	8.85
95:5	95% estaño 5% antimonio	232 °C	238 °C	155 °C	18 kg/cm ²	1.0 kg/cm ²	7.50

*Tabla 15.30
Tipos de soldaduras blandas empleadas en tubo de cobre.*

El fósforo en este tipo de soldaduras, actúa como un agente fundente, y éstas son de menor costo que las de alto contenido de plata, por lo que en ocasiones, no se requiere aplicar fundente.

En las soldaduras de plata, la aleación varía desde un 5% hasta un 60% de plata, y su punto de fusión depende de esta aleación. Por ejemplo, una soldadura con 5% de plata funde a 675°C, y con 15% de plata funde a 640°C.

Las soldaduras de cobre y fósforo, tienen puntos de fusión mayores (700°C) y alta resistencia a la tensión (2,800 kg/cm²). Existen soldaduras de cobre fosforado con contenido de 5% de plata, lo que le da mayor resistencia (más de 2,900 kg/cm²).

La selección de una soldadura fuerte, depende de cuatro factores principales:

- Dimensiones y tolerancias de la unión.
- Tipo y material de la conexión (fundida o forjada).
- Apariencia deseada.
- Costo.

Las soldaduras fuertes tienen la ventaja de que se pueden unir metales similares y diferentes a temperaturas relativamente bajas.

3.1.8 Fundente

El fundente tiene una función muy apropiada. Debe disolver o absorber los óxidos, tanto en la superficie del metal, como en la superficie de la soldadura, los cuales se forman durante el calentamiento. Para lograr esto, debe adherirse tan ligeramente a la superficie metálica, que la soldadura pueda sacarla de allí conforme avanza sobre la superficie. El fundente no limpia el metal. Lo mantiene limpio, una vez que se ha eliminado la suciedad y el óxido. Al aplicar cualquiera de las soldaduras blandas, es indispensable utilizar fundente. El fundente debe ser anticorrosivo o exclusivo para soldar tubería de cobre. Debe agitarse antes de usarlo. Debe aplicarse una capa delgada y uniforme con una brocha o cepillo, tanto al tubo como a la conexión. Debe evitarse aplicarlo con los dedos, ya que los compuestos químicos del fundente, pueden ser dañinos si llegan a los ojos o una herida abierta.

Los fundentes para soldaduras fuertes, son diferentes en composición que los de soldaduras blandas. No pueden y no deben intercambiarse. Los fundentes para soldaduras fuertes son a base de agua. El fundente puede ser una fuente de corrosión en un sistema. Debe evitarse que entre en él.

NOTA: Existen ciertos tipos de soldaduras, que en su interior contienen resina (alma ácida); sin embargo, estas soldaduras no son recomendadas para unir tuberías de cobre, pues el poder humectante del fundente que contienen, no es suficiente, ya que viene en mínimas proporciones, además de contener ácido.

3.1.9 El Soplete

Cuando se va a unir una tubería de cobre regida por medio de una conexión, es necesario aplicar calor. Este calor lo proporciona una flama lo suficiente intensa, que al aplicarla al tubo, la soldadura se derrita al contacto.

El artefacto que proporciona este calor es el soplete, el cual puede ser de diferentes combustibles: gasolina, propano, gas L.P. oxi-acetilono, etc.

La llama de un soplete tiene dos coloraciones, que corresponden a diversos grados de calor. La llama amarilla es luminosa pero no muy calorífica. Al abrir poco a poco, pasa más mezcla gas-aire si hay suficiente presión, desaparece la flama amarilla para convertirse en azul, que es más calorífica; y a medida que se abra más, se intensifica el calor.

Ya sea que el combustible sea acetileno, propano o gas natural (L.P.), hay tres tipos básicos de flamas que se producen, cuando se mezclan con el oxígeno en el soplete:

3.1.10 Flama Neutral - Es la que tiene en medio un pequeño cono azul. Esta flama típicamente es la

GAS	FORMULA QUIMICA	kcal/m³	TEMP. DE LA FLAMA CON AIRE (°C)	TEMP. DE LA FLAMA CON OXIGENO PURO (°C)
Acetileno	C ₂ H ₂	13,126	2,650	3,090 - 3,260
Hidrógeno	H ₂	2,447	2,200	2,420 - 2,870
Propano	C ₃ H ₈	22,426	2,090	2,930 - 3,100
Butano	C ₄ H ₁₀	28,922	2,150	2,980
Gas Natural	CH ₄ , H ₂	8,900	2,090	2,775
	-----	21,360	1,470	2,930

Tabla 15.31 - Calor y temperatura de flama de varios gases combustibles.

más caliente, y se utiliza cuando se requiere aplicar calor en un solo punto específico.

3.1.11 Flama Oxidante - Esta se produce cuando hay presente más oxígeno del necesario, para la combustión completa del gas. Se caracteriza porque el cono azul es el más corto, cuando se usa acetileno con oxígeno. Otra característica es el sonido áspero que hace el soplete, debido al exceso de oxígeno.

Este tipo de flama no se recomienda para soldar; el exceso de oxígeno, contribuye a la oxidación de los metales.

3.1.12 Flama Reductora - También llamada carburante, es la contraria a la flama oxidante. Esta flama tiene una proporción tal de gas-oxígeno que, hay presente un exceso de gas combustible. Se caracteriza por tener el cono azul más grande que el de la flama oxidante, con un cono suave y blanco alrededor del azul. Es la flama predominantemente recomendada para soldar.

La flama reductora Ofrece varias ventajas. Primera, realmente ayuda a eliminar el óxido de la superficie de los metales. Segunda, caliente de manera más uniforme ya que, "envuelve" al tubo. Esto se logra aplicando la flama de tal manera, que la punta del cono blanco apenas toque el tubo. Tercera, se reduce el riesgo de sobrecalentar más en un solo punto como con las otras flamas.

Hay diferencias de temperaturas entre los diferentes tipos de flamas, al igual que en los diferentes gases combustibles, como se muestra en la tabla 15.31.

Se recomienda que para soldar tubos hasta de 1", no se emplee una flama demasiado fuerte, pues el calentamiento de la unión sería demasiado rápido y no se podría controlar fácilmente, con el peligro de una evaporación inmediata del fundente y oxidación del cobre, lo que impide que corra la soldadura. En medidas mayores de 1", puede emplearse una flama intensa, pues aquí no existe ese peligro. En diámetros de 3" a 4", será conveniente aplicar más calor.

3.1.13 Instrucciones para el uso de sopletes

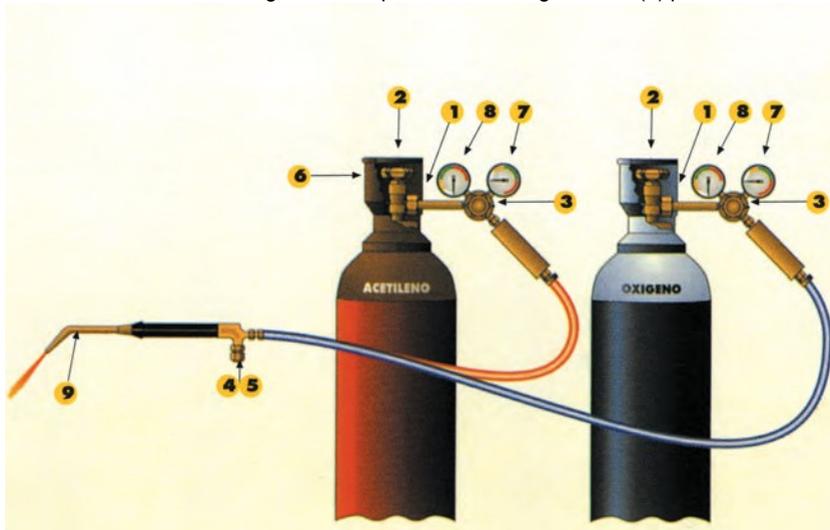
Al comenzar

1. Antes de montar los reguladores limpiar los acoplamientos entre botellas y reguladores (1). Eliminar grasas y aceites, en especial en las botellas de oxígeno. Comprobar que los reguladores son los adecuados para los gases a utilizar.
2. Si las salidas de las botellas no están precintadas, antes de conectar abrirlas ligeramente un instante (2) para expulsar posibles suciedades.
3. Acoplar los reguladores a las botellas (1).
4. Antes de abrir las válvulas de las botellas (2) comprobar que los volantes de regulación de presiones de los reguladores (3) están desenroscados (regulador cerrado) y el resto de las válvulas cerradas (4 y 5).
5. Situarse en el lado de la botella opuesto al regulador (6).
6. Abrir las válvulas de las botellas lentamente (2).
7. Roscar los volantes de regulación de presión de los reguladores (3) para abrir el regulador hasta ajustar las presiones (7) según el trabajo a realizar (ver tabla de presiones del soplete).
8. Abrir la válvula de gas combustible del soplete (4) y prender el gas (9).
9. Abrir la válvula de oxígeno del soplete (5) y ajustar la llama (9).

Al finalizar

1. Cerrar la válvula de oxígeno del soplete (5).

2. Cerrar la válvula de gas combustible del soplete (4).
3. Cerrar las válvulas de las botellas (2).
4. Abrir las válvulas del soplete (4 y 5), hasta comprobar que las agujas indicadoras de presión de los reguladores (7 y 8) están a cero y entonces cerrarlas.
5. Desenroscar los volantes de regulación de presión de los reguladores (3) para cerrarlos.



3.1.14 GASES COMBURENTES: Oxígeno y Aire

Son gases incoloros, inodoros e insípidos.

El oxígeno forma aproximadamente el 21 % del aire atmosférico.

Los gases comburentes no arden, pero soportan y aceleran combustiones.

■ Características Físico/Químicas

DATOS	OXÍGENO	AIRE
Fórmula	O ₂	79% N ₂ + 21% O ₂
Densidad del gas (aire = 1)	1,105	1,00
Densidad del líquido (agua = 1)	1,14 a -183° C	1,04 a -194,3° C
Temperatura de licuación	-183° C	-194,3° C
Temperatura y presión crítica	-118,6° C a 49,77 atm.	-140,6° C a 37,25 atm.
Estabilidad química	Estable en condiciones normales	Estable
Incompatibilidades	Materias combustibles e inflamables, asfalto, maderas, restos de productos orgánicos y, en especial, grasas y aceites	Ninguna
Reacciones peligrosas	Ninguna	Ninguna
Condiciones que deben evitarse	No utilizar elementos, sustancias o productos que no estén específicamente indicados para el uso con oxígeno a alta presión. Evitar concentraciones superiores al 23,5%	La proximidad de materiales combustibles
Colores de las botellas	Cuerpo	Negro
	Ojiva	Blanca
Conexión de acoplamiento	W 5/8 gas x 14 hilos/pulgada, derecha	M 30 x 1,75, derecha

■ Principales Aplicaciones

Oxígeno industrial

- Soldadura autógena y oxicorte
- Temple superficial
- Decapado
- Metalización
- Procesos de afino (siderometalúrgica)
- Afino de metales y aleaciones en la industria no férrea
- Oxidación de oleinas
- Síntesis química
- Hornos de fusión
- Blanqueo de pasta de papel
- Incineración de residuos

Oxígeno puro

- Microelectrónica
- Fibra óptica
- Tratamiento de aguas residuales
- Piscifactorías (oxigenación)
- Preparación de atmósferas respirables
- Tratamientos médicos y hospitalarios
- Instrumentación analítica
- Corte con láser de CO₂
- Corte por plasma

Aire

- Tratamientos médicos por oxigenoterapia
- Equipos de buceo



Recomendaciones de Seguridad

Incendio

- Los gases comburentes no arden, pero ayudan a mantener la inflamación de las materias combustibles. Las sustancias combustibles y otras que normalmente no arden en aire pueden hacerlo violentamente en presencia de un alto porcentaje de oxígeno.
- Mantener alejadas las materias orgánicas y otras sustancias inflamables, como aceite, grasa, keroseno, algodón, madera, pintura, disolventes, trapos o desperdicios que puedan llevar grasa o aceite, etc.
- En caso de incendio cortar el flujo de gas hacia el mismo y apagar las llamas circundantes.
- Mantener las botellas frías proyectándoles agua pulverizada.

Fuga • Cortar el flujo de gas.

- Para el oxígeno, ventear la atmósfera y evitar la producción de fuentes de ignición (interruptores, motores, golpes entre metales, roces, etc.).
- En caso de inhalación de aire con alta concentración de oxígeno, sacar al accidentado al aire libre. Si las ropas se saturan de oxígeno, quitarlas y ventearlas durante 30 minutos por lo menos.
- Cuando un líquido criogénico se proyecte sobre una zona del cuerpo, lavar la parte afectada con abundante agua fría durante al menos 15 minutos y acudir al médico.

Limpieza • Mantener limpias las superficies en contacto con el oxígeno. Utilizar agentes limpiadores que no dejen restos orgánicos.

- No colocar los equipos de oxígeno sobre el asfalto u otras superficies que puedan tener restos de grasa o aceite.
- Manejar los equipos con guantes y manos limpias. No lubricarlos con aceite, grasas o cualquier otro producto no adecuado.

Uso medicinal • El oxígeno y el aire solamente deben utilizarse para aplicaciones medicinales cuando en la ojiva de la botella aparezca la Cruz de Ginebra o cuando se suministren a partir de líquido criogénico.

- Se administrará por personal cualificado y bajo prescripción facultativa, salvo casos de urgencia.

3.1.15 GASES INFLAMABLES: Acetileno, Hidrogeno

El acetileno es un gas incoloro, con un olor característico a ajo.

El hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido.

Forman mezclas explosivas con el aire y el oxígeno.

Pueden provocar asfixia en atmósferas confinadas o poco ventiladas.

■ Características Físico/Químicas

DATOS	ACETILENO	HIDRÓGENO
Fórmula	C ₂ H ₂	H ₂
Densidad del gas (aire = 1)	0,90	0,069
Temperatura de licuación	-84° C	-252,77° C
Temperatura y presión crítica	35,2° C a 61,10 atm.	-239,75° C a 12,80 atm.
Estabilidad química	Inestable. Es estable en las condiciones normales de envasado y utilización	Estable en condiciones de envasado
Incompatibilidades	Cobre, plata, mercurio y sus aleaciones, agentes oxidantes, ácidos, halógenos	Agentes oxidantes, litio y halógenos
Reacciones por descomposición y/o polimerización peligrosa	Entre 350° y 500°C se produce polimerización, formándose hidrocarburos aromáticos. A partir de 500°C se produce descomposición química, formándose moléculas de C, H ₂ y CH ₄ . Puede originarse a causa de golpes o calentamiento de la botella y por retroceso de la llama. El efecto puede aparecer cierto tiempo después de haber cesado la causa	Ninguna. Debido a su baja energía de activación, el hidrógeno puede autoinflamarse si escapa desde un recipiente a alta presión
Temperatura de autoignición	299° C	520° C
Límites de inflamabilidad en el aire	Superior 2,4% Inferior 88% (*)	4% 75%
Colores de las botellas	Cuerpo Rojo	Rojo
	Ojiva Marrón	Roja
Conexión de acoplamiento	W 5/8 gas x hilos / pulgada, izquierda	M 21,7 x 14 hilos / pulgada, izquierda

(*) Si la presión es superior a 2 kg/cm² y la fuente de ignición tiene energía suficiente, el límite superior llega a 100%. Entonces se produciría la descomposición del acetileno sin presencia de oxígeno.



■ Principales Aplicaciones

Acetileno

- Soldadura, corte y calentamiento oxiacetilénico
- Desmoldeado de piezas
- Flameado de granito
- Procesos de síntesis química (etileno, acetato de vinilo, cloruro de vinilo, sulfuro de vinilo, ácidos acrílicos, etc.)

- Hidrogenación de tensoactivos y aceites industriales
- Tratamiento químico de materiales (recocido, sinterizado, temple)
- Fabricación de polietileno
- Desoxigenación de agua en circuitos
- Soldadura y corte de aceros inoxidables (mezclado con argón)

- Soldadura blanda en hornos de atmósfera controlada
- Gas de respaldo en soldadura (mezclado con nitrógeno)
- Combustible aeroespacial
- Síntesis química
- Procesos de síntesis química (acetaldehído, acetanilina, amoníaco, anilina, benceno, ciclohexano, ciclohexanol, etanol, metanol, peróxido de hidrógeno, etc.)

Hidrógeno

- Hidrogenación de grasas y aceites comestibles

- Gas portador en cromatografía
- Industria de microelectrónica
- Fabricación de fibra óptica

Recomendaciones de Seguridad

Incendio

- El acetileno y el hidrógeno son gases extremadamente inflamables. El hidrógeno arde con llama prácticamente invisible.
- Si es posible, cortar el flujo de gas. Usar los medios de extinción adecuados a los materiales que estén ardiendo junto a las botellas o puntos de utilización.
- Evacuar al personal próximo. Apagar las llamas circundantes. Enfriar las botellas mediante la proyección de agua pulverizada desde la máxima distancia o lugares protegidos. No mover las botellas

afectadas por el calor hasta que no estén completamente frías e introdúzcalas en agua. Avisar a los bomberos. Comunicárselo a Praxair.

Fuga

- Antes de comenzar a trabajar, asegurarse que las conexiones están apretadas y son estancas. Todo el equipo debe estar en buen estado.
- Los equipos oxiacetilénicos deben llevar válvulas de corte de llama o anti retroceso; tanto en la conducción de acetileno como en la de oxígeno.
- Si se produjera una fuga en una conexión cerrar la válvula correspondiente, aliviar la presión y reapretarla hasta que la fuga se elimine. Si no es posible cambiar de equipo.
- Contar la fuga con precaución; existe grave riesgo de explosión al formar mezclas explosivas con el aire. Evacuar al personal próximo. Evitar fuentes de ignición. Si la fuga está ardiendo, no apagarla si no se puede contener. Controlar los efectos de la llama. Ventilar el área y sacar el recipiente al aire libre, si fuera posible.

Asfixia

- Los gases inflamables pueden provocar la asfixia si desplazan al aire de una atmósfera confinada o sin suficiente ventilación.
- Si la atmósfera llega a contener el 19,5% de oxígeno o menos, se pueden producir mareos o desmayos. En este caso sacar al accidentado al aire libre y hacerle la respiración artificial. En concentraciones moderadas el acetileno tiene efectos anestésicos.

Retroceso de llama

- Cuando se produzca un retroceso de llama en un soplete intentar cerrar la válvula de la botella de acetileno.
- Si la botella se hubiera calentado, no moverla y enfriarla con agua durante al menos media hora y comprobar la temperatura de la botella (observando la evaporación del agua). Si la botella se mantiene caliente rociarla con agua otra media hora y volver a comprobar la temperatura, hasta que se mantenga fría durante un mínimo de 15/20 minutos. Sólo entonces puede moverse la botella. Avisar a los bomberos.

3.1.14 RECOMENDACIONES GENERALES DE SEGURIDAD

Cumplir las normas legales

- **Ley de Prevención de Riesgos Laborales** (BOE 10/11/95) y las reglamentaciones que la desarrollan.
- **Reglamento de Aparatos a Presión, ITC-MIE AP 7**, sobre botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión (BOE 12/11/82).
- **Reglamento de Aparatos a Presión ITC-MIE AP 10**, referente a depósitos criogénicos (BOE 18/11/83).
- **Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IGO**. Instalaciones de gas, oxígeno, para centros hospitalarios (BOE 25/6/80).
- **Reglamento sobre Almacenamiento de Productos Químicos, ITC-MIE-APQ 005**.

Almacenamiento de botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión (BOE 10/5/01).

Mantener una ventilación suficiente

Evitar el desplazamiento del aire de la atmósfera. El porcentaje de oxígeno debe mantenerse permanentemente entre el 19,5 y el 23,5%. Concentraciones inferiores originarían riesgo de asfixia (suboxigenación). Concentraciones superiores aumentarían el riesgo de incendio (sobreoxigenación).

Así mismo, evitar que la concentración de los gases inflamables supere el 10% del LII (Límite Inferior de Inflamabilidad en aire) y que los tóxicos corrosivos no superen el VLA-ED (Valor Límite Ambiental, Equivalente Diario).

Utilizar sólo materiales adecuados a cada gas

Utilizar únicamente equipos y accesorios adecuados al gas que se va a usar.

No cambiar el equipo recomendado por el fabricante. Asegurarse de que los componentes están limpios y en buen estado.

Hay gases corrosivos que destruyen rápidamente algunos materiales.

No modificar la instalación sin la conformidad del fabricante del equipo o del suministrador del gas.

Evitar las grasas y los aceites con el oxígeno

Existen gases que son incompatibles con ciertos materiales, como el oxígeno y el protóxido de nitrógeno con los de origen orgánico o el acetileno con el cobre, la plata y el mercurio.

Protegerse de derrames o salpicaduras de gases criogénicos

Los gases criogénicos pueden estar a temperaturas de -183° C e inferiores.

El contacto con los ojos o la piel puede provocar graves daños por congelación.

Manejarlos evitando salpicaduras o derrames. No tocar tuberías ni válvulas.

Si se entra en contacto con un gas criogénico, lavar la parte afectada con agua abundante a temperatura ambiente y acudir al médico. Utilizar calzado y gafas de

Seguridad contra impactos, guantes criogénicos que se puedan quitar fácilmente y pantalla facial.

Proteger la piel del contacto, mediante ropa de manga larga y pantalones que monten por fuera del calzado y sin vuelta.

Ventear los gases al exterior

Ventear los gases en atmósferas abiertas o al exterior, donde puedan diluirse con rapidez. Los vertidos de gases criogénicos deben realizarse en el exterior, sobre un foso lleno de grava, limpio de grasas y aceites.

Si el gas es comburente, el vertido se realizará en condiciones de máxima **Seguridad**, alejado del personal, de materiales combustibles y de fuentes de ignición.

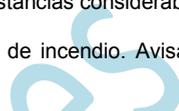
Actuación en caso de incendio con gases

Las botellas expuestas a un incendio pueden reventar y lanzar fragmentos a distancias considerables.

Una acción inmediata y correcta puede evitar graves daños.

Disponer siempre de personas entrenadas que sepan cómo actuar en caso de incendio. Avisar a los bomberos, a **Praxair** y evacuar la zona.

Tabla de diferentes aleaciones para soldadura de Pecomark



Características	Aplicaciones	Composición					Auto. deca-pante	Ø varilla mm	t° fijación °C	Intervalo de fusión °C	Modelo	Presentación en bolsas de	
		Ag	Cu	P	Zn	Sn							
Soldaduras sin cadmio	Cu-cu sin decapante	—	92,8	7,2	—	—	—	2	710	710-790	CALUZ-P	0,5 Kg.	
	Aplicaciones para cobre y sus aleaciones (con P)	Cu-cu sin decapante	5	89	6	—	—	NO	2	650	650-810	AG-5P	0,5 Kg. 1 Kg. 5 Kg.
		Cu-latón con decap. FUN-AG.	18	75,75	7,25	—	—	NO	2	640	643	AG-18P	0,2 Kg. 0,6 Kg.
Soldaduras sin cadmio	Uniones: Cu/latón/ hierro, Acero con decapante FUN AG.	25	40	—	32	2	NO	2	680	680-760	AG-25	0,2 Kg. 0,6 Kg.	
		34	36	—	27	3	NO	2	630	630-730	AG-34	0,2 Kg. 0,6 Kg.	
	Aplicaciones de plata aplicación Universal (sin P)	Igual con autodecapante	34	36	—	27	3	S	2	630	630-730	AG-34U	0,2 Kg. 0,6 Kg.
		Uniones Cu-Inox con decapante FUN-AG	60	30	—	—	10	NO	2	615	615-650	AG-60	0,2 Kg.

NOTA U: Con autodecapante especial nuevos refrigerantes * Consultar.

Características	Aplicaciones	Composición					Auto. deca-pante	Ø varilla mm	t° fijación °C	Intervalo de fusión °C	Modelo	Presentación en bolsas de
		Ag	Cu	P	Zn	Cd						
Soldaduras con cadmio	Uniones: Cu/latón/ hierro/Acero -con Decapante FUN AG gran fluidez; peligro, cadmio	22	35	—	28	15	NO	1,5	620	620-730	AG-22	0,2 Kg. 1 Kg. 5 Kg.
Aplicaciones de plata de aplicación Universal											*	

Nota: El cadmio está considerado como elemento perjudicial a la salud de las personas, cuyo riesgo está en función del nivel y prolongación de la exposición.

Tabla de características del tubo de cobre

TUBO FRIGORÍFICO DE COBRE							
Diámetro nominal pulgadas	Diámetro exterior mm	Diámetro interior mm	Espesor mm	Sección interior dm²	Volumen interior dm³/ml	Superficie exterior m²/ml	Peso Kg/ml
3/16	4,76	3,24	0,76	0,0008	0,008	0,015	0,085
1/4	6,35	4,83	0,76	0,0018	0,018	0,020	0,119
1/4	6,35	4,75	0,80	0,0018	0,018	0,020	0,125
5/16	7,94	6,34	0,80	0,0032	0,032	0,025	0,161
5/16	7,93	6,31	0,81	0,0031	0,031	0,025	0,162
3/8	9,52	8,00	0,76	0,0050	0,050	0,030	0,187
3/8	9,52	7,92	0,80	0,0049	0,049	0,030	0,196
3/8	9,52	7,90	0,81	0,0049	0,049	0,030	0,198
1/2	12,70	11,18	0,76	0,0098	0,098	0,040	0,255
1/2	12,70	11,10	0,80	0,0097	0,097	0,040	0,268
1/2	12,70	11,08	0,81	0,0096	0,096	0,040	0,271
1/2	12,70	10,92	0,89	0,0094	0,094	0,040	0,296
1/2	12,70	10,70	1,00	0,0090	0,090	0,040	0,329
5/8	15,87	14,35	0,76	0,0162	0,162	0,050	0,323
5/8	15,87	14,27	0,80	0,0160	0,160	0,050	0,339
5/8	15,87	14,25	0,81	0,0159	0,159	0,050	0,343
5/8	15,87	14,09	0,89	0,0156	0,156	0,050	0,375
5/8	15,87	13,87	1,00	0,0151	0,151	0,050	0,418
5/8	15,87	13,85	1,01	0,0151	0,151	0,050	0,422
3/4	19,05	17,43	0,81	0,0239	0,239	0,060	0,415
3/4	19,05	17,27	0,89	0,0234	0,234	0,060	0,454
3/4	19,05	17,05	1,00	0,0228	0,228	0,060	0,508
3/4	19,05	16,91	1,07	0,0225	0,225	0,060	0,541
7/8	22,22	20,60	0,81	0,0333	0,333	0,070	0,488
7/8	22,22	20,44	0,89	0,0328	0,328	0,070	0,534
7/8	22,22	20,22	1,00	0,0321	0,321	0,070	0,597
7/8	22,22	19,94	1,14	0,0312	0,312	0,070	0,676
1	25,40	23,62	0,89	0,0438	0,438	0,080	0,613
1	25,40	23,40	1,00	0,0430	0,430	0,080	0,686
1 1/8	28,57	26,79	0,89	0,0564	0,564	0,090	0,693
1 1/8	28,57	26,57	1,00	0,0554	0,554	0,090	0,775
1 1/8	28,57	26,07	1,25	0,0534	0,534	0,090	0,960
1 1/8	28,57	26,03	1,27	0,0532	0,532	0,090	0,975
1 3/8	34,92	32,78	1,07	0,0844	0,844	0,110	1,018
1 3/8	34,92	32,42	1,25	0,0825	0,825	0,110	1,183
1 3/8	34,92	32,12	1,40	0,0810	0,810	0,110	1,319
1 5/8	41,27	38,77	1,25	0,1181	1,181	0,130	1,407
1 5/8	41,27	38,73	1,27	0,1178	1,178	0,130	1,428
1 5/8	41,27	38,27	1,50	0,1150	1,150	0,130	1,677
2 1/8	53,97	51,47	1,25	0,2081	2,081	0,170	1,853
2 1/8	53,97	51,03	1,47	0,2045	2,045	0,170	2,170
2 1/8	53,97	50,67	1,65	0,2016	2,016	0,170	2,427
2 1/8	53,97	50,37	1,80	0,1993	1,993	0,170	2,640
2 5/8	66,67	63,37	1,65	0,3154	3,154	0,209	3,017
2 5/8	66,67	62,67	2,00	0,3085	3,085	0,209	3,637
2 5/8	66,67	62,61	2,03	0,3079	3,079	0,209	3,690
3 1/8	79,38	76,08	1,65	0,4546	4,546	0,249	3,606
3 1/8	79,38	75,78	1,80	0,4510	4,510	0,249	3,926
3 1/8	79,38	75,72	1,83	0,4503	4,503	0,249	3,990
3 1/8	79,38	74,80	2,29	0,4394	4,394	0,249	4,964
3 1/8	79,38	74,38	2,50	0,4345	4,345	0,249	5,404
3 5/8	92,08	87,86	2,11	0,6063	6,063	0,289	5,338
3 5/8	92,08	87,08	2,50	0,5956	5,956	0,289	6,297
4 1/8	104,80	99,98	2,41	0,7851	7,851	0,329	6,938
4 1/8	104,80	99,80	2,50	0,7823	7,823	0,329	7,191

Listado Antivibradores (uniones flexibles de acero y cobre)

UNIONES FLEXIBLES EN ACERO INOXIDABLE «THCA» FLEXCOLD

APLICACIÓN: Aspiración, descarga y líquido de compresores

CARACTERÍSTICAS: Unión metálica flexible en acero inoxidable *AISI-321* con trenzado en inox. *AISI-304*, con conexiones en cobre Soldadura TIG por fusión de materiales lo que hace, que no sea necesario enfriar en el proceso de soldadura.

	LARGO EN mm	Ø CONEXIÓN		Presión máxima kg/cm ²	Modelo	Código
		En mm	Pulgadas			
	230	6,35	1/4"	35	H-TVC-2	211210
	230	9,52	3/8"	35	H-TVC-3	211212
	230	12,70	1/2"	35	H-TVC-4	211214
	255	15,87	5/8"	35	H-TVC-5	211216
	255	19,05	3/4"	35	H-TVC-6	211218
	290	22,22	7/8"	35	H-TVC-8	211221
	330	28,57	1 1/8"	35	H-TVC-9	211224
	375	34,92	1 3/8"	35	H-TVC-10*	211226
	430	41,27	1 5/8"	35	H-TVC-11*	211230
	510	53,97	2 1/8"	35	H-TVC-82*	211234
	690	66,67	2 5/8"	25	H-TVC-83*	211236

UNIONES FLEXIBLES PACKLESS

	LARGO EN mm	Ø CONEXIÓN		Presión máxima kg/cm ²	Modelo	Código
		En mm	Pulgadas			
	190,50	6,35	1/4"	34	VAF-2	212010
	209,50	9,52	3/8"	34	VAF-3	212012
	228,60	12,70	1/2"	34	VAF-4	212014
	247,65	15,87	5/8"	34	VAF-5	212016
	254,00	19,05	3/4"	34	VAF-6	212018
	292,10	22,22	7/8"	34	VAF-8	212021
	330,20	28,57	1-1/8"	34	VAF-9	212024
	374,65	34,92	1-3/8"	34	VAF-10*	212026
	431,80	41,27	1-5/8"	34	VAF-11*	212030
	508,00	53,97	2-1/8"	26	VAF-82*	212034
	609,60	66,67	2-5/8"	23	VAF-83*	212036
	685,80	79,34	3-1/8"	21	VAF-84*	212039

A partir de VAF-82 la malla es en acero inoxidable.

Sobre demanda hasta 4-1/8". * Modelos marcados CE Cumplimiento PED

CODOS 90° HEMBRA-HEMBRA

Ref. 9607 	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	3/8"	100	216030	1 1/8"	10	216036
	1/2"	100	216031	1 3/8"	10	216037
	5/8"	100	216032	1 5/8"	5	216038
	3/4"	50	216033	2 1/8"	1	216039
	7/8"	50	216034	2 5/8"	1	216040
	Sobre demanda hasta 4 1/8"			3 1/8"	1	216041

CURVAS 90° HEMBRA-HEMBRA

Ref. 9607-LT 	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	100	216050	1"	25	216056
	3/8"	100	216051	1 1/8"	10	216057
	1/2"	100	216052	1 3/8"	10	216058
	5/8"	50	216053	1 5/8"	1	216059
	3/4"	50	216054	2 1/8"	1	216060
	7/8"	40	216055	2 5/8"	1	216061
	Sobre demanda hasta 4 1/8"			3 1/8"	1	216062

CURVAS 45° HEMBRA-HEMBRA

Ref. 9606 	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	50	216071	1"	10	216077
	3/8"	50	216072	1 1/8"	10	216078
	1/2"	50	216073	1 3/8"	10	216079
	5/8"	100	216074	1 5/8"	10	216080
	3/4"	50	216075	2 1/8"	1	216081
	7/8"	25	216076	2 5/8"	1	216082
	Sobre demanda hasta 4 1/8"			3 1/8"	1	216083

MANGUITOS HEMBRA

Ref. 9600 	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	10	216010	1"	10	216016
	3/8"	10	216011	1 1/8"	10	216017
	1/2"	10	216012	1 3/8"	10	216018
	5/8"	10	216013	1 5/8"	10	216019
	3/4"	10	216014	2 1/8"	5	216020
	7/8"	10	216015	2 5/8"	1	216021
	Sobre demanda hasta 4 1/8"			3 1/8"	1	216022

SIFONES

	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	5/8"	60	216260	1 1/8"	20	216263
	3/4"	50	216261	1 3/8"	10	216264
	7/8"	25	216262	1 5/8"	10	216265
				2 1/8"	1	216266
Ref. 9698	No se fabrica en diámetros superiores a 2 1/8"					

CURVAS 180°

	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	50	216270	7/8"	10	216275
	3/8"	25	216271	1 1/8"	5	216276
	1/2"	50	216272	1 3/8"	1	216277
	5/8"	25	216273	1 5/8"	1	216278
	3/4"	10	216274	2 1/8"	1	216279
Ref. 9638	No se fabrica en diámetros superiores a 2 1/8"					

CODOS 90° MACHO-HEMBRA

	Conexión M-H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión M-H para tubo	Cant. caja	Código
	1/2"	100	216290	1 5/8"	5	216295
	5/8"	50	216291	2 1/8"	1	216296
	7/8"	25	216292	2 5/8"	1	216297
	1 1/8"	10	216293	*3 1/8"	1	216298
	1 3/8"	10	216294	*4 1/8"	1	216299
Ref. 9607-2						

CURVAS 90° MACHO-HEMBRA

	Conexión M-H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión M-H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	100	216310	1 1/8"	15	216316
	3/8"	100	216311	1 3/8"	10	216317
	1/2"	100	216312	1 5/8"	1	216318
	5/8"	50	216313	2 1/8"	1	216319
	3/4"	50	216314	2 5/8"	1	216320
	7/8"	40	216315			
Ref. 9607-2 LT	Se fabrican hasta 4 1/8" (Sobre demanda)					

CURVAS 45° MACHO-HEMBRA

	Conexión M-H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión M-H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	25	216340	7/8"	25	216345
	3/8"	50	216341	1 1/8"	10	216346
	1/2"	50	216342	1 3/8"	10	216347
	5/8"	100	216343	1 5/8"	10	216348
	3/4"	50	216344	*Mod. en existencia		
Ref. 9606-2						

MANGUITOS REDUCIDOS HEMBRA-HEMBRA

 Ref. 9600 R Sobre demanda hasta 4 1/8" x 3 5/8"	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	3/8 x 1/4"	10	216110	1 1/8 x 7/8"	10	216130
1/2 x 1/4"	10	216111	1 3/8 x 3/4"	10	216134	
1/2 x 3/8"	10	216113	1 3/8 x 7/8"	10	216135	
5/8 x 3/8"	10	216114	1 3/8 x 1 1/8"	10	216136	
5/8 x 1/2"	10	216115	1 5/8 x 7/8"	10	216140	
3/4 x 3/8"	10	216116	1 5/8 x 1 1/8"	10	216141	
3/4 x 1/2"	10	216117	1 5/8 x 1 3/8"	10	216142	
3/4 x 5/8"	10	216118	2 1/8 x 1 1/8"	10	216146	
7/8 x 3/8"	10	216120	2 1/8 x 1 3/8"	5	216147	
7/8 x 1/2"	10	216121	2 1/8 x 1 5/8"	5	216148	
7/8 x 5/8"	10	216122	2 5/8 x 1 3/8"	1	216151	
7/8 x 3/4"	10	216123	2 5/8 x 1 5/8"	1	216152	
1 1/8 x 1/2"	10	216127	2 5/8 x 2 1/8"	1	216153	
1 1/8 x 5/8"	10	216128	3 1/8 x 2 5/8"	1	216157	
1 1/8 x 3/4"	10	216129				

TES CONEXIONES HEMBRA

 Ref. 9611	3 Conexiones H para tubo	Cant. caja	Código	3 Conexiones H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	100	216169	1"	10	216176
5/16"	100	216170	1 1/8"	10	216177	
3/8"	100	216171	1 3/8"	5	216178	
1/2"	50	216172	1 5/8"	5	216179	
5/8"	10	216173	2 1/8"	1	216180	
3/4"	10	216174	2 5/8"	1	216181	
7/8"	10	216175	3 1/8"	1	216182	

Sobre demanda hasta 4 1/8"

MANGUITOS REDUCIDOS MACHO-HEMBRA

Manguito especial para tubo capilar Ø  Ref. 9600-2	Conexión H M x H	Cant. caja	Código	Conexión H M x H	Cant. caja	Código
	1/4 x 2,5 mm	-	216210	1 1/8 x 7/8"	10	216234
3/8 x 1/4"	10	216211	1 3/8 x 7/8"	10	216238	
1/2 x 1/4"	10	216212	1 3/8 x 1 1/8"	10	216239	
1/2 x 3/8"	10	216213	1 5/8 x 1 1/8"	10	216242	
5/8 x 3/8"	10	216216	1 5/8 x 1 3/8"	10	216243	
5/8 x 1/2"	10	216217	1 5/8 x 7/8"	10	216240	
3/4 x 3/8"	10	216220	2 1/8 x 1 1/8"	10	216246	
3/4 x 1/2"	10	216221	2 1/8 x 1 3/8"	5	216247	
3/4 x 5/8"	10	216222	2 1/8 x 1 5/8"	5	216248	
7/8 x 3/8"	10	216224	2 5/8 x 1 3/8"	1	216251	
7/8 x 1/2"	10	216225	2 5/8 x 1 5/8"	1	216252	
7/8 x 5/8"	10	216226	2 5/8 x 2 1/8"	1	216253	
7/8 x 3/4"	10	216227	Sobre demanda hasta 4 1/8" x 3 5/8"			
1 1/8 x 1/2"	10	216231				
1 1/8 x 5/8"	10	216232				
1 1/8 x 3/4"	10	216233				



Ref. 9611-R



TES REDUCIDAS

Conexiones hembra 1 2 3	Cant. Caja	Código	Conexiones hembra 1 2 3	Cant. Caja	Código
3/8 x 3/8 x 1/4"	50	216362	7/8 x 7/8 x 1 1/8"	10	216386
3/8 x 3/8 x 1/2"	50	216363	1 1/8 x 1 1/8 x 5/8"	10	216389
1/2 x 1/4 x 1/4"	50	216365	1 1/8 x 1 1/8 x 7/8"	10	216390
1/2 x 3/8 x 3/8"	50	216366	1 3/8 x 1 1/8 x 1 1/8"	5	216395
1/2 x 3/8 x 1/2"	50	216367	1 3/8 x 1 3/8 x 1 1/8"	5	216396
1/2 x 1/2 x 1/4"	50	216368	1 3/8 x 1 3/8 x 1 5/8"	5	216397
1/2 x 1/2 x 3/8"	50	216369	1 5/8 x 1 5/8 x 1 1/8"	5	216402
1/2 x 1/2 x 5/8"	50	216370	1 5/8 x 1 5/8 x 1 3/8"	5	216404
5/8 x 5/8 x 1/2"	50	216375	1 5/8 x 1 5/8 x 2 1/8"	5	216406
5/8 x 5/8 x 3/4"	25	216376	2 1/8 x 2 1/8 x 1 5/8"	1	216409
3/4 x 3/4 x 5/8"	10	216378	2 1/8 x 2 1/8 x 2 5/8"	1	216410
7/8 x 5/8 x 7/8"	25	216381	2 5/8 x 2 5/8 x 2 1/8"	1	216415

Se fabrican combinaciones hasta 4 1/8 x 4 1/8 x 3 1/8
(sobre demanda en cantidades mínimas)

TAPONES HEMBRA PARA TUBERIAS

 Ref. 9617	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código	Conexión H para tubo	Cant. caja	Código
	1/4"	50	216429	1 1/8"	10	216435
	3/8"	50	216430	1 3/8"	10	216436
	1/2"	50	216431	1 5/8"	10	216437
	5/8"	100	216432	2 1/8"	10	216438
	3/4"	50	216433	2 5/8"	1	216439
	7/8"	50	216434	3 1/8"	1	216440

Listado Accesorios de roscar (tuercas, tes, uniones etc.)

TUERCAS SAE			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	50	222030
	3/8"	50	222031
	1/2"	50	222032
	5/8"	25	222033
	3/4"	25	222034

TUERCAS SAE REDUCIDAS			
	Para tubo Ø Pulgadas Tuercas×Tubo	Cant. caja	Código
	3/8×1/4"	25	222050
	1/2×3/8"	25	222051
	5/8×1/2"	10	222052
	3/4×5/8"	10	222053

CONEXIÓN CON DOBLE TUERCA LOCA DE 1/4" SAE			
	Conexiones rectas hembra SAE	Cant. caja	Código
	1/4×1/4" DHG-1/4" H	10	580780

RACODERÍA MIXTA ROSCAR-SOLDAR				
	Conexiones		Cant. caja	Código
	Entrada Roscar H	Salida Soldar H		
	1/4"	1/4"	10	580790
	3/8"	3/8"	10	580791
	1/2"	1/2"	10	580792
	5/8"	5/8"	10	580793
3/4"	3/4"	10	580794	

Las conexiones se utilizan con todos los componentes roscados dando seguridad y estanqueidad en los circuitos.

UNIONES SAE MACHO			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	25	222070
	3/8"	25	222071
	1/2"	25	222072
	5/8"	10	222073
	3/4"	10	222074

UNIONES SAE HEMBRA-HEMBRA			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	50	222090
	3/8"	50	222091

REDUCCIONES SAE MACHO-MACHO			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	3/8×1/4"	10	222110
	1/2×3/8"	10	222111
	5/8×1/2"	10	222112
	3/4×5/8"	10	222113

REDUCCIONES SAE MACHO-HEMBRA			
	Para tubo Ø Pulgadas Macho-Hembra	Cant. caja	Código
	1/4×3/8"	10	222130
	1/4×1/2"	10	222131
	3/8×1/4"	10	222132
	3/8×1/2"	10	222133
	1/2×3/8"	10	222134
	1/2×5/8"	10	222135
	5/8×1/2"	10	222136
5/8×3/4"	10	222137	
3/4×5/8"	10	222138	

TES SAE MACHO			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	10	222150
	3/8"	10	222151
	1/2"	10	222152
	5/8"	10	222153
	3/4"	10	222154

TES SAE REDUCIDAS MACHO MACHO			
	Para tubo Ø Pulgadas 1×2×3	Cant. caja	Código
	1/4×3/8×1/4"	10	222170
	3/8×1/2×3/8"	10	222171
	1/2×5/8×1/2"	10	222172
	5/8×3/4×5/8"	10	222173

ACOPLAMIENTO TE			
	Para tubo Ø Pulgadas SAE×GAS×SAE	Cant. caja	Código
	1/4×1/8×1/4"	10	222190
	1/4×1/4×1/4"	10	222191

ACOPLAMIENTO TE MACHO CON OBÚS			
	SAE×GAS×SAE	Cant. caja	Código
	1/4×1/8×1/4"	10	222210

CONEXIONES TE CON TUERCA LOCA DE 1/4" HEMBRA SAE CON DEPRESOR PARA OBUSES					
	Conexiones		Cant. caja	Código	
	Lateral	Centro			
1/4" H	1/4" M	1/4" M	—	10	222230
8380/X06					

CONEXIONES CRUZ CON TUERCA LOCA DE 1/4" HEMBRA SAE CON DEPRESOR PARA OBUSES					
	Conexiones		Cant. caja	Código	
	Lateral	Centro			
1/4" M	1/4" M	1/4" M	1/4" H	10	222250
8382/X04					

ACOPLAMIENTO HEMBRA-MACHO GAS-SAE			
	Para tubo Ø Pulgadas H-GAS M-SAE	Cant. caja	Código
Con junta	1/8×1/4"	10	222270
	1/2×1/4"	10	222271

ACOPLAMIENTO MACHO-MACHO SAE × GAS			
	Para tubo Ø Pulgadas SAE×GAS	Cant. caja	Código
	1/4×1/8"	10	222290
	1/4×1/4"	10	222291
	3/8×1/4"	10	222292
	3/8×3/8"	10	222293
	1/2×1/2"	10	222294
	5/8×1/2"	10	222295
	3/4×3/4"	10	222296

ACOPLAMIENTO CODO GAS-SAE			
	Para tubo Ø Pulgadas GAS×SAE	Cant. caja	Código
	1/8×1/4"	10	222311
	1/4×1/4"	10	222310
	1/2×1/2"	10	222312

TAPONES SAE HEMBRA			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	10	222330
	3/8"	10	222331
	1/2"	10	222332
	5/8"	10	222333
	3/4"	10	222334

TAPONES SAE MACHO			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	10	222350
	3/8"	10	222351
	1/2"	10	222352
	5/8"	10	222353
	3/4"	10	222354

CÁPSULAS CIERRE PARA TUERCAS			
(evitan el uso de tapones)	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	25	222370
	3/8"	25	222371
	1/2"	25	222372
	5/8"	25	222373
	3/4"	25	222374

JUNTAS DE COBRE			
	Para tubo Ø Pulgadas	Cant. caja	Código
	1/4"	25	222390
	3/8"	25	222391
	1/2"	25	222392
	5/8"	25	222393
	3/4"	25	222394

CINTA TEFLÓN			
	Cinta teflón para asegurar estanqueidad en roscas cónicas y proteger las normales.		
Modelo	Cant. caja	Código	
Rollo 15 m.	5	290050	

Acoplamiento Lokring para la unión de tubos de cobre en aplicaciones con isobutano **R-600a sin necesidad de soldadura**. Para realizar dicho conexionado necesitamos la unión o la te de latón, el líquido sellante que realiza la estanqueidad de la unión, y la herramienta manual de montaje.

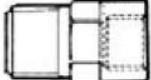
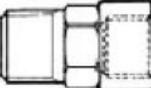
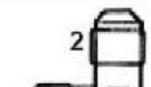
UNIONES DE LATÓN SIMPLES LOKRING SIN SOLDADURA				
	Conexión Ø	Modelo	Cant. caja	Código
	3/16"	5NK Ms00	5	222410
	1/4"	6NK Ms00	5	222411
	5/16"	8NK Ms00	5	222412
	3/8"	9,53NK Ms00	5	222413
	1/2"	13NK Ms00	5	222414

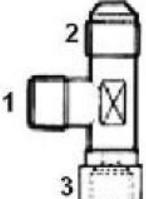
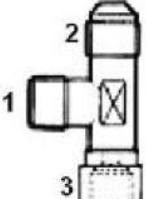
TES DE LATÓN CON VÁLVULA OBÚS 1/4" LOKRING				
	Conexión Ø	Modelo	Cant. caja	Código
	3/16"	5NK MsSV	5	222415
	1/4"	6NK MsSV	5	222416
	5/16"	8NK MsSV	5	222417
	3/8"	9,53NK MsSV	5	222418
	1/2"	13NK MsSV	5	222419

UNIONES LATÓN/ALUMINIO REDUCIDAS A TUBO CAPILAR LOKRING				
	Conexión Ø tubo/Ø cap.	Modelo	Cant. caja	Código
	3/16" 1,8	5/1,8NR Ms00	5	222420
	3/16" 2	5/2NR Ms00	5	222421
	1/4" 2	6/2NR Ms00	5	222422
	5/16" 2	8/2NR Ms00	5	222423

LÍQUIDO SELLANTE LOKRING			
	Contenido m.l.	Modelo	Código
	15	LOKPREP 65 G	222440

HERRAMIENTA DE MONTAJE LOKRING			
	Ø tubo	Modelo	Código
—	Herramienta HMRK-L		222460
hasta 8,5 mm	Mordaza MB 8 EVP		222461
de 8,6 a 11 mm	Mordaza MB 10 EVP		222462
de 12 a 13 mm	Mordaza MB 12 EVP		222463
hasta 8,5 mm	Accesorio montaje «T»		222464

	REDUCCIONES ESPECIALES				
	Conexiones			Modelo	Código
	Entrada	Salida			
	3/8" GAS (NPT) Macho	1/4" GAS (NPT) Hembra		CVSA-1	222281
	1/2" GAS (NPT) Macho	1/4" GAS (NPT) Hembra		CVSA-2	222283
	1/2" GAS (NPT) Macho	3/8" GAS (NPT) Hembra		CVSA-3	222284

	TES ESPECIALES DERIVACIÓN RECIPIENTES				
	Conexiones			Modelo	Código
	2-Arriba	1-Centro	3-Abajo		
	3/8" SAE Macho	1/4" GAS (NPT) Macho	1/4" GAS (NPT) Hembra	T-DGC-5	222213
	1/2" SAE Macho	3/8" GAS (NPT) Macho	3/8" GAS (NPT) Hembra	T-DGC-10	222217
	5/8" SAE Macho	1/2" GAS (NPT) Macho	1/2" GAS (NPT) Hembra	T-DGC-15	222218

	CODO 90° MACHO-HEMBRA CON TUERCA LOCA					
	Conexiones roscar			Cant. caja	Modelo	Código
	Macho	Hembra				
	1/4"	1/4"		10	R-1925-4	580770

	TE DE UNIÓN MACHO-MACHO CON TUERCA LOCA CENTRAL					
	Conexiones roscar			Cant. caja	Modelo	Código
	Macho	Hembra	Macho			
	1/4"	1/4"	1/4"	10	R-1932-4	580771

	TE DE UNIÓN MACHO-MACHO CON TUERCA LOCA LATERAL					
	Conexiones roscar			Cant. caja	Modelo	Código
	Macho	Macho	Hembra			
	1/4"	1/4"	1/4"	10	R-1933-4	580772

	LIQUIDO ADHESIVO ARALDIT «S-77»			
	Líquido adhesivo de gran resistencia para garantizar la estanqueidad completa a toda clase de juntas y roscas. Ahorra tiempo en su utilización por su rapidez de uso, respecto a las cintas.			
	Descripción	Modelo	Código	
ARALDIT sellador	«S-77» 50 ml	290040		

	LIQUIDO ADHESIVO RECTORSEAL TRU-BLU			
	Pegamento de secado rápido y flexible con teflón. Especial para roscas con alta vibración –de metal o plástico– de los equipos de refrigeración y aire acondicionado. Presentación: tubo de 50 gr.			
	Descripción	Modelo	Código	
Sellante flexible	TRU-BLU-T/24	290045		

ACOPLAMIENTO CON VALVULA TIPO OBUS

	Cant. caja	Descripción	Modelo	Código
 HB-1R	25	HB-1R roscar-roscar con tapón de latón y junta	HB-1R-	580020
	25	Incluyen tapón de latón y junta. Acoplamiento. M 1/8" - Gas X 1/4" SAE c/obús	HB-1-18G	221050
	25	Incluyen tapón de latón y junta. Acoplamiento. M 1/4" - Gas X 1/4" SAE c/obús	HB-1-14G	221055
 HB-1S	25	HB-1S roscar-soldar sin tapón	HB-1S-	580022
	25	Tapón de Nylón y junta para HB-	TN-HB-	580025
	25	Tapón de Latón y junta para HB-	TL-HB-	580024
 HB-1T	10	HB-1T roscar + tubo (con tapón de latón y junta)	HB-1T	580023
 P-515	25	Mecanismo para válvulas tipo obús HB	M-HB	580021
	10	Depresor P-515 para tuberías de 1/4"	P-515	290008

LLAVES PORTAUBUSES

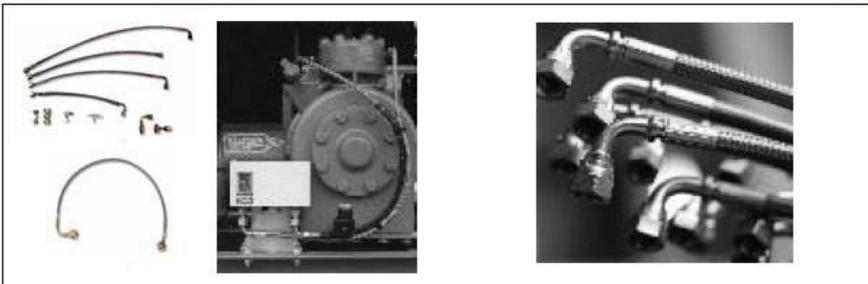


Descripción	Modelo	Código
Llave portaobuses	VCT-1K	580640

KITS DE CONEXIÓN «SERTO» SIN SOLDADURA Y SIN ABOCARDADO

	Cantidad	Descripción	Modelo	Código
 SPLIT	10	Kit de conexión SERTO SO - 1/4" SAE (Incluye 10 tuercas, 10 anillos y 10 manguitos)	SF-FZ-006	290410
	10	Kit de conexión SERTO SO - 3/8" SAE (Incluye 10 tuercas, 10 anillos y 10 manguitos)	SF-FZ-010	290411
	10	Kit de conexión SERTO SO - 1/2" SAE (Incluye 10 tuercas, 10 anillos y 10 manguitos)	SF-FZ-012	290412
	10	Kit de conexión SERTO SO - 5/8" SAE (Incluye 10 tuercas, 10 anillos y 10 manguitos)	SF-FZ-016	290413
	10	Kit de conexión SERTO SO - 3/4" SAE (Incluye 10 tuercas, 10 anillos y 10 manguitos)	SF-FZ-019	290414

TUBOS FLEXIBLES con conexiones SAE hembra «FLEXCOLD»



APLICACIÓN: Para interconexión entre presostatos, válvulas de expansión, retornos de aceite etc. sometidos a fuertes vibraciones, por ejem. compresores

CARACTERÍSTICAS: Conexiones flexibles en tubería interior en teflón G2 recubierta con trenzado exterior en inoxidable AISI-304L.

Longitud	Terminales Tubo Flex. SAE H × H.	Modelo 1/4"		Modelo 3/8"		Modelo 1/2"																																																																																																																																																											
		Conex.	Código	Conex.	Código	Conex.	Código																																																																																																																																																										
300 mm	Recto × recto	1/4"	211050	-	-	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211051					350 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211052	-	-	-	-	370 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211082	-	-	Recto × codo 90°	211083	400 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211053	-	-	-	-	450 mm	Recto × recto	1/4"	211054	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211055	470 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211086	1/2"	211121	Recto × codo 90°	211087	211122	500 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211057	-	-	-	-	600 mm	Recto × recto	1/4"	211058	3/8"	211090	1/2"	211125	Recto × codo 90°	211059	211091	211126	750 mm	Recto × recto	1/4"	211061	-	-	1/2"	211129	Recto × codo 90°	211062	211130	800 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211094	-	-	Recto × codo 90°	211095	900 mm	Recto × recto	1/4"	211065	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211066	1000 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211098	1/2"	211135	Recto × codo 90°	211099	211136	1100 mm	Recto × recto	1/4"	211069	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211070	1200 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211104	1/2"	211139	Recto × codo 90°	211105	211140	1300 mm	Recto × recto	1/4"	211073	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211074	1400 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211108	-	-	Recto × codo 90°	211109	1500 mm	Recto × recto	1/4"	211077
350 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211052	-	-	-	-																																																																																																																																																										
370 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211082	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°				211083			400 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211053	-	-	-	-	450 mm	Recto × recto	1/4"	211054	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211055	470 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211086	1/2"	211121	Recto × codo 90°	211087	211122	500 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211057	-	-	-	-	600 mm	Recto × recto	1/4"	211058	3/8"	211090	1/2"	211125	Recto × codo 90°	211059	211091	211126	750 mm	Recto × recto	1/4"	211061	-	-	1/2"	211129	Recto × codo 90°	211062	211130	800 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211094	-	-	Recto × codo 90°	211095	900 mm	Recto × recto	1/4"	211065	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211066	1000 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211098	1/2"	211135	Recto × codo 90°	211099	211136	1100 mm	Recto × recto	1/4"	211069	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211070	1200 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211104	1/2"	211139	Recto × codo 90°	211105	211140	1300 mm	Recto × recto	1/4"	211073	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211074	1400 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211108	-	-	Recto × codo 90°	211109	1500 mm	Recto × recto	1/4"	211077	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211078												
400 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211053	-	-	-	-																																																																																																																																																										
450 mm	Recto × recto	1/4"	211054	-	-	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211055					470 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211086	1/2"	211121	Recto × codo 90°	211087	211122	500 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211057	-	-	-	-	600 mm	Recto × recto	1/4"	211058	3/8"	211090	1/2"	211125	Recto × codo 90°	211059	211091	211126	750 mm	Recto × recto	1/4"	211061	-	-	1/2"	211129	Recto × codo 90°	211062	211130	800 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211094	-	-	Recto × codo 90°	211095	900 mm	Recto × recto	1/4"	211065	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211066	1000 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211098	1/2"	211135	Recto × codo 90°	211099	211136	1100 mm	Recto × recto	1/4"	211069	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211070	1200 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211104	1/2"	211139	Recto × codo 90°	211105	211140	1300 mm	Recto × recto	1/4"	211073	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211074	1400 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211108	-	-	Recto × codo 90°	211109	1500 mm	Recto × recto	1/4"	211077	-	-	-	-	Recto × codo 90°	211078																														
470 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211086	1/2"	211121																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°				211087		211122																																																																																																																																																										
500 mm	Recto × codo 90°	1/4"	211057	-	-	-	-																																																																																																																																																										
600 mm	Recto × recto	1/4"	211058	3/8"	211090	1/2"	211125																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211059		211091		211126																																																																																																																																																										
750 mm	Recto × recto	1/4"	211061	-	-	1/2"	211129																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211062				211130																																																																																																																																																										
800 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211094	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°				211095																																																																																																																																																												
900 mm	Recto × recto	1/4"	211065	-	-	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211066																																																																																																																																																														
1000 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211098	1/2"	211135																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°				211099		211136																																																																																																																																																										
1100 mm	Recto × recto	1/4"	211069	-	-	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211070																																																																																																																																																														
1200 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211104	1/2"	211139																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°				211105		211140																																																																																																																																																										
1300 mm	Recto × recto	1/4"	211073	-	-	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211074																																																																																																																																																														
1400 mm	Recto × recto	-	-	3/8"	211108	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°				211109																																																																																																																																																												
1500 mm	Recto × recto	1/4"	211077	-	-	-	-																																																																																																																																																										
	Recto × codo 90°		211078																																																																																																																																																														

3.1.13 Proceso para Soldar

Antes de todo, se debe tener la certeza del uso que va a tener la tubería, para saber el tipo de soldadura y de fundente que se va a emplear. Como ya mencionamos, existen soldaduras blandas a base de estaño y plomo y soldaduras fuertes de cobre y fósforo, y de aleaciones de plata. Las soldaduras blandas tienen puntos de fusión menores de 550°C, y las soldaduras fuertes tienen puntos de fusión mayores de 550°C. Las primeras se usan en instalaciones hidráulicas y las otras en el sistema de refrigeración.

Para soldaduras de refrigeración y aire acondicionado, que usen los nuevos aceites anticongelantes de base ESTER, se utilizará un ambiente de nitrógeno en el interior del tubo cuando se efectúe la soldadura, para evitar la contaminación del aceite por el efecto de de la oxidación que se produce si en el interior hay aire.

La teoría básica y técnica de soldado, son las mismas para todos los diámetros. Las variables son: las cantidades requeridas de tiempo, calor y soldadura, para completar una unión designada. Una buena unión es el producto de un técnico bien capacitado, que conoce y respeta los materiales y métodos que utiliza.

Los pasos básicos en el proceso de soldadura son los siguientes:

3.1.14 Medición - La medición del largo del tubo debe ser precisa. Si el tubo es muy corto, no alcanzará a llegar al tope de la conexión, y no se podrá hacer una unión adecuada.

3.1.15 Corte - El corte de un tubo puede hacerse de diferentes maneras, para obtener un corte a escuadra satisfactorio. El tubo puede ser cortado con un cortatubo, con una segueta, con disco abrasivo o con sierra cinta. Si se utiliza segueta, ésta debe ser de diente fino (32 dientes/pulgada) y deberá utilizarse una guía para que el corte sea a escuadra. Independientemente del método de corte que se utilice, el corte debe ser a escuadra, para que se pueda tener un asiento perfecto entre el extremo del tubo y el tope de la conexión, evitando fugas de soldadura. Se debe tener cuidado de no deformar el tubo mientras se está cortando.

3.1.16 Limado - La mayoría de los métodos de corte, dejan rebabas en el extremo del tubo. Si éstas no se eliminan, puede ocurrir erosión y corrosión, debido a la turbulencia y a la velocidad en el tubo. Las herramientas que se usan para rimar los extremos de los tubos son varias. Los corta tubos tienen una cuchilla triangular; se puede usar una navaja de bolsillo o una herramienta adecuada, como una lima en forma de barril, el cual sirve para limar el tubo por dentro y por fuera. Con tubo de cobre flexible, se debe tener cuidado de no ejercer demasiada presión, para no deformarlo. Un tramo de tubo limado apropiadamente, tendrá una superficie suave para un mejor flujo.

3.1.17 Limpieza - La limpieza se hace fácil y rápida. Para que la soldadura fluya adecuadamente, es crucial que se elimine el óxido y la suciedad. Si esto no se hace, el óxido y la suciedad de la superficie pueden interferir con la resistencia de la unión y causar un fallo.

La limpieza mecánica es una operación simple. El extremo del tubo deberá limpiarse utilizando lija de esmeril, lana de acero o fibra de nylon, en una distancia ligeramente mayor que la profundidad de la conexión. También deberá limpiarse la conexión por dentro, utilizando lija o cepillo de alambre del tamaño apropiado. No use franela. Deben tenerse las mismas precauciones que con el tubo. El cobre es un metal suave; si se elimina demasiado material, quedará floja la conexión, interfiriendo con la acción capilar al soldar. El espacio capilar entre el tubo y la conexión, es aproximadamente de 4 milésimas de pulgada (0.004"). La soldadura puede llenar este espacio por acción capilar. Este espacio es crítico para que la soldadura fluya y forme una unión fuerte. Se pueden utilizar limpiadores químicos, siempre y cuando se enjuaguen completamente la conexión y el tubo, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante del limpiador. Esto neutralizará cualquier condición ácida que pueda existir. Las superficies una vez limpiadas, no deberán tocarse con las manos o guantes grasos. Los aceites de la piel o lubricantes y la grasa, pueden impedir que la soldadura fluya y humedezca el tubo.

3.1.18 Rangos de Temperatura - Hasta este punto, los pasos para el proceso de soldadura son los mismos para soldaduras blandas y fuertes; la selección de uno u otro tipo, dependerá de las condiciones de operación. En la práctica real, la soldadura blanda se aplica a temperaturas entre 175 y 290°C, mientras que la soldadura fuerte se hace a temperaturas de entre 590 y 850°C.

3.1.19 Aplicación del Fundente - Para soldaduras blandas, decíamos que es indispensable el uso de fundente.

En las soldaduras fuertes, algunas no requieren el uso de fundente para soldar cobre a cobre; en uniones de cobre a bronce y cobre a latón, sí se requiere fundente, al igual que en soldaduras con aleaciones de plata.

Los fundentes para soldaduras blandas son diferentes en su composición, a los de soldaduras fuertes, y no deben de intercambiarse. La función del fundente se explicó en el párrafo correspondiente.

Se debe aplicar una capa delgada y uniforme, con un cepillo o brocha; **NUNCA CON LOS DEDOS**, tanto a la parte exterior del tubo como al interior de la conexión.

3.1.20 Ensamble - Después de haber limpiado ambas superficies, y aplicado el fundente en forma adecuada, se deben ensamblar colocando la conexión sobre el tubo, asegurándose que el tubo siente bien contra el tope de la conexión.

Se recomienda hacer un ligero movimiento giratorio hacia uno y otro lado, para asegurar la distribución uniforme de la pasta fundente. Retire el exceso de fundente con un trapo o estopa de algodón. Si se van a efectuar varias soldaduras en una misma instalación, se recomienda preparar todas las de un mismo día de trabajo. Se debe tener cuidado para asegurarse que las conexiones y tubos estén adecuadamente soportados, con un espacio capilar razonable y uniforme alrededor de la circunferencia completa de la unión. Esta uniformidad del espacio capilar asegurará una buena penetración de la soldadura. Un espacio excesivo en la unión, puede provocar que la soldadura se agriete bajo una fuerte tensión o vibración.

3.1.21 Calentamiento - En este paso deben observarse las precauciones necesarias, debido a que se usan flama abierta y alta temperatura, aunado a la flamabilidad de los gases. El calor, generalmente se aplica con un soplete, aunque también se pueden utilizar tenazas eléctricas.

Los sopletes para soldaduras blandas, comúnmente operan a base de una mezcla de aire con algún combustible, tal como gasolina, acetileno o algún gas LP. Los sopletes para soldaduras fuertes utilizan una mezcla de oxígeno y algún combustible, debido a las altas temperaturas requeridas; el combustible puede ser cualquier gas L.P o acetileno.

Recientemente, se han hecho innovaciones en las boquillas para aire/combustible, y ahora se pueden utilizar éstas en una más amplia variedad de tamaños, tanto para soldaduras blandas como para fuertes.

3.1.22 La operación de calentamiento empieza con un "precalentamiento", el cual se hace con la flama perpendicular al tubo, cerca de la entrada de la conexión. Este precalentamiento, conducirá el calor inicial hacia el interior de la conexión, para una distribución pareja por dentro y por fuera. El precalentamiento depende del diámetro de la unión; la experiencia le indicará el tiempo apropiado.

La flama deberá moverse ahora hacia la conexión y luego hacia el tubo, en una distancia igual a la profundidad del conector. Toque la unión con la soldadura; si no se funde, retírela y continúe el proceso de calentamiento. Tenga cuidado de no sobrecalentar, ni de dirigir la flama al interior de la conexión. Esto puede quemar el fundente y destruir su efectividad. Cuando se ha alcanzado la temperatura de fusión, se puede aplicar calor a la base de la conexión, para ayudar en la acción capilar.

3.1.23 Aplicación de la Soldadura - Cuando se ha alcanzado la temperatura adecuada, si el tubo está en posición horizontal, comience a aplicar la soldadura en un punto como en el 4 de un reloj. Continúe en el 8, y luego en el 12. Regrese al 6, luego al 10, y finalmente al 2. La soldadura fundida será desplazada hacia el interior de la conexión por la acción capilar, sin importar si ésta es alimentada hacia arriba, hacia abajo o en forma horizontal. En diámetros de tubería grandes, es recomendable golpetear levemente con un martillo en la conexión, mientras se está soldando, para romper la tensión superficial y que la soldadura se distribuya uniformemente en la unión.

Recuerde que la soldadura se debe fundir con el calor del metal. No la funda con la flama del soplete. Es muy importante que la flama esté en movimiento continuo, y no debe permitirse que permanezca demasiado en un punto como para que queme el tubo o la conexión.

Cuando se haya completado el proceso de soldadura, deberá quedar visible un anillo continuo alrededor de la unión. Si la soldadura falla en fluir o tiende a «hacerse bolas», indica que hay oxidación sobre las superficies metálicas, o el calor es insuficiente en las partes a unir.

Si la soldadura se rehúsa a entrar en la unión y tiende a fluir sobre el exterior de cualquiera de las partes, esto indica que esa parte está sobrecalentada o que a la otra parte le hace falta calor.

3.1.24 Enfriamiento y Limpieza - Después que se ha terminado la unión, es mejor dejar enfriar en forma natural. Un enfriamiento brusco, puede causar un esfuerzo innecesario en la unión, y eventualmente, un fallo. Si la soldadura es blanda, el exceso de fundente debe limpiarse con un trapo de algodón húmedo. Si la soldadura es fuerte, los residuos de fundente se deben de eliminar lavando con agua caliente y cepillando, con cepillo de alambre de acero inoxidable.

Resumen - Si las partes a unir están adecuadamente preparadas, apropiadamente calentadas y si se usa la soldadura correcta, la unión final debe ser sana y firme.

Los sistemas con tubería de cobre, cuando son instalados adecuadamente, proporcionarán años de servicio confiable y seguro. Con un entrenamiento adecuado sobre las técnicas de instalación correctas, como las expuestas aquí, le darán al técnico la habilidad de realizar uniones confiables y consistentes en todos los diámetros.

3.2.1 CAPÍTULO V Construcción y montaje de instalaciones frigoríficas y protección de las mismas

Art. 22. Resistencia de los materiales empleados en la construcción de equipos frigoríficos. *Cualquier elemento de un equipo frigorífico debe ser proyectado, construido y ajustado de manera que cumpla las prescripciones señaladas en el vigente Reglamento de Aparatos a Presión.*

Art. 23. Materiales empleados en la construcción de equipos frigoríficos.- *Cualquier material empleado en la construcción de un equipo frigorífico debe ser resistente a la acción de las materias con las que entre en contacto, de forma que no pueda deteriorarse en condiciones normales de utilización, y en especial se tendrá en cuenta su resistencia a efectos de su fragilidad a baja temperatura.*

Art. 24. *Las condiciones que se han de cumplir en la construcción y montaje de las instalaciones frigoríficas, así como en la protección de las mismas, será determinada en las instrucciones complementarias que se dicten para el desarrollo del presente Reglamento.*

3.2.2 INSTRUCCIÓN MI IF 005. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS

ÍNDICE

1. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

2. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS.

3. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS.

3.1. Empleo de metales no férricos y sus aleaciones.

3.2. Tubos de material férrico.

3.3. Uniones soldadas en tubo de cobre.

3.4. Protección de conductos de cobre.

3.5. Uniones; conexiones y elementos del equipo en conductos de aire.

1. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Se utilizarán con prioridad las norma UNE, completadas por códigos o recomendaciones aceptados nacional o internacionalmente.

Se prestará especial atención al cálculo de espesores y selección de materiales para aquellos recipientes cuya temperatura de servicio sea inferior a -40° C.

2. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS. *De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 22 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, cualquier elemento de un equipo frigorífico debe ser proyectado, construido y ajustado de manera que cumpla las prescripciones señaladas en el vigente Reglamento de Aparatos y Recipientes a Presión.*

3. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS. *De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 23 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, cualquier material empleado en la construcción e instalación de un equipo frigorífico debe ser resistente a la acción de las materias con las que entre en contacto, de forma que no pueda deteriorarse en condiciones normales de utilización, y, en especial, se tendrá en cuenta su resistencia a efectos de su fragilidad a baja temperatura.*

3.1. Empleo de metales no férricos y sus aleaciones.

Conforme a lo previsto en el párrafo anterior, queda prohibido el uso de los siguientes metales y sus aleaciones:

a) *El cobre con el amoníaco y el formiato de metilo. Las aleaciones de cobre (por ejemplo, latón, bronce) pueden utilizarse después de un minucioso examen de su compatibilidad con los materiales con que puedan estar en contacto.*

b) *El aluminio con el cloruro de metilo.*

c) *El magnesio, salvo en casos especiales en que se utilicen aleaciones de bajo porcentaje del mismo. En estos casos se comprobarán minuciosamente, antes de su empleo, sus resistencias a los productos con los que vayan a entrar en contacto.*

d) *El cinc con el amoníaco, cloruro de metilo y fluidos frigorígenos clorados.*

e) *El plomo con los fluidos frigorígenos fluorados, salvo en la construcción de juntas.*

f) *El estaño y las aleaciones plomo-estaño con hidrocarburos fluorados, cuando se prevean temperaturas de servicio inferiores a -10° C.*

g) *Las aleaciones de estaño para soldaduras blandas a temperaturas de servicio inferiores a -10° C. Se podrán utilizar a otras temperaturas siempre y cuando vayan a estar sometidas a tensiones mecánicas pequeñas.*

Los componentes de las aleaciones para soldadura fuerte se examinarán en función de su compatibilidad con los fluidos frigorígenos.

3.2. Tubos de material férrico.

Los tubos de material férreo empleados en la construcción de elementos del equipo frigorífico o en conexiones y tuberías de paso de refrigerante deberán ser siempre de acero estirado, no estando permitido el uso de tubo de acero soldado longitudinalmente.

Excepcionalmente, la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas podrá autorizar el empleo de otros tipos de tubo de acero, siempre que su utilización esté debidamente justificada.

3.3. Uniones soldadas en tubo de cobre.

Con refrigerantes del grupo primero podrán hacerse uniones por soldadura blanda.

Con refrigeración de los grupos segundo y tercero deberán ser siempre por soldadura fuerte.

3.4. Protección de conductos de cobre.

Los conductos de paso de refrigerante, de cobre dulce, deberán estar protegidos por tubos metálicos, rígidos o flexibles, cuando se utilicen en equipos con refrigerantes de los grupos segundo y tercero.

3.5. Uniones, conexiones y elementos del equipo en conductos de aire.

Si el aire circulado está destinado a acondicionamiento para confort humano, deberán poder resistir sin pérdida de estanqueidad la temperatura de 535°C. A este objeto se prohíbe el empleo de soldadura blanda.

3.2.3 ORDEN DE 4 de noviembre de 1992 por la que se modifica la Instrucción Técnica Complementaria MI-IF 005 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

El punto 1 de la instrucción Técnica Complementaria MI-IF 005, "Normas de diseño y construcción" aprobada por Orden de 24 de enero de 1978 dispone que se utilizarán con prioridad las normas UNE complementadas con códigos o recomendaciones aceptadas nacional o internacionalmente, lo cual puede dar lugar a obstáculos injustificados al comercio entre los Estados miembros de la CEE.

El punto 3.2, "Materiales empleados en la construcción de equipos frigoríficos", indica que los tubos de material férreo empleados en la construcción de elementos del equipo frigorífico o en conexiones y tuberías de paso de refrigerante deberán ser siempre de acero estirado, no siendo permitido el uso de tubo de acero soldado longitudinalmente.

La prohibición del tubo de acero soldado longitudinalmente se encontraba justificada en la fecha de aprobación de la ITC, pero la técnica empleada hoy en la fabricación de los citados tubos ofrece niveles de calidad equivalentes, y aún superiores, a los conseguidos con el acero estirado, por lo que tal prescripción resulta sin sentido.

Por otro lado, en atención a la propia evolución técnica, interesa dejar abierto este apartado a otros tipos de materiales férricos, siempre que ofrezcan las debidas garantías.

En su virtud, este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero.- Se modifican los apartados 1 y 3.2 de la Instrucción Técnica Complementaria MI-IF 005 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, que tendrán la siguiente redacción:

"1. Normas de diseño y construcción.- Se utilizarán con prioridad las normas UNE o cualquier otra norma o código aceptado por los países miembros de la CEE.

Se prestará especial atención al cálculo de espesores y selección de materiales para aquellos recipientes cuya temperatura de servicio sea inferior a -40.

3.2 Tubos de material férreo.

Los tubos de material férreo empleados en la construcción de elementos del tubo frigorífico o en conexiones o tuberías de paso de refrigerante deberán ser de acero estirado, acero 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 de tubo de acero que ofrezca características de seguridad equiparables.

Con cada partida o lote de tubería no sujeta a homologación el fabricante suministrará los correspondientes certificados que acrediten las especificaciones de la misma.

Cuando se prevean temperaturas de servicio inferiores a -20°C, independientemente del refrigerante utilizado, se deberá utilizar acero calmado como material de base."

Segundo.- La presente Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el "Boletín oficial del Estado".

**3.2.4 INSTRUCCIÓN MI IF 006. MAQUINARIA FRIGORÍFICA Y ACCESORIOS
ÍNDICE**

1 Recipientes de refrigerante líquido.

2. Tuberías y conexiones.

2.1. Inspección de uniones ocultas.

2.2. Colocación de tuberías de paso de refrigerante en locales de cualquier categoría.

2.3. Colocación de tuberías de paso de refrigerante en locales no industriales.

3. INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO.

4. DESCARGA DE CONDUCCIONES DE AGUA.

5. DISPOSITIVOS DE PURGA DE AIRE Y ACEITE.

6. APARATOS INDICADORES Y DE MEDIDA.

6.1. Manómetros para fluidos frigoríficos.

6.1.1. Graduación de los manómetros.

6.1.2. Instalación de manómetros indicadores.

6.2. Protección de indicadores de nivel.

7. PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

8. PUERTAS ISOTERMAS.

1. 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.

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.

En las instalaciones con evaporador único, la colocación del recipiente de refrigerante líquido será facultativa del instalador.

Si un condensador multitubular horizontal o de inmersión con envolvente general se utiliza como recipiente de líquido, 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.

2. TUBERÍAS Y CONEXIONES.

2.1. Inspección de uniones ocultas.

Las uniones de tuberías o elementos que contienen refrigerante que vayan a ir cubiertas o protegidas deberán ser expuestas para inspecciones visuales y probadas antes de cubrir o de colocar las protecciones.

2.2. Colocación de tuberías de paso de refrigerante en locales de cualquier categoría.

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 centímetros.

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.

2.3. Colocación de tuberías de paso de refrigerante en locales no industriales.

Las tuberías de paso de refrigerante en locales no industriales no podrán atravesar pisos en general, con las excepciones siguientes:

a) Podrán atravesar el piso entre la planta baja y las inmediatas superior e inferior, o desde la última planta a una sala de máquinas situada en la azotea o en la cubierta.

b) La tubería de descarga, desde los compresores hasta los condensadores, situados en la cubierta o azotea, podrá atravesar los pisos intermedios colocándola en el interior de un conducto resistente al fuego, continuo, sin aberturas a los pisos y con ventilación al exterior, que no contenga instalaciones eléctricas, objetos móviles ni conducciones ajenas a la instalación frigorífica.

c) En instalaciones frigoríficas con refrigerantes del grupo primero, todas las tuberías de paso de refrigerante pueden atravesar los pisos necesarios mediante un conducto similar al indicado en el apartado b); si la instalación se efectúa mediante sistema de refrigeración directo con refrigerantes del grupo primero, las tuberías de paso podrán instalarse sin conductos aislantes, siempre que atraviesen locales servidos por la propia instalación.

En todos los demás casos las tuberías deberán pasar de un piso a otro por el exterior o por patios interiores descubiertos, siempre que, si h es la altura interior en metros del patio sobre un nivel determinado y v su volumen libre interior en metros cúbicos sobre dicho nivel, se cumpla para cualquier nivel que $(h^3/v)^{1/2} < 2$, y además que la relación entre cualquier sección y la máxima situada debajo de ella sea superior a dos tercios.

3. INSTALACIONES DE VÁLVULAS DE SECCIONAMIENTO.

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

Las válvulas de seccionamiento deberán estar rotuladas o numeradas.

4. DESCARGA DE CONDUCTORES DE AGUA.

Las descargas de las conducciones de agua de enfriamiento de compresores a la red de desagüe o alcantarillado no se efectuarán 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 de condensación se considerará como no potable, a efectos de utilización y consumo humano, salvo dictamen favorable del correspondiente Organismo competente de la Dirección General de Sanidad.

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

- a) Un grifo de cierre.
- b) Un purgador de control de la estanqueidad del dispositivo de retención.
- c) Un dispositivo de retención.

En general, toda instalación que utilice agua procedente de una red pública de distribución cumplirá lo establecido en el título III (suministro de agua para refrigeración y acondicionamiento de aire) de las Normas Básicas para las Instalaciones Interiores de Suministro de Agua, aprobadas por Orden Ministerial de 9 de diciembre de 1975 ("Boletín oficial del Estado" de 13 de enero y 12 de febrero de 1976).

6. APARATOS INDICADORES Y DE MEDIDA.

Las instalaciones frigoríficas deben equiparse con aparatos indicadores y de medida que sean necesarios para su adecuada utilización y conservación:

6.1. Manómetros para fluidos frigorígenos.

6.1.1. Graduación de los manómetros.- Estos 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 por 100 de la presión máxima de servicio, como mínimo.

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

6.1.2. Instalación de manómetros indicadores:

6.1.2.1. Los compresores estarán provistos de manómetros en las instalaciones siguientes:

1. ° Instalaciones con refrigerantes del grupo primero, cuando la carga de las mismas sobrepase los 50 kilogramos.

2. ° Instalaciones con refrigerantes del grupo segundo, cuando la carga de las mismas sobrepase los 25 kilogramos.

3. ° Instalaciones con refrigerantes del grupo tercero y anhídrido carbónico.

En el resto de las instalaciones se preverán conexiones para la colocación de manómetros en caso necesario.

6.1.2.2. Las bombas volumétricas para líquidos estarán provistas de un manómetro en el sector de alta presión o de impulsión. Se preverá la colocación de un dispositivo apropiado de amortiguamiento o de una válvula de cierre automático para evitar la fuga de fluidos peligrosos.

6.1.2.3. 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.

6.1.2.4. Las camisas de calefacción de los recipientes sometidos a presión estarán provistas de un manómetro y de un termómetro.

6.1.2.5. Los aparatos de control manual que se desescarchen utilizando calor o altas temperaturas, estarán provistos de manómetros.

6.2. Protección de indicadores de nivel.

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

7. PLACA DE CARACTERÍSTICAS.

Toda instalación debe exhibir fijada en la sala de máquinas o en algunos 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.

8. PUERTAS ISOTERMAS

Todas las puertas isotermas llevarán dispositivos de cierre, que permitan su apertura tanto desde fuera como desde dentro, aunque desde el exterior se cierren con llave y candado.

En el interior de toda cámara frigorífica, que pueda funcionar a temperatura bajo cero o con atmósfera artificial, y junto a su puerta, se dispondrá un hacha tipo bombero.

3.2.5 INSTRUCCIÓN MI IF 007. SALA DE MÁQUINAS

ÍNDICE

1. COMUNICACIONES DE UNA SALA DE MÁQUINAS CON EL RESTO DEL EDIFICIO.

- 2. VENTILACIÓN DE LAS SALAS DE MÁQUINAS.
- 3. INSTALACIÓN DE MAQUINARIA.
- 4. SALA DE MÁQUINAS DE SEGURIDAD ELEVADA.

Tabla I

1. COMUNICACIONES DE UNA SALA DE MÁQUINAS CON EL RESTO DEL EDIFICIO

Cualquier abertura o comunicación de una sala de máquinas con el resto del edificio a que pertenece deberá estar dotada de puertas o ventanas debidamente ajustadas, de modo que impida el paso de escapes de refrigerante.

2. VENTILACIÓN DE LA SALA DE MÁQUINAS

Toda sala de máquinas deberá tener medios suficientes de ventilación al exterior, que podrá ser natural o forzada, según se especifica a continuación:

- Ventilación natural: Consistirá en una o varias aberturas cuya superficie total libre en función de la carga de refrigerante del equipo será como mínimo: $S = 0,14 \cdot P^{1/2}$, en donde, S es la superficie total de las aberturas en metros cuadrados; P es la carga de refrigerante del equipo expresada en kilogramos. Si hay varios será la del equipo que la tenga mayor.

- Ventilación forzada: Consistirá en ventiladores extractores cuya capacidad, en función de la carga de refrigerante del equipo será, como mínimo: $Q = 50 \cdot P^{2/3}$, en donde Q es el caudal de aire del ventilador o ventiladores, en metros cúbicos por hora; P es la carga del refrigerante del equipo, expresada en kilogramos. Si hay varios, será la del equipo que la tenga mayor.

3. INSTALACIÓN DE MAQUINARIA.

En la instalación de maquinaria deberá observarse las siguientes prescripciones:

- 1. ^a Los motores y sus transmisiones deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.
- 2. ^a 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.
- 3. ^a 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 deban 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.
- 4. ^a Las salas de máquinas deberán estar dotadas de iluminación artificial adecuada.
- 5. ^a La existencia de focos de calor en salas de máquinas se ajustará a lo dispuesto en la Instrucción MI-IF 008, debiendo vigilarse la calefacción a fin de evitar el peligro de las bajas temperaturas en los compresores y posibles congelaciones del agua en los condensadores.

4. SALA DE MÁQUINAS DE SEGURIDAD ELEVADA.

Para que una sala de máquinas pueda considerarse como de seguridad elevada, cumplirá, además de los requisitos exigidos con carácter general, las siguientes condiciones:

- a) Debe carecer de aparatos productores de llama, instalados con carácter permanente.
 - b) Las puertas que comuniquen con el resto del edificio deben tener una resistencia mecánica al menos equivalente a la exigida para los correspondientes muros, incombustibles, de superficie continua, abriendo al exterior de la sala, con un dispositivo que impida, en todo momento, que queden abiertas por sí solas, tolerándose mirillas transparentes de doble lámina de 0,10 metros cuadrados de superficie total máxima y debiendo ir montadas en marcos incombustibles.
 - c) La estructura de la sala tendrá una resistencia de, al menos, tres horas frente al fuego tipo, respondiendo sus materiales y espesores a las características que se especifican en la Tabla I, que conservará su vigencia mientras no se aprueben normas específicas de los servicios de extinción.
- Si en la estructura de la sala se utilizan materiales no indicados en la Tabla I, se tomarán espesores equivalentes, resolviendo en caso de duda la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas.

TABLA I Materiales construcción sala de maquinas

Material	Espesor en cm.
Mortero de cemento sobre malla metálica o perfiles sin pintar	6,00
Mortero bastardo sobre malla metálica o perfiles sin pintar	6,00
Mortero de cemento y vermiculita o perlita sobre malla metálica o perfiles sin pintar	4,75
Placas de hormigón ligero	6,00

Placas de fibras de amianto	6,00
Ladrillos macizos	10,50
Ladrillos huecos (Ambos tomados con mortero de cemento)	13,00
Placas de toba	8,00
Hormigón sin finos, sobre perfiles sin pintar	8,00
Otros hormigones, sobre perfiles sin pintar	5,00

La temperatura de combustión del acabado interior de paramentos suelos y techos será superior a 800° C.

d) El espesor de las paredes que la separan del resto del edificio debe calcularse de acuerdo con lo especificado en el capítulo III del Reglamento de Recipientes a Presión, aprobado por Decreto 2443/1969, de 16 de agosto.

e) Debe poseer por lo menos una abertura de salida directa al exterior, de dimensiones mínimas de un metro de ancho por dos de alto, dotada de puertas y marcos incombustibles que abran hacia afuera, sin posibilidad de impedimentos. A este efecto, puede considerarse como exterior todo local abierto o ventilado permanentemente, cuyas dimensiones mínimas en planta sean de tres por tres metros, siempre que no se utilice como paso obligatorio (escaleras y salidas de emergencia) para personas ajenas a la instalación frigorífica.

f) Todos los conductos y tuberías que atraviesan las paredes, suelo y techos deben hacerlo sin dejar huecos libres de ninguna clase que permitan el paso del gas.

g) Las aberturas exteriores no deben estar próximas a ningún posible escape de humos o fuego, ni a ninguna escalera.

h) Debe poseer un sistema de ventilación mecánica independiente del resto del edificio.

i) Debe estar dotada de control remoto desde el exterior, para poder parar en todo momento el funcionamiento de los compresores o generadores y poner en marcha el sistema de ventilación mecánica, estando situados dichos controles en la proximidad de sus accesos.

En el caso de que la sala de máquinas sólo contenga equipos frigoríficos compactos o semicompactos, con carga de refrigerante del grupo primero, y con potencia absorbida máxima de hasta 25 kW, sólo se exigirán, para que sea considerada de seguridad elevada, las condiciones b), c), e) f), g), h), i), mencionadas anteriormente. (1).

(1) - Modificación introducida por la O.M. de 4 de abril de 1979 (B.O.E. 10-5-79). El plazo máximo de adaptación de las instalaciones concluye el 11-5-80.

Caso de no poder cumplirse alguna de las condiciones anteriores, se justificarán en el proyecto las medidas de seguridad de carácter extraordinario que garanticen un grado de seguridad equivalente, a juicio de la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas.

3.2.6 INSTRUCCIÓN MI IF 008. FOCOS DE CALOR

ÍNDICE

1. COLOCACIÓN DE RADIADORES CALORÍFICOS Y EVAPORADORES EN UN MISMO CONDUCTO DE AIRE ACONDICIONADO.

2. PRODUCCIÓN DE LLAMAS EN SALAS DE MÁQUINAS DE LOCALES NO INDUSTRIALES.

3. PRODUCCIÓN DE LLAMAS EN LOCALES INSTITUCIONALES.

4. PRODUCCIÓN DE LLAMAS EN LOCALES CON INSTALACIONES QUE UTILICEN REFRIGERANTES INFLAMABLES.

Tabla I.

1. COLOCACIÓN DE RADIADORES CALORÍFICOS Y EVAPORADORES EN UN MISMO CONDUCTO DE AIRE ACONDICIONADO

En locales institucionales y en locales de pública reunión se dotará al evaporador de una válvula de seguridad con descarga libre al exterior, cuando el radiador de calor esté colocado antes del evaporador o a menos de cincuenta centímetros después, en el sentido de circulación del aire.

Se excluirán de esta exigencia los equipos compactos de acondicionamiento de aire de tipo autónomo dotados de baterías de calor en fábrica, según prototipo aprobado por la Dirección General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales.

2. PRODUCCIÓN DE LLAMAS EN SALAS DE MÁQUINAS DE LOCALES NO INDUSTRIALES

Con refrigerantes del grupo primero, excepto el anhídrido carbónico, la producción de llamas en hogares o aparatos sólo está permitida si tienen lugar en local cerrado, con aspiración forzada hacia el exterior. Por local cerrado se entenderá el que sólo tiene comunicación con el exterior.

Con refrigerantes del grupo segundo, excepto el anhídrido sulfuroso, no está permitida la producción de llamas, ni la existencia de hogares o aparatos productores de llamas, ni la de superficies caldeadas a más de 450° C.

Queda permitido el uso ocasional de cerillas, encendedores de bolsillo, lámparas detectoras de gases y similares.

3. PRODUCCIÓN DE LLAMAS EN LOCALES INSTITUCIONALES.

Cuando una instalación con refrigerantes del grupo primero, exceptuando el anhídrido carbónico, tenga una carga superior a medio kilogramo, sólo se permitirá la existencia de llamas si se producen en local cerrados, con chimenea abierta al aire libre exterior. En caso de que dicha prescripción no se cumpla, se exigirán las condiciones previstas para el uso de refrigerantes del segundo grupo.

4. PRODUCCIÓN DE LLAMAS EN LOCALES CON INSTALACIONES QUE UTILICEN REFRIGERANTES INFLAMABLES.

En todo local que contenga elementos de un equipo frigorífico que utilice refrigerantes inflamables, tal que el peso del refrigerante por metro cúbico de volumen que resulte de dividir la carga del equipo por el volumen del local, sea superior al límite indicado en la tabla I, no estará permitida la producción de llamas ni la existencia de superficies caldeadas a más de 400° C.; asimismo, la instalación eléctrica deberá ajustarse a lo requerido para locales con riesgo de incendio o explosión (véase la instrucción MI-IF 012, número 2).

Tabla I Carga máxima de Refrigerante.

Carga máxima de refrigerante en gramos por metro cúbico de volumen del local a efectos de lo especificado en el número 4 de esta Instrucción

Número de Identificación	Nombre químico	Formula química	Gramos por metro cúbico
Grupo segundo:			
R-40	Cloruro de metilo	CH ₃ Cl	90
R-160	Cloruro de etilo	CH ₃ CH ₂ Cl	51,8
R-611	Formiato de metilo	HCOOCH ₃	58,8
R-1130	1,2-Dicloroetileno	CHCl = CHCl	122
Grupo tercero:			
R-170	Etano	CH ₃ -CH ₃	21,45
R-290	Propano	CH ₃ CH ₂ CH ₃	23,65
R-600	Butano	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	23,35
R-600a	Isobutano	CH(CH ₃) ₂	23,35
R-1150	Etileno	CH ₂ = CH ₂	17,5

3.2.7 INSTRUCCIÓN MI IF 011 CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL

ÍNDICE

1. PRESCRIPCIONES GENERALES.

- 1.1. *Válvula equilibradora de presiones.*
- 1.2. *Aislamiento.*
- 1.3. *Situación de los dispositivos de regulación y control.*
- 1.4. *Precauciones generales.*

2. PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS PARA CÁMARAS DE MADURACIÓN ACELERADA Y DE DESVERDIZACIÓN.

3. GENERADORES DE ATMÓSFERA (REDUCTORES DE OXIGENO).

1. PRESCRIPCIONES GENERALES

1.1. Válvula equilibradora de presiones.

Las cámaras de atmósfera artificial dispondrán de una válvula equilibradora de presiones, que actuará cuando la diferencia de presión entre el interior y el exterior sea superior a 10 milímetros de columna de agua.

Cuando esta válvula funcione a base de un nivel de agua, esta llevará anticongelante.

1.2. Aislamiento. Capa estanca.

Cuando la estanqueidad se realice en la cara fría del aislamiento, ésta y a la capa estanca deberán resistir sobrepresiones de hasta 37,8 Kg/m² (37,8 milímetros de columna de agua).

1.3. Situación de los dispositivos de regulación y control.

Los dispositivos de regulación y control, así como la valvulería, estarán situados al exterior de las cámaras.

1.4. Precauciones generales.

En las cámaras de atmósfera artificial, el descenso de temperatura deberá efectuarse con la puerta o ventanillo entreabiertos, trabándolos con el fin de impedir su cierre, hasta haber alcanzado la temperatura normal de régimen, a fin de evitar la depresión provocada en esta operación.

En todas las cámaras se dispondrá un rótulo en la puerta de las mismas con la indicación "Peligro, atmósfera artificial", prohibiéndose la entrada a ellas hasta la previa ventilación y recuperación de las condiciones normales; caso necesario se entrará provisto de equipo autónomo de aire comprimido, periódicamente revisado para comprobar su correcto funcionamiento.

Caso de existir, en la cámara, lámpara de rayos ultravioleta, ésta deberá apagarse automáticamente al abrirse la puerta de acceso a la misma.

Asimismo, se cumplirá lo dispuesto para estas cámaras en la Instrucción MI-IF-012 (instalaciones eléctricas).

2. PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS PARA CÁMARAS DE MADURACIÓN ACELERADA Y DE DESVERDIZACIÓN

En las cámaras de atmósfera sobreoxigenada para maduración acelerada o desverdización, y que utilicen gases combustibles, inflamables o que pueden formar con el aire mezclas explosivas, se cumplirán, además de los requisitos generales, especificados en el número anterior, los siguientes:

a) Se construirán con materiales autoextingibles.
b) Las distancias mínimas a los depósitos de almacenamiento, que a continuación se especifican, serán las siguientes:

- Depósitos de almacenamiento de líquidos o gases combustibles o inflamables: 15 metros .

- Depósitos de almacenamiento de materiales combustibles: 10 metros.

c) No estarán emplazadas en sótanos o locales situados a nivel inferior al terreno circundante.

d) Los recipientes para almacenamiento de oxígeno gaseoso se situarán en el exterior de la cámara, en lugar bien ventilado y colocados sobre o a nivel del suelo.

e) En un lugar de fácil acceso y visibilidad se colocará una válvula de seccionamiento que corte la alimentación de oxígeno en casos de emergencia.

Tanto los envases de oxígeno como la válvula de seccionamiento se situarán a una distancia mínima de la puerta del local de tres metros, para impedir que la llama acceda a ellos en caso de incendio.

f) La calefacción se efectuará con radiadores de agua caliente o resistencias blindadas con caja de conexión antideflagrante, prohibiéndose la llama y la resistencia al rojo.

g) La instalación, aparatos y elementos eléctricos cumplirán los requisitos establecidos en la Instrucción MI-BT-026, para los locales con riesgo de incendio o explosión, clase I, división I, en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Los aparatos de conexión y corte se instalarán preferentemente al exterior.

h) Estas cámaras deberán ser estancas, efectuándose una prueba de estanqueidad de las mismas antes de su puesta en marcha.

Esta prueba consistirá en someter a las cámaras a una sobrepresión o depresión de 20 milímetros de columna de agua, no debiendo equilibrarse con el exterior hasta una hora después.

Una vez realizada satisfactoriamente, se extenderá el correspondiente certificado suscrito por el técnico competente director de la instalación, que se unirá al dictamen establecido en el capítulo VII del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y en la Instrucción MI-IF-014.

i) La eliminación de la atmósfera sobre oxigenada y de los gases estimulantes, se efectuará por medio de ventiladores y dejando la puerta abierta.

j) Antes de entrar a las cámaras se comprobará mediante analizadores adecuados que el contenido en oxígeno no excede del 21 por 100 y que se han eliminado los gases estimulantes, interrumpiéndose su alimentación. Mientras haya personal trabajando en los mismos, la puerta debe permanecer abierta mediante ganchos de fijación.

En las cámaras se prohibirá fumar y a la entrada se dispondrá de un cartel de "Prohibido fumar", no permitiéndose la entrada de personas que lleven aparatos productores del llama o todo aquello que pueda producir chispas incluido el calzado.

k) Se prohíbe el empleo de etileno no mezclado con nitrógeno, acetileno, carburo de calcio, petróleo y combustibles derivados del mismo, como medios para conseguir la aceleración de la maduración y de la desverdización.

3. GENERADORES DE ATMÓSFERA (REDUCTORES DE OXÍGENO)

Cumplirán lo dispuesto en el vigente Reglamento de aparatos que utilizan combustibles gaseosos, cuando empleen este tipo de combustibles.

Quedan prohibidos los aparatos que produzcan monóxido de carbono.

3.3 DETERMINAR EL DIÁMETRO ADECUADO DE LAS TUBERÍAS

Conocemos las tuberías, sus dimensiones y demás datos de las mismas, así de cómo tenemos que utilizarlas y hacer las conexiones.

Los equipos de aire acondicionado son sistemas frigoríficos que están ensamblados y probados en fábrica, con pruebas homologadas que garantizan su rendimiento, incluso tienen incorporada su carga de gas refrigerante, hasta ciertas potencias.

Los fabricantes suministran con los equipos las medidas de las líneas de líquido y gas, tablas de longitudes máximas admisibles en vertical y horizontal con la cantidad de gas a añadir por metro de tubería instalada y la necesidad de instalar o no sifones para garantizar el retorno de aceite que circula junto con el refrigerante.

Los equipos de aire acondicionado de pequeña y mediana potencia, son circuitos frigoríficos sin recipiente de líquido, la expansión del refrigerante se efectúa por capilar o válvula de expansión, esta circunstancia nos limita la carga de gas a la estrictamente necesaria (no disponemos de almacenamiento).

Para cargar un equipo de aire acondicionado correctamente, debemos de seguir las indicaciones del fabricante observando la carga del equipo en placa y la cantidad a añadir por metro de tubería según los diámetros empleados, o cargar el equipo siguiendo un control minucioso del Subenfriamiento y Recalentamiento de las líneas frigoríficas (ver capítulo de carga de gas refrigerante).

3.3.1 Aire acondicionado

3.3.2 Instrucciones instalación equipos de aire partidos (Split)

A continuación reproducimos un extracto de las instrucciones del manual de instalación de equipos de aire acondicionado.

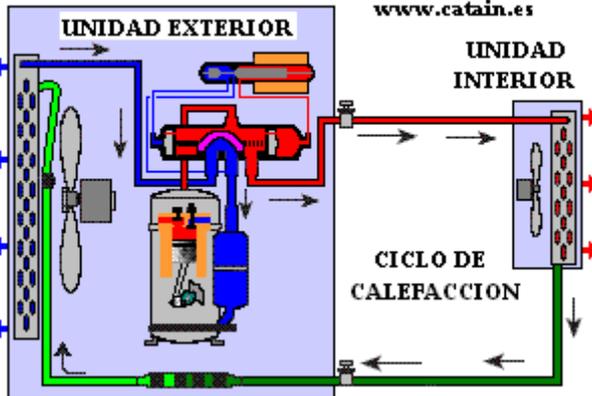
Cada modelo tiene sus características concretas y cada fabricante, sus modelos distintos, es por lo que las instrucciones aquí expuestas nos tienen que servir solo como orientación sobre la instalación y requisitos mínimos a cumplir.

NOTA: los fabricantes son los primeros interesados de que sus equipos estén correctamente instalados y cumplan con las especificaciones de diseño y rendimiento por ellos evaluadas. Todos los equipos disponen de los manuales en el interior del embalaje y se pueden descargar de las páginas Web del fabricante.

Aunque creamos conocerlas (por el continuo montaje de equipos), siempre se tienen que consultar antes de proceder a la instalación del equipo y con mas motivo si instalamos equipos de distintos fabricantes, ante cualquier modificación, ajuste, mejora y/o recomendación nueva introducida, con el fin de evitar perdida de garantía y lo que es peor, que el equipo no funcione correctamente, con el trastorno que esto supone para todos los implicados, incluido la perdida de tiempo innecesaria.

CLIMATIZADOR BOMBA DE CALOR

www.catain.es



3.3.3 Manual de instalación (extracto)

(Carrier modelos 38GL-GLS/38YL-YLS Puron)

**¡ATENCIÓN! INSTALADORES Y TÉCNICOS DE MANTENIMIENTO!
CLIMATIZADOR CON GUÍA RÁPIDA DE CONSULTA R-410A**

- El refrigerante R-410A funciona con presiones del 50%-70% más alta que el R-22. Asegurarse que el equipo de mantenimiento y los componentes de repuesto sean aptos para funcionar con el R-410A.
- Las botellas del refrigerante R-410A son rosadas.
- Las botellas del refrigerante están provistas de tubo de inmersión que permite al líquido salir de la botella cuando está en posición perpendicular.
- Los sistemas R-410A deben ser llenados con líquido refrigerante.
Aplicar un dispositivo de dosificación disponible en el comercio en el tubo de manguito para vaporizar el refrigerante líquido antes de la entrada a la unidad.
- El R-410A, como otras HFC es compatible solamente con los aceites seleccionados por el fabricante de los compresores indicados.
- La bomba de vacío no es suficiente para liberar el aceite de la humedad.
- Los aceites POE absorben rápidamente la humedad. No exponer el aceite al aire.
- No abrir nunca el sistema al aire cuando está bajo vacío.
- En el caso de que sea necesario abrir el sistema para efectuar el mantenimiento, interrumpir el vacío mediante nitrógeno seco y reponer los secadores de los filtros.
- No tirar el R-410A en el medio ambiente.
- Emplear exclusivamente unidades internas CARRIER en conformidad con los acoplamientos autorizados. (Tabla I).

3.3.4 Información general para la instalación

Los sistemas R-410A funcionan con presiones superiores a las de los sistemas R-22 estándar. No utilizar el equipo de mantenimiento o los componentes del sistema R-22 sobre el equipo con R-410A.

Leer este manual cuidadosamente antes de comenzar la instalación.

- La máquina es conforme a las Directivas Baja Tensión (CEE/73/23) y Compatibilidad Electromagnético (CEE/89/336).
- La instalación debería realizarse por un instalador calificado.
- Seguir todos los requisitos de los códigos de seguridad nacionales vigentes.

En particular asegurarse que haya disponible una eficaz línea de puesta a tierra.

Conexiones

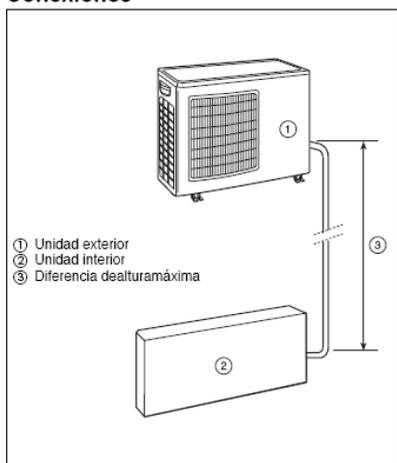


Tabla II: Conexiones

	Tamaño					
	18	24	28	36	48	60
Longitud de la tubería máx.	30 m	40 m	40 m	50 m	50 m	50 m
Diferencia de altura máx.	10 m	15 m	25 m	30 m	30 m	30 m

Todos los racores son del tipo avellanado

Usar solamente tubo sin costuras del tipo de refrigeración (tipo Cu DHP según las normas ISO 1337), desgrasado y desoxidado, adecuado para presiones de funcionamiento de por lo menos 4200 kPa y para una presión de estallido mínima de 20700 kPa. Bajo ninguna circunstancia usar tubería de cobre de tipo sanitario.

Tamaño	Diámetro del tubo		Diámetro del tubo	
	Gas (Aspir.)	Líquido (Descarga) mm	Gas (Aspir.)	Líquido (Descarga) Pulgadas
18	12,70	6,35	1/2"	1/4"
24	15,87	6,35	5/8"	1/4"
28	15,87	6,35	5/8"	1/4"
36	19,05	9,52	3/4"	3/8"
48	19,05	9,52	3/4"	3/8"
60	19,05	9,52	3/4"	3/8"

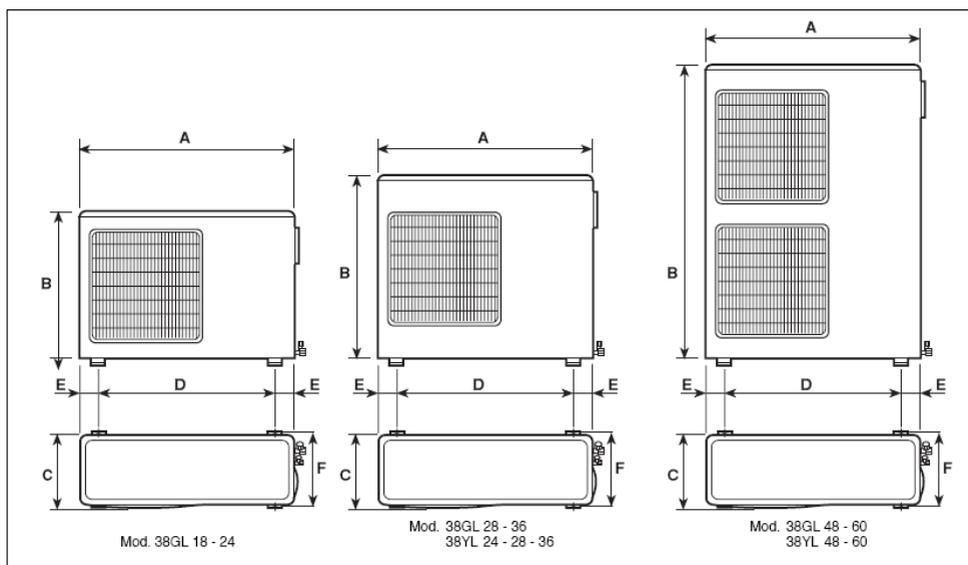
Dimensiones de la unidad	Tipo de aceite	Cantidad en cm ³	Secador ya instalado sobre la línea del fluido de la unidad
18 - 24	POE	1120	SI
28 - 36 - 48	POE	1250	SI
60	POE	1950	SI

Tabla I

Modelos sólo sólo refrigeración	Modelos bomba de calor	Hi-Wall	New Hi-Wall	Cassette	Console	New Console	Satellite
38GLS-18G--903EC-40	—	42HWS018	42HWW018	40GKX018	42VKX018	42VKG018	40JX018
38GLS-24G--903EC-40	—	42HWS024	42HWW024	40GKX024	42VKX024	42VKG024	40JX024
38GLS028G9 -- 40	—	—	—	GKX028	42VKX028	—	40JX028
38GLS036G9 -- 40	—	—	—	GKX036	—	—	40JX036
38GLS048G9 -- 40	—	—	—	GKX048	—	—	40JX048
38GLS060G9 -- 40	—	—	—	GKX060	—	—	40JX060
—	38YL-24G--903EJ-40	42HWS024	42HQV024	40GKX024	42VKX024	42VKG024	40JX024
—	38YL-28G--903EJ-40	—	—	GKX028	42VKX028	—	40JX028
—	38YL-36G--903EJ-40	—	—	GKX036	—	—	40JX036
—	38YL-48G--903EJ-40	—	—	GKX048	—	—	40JX048
—	38YL-60G--903EJ-40	—	—	GKX060	—	—	40JX060

Suministro de potencia: 400V 3N~ 50Hz

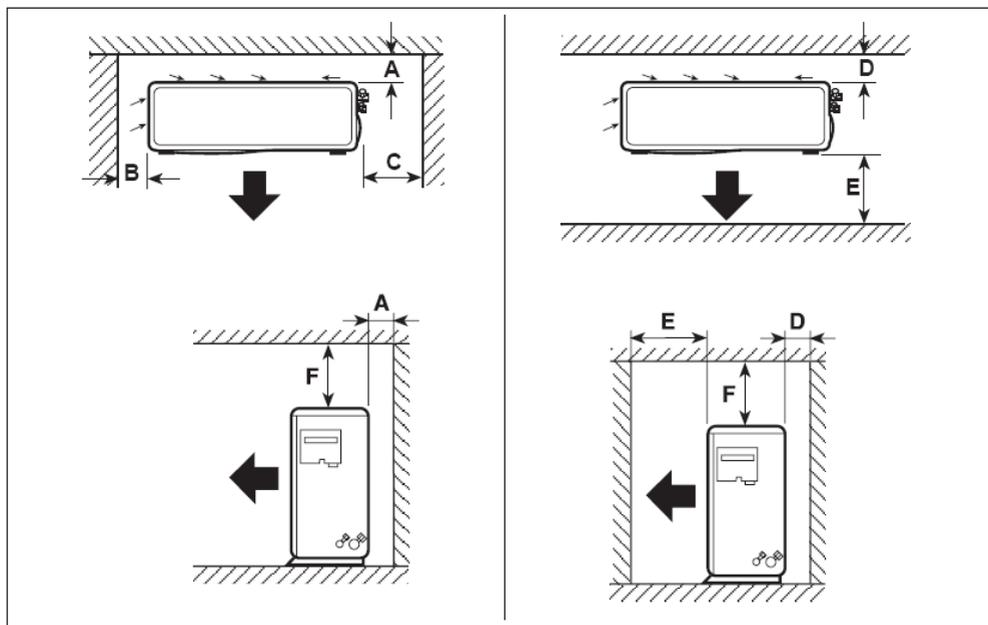
Dimensiones y masa



Mod.	38 GL / 38 GLS						38 YL / 38 YLS				
	18	24	28	36	48	60	24	28	36	48	60
A mm	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
B mm	590	590	803	803	1264	1264	803	803	803	1264	1264
C mm	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
D mm	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508	508
E mm	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146	146
F mm	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330	330
kg	45	51	65	65	92	94	52	67	68	94	96

Espacios libres mínimos

ESPAÑOL



Mod.		18	24	28	36	48	60
A	mm	100	100	100	100	100	100
B	mm	250	250	250	250	250	250
C	mm	500	500	500	500	500	500
D	mm	50	50	100	100	100	100
E	mm	470	470	670	670	670	670
F	mm	400	400	400	400	400	400

Carga del sistema

	Tamaño	Placa con el nombre	Indicado hasta m	Carga extra g/m	Carga extra (g) con unidad interior		
					42VKX	42VKG	40JX
Sólo refrigeración	18	1285	8	15	—	—	—
Sólo refrigeración	24	1265	8	15	220	80	150
Sólo refrigeración	28	2100	8	25	—	—	100
Sólo refrigeración	36	2400	8	30	—	—	450
Sólo refrigeración	48	3300	8	30	—	—	—
Sólo refrigeración	60	3800	8	30	—	—	450
Bomba de calor	18	1530	8	20	—	—	—
Bomba de calor	24	1740	8	30	220	370	150
Bomba de calor	28	2175	8	30	—	—	100
Bomba de calor	36	2750	8	70	—	—	450
Bomba de calor	48	3650	8	70	—	—	—
Bomba de calor	60	4660	8	70	—	—	450

- Comprobar que la tensión y frecuencia del suministro principal de potencia son aquellas requeridas; la potencia disponible debe ser adecuada para que funcionen cualquier otro aparato que pueda estar conectado a la misma línea eléctrica. Asegurarse también que se han seguido todos los requisitos de los códigos nacionales de seguridad para el circuito principal de suministro.
- Conectar el suministro principal a la unidad exterior.
- Conectar las unidades interior y exterior con tubos de cobre suministrados en la obra por medio de conexiones de brida. Usar solamente tubo de calidad para refrigeración (tipo Cu DHP según las normas ISO 1337), aislado sin costuras, desgrasado y desoxidado, adecuado para presiones de funcionamiento de por lo menos 4200 kPa y para una presión de estallido mínima de 20700 kPa.

Bajo ninguna circunstancia debe usarse tubo de cobre de tipo sanitario.

- Después de la instalación probar cuidadosamente el funcionamiento del sistema y explicar al Usuario todas las funciones del sistema.
- Dejar este manual con el Usuario para su consulta durante el mantenimiento periódico futuro.
- Usar esta unidad solamente para las aplicaciones aprobadas por la fábrica: **la unidad es adecuada para la instalación al exterior.**
- La unidad exterior y sus partes constituyentes tienen que ser inspeccionadas periódicamente para verificar que no haya elementos aflojados, dañados o rotos. En caso de observarse anomalías de este tipo y si no se procediera a su eliminación, la unidad podría ser fuente de heridas a personas y de daños a cosas y bienes.

• Este manual de instalación describe los procedimientos de instalación de la unidad exterior de un sistema "Split" residencial que consiste de dos unidades fabricadas por Carrier. Consultar con la fábrica o con un ingeniero de sistemas calificado antes de conectar esta unidad con una unidad interior de cualquier otro fabricante. El acoplamiento de unidades que tienen sistemas de control diferentes, puede ocasionar daños irreversibles e invalidar la protección de la garantía. El fabricante declina toda responsabilidad sobre el malfuncionamiento de los sistemas que resultan de acoplamientos no aprobados.

IMPORTANTE:

Al instalar la unidad, realizar primero las conexiones del refrigerante y después las conexiones eléctricas.

Cuando se desinstale la unidad, desconectar primero los cables eléctricos y después las conexiones del refrigerante.

ADVERTENCIA:

Desconectar el interruptor principal del suministro eléctrico antes de efectuar el servicio al sistema o tratar con cualquiera de las partes internas de la unidad.

- El fabricante declina toda responsabilidad sobre los daños ocasionados por modificaciones o errores al efectuar las conexiones eléctricas o del refrigerante.
- El no observar las instrucciones de instalación o usar la unidad a condiciones que no sean las indicadas en Tabla III "Límites de funcionamiento" invalidará inmediatamente la garantía de la unidad.
- El no observar los códigos eléctricos de seguridad puede ocasionar peligro de incendio en el caso de que ocurran corto circuitos.
- Inspeccionar el equipo por si ha sufrido daños debido al transporte o manejo: presentar inmediatamente una reclamación con la empresa de transporte. No instalar o usar unidades dañadas.
- En el caso de cualquier mal funciona-miento apagar la unidad, desconectar el suministro eléctrico principal y llamar a un ingeniero de servicio calificado.
- Este equipo contiene sustancias que destruyen el ozono.

El mantenimiento del circuito de refrigerante debe llevarse a cabo solamente por personal calificado.

- Este equipo contiene el refrigerante con R-410A, una sustancia que no daña la capa de ozono.
- **Todos los materiales utilizados para la construcción y el embalaje son compatibles con el medioambiente y reciclables.**
- Deshacerse del material de embalaje según los requerimientos locales.
- El acondicionador de aire contiene refrigerante que debe ser eliminado de acuerdo con las normas vigentes para este tipo de residuos.
- Cuando haya que deshacerse de una unidad después de su vida útil, desmontarla cuidadosamente. La unidad debe entonces entregarse al centro de deshecho apropiado de acuerdo con las normas de reciclaje y medioambientales o al proveedor del equipo.
- Al levantar la unidad, abstenerse absolutamente de introducir ganchos en las asas laterales y utilizar equipos aptos al tipo de operación (ej. carretillas elevadoras, carros, etc.).
- Antes de la eliminación final o de efectuar las operaciones de mantenimiento, recuperar cuidadosamente el refrigerante contenido en esta unidad. No tirar nunca el refrigerante en el medio

ambiente. Emplear el equipo de recuperación conforme al refrigerante con R-410A. No emplear los equipos del R-22.

3.3.5 Selección del lugar de la instalación

A evitar:

- Posiciones expuestas a los rayos solares directos.
- Aéreas demasiado cerca de fuentes que irradian calor, vapores o gases inflamables.
- Aéreas particularmente polvorientas.

Recomendaciones:

- Elegir una posición protegida de vientos contrarios.
- Elegir una posición resguardada de la luz solar directa.
- Elegir un área donde la salida del aire y el ruido de la unidad no molesten a sus vecinos.
- Elegir una posición que permita todos los espacios libres requeridos.
- La estructura del piso debería ser lo suficientemente fuerte para soportar el peso de la unidad y la transmisión de la vibración reducida a un mínimo.

Considerar una posición que no obstruya pasadizos o puertas

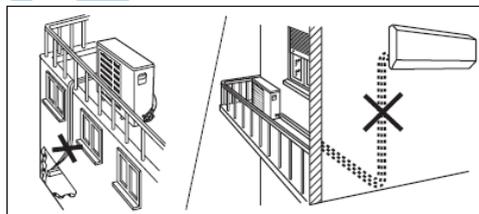
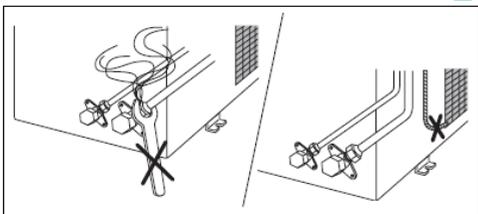
Fijar la unidad con pernos comprados en el lugar y hundidos en la base para evitar que se pueda volcar en caso de fuertes golpes de viento.

Para los modelos de bomba de calor, la unidad debe estar adecuadamente elevada de la superficie del suelo.

Para drenar el agua de condensación hacia un desagüe durante el funcionamiento en modo de calefacción, introducir el racor de drenaje en el agujero situado a la izquierda debajo de la cubeta, empleando un tubo vinílico de 16 mm. de diámetro interior. No se debe utilizar con temperaturas inferiores a 0°C (no suministrado para versión a bajas temperaturas).

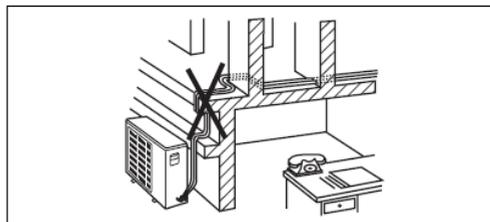
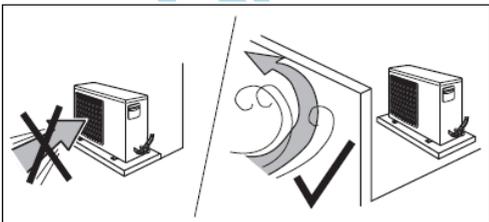
Allí donde se produzcan grandes nevadas, elevar el nivel de la unidad por lo menos 200 mm por encima del nivel de nieve previsto o sino utilizar el conjunto de soportes para pared de la unidad exterior.

3.3.6 Advertencias: evitar



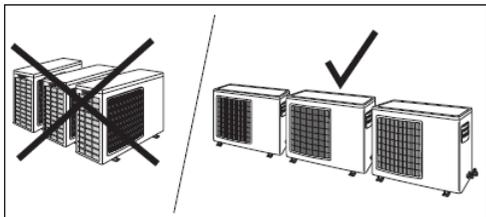
Abrir las conexiones del refrigerante después de la instalación: esto ocasionará fugas. Vaciar el condensado interior en la unidad conectando un tubo de drenaje a la unidad.

Excesivo desnivel entre las unidades interior y exterior (ver Tabla II "Conexiones"). Excesiva distancia entre las unidades interior y exterior (ver Tabla II "Conexiones").

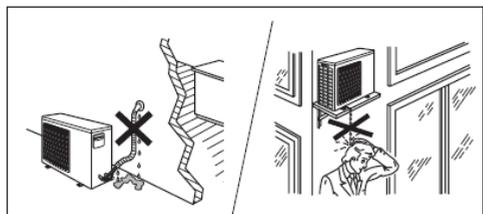
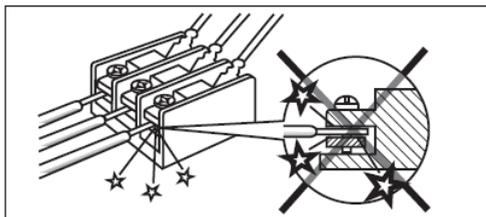


Vientos contrarios predominantes.

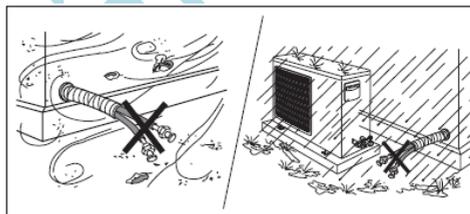
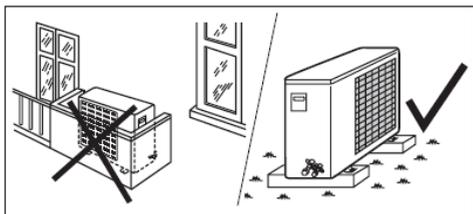
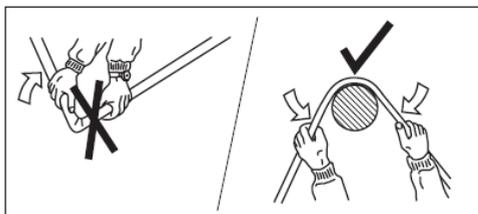
Curvas y codos innecesarios en la tubería de conexión.



La instalación múltiple con las unidades una delante de la otra.
Cualquier flojedad en las conexiones eléctricas.



Aislar sólo parcialmente los tubos de conexión, que ocasionarán goteo indeseable. Que la unidad pueda gotear sobre pasadizos.
Aplastar o comprimir los tubos del refrigerante o las tuberías del condensado.



Cualquier obstrucción en la entrada o salida del aire de la unidad y los obstáculos demasiado cerca (ver el espacio libre mínimo requerido).
La instalación sobre terreno con hierba o superficies blandas (en estos casos debe incluirse una base sólida).
Ensuciar los extremos de la tubería. Permitir que se moje la tubería antes de la conexión.

3.3.7 Conexiones del refrigerante

3.3.8 Avellanador de los extremos del tubo

Quitar los casquillos protectores de los extremos de los tubos de cobre. Colocar el extremo del tubo hacia abajo, cortar el tubo a la longitud requerida y sacar las virutas de corte con una cuchilla para rebabar.

No dejar nunca el sistema abierto al aire más allá del tiempo mínimo necesario para la instalación.

El aceite contenido en el compresor es extremadamente higroscópico.

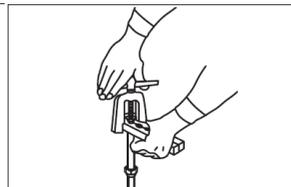
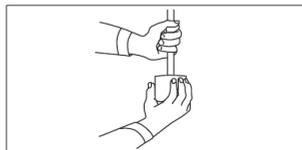
Mantener siempre cerradas las extremidades de los tubos durante la instalación.

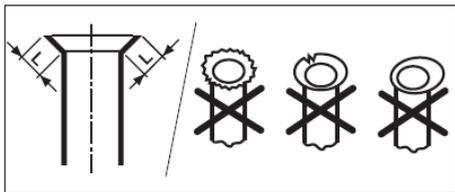
La cantidad máxima residual de aceite utilizada para el funcionamiento del tubo es 40 mg / 10 m.

Quitar las bridas de las conexiones de la unidad y colocarlas en el extremo del tubo.

Hacer la avellanadura con una máquina para avellanar.

La avellanadura no debe tener rebabas ni imperfecciones.



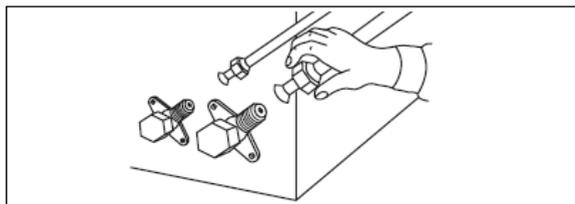
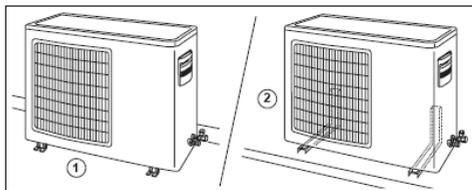


La longitud de las paredes avellanadas debe ser uniforme.

La unidad puede instalarse:

- _ En el suelo
- _ En la pared por medio del kit de soporte de montaje

Conectar la tubería de acuerdo con los límites mostrados en la Tabla II (Conexiones).



Enroscar con la mano la brida dándole unos giros y luego apretar con una llave todas las conexiones aplicando el par de torsión como en la tabla.

Cuando se requiera, la unidad debe cargarse con refrigerante adicional.

Añadir una carga adicional utilizando un peso electrónico y una toma de servicio (5/16") en el acoplamiento de

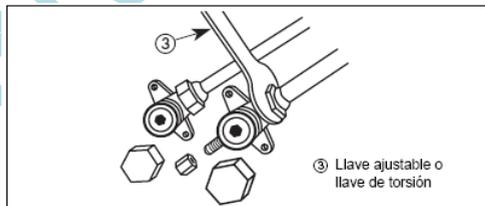
aspiración.

Cargar el refrigerante únicamente en la fase líquida (bombona volcada o uso del acoplamiento específico en la bombona.

3.3.9 Conexión a la unidad

Un par de torsión insuficiente ocasionará fugas de gas.

También el sobre apretado de los acoplamientos estropeará la avellanadura del tubo y causará fugas.

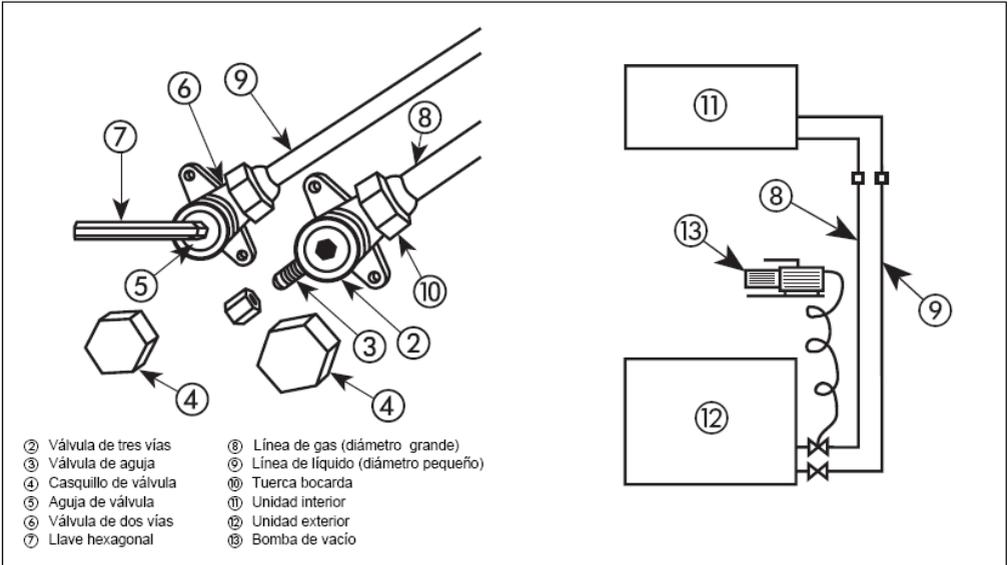


Diametro del tubo	Par de torsión Nm
6,35 mm (1/4")	18
9,52 mm (3/8")	42
12,70 mm (1/2")	55
15,87 mm (5/8")	65
19,05 mm (3/4")	100

Par de torsión

Válvula	Tuerca bocarda		Casquillo de válvula		Casquillo toma presión		Aguja de válvula		Toma de presión	
	Llave mm	Nm	Llave mm	Nm	Llave mm	Nm	Llave mm	Nm	Llave mm	Nm
1/4"	17	18	23	20	18	16 - 18	Hexagonal 5	9	-	0,34
3/8"	22	42	23	20	18	16 - 18	Hexagonal 5	9	-	0,34
1/2"	26	55	29	40	18	16 - 18	Hexagonal 5	13	-	0,34
5/8"	29	65	29	40	18	16 - 18	Hexagonal 5	13	-	0,34
3/4"	36	100	38	40	18	16 - 18	Hexagonal 5	13	-	0,34

3.3.10 Conexiones del refrigerante



3.3.11 Evacuación del aire

Usar una bomba de vacío solamente para evacuar el aire de la tubería.

No usar NUNCA el compresor del sistema como si fuera una bomba de vacío.

NO usar nunca gas refrigerante de la unidad para purgar los tubos de conexión.

No se provee refrigerante adicional en la unidad para este fin.

Quitar los casquillos de las válvulas de dos y tres vías.

Crear un vacío con una bomba de vacío conectada a la conexión de servicio de la válvula de cierre de aspiración, como se muestra, manteniendo las válvulas de cierre completamente cerradas hasta que se alcance un vacío de 50 Pa (0,5 mbar).

Abrir ahora la válvula de dos vías durante 3 segundos, luego cerrarla rápidamente para comprobar si existieran fugas.

Después de la comprobación de fugas, abrir completamente las válvulas de dos y tres vías.

Colocar de nuevo los casquillos y comprobar si existen fugas.

Una vez realizadas todas las conexiones, comprobar las posibles pérdidas mediante un detector de fuga específico para los refrigerantes HFC.

Finalmente envolver las válvulas y las tuberías con aislamiento anti condensante y sujetar con cinta sin ejercer gran fuerza sobre el aislamiento.

Reparar y cubrir todas las grietas posibles en el aislamiento.

Fijar las tuberías a la pared por medio de ganchos o conductos.

Tabla III: Límites de funcionamiento

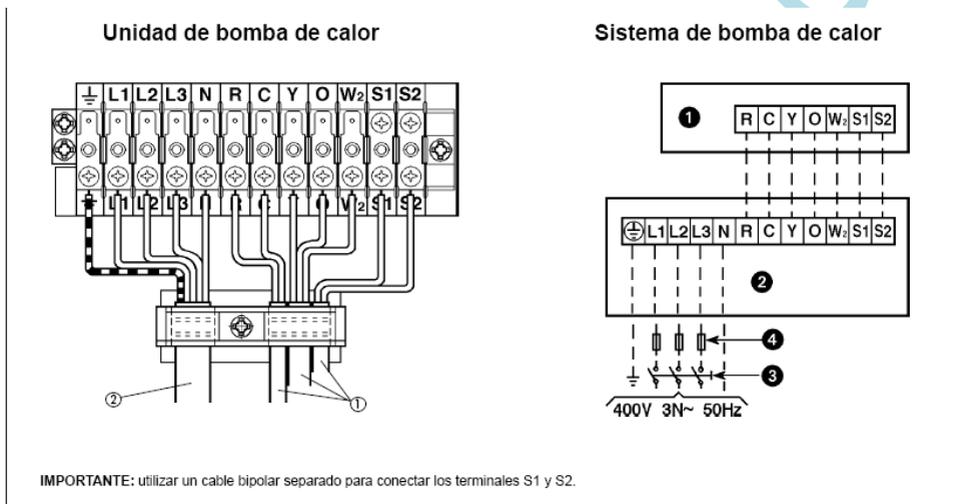
Refrigeración (2)	Condiciones máximas	Temperatura exterior 43°C Temperatura interior 32°C b.s.; 23°C b.h.
	Condiciones mínimas	Temperatura exterior 15°C (4) Temperatura interior 21°C b.s.; 15°C b.h.
Calefacción (3)	Condiciones máximas	Temperatura exterior 24°C b.s.; 18°C b.h. Temperatura interior 27°C b.s.
	Condiciones mínimas	Temperatura exterior -15°C b.s.; -17°C b.h.
Suministro eléctrico principal (1)	Tensión nominal de tres fases	400V 3N~ 50Hz
	Límites de tensión de funcionamiento	min. 342V – máx. 462V

Notas: 1. Los datos se refieren a la unidad exterior solamente.
 2. Según las normas ISO 5151.2/T1.
 3. Según las normas ISO 5151.2/High+.
 4. Las unidades 38GLS están provistas de un sistema de control de la presión máxima utilizable hasta una temperatura ambiente de -15°C.

b.s. = bulbo seco, b.h. = bulbo húmedo

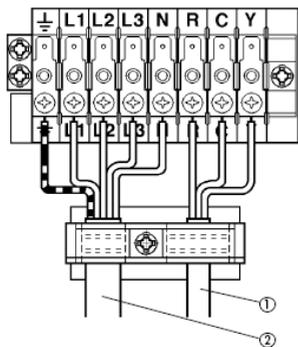
ADVERTENCIA:
 Durante el funcionamiento de la bomba de calor la unidad experimentará varios ciclos de desescarche para eliminar el hielo que podría haberse formado en la unidad exterior a bajas temperaturas ambiente. En estos ciclos, la velocidad del ventilador se reducirá automáticamente y no puede variarse hasta que se haya terminado el ciclo de desescarche.

3.3.12 Conexiones eléctricas

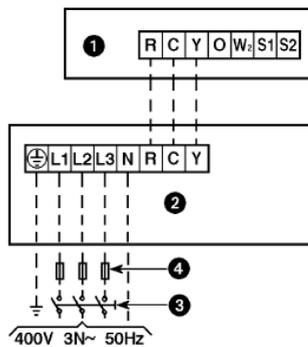


- Realizar las conexiones refrigerantes antes de las conexiones eléctricas. Cuando se realiza la desconexión, desconectar las conexiones eléctricas antes de las conexiones refrigerantes.
- Hacer las conexiones eléctricas entre las unidades antes de proceder a la conexión del suministro principal de la unidad.
- Antes de proceder a la conexión de la unidad al suministro principal, localizar la línea L1, L2, L3 y el neutro N, luego hacer las conexiones con se indica en el diagrama de cableado.
- Asegurarse que la conexión del suministro principal se hace usando un interruptor de desconexión para todos los polos con una abertura de por lo menos 3 mm.
- El cable eléctrico de alimentación tiene que ser del tipo H07 RN-F (o mejor) con aislamiento de goma sintética y funda de neopreno de acuerdo con las normas EN 60335-2-40.
- Cuando los cables de alimentación eléctrica L1 (R), L2 (S), L3 (T) están conectados de manera inversa, un dispositivo de protección contra las inversiones de fase "PSC" bloquea el compresor al fin de evitar la rotación inversa de éste. En tal caso es preciso ante todo cortar la alimentación eléctrica, verificar la secuencia exacta de los cables de la línea de alimentación conectados al tablero de bornes principal (probablemente estén invertidos entre ellos).

Unidad de sólo refrigeración

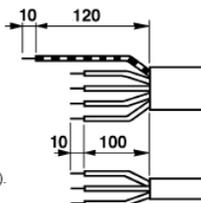


Sistema sólo refrigeración



Leyenda caja de terminales, todos los tamaños

- ⊥ Tierra.
- L1 Línea suministro principal.
- L2 Línea suministro principal.
- L3 Línea suministro principal.
- N Neutro, suministro principal.
- R Línea de interconexión, unidades interior-exterior.
- C Neutro, conexión unidades interior-exterior.
- Y Contacto enclavamiento del compresor.
- O Control de la válvula de inversión (sólo bomba de calor).
- W2 Señal del ventilador exterior (sólo bomba de calor).
- S1 Sonda del serpentín exterior (sólo bomba de calor).
- S2 Sonda del serpentín exterior (sólo bomba de calor).



- ① Alambre de interconexión, unidades interior-exterior (a suministrar por el instalador).
- ② Cable de suministro principal de interconexión (a suministrar por el instalador)
- ① Unidad interior
- ② Unidad exterior
- ③ Interruptor principal
- ④ Fusible retardador o interruptor de desconexión térmico magnético (ver tabla IV "Datos eléctricos")

Sólo con una secuencia de fases correcta, el compresor estará habilitado para el funcionamiento. El dispositivo de protección de la secuencia de fases efectúa además el seguimiento continuo de la línea de alimentación eléctrica, y en caso de falta total de una cualquiera de las fases bloquea el compresor para después volver a arrancarlo solamente cuando la línea de alimentación haya sido repuesta correctamente.

Todos los compresores trifásicos presentan un cableo interno idéntico.

Por tanto, una vez determinadas las conexiones correctas de fase para una instalación específica, se conseguirá siempre el sentido correcto de rotación en otros aparatos efectuando las mismas conexiones a los mismos bornes.

Nota:

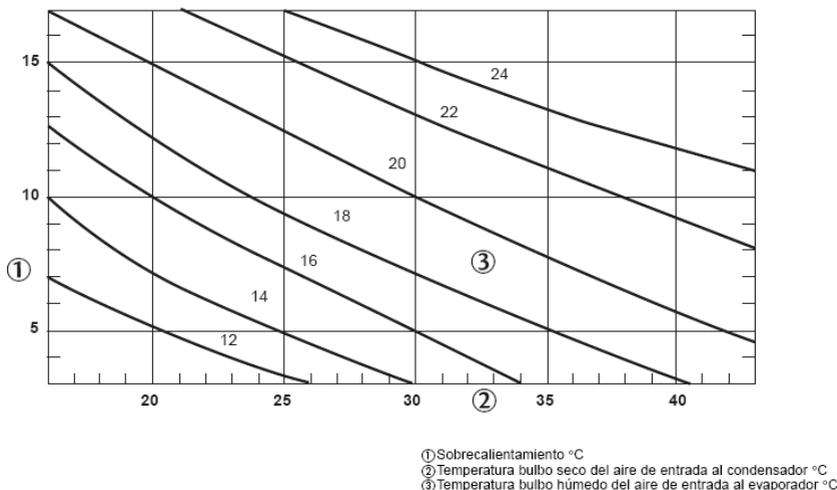
Todas las conexiones eléctricas en la obra son responsabilidad del instalador.

Consultar el manual de instalación de la unidad interior para las dimensiones de los cables de conexión entre las dos unidades.

Nota:

Después de haber realizado todas las conexiones, volver a colocar la cubierta del panel.

3.3.13 Bombeo y comprobación de la carga de refrigerante



Bombeo

La operación de bombeo permite recoger todo el gas refrigerante en la unidad externa. Este proceso debe realizarse antes de la desconexión de las tuberías para evitar la pérdida de refrigerante, cuando la unidad deba ser reparada o instalada en otro lugar.

Cerrar la válvula de la línea del líquido con la llave hexagonal.

Poner la unidad en funcionamiento en modo frío con el ventilador de la unidad interior a alta velocidad. (El compresor se pondrá en marcha inmediatamente si han transcurrido, más de tres minutos desde la última parada de la unidad.

Dos minutos después de la puesta en marcha, cerrar la válvula de la tubería de aspiración con la llave hexagonal, que previamente se habrá colocado en la válvula.

Apagar el sistema y desconectar el suministro principal de potencia.

Desconectar las tuberías.

Una vez desconectada la unidad, proteger contra el polvo las válvulas y los extremos de las tuberías.

Durante el vaciado del condensador, conectar un calibre de nivel en el lado inferior.

El compresor podría dañarse si se pone en marcha con una presión de aspiración negativa.

Comprobación de la carga de refrigerante

• Esta comprobación es necesaria después de cualquier fuga de refrigerante debida a la conexión incorrecta, o al remplazo miento del compresor.

• El mejor método para cargar correctamente el refrigerante es vaciar completamente el circuito del refrigerante por medio de un equipo de recuperación de refrigerante.

Luego cargar la cantidad exacta de refrigerante de acuerdo con los datos indicados en la placa de características.

Esto puede hacerse con un equipo de carga de tipo "Dial a charge".

• Las botellas del refrigerante R-410A están provistas de un tubo de inmersión que permite al líquido refrigerante salir de la botella cuando está en posición perpendicular.

Cargar las unidades de R-410A manteniendo la botella en posición levantada y usar un dispositivo de medición del tipo usualmente en comercio introduciéndolo en el tubo del colector. Cargar la línea de aspiración de refrigerante.

• El método mencionado debe usarse para los sistemas de bomba de calor funcionando en calefacción, ya que las dificultades de funcionamiento ligadas a la estación invernal (congelación del serpentín exterior) impiden las condiciones estables de funcionamiento, y por lo tanto la comprobación de la carga de refrigerante.

En los sistemas de sólo refrigeración, o de funcionamiento de las bombas de calor en el modo de refrigeración, la comprobación de la carga de refrigerante puede llevarse a cabo con el método de sobrecalentamiento; este es posible solamente cuando la temperatura ambiente es superior a 15°C.

3.3.14 Método de sobrecalentamiento

Comprobar la temperatura en los puntos indicados en la ilustración:

- Te (temp. de evaporación - con manómetro)

- Ta (temp. del gas de aspiración - termómetro de contacto - el

sobre-calentamiento (Ta - Te) debería corresponder al valor **indicado en la tabla $\pm 2^{\circ}\text{C}$** .

Si el sobrecalentamiento es superior a los límites indicados, proceder de la siguiente manera:

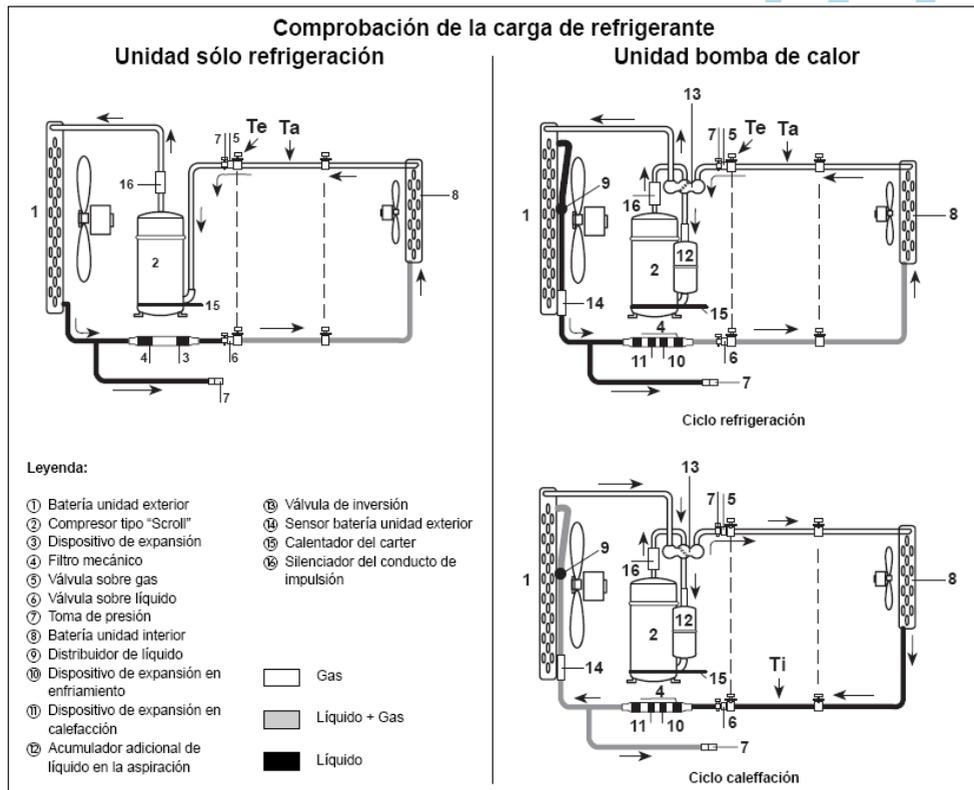
• Si el sobrecalentamiento es inferior al valor indicado en la tabla, la carga de refrigerante es demasiado alta o la cantidad de aire pasando a través del serpentín del evaporador (unidad interior) es insuficiente.

Si el sobre-calentamiento es superior al valor indicado en la tabla, la carga de refrigerante es insuficiente o el dispositivo de medida (capilar o válvula de expansión) está obstruido.

• Conociendo la temperatura del aire de entrada al serpentín del condensador es posible determinar el valor correcto del sobrecalentamiento deseado a la entrada del compresor.

Esperar aproximadamente 5 minutos después de añadir o sacar refrigerante; si las condiciones de la habitación o las del aire de entrada al condensador varían durante la operación de carga repetir todas las lecturas.

3.3.15 Comprobación de la carga de refrigerante



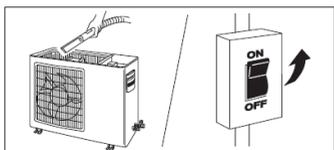
3.3.16 Mantenimiento de la unidad

Las siguientes operaciones de mantenimiento deben realizarse por personal calificado.

Limpieza del serpentín

Quando sea necesario, proceder de la manera siguiente para una limpieza esmerada del serpentín:

Apagar el interruptor de potencia principal.



Quitar la tapa superior de la unidad desenganchando los tornillos de fijación y levantando la tapa.

Cuidadosamente limpiar el serpentín con un aspirador desde dentro a fuera.

Con el mismo limpiador, sacar el polvo del compartimento del ventilador y de los álabes del ventilador. Evitar los daños a los álabes del ventilador que pueden ocasionar en el futuro ruido y vibraciones. Volver a colocar la tapa de la unidad y apretar los tornillos.

Después de un largo periodo de inactividad y al primer arranque (para los modelos de bomba de calor solamente)

Energizar el sistema por medio del interruptor principal, sin ponerlo en funcionamiento. (El mando a distancia debe encontrarse en la posición OFF al menos 12 horas antes de la primera puesta en marcha). No desconectar el interruptor principal durante la estación de funcionamiento de la unidad.

3.3.17 Localización de averías y guía para el usuario

El compresor y el ventilador de la unidad exterior no funcionan:

- Fallo en la alimentación eléctrica; comprobar las conexiones eléctricas al suministro de potencia.
- El interruptor principal está apagado; encenderlo.
- Fusibles fundidos del interruptor principal: sustituir los fusibles.
- Esperar 3 minutos; está funcionando el retardador del arranque del compresor.
- Interruptor de presión abierto; determinar y eliminar la causa.
- Suministro de potencia demasiado bajo.
- Cableado incorrecto o defectuoso; comprobar y cablear correctamente.

El compresor no arranca pero si el ventilador de la unidad exterior:

- Conexiones defectuosas o sueltas al compresor; comprobar y reparar el cableado.
- Compresor quemado, agarratado o sobrecarga interior abierta; determinar la causa y reemplazar el compresor si fuera necesario.
- Capacitador defectuoso en modelos monofásicos; reemplazar.

El compresor funciona pero se para por sobrecarga interna (otra causa distinta a la del termostato de control):

- Carga de refrigerante escasa o excesiva, aire o gases no condensables en el circuito del refrigerante (ver nota 1), hacer el vacío en el circuito y volver a cargarlo.
- Voltaje muy alto o muy bajo.
- Obstrucción en el serpentín que funciona como condensador; sacar la obstrucción.
- Ventilador exterior parado; determinar y eliminar la causa.
- Capacitador defectuoso; reemplazarlo.
- Termostato unidad interior defectuoso; reemplazarlo.
- Restricción en el circuito de refrigerante: localizar y retirar la restricción.
- Válvula de inversión defectuosa (bomba de calor); reemplazarla.
- Dispositivo de expansión restringido o congelado; sacar el refrigerante (ver nota 1), hacer el vacío en el circuito y volver a cargar.

El compresor funciona de forma continua:

- Unidad insuficiente para la carga térmica.
- Temperatura interior seleccionada demasiado baja (refrigeración) o demasiado alta (calefacción bomba de calor); cambiar la selección.
- Carga de refrigerante escasa; añadir el refrigerante necesario.
- Ventilador defectuoso de la unidad funcionando como condensador; reemplazarlo.
- Aire o gases no condensables en el circuito de refrigerante; tirar el refrigerante (ver nota 1), hacer el vacío en el circuito y volver a cargarlo.
- Caudal del aire de aspiración obstruido o filtro de aire sucio de la unidad interior; limpiar el filtro o retirar la obstrucción.

Frecuente formación de hielo en el serpentín de la unidad exterior (calefacción bomba de calor):

- Ventilador de la unidad exterior parado; localizar y eliminar la causa.
- Conexión eléctrica equivocada en el circuito de desescarche; comprobar las conexiones eléctricas y repararlas.

Excesiva presión de condensación:

- Serpentín de la unidad exterior sucio o obstruido; retirar la obstrucción o limpiar el serpentín.
- Ventilador defectuoso de la unidad funcionando como condensador; reemplazarlo.
- Excesiva carga de refrigerante; tirar el exceso de refrigerante (ver nota 1).
- Aire o gases no condensables en el circuito de refrigerante; tirar el refrigerante (ver nota 1) hacer el vacío en el circuito y volver a cargarlo.

Presión de condensación inadecuada:

- Escasa carga de refrigerante; añadir el refrigerante necesario.
- Serpentín exterior o tubería del líquido obstruida; retirar la obstrucción.
- Filtro de aire sucio de la unidad interior; limpiar el filtro.

Excesiva presión de aspiración:

- Alivio de la presión interna abierto; comprobar la fuente y eliminarla.
- Excesiva carga de refrigerante: tirar el exceso de refrigerante (ver nota 1).
- Válvula de inversión defectuosa o fuga interna (bomba de calor); reemplazarla.

Presión de aspiración inadecuada:

- Escasa carga de refrigerante; añadir el refrigerante necesario.
- Serpentin funcionando como evaporador escarchado; ver los puntos siguientes.
- Escaso caudal de aire a la unidad funcionando como evaporador, eliminar la causa, comprobar el funcionamiento del ventilador de la unidad exterior.
- Obstrucción en el dispositivo de expansión o en la tubería de aspiración; retirar la obstrucción.
- El ventilador de la unidad exterior no se para durante el ciclo de desescarche (calefacción bomba de calor); comprobar las conexiones eléctricas.
- Termostato de desescarche defectuoso (calefacción bomba de calor); reemplazarlo.
- Contacto físico defectuoso entre la tubería y el termostato de desescarche (calefacción bomba de calor); comprobar la causa y eliminarla.
- Temporizador de desescarche o relé defectuoso (calefacción bomba de calor); reemplazarlo.

Ventilador de la unidad exterior parado o salta debido a su protección térmica de seguridad:

- Capacidad del motor del ventilador defectuoso; reemplazarlo.
- Terminales del motor del ventilador flojos; apretar las conexiones.
- Motor del ventilador quemado; sustituirlo.
- Cojinetes del motor gripados; comprobar la causa y eliminarla.
- Dispositivo de expansión obstruido o escarchado; tirar el refrigerante (ver nota 1), hacer el vacío en el circuito y volver a cargarlo.
- Relé de desescarche abierto (calefacción bomba de calor); comprobar la causa y eliminarla.

El motor del ventilador externo funciona siempre a baja velocidad:

- Hilo no conectado al panel. Controlar las conexiones entre el detector de temperatura y el panel.
- Detector de temperatura defectuoso; reemplazar el detector.
- Tarjeta electrónica rota: cambiarla

El motor del ventilador externo funciona siempre a alta velocidad:

- Detector de temperatura en cortocircuito; reemplazar el detector de temperatura.
- Input analógico del panel defectuoso: reemplazar el panel.

Nota 1:

Sacar el refrigerante con un equipo adecuado teniendo cuidado en no dispersar el refrigerante en el ambiente.

Guía para el Usuario

Cuando se haya terminado la instalación y las pruebas, explicar al Usuario los principales puntos del manual de Funcionamiento y Mantenimiento, prestando especial atención a los principales modos de funcionamiento de la unidad, como se citan a continuación:

- Como encender y apagar la unidad;
- Funciones del control remoto;
- Como sacar y limpiar los filtros de aire.



CAPACIDAD DE LÍNEAS FRIGORÍFICAS EN REFRIGERACIÓN

Tuberías de cobre		Capacidad en Kw					Tuberías horizontales con R-404A					
Tubería cobre Diam. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2°K Temperatura de aspiración						Líneas de descarga Dt=0,6°K Cp=3,3 PSI Temperatura aspiración				Líneas de líquido	
	Cp=0,85 -40°C	Cp=1,2 -30°C	Cp=1,4 -25°C	Cp=2,3 -10°C	Cp=2,5 -5°C	Cp=3,2 PSI +5°C	-40°C	-25°C	-10°C	+5°C	Velocidad 0,5 m/s Cond->Rec	Dt=0,6°K Cp=3,3 PSI
1/4				0,22	0,26	0,44	0,29	0,36	0,46	0,57	0,63	1,62
3/8		0,18	0,25	0,5	0,62	0,97	1,33	1,47	1,71	2	3,51	6,21
1/2	0,28	0,44	0,52	0,92	1,13	1,55	2,19	2,28	2,38	2,47	6,37	10,1
5/8	0,54	0,84	0,99	1,76	2,16	2,97	4,15	4,35	4,53	4,7	10,3	19,4
3/4	0,93	1,46	1,73	3,07	3,75	5,15	7,21	7,55	7,86	8,16	15,7	33,7
7/8	1,65	2,58	3,06	5,41	6,61	9,07	12,7	13,2	13,8	14,3	24	59,6
1 1/8	3,28	5,12	6,07	10,7	13,1	17,9	25	26,1	27,2	28,2	40,1	118
1 3/8	6,05	9,42	11,2	19,6	24	32,8	45,6	47,8	49,8	51,7	63,5	217
1 5/8	10,1	15,7	18,5	32,6	39,7	54,4	75,5	79,1	82,4	85,5	93,1	359
2 1/8	20,1	31,2	36,9	64,7	78,9	108	149	156	163	169	157	715
2 5/8	35,9	55,7	65,8	115	140	192	265	278	289	300	243	1.274
3 1/8	55,7	86,4	102	178	218	297	410	429	447	464	339	1.972
3 5/8	81	130	155	254	304	438	600	627	653	678	449	2.790
4 1/8	120	185	218	381	464	635	874	915	953	989	605	4.227

Tuberías de acero		Capacidad en Kw					Tuberías horizontales con R-404A					
Tubería cobre Diam. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2°K Temperatura de aspiración						Líneas de descarga Dt=0,6°K Cp=3,3 PSI Temperatura aspiración				Líneas de líquido	
	Cp=0,85 -40°C	Cp=1,2 -30°C	Cp=1,4 -25°C	Cp=2,3 -10°C	Cp=2,5 -5°C	Cp=3,2 PSI +5°C	-40°C	-25°C	-10°C	+5°C	Velocidad 0,5 m/s Cond->Rec	Dt=0,6°K Cp=3,3 PSI
3/8	0,41	0,63	0,74	1,29	1,57	2,13	2,89	3,02	3,15	3,27	9,59	14,4
1/2	0,77	1,19	1,39	2,39	2,9	3,94	5,33	5,59	5,82	6,04	15,3	26,7
3/4	1,64	2,5	2,93	5,04	6,12	8,31	11,2	11,7	12,2	12,7	26,8	56,3
1	3,1	4,73	5,53	9,50	11,5	15,7	21,2	22,2	23,1	24	43,4	106
1 1/4	6,43	9,79	11,4	19,6	23,9	32,4	43,7	45,8	47,7	49,5	75,2	220
1 1/2	9,66	14,7	17,2	29,5	35,8	48,6	65,5	68,6	71,5	74,2	102	330
2	18,7	28,4	33,2	56,9	69,1	93,6	126	132	138	143	169	637
2 1/2	29,8	45,3	52,9	90,5	110	149	201	210	219	227	241	1.015
3	52,7	80	93,5	160	194	264	355	372	387	402	371	1.792
4	108	163	191	326	396	537	724	758	789	819	640	3.657
5	180	282	337	537	634	924	1.283	1.325	1.374	1.425		
6	291	460	548	866	1.021	1.496	2.043	2.121	2.200	2.280		
8	616	978	1.161	1.858	2.200	3.124	4.275	4.489	4.674	4.845		
10	1.074	1.703	2.007	3.195	3.784	5.456	7.410	7.738	8.052	8.360		
12	1.646	3.023	3.405	5.103	5.984	8.712	12.065	12.649	13.178	13.680		

NOTAS:

(1) Basado en una longitud de tubería equivalente de 30 m y condensación 40°C.

(2) Para otros Dt y longitudes equivalentes, usar las siguientes fórmulas.

(3) Para calcular el tamaño de la tubería para otros kW y longitudes equivalentes, usar las siguientes fórmulas:

$$\text{Capacidad de línea} = \text{Capacidad en la tabla} \times \left(\frac{\text{Lt de tabla}}{\text{Le Real}} \times \frac{\text{Pérdida Dt Real}}{\text{Pérdida Dt de tabla}} \right)^{0,55}$$

Temperatura de saturación Dt para otras capacidades y longitudes equivalentes Le.

$$Dt = Dt \text{ de tabla} \times \frac{\text{Le Real}}{\text{Lt de tabla}} \left(\frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad de tabla}} \right)^{1,8}$$

(4) Para otras temperaturas de condensación distintas de 40°C,

multiplicar el valor de la tabla por el factor de capacidad de tabla siguiente:

Temperatura de condensación °C	Líneas de aspiración	Líneas de gas caliente
20	1,2	0,8
30	1,1	0,9
40	1	1
50	0,9	1,1

Las secciones de tuberías de líquido están consideradas para el uso de válvulas de expansión termostáticas, si se emplean válvulas de expansión electrónicas por pulsos, es conveniente multiplicar por factor 2 el rendimiento frigorífico necesario y seleccionar por ese valor.

CAPACIDAD DE LÍNEAS FRIGORÍFICAS EN REFRIGERACIÓN

Líneas de Aspiración. Tuberías Horizontales hasta 120 metros con R-404A

Tuberías de cobre		Capacidad en kW						Caídas de presión de 0,02 y 0,01 K/m			
Tubería cobre Diam. "	Diam. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2 K						Temperatura de aspiración			
		-40°C		-30°C		-20°C		-5°C		+5°C	
		Cp=0,55 PSI		Cp=0,77 PSI		Cp=1,1 PSI		Cp=1,6 PSI		Cp=2,1 PSI	
		60 m	120 m	60 m	120 m	60 m	120 m	60 m	120 m	60 m	120 m
1/2	0,18	0,12	0,3	0,2	0,45	0,3	0,77	0,52	1,06	0,72	
5/8	0,36	0,25	0,57	0,39	0,85	0,58	1,47	1	2,02	1,37	
3/4	0,63	0,43	0,99	0,67	1,5	1,01	2,56	1,74	3,52	2,4	
7/8	1,13	0,76	1,76	1,2	2,64	1,8	4,52	3,08	6,22	4,24	
1 1/8	2,24	1,51	3,49	2,38	5,24	3,57	8,94	6,12	12,3	8,41	
1 3/8	4,13	2,81	6,44	4,39	9,64	6,58	16,4	11,26	22,6	15,5	
1 5/8	6,88	4,68	10,7	7,32	16	11	27,3	18,7	37,5	25,7	
2 1/8	13,8	9,38	21,4	14,7	31,9	21,9	54,4	37,3	74,4	51,2	
2 5/8	24,6	16,8	38,3	26,2	57	39,1	96,8	66,6	133	91,3	
3 1/8	38,2	26,2	59,4	40,7	88,4	60,8	150	103,3	206	142	
4 1/8	82,2	56,3	127	87,5	190	131	321	222	439	304	

Capacidad mínima para el arrastre de aceite en tuberías ascendentes. Líneas de Aspiración

Tuberías de cobre		Capacidad mínima en kW						Tuberías verticales con R-404A					
Tubería cobre Diam. "	Diam. "	Temperatura de saturación en el evaporador en °C											
		-40°C			-20°C			-5°C			+5°C		
		Temperatura de gas de aspiración en °C											
		-35°C	-25°C	-15°C	-15°C	-5°C	+5°C	+0°C	+10°C	+20°C	+10°C	+20°C	+30°C
1/2	0,16	0,15	0,15	0,25	0,24	0,23	0,34	0,32	0,31	0,41	0,39	0,37	
5/8	0,29	0,28	0,27	0,46	0,44	0,43	0,63	0,59	0,57	0,76	0,71	0,68	
3/4	0,49	0,47	0,45	0,78	0,74	0,72	1,05	1	0,96	1,28	1,19	1,14	
7/8	0,84	0,8	0,77	1,33	1,26	1,22	1,80	1,7	1,64	2,17	2,03	1,95	
1 1/8	1,6	1,52	1,47	2,52	2,4	2,32	3,41	3,24	3,11	4,13	3,87	3,71	
1 3/8	2,84	2,69	2,61	4,48	4,25	4,12	6,06	5,74	5,52	7,33	6,86	6,58	
1 5/8	4,58	4,34	4,22	7,23	6,87	6,65	9,78	9,27	8,92	11,8	11,07	10,6	
2 1/8	8,78	8,33	8,08	13,9	13,2	12,7	18,7	17,8	17,1	22,7	21,2	20,4	
2 5/8	12,5	14,4	14	24	22,8	22,1	32,4	30,7	29,6	39,2	36,7	35,2	
3 1/8	23	21,8	21,2	36,3	34,5	33,4	49,2	46,6	44,8	59,5	55,7	53,4	
4 1/8	47,5	45	43,7	75	71,2	69	101	96,1	92,5	123	114,8	110	

La capacidad frigorífica se basa en las temperaturas de saturación en evaporación de la tabla y una temperatura de condensación de +40°C. Para otras temperaturas de la línea de líquido, usar los siguientes factores de corrección:

Refrigerante	Temperatura del líquido		
	+30°C	+40°C	+50°C
R-404A	1,08	0,91	0,82

Capacidad mínima para el arrastre de aceite en tuberías ascendentes. Líneas de Descarga

Tuberías de cobre		Capacidad mínima en kW						Tuberías verticales con R-404A					
Tubería cobre Diam. "	Diam. "	Temperatura de saturación de descarga en °C											
		+20°C			+30°C			+40°C			+50°C		
		Temperatura de gas de descarga en °C											
		+60°C	+70°C	+80°C	+70°C	+80°C	+90°C	+80°C	+90°C	+100°C	+90°C	+100°C	+110°C
1/2	0,5	0,52	0,51	0,57	0,55	0,54	0,59	0,57	0,55	0,6	0,58	0,57	
5/8	0,03	0,96	0,93	1,04	1,01	0,03	1,08	1,05	1,02	1,1	1,06	1,04	
3/4	0,7	1,61	1,57	1,74	1,7	1,65	1,81	1,76	1,71	1,85	1,79	1,74	
7/8	2,81	2,74	2,67	2,97	2,89	2,82	3,08	3	2,91	3,14	3,05	2,97	
1 1/8	4,91	5,2	5,08	5,65	5,49	5,35	5,85	5,70	5,54	5,98	5,8	5,64	
1 3/8	9,47	9,23	9,01	10	9,74	9,5	10,4	10,1	9,83	10,6	10,3	10	
1 5/8	15,3	14,9	14,5	16,2	15,7	15,3	16,8	16,3	15,9	17,1	16,6	16,2	
2 1/8	29,3	28,6	27,9	31	30,2	29,4	32,2	31,3	30,4	32,8	31,8	31	
2 5/8	41,2	49,4	48,2	53,7	52,2	50,9	55,6	44,7	52,6	56,8	55,1	53,6	
3 1/8	76,9	46,4	73,1	81,3	79	77,1	84,3	82,1	79,7	86,1	83,4	81,3	
4 1/8	111	155	151	168	163	159	174	169	165	178	172	168	

La capacidad frigorífica se basa en las temperaturas de saturación en evaporación de -5°C y una temperatura de condensación según la tabla. Para otras temperaturas de la línea de aspiración, usar los siguientes factores:

Refrigerante	Temperatura saturación de aspiración				
	-50°C	-40°C	-30°C	-20°C	+5°C
R-404A	0,86	0,9	0,93	0,96	1,02

CAPACIDAD DE LÍNEAS FRIGORÍFICAS EN REFRIGERACIÓN

Tuberías de cobre		Capacidad en kW						Tuberías horizontales con R-134a					
Tubería cobre Diam. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2 K Temperatura de aspiración						Líneas de descarga Dt=0,6 K Cp=3,3 PSI Temperatura aspiración				Líneas de líquido		
	Cp=0,85 -40°C	Cp=1,2 -30°C	Cp=1,4 -25°C	Cp=2,3 -10°C	Cp=2,5 -5°C	Cp=3,2 PSI +5°C	-40°C	-25°C	-10°C	+5°C	Velocidad 0,5 m/s Cond->Rec	Dt=0,6 K Cp=3,3 PSI	
1/4				0,18	0,21	0,35	0,24	0,3	0,38	0,48	0,63	1,62	
3/8		0,14	0,2	0,4	0,49	0,77	1,12	1,24	1,44	1,68	3,51	6,21	
1/2	0,22	0,35	0,42	0,73	0,9	1,23	1,84	1,92	2	2,08	6,37	10,1	
5/8	0,43	0,67	0,79	1,4	1,72	2,36	3,5	3,66	3,82	3,96	10,3	19,4	
3/4	0,74	1,16	1,38	2,44	2,98	4,1	6,07	6,35	6,62	6,87	15,7	33,7	
7/8	1,32	2,05	2,43	4,3	5,26	7,22	10,7	11,2	11,6	12,1	24	59,6	
1 1/8	2,61	4,07	4,83	8,51	10,4	14,2	21,1	22	22,9	23,8	40,1	118	
1 3/8	4,81	7,49	8,87	15,6	19,1	26,1	38,4	40,2	41,9	43,5	63,5	217	
1 5/8	8,01	12,5	14,7	25,9	31,6	43,3	63,6	66,6	69,4	72	93,1	359	
2 1/8	16	24,8	29,4	51,5	62,8	85,9	126	132	137	142	157	715	
2 5/8	28,6	44,3	52,3	91,6	112	153	224	234	244	253	243	1.274	
3 1/8	44,3	68,7	81,1	142	173	237	345	361	376	391	339	1.972	
3 5/8	64,4	104	123	202	242	349	506	528	550	571	449	2.790	
4 1/8	95,2	147	174	303	369	505	736	771	802	833	605	4.227	

Tuberías de acero		Capacidad en kW						Tuberías horizontales con R-134a					
Tubería cobre Diam. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2 K Temperatura de aspiración						Líneas de descarga Dt=0,6 K Cp=3,3 PSI Temperatura aspiración				Líneas de líquido		
	Cp=0,85 -40°C	Cp=1,2 -30°C	Cp=1,4 -25°C	Cp=2,3 -10°C	Cp=2,5 -5°C	Cp=3,2 PSI +5°C	-40°C	-25°C	-10°C	+5°C	Velocidad 0,5 m/s Cond->Rec	Dt=0,6 K Cp=3,3 PSI	
3/8	0,33	0,5	0,59	1,02	1,25	1,69	2,43	2,55	2,65	2,75	9,59	14,36	
1/2	0,62	0,95	1,11	1,9	2,31	3,14	4,49	4,7	4,9	5,09	15,3	26,7	
3/4	1,3	1,99	2,33	4,01	4,87	6,61	9,44	9,89	10,3	10,7	26,8	56,3	
1	2,46	3,76	4,4	7,56	9,18	12,5	17,8	18,7	19,5	20,2	43,4	106	
1 1/4	5,12	7,78	9,11	15,6	19	25,8	36,8	38,6	40,2	41,7	75,2	220	
1 1/2	7,69	11,7	13,7	23,5	28,5	38,6	55,2	57,8	60,2	62,5	102	330	
2	14,8	22,6	26,4	45,3	55	74,5	106	111	116	120	169	637	
2 1/2	23,7	36	42,1	72	87,4	119	169	177	184	191	241	1.015	
3	41,9	63,7	74,4	127	155	210	299	313	326	338	371	1.792	
4	85,6	130	152	260	315	427	609	638	665	690	640	3.657	
5	143	224	268	427	504	735	1.080	1.116	1.157	1.200			
6	232	366	436	689	812	1.190	1.720	1.786	1.853	1.920			
8	490	778	924	1.478	1.750	2.485	3.600	3.780	3.936	4.080			
10	854	1.355	1.596	2.542	3.010	4.340	6.240	6.516	6.781	7.040			
12	1.309	2.405	2.709	4.059	4.760	6.930	10.160	10.652	11.098	11.520			

NOTAS:

- (1) Basado en una longitud de tubería equivalente de 30 m y condensación 40°C.
- (2) Para otros Dt y longitudes equivalentes, usar las siguientes fórmulas.
- (3) Para calcular el tamaño de la tubería para otros kW y longitudes equivalentes, usar las siguientes fórmulas. Capacidad de línea = Capacidad en la tabla.

$$\left(\frac{L_t \text{ de tabla}}{L_t \text{ Real}} \times \frac{\text{Pérdida Dt Real}}{\text{Pérdida Dt de tabla}} \right)^{0,55}$$

Temperatura de saturación Dt para otras capacidades y longitudes equivalentes Le.

$$Dt = Dt \text{ de tabla} \frac{L_t \text{ Real}}{L_t \text{ de tabla}} \left(\frac{\text{Capacidad Real}}{\text{Capacidad de tabla}} \right)^{1,8}$$

- (4) Para otras temperaturas de condensación distintas de 40°C, multiplicar el valor de la tabla por el factor de capacidad de tabla siguiente:

Temperatura de condensación °C	Líneas de aspiración	Líneas de gas caliente
20	1,2	0,8
30	1,1	0,9
40	1	1
50	0,9	1,1

Las secciones de tuberías de líquido están consideradas para el uso de válvulas de expansión termostáticas, o electrónica paso-paso, si se emplean válvulas de expansión electrónicas por pulsos, es conveniente multiplicar por factor 2 el rendimiento frigorífico necesario y seleccionar por ese valor.

CAPACIDAD DE LÍNEAS FRIGORÍFICAS EN REFRIGERACIÓN

Líneas de Aspiración. Tuberías Horizontales hasta 120 metros con R-134a

Tuberías de cobre		Capacidad en kW						Caídas de presión de 0,02 y 0,01 K/m			
Tubería cobre Diam. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2 K										
	Temperatura de aspiración										
	-40°C		-30°C		-20°C		-5°C		+5°C		
	Cp=0,55 PSI		Cp=0,77 PSI		Cp=1,1 PSI		Cp=1,6 PSI		Cp=2,1 PSI		
	60 m	120 m	60 m	120 m	60 m	120 m	60 m	120 m	60 m	120 m	
1/2	0,15	0,1	0,24	0,16	0,36	0,24	0,61	0,41	0,84	0,57	
5/8	0,29	0,2	0,46	0,31	0,68	0,46	1,17	0,8	1,61	1,09	
3/4	0,5	0,34	0,79	0,53	1,19	0,81	2,04	1,39	2,8	1,91	
7/8	0,9	0,6	1,4	0,95	2,1	1,43	3,6	2,45	4,95	3,37	
1 1/8	1,78	1,2	2,78	1,89	4,17	2,84	7,11	4,87	9,8	6,69	
1 3/8	3,28	2,23	5,12	3,49	7,67	5,24	13,1	8,96	18	12,3	
1 5/8	5,47	3,72	8,53	5,82	12,7	8,72	21,7	14,9	29,8	20,4	
2 1/8	10,9	7,46	17	11,7	25,4	17,4	43,3	29,7	59,2	40,8	
2 5/8	19,6	13,4	30,4	20,8	45,4	31,1	77	53	106	72,7	
3 1/8	30,4	20,8	47,2	32,4	70,4	48,3	119	82,2	163	113	
4 1/8	65,4	44,8	101	69,6	151	104	256	176	349	241	

Capacidad mínima para el arrastre de aceite en tuberías ascendentes. Líneas de Aspiración

Tuberías de cobre		Capacidad mínima en kW						Tuberías verticales con R-134a				
Tubería cobre Diam. "	Temperatura de saturación en el evaporador en °C											
	-40°C		-20°C				-5°C		+5°C			
	Temperatura de gas de aspiración en °C											
	-35°C	-25°C	-15°C	-15°C	-5°C	+5°C	+0°C	+10°C	+20°C	+10°C	+20°C	+30°C
1/2	0,13	0,12	0,12	0,2	0,19	0,18	0,27	0,26	0,25	0,33	0,31	0,3
5/8	0,23	0,22	0,21	0,37	0,35	0,34	0,5	0,47	0,46	0,6	0,56	0,54
3/4	0,39	0,37	0,36	0,62	0,59	0,57	0,84	0,8	0,76	1,01	0,95	0,91
7/8	0,67	0,63	0,62	1,06	1	0,97	1,43	1,35	1,3	1,73	1,62	1,55
1 1/8	1,27	1,21	1,17	2,01	1,91	1,85	2,72	2,57	2,48	3,28	3,08	2,95
1 3/8	2,26	2,14	2,08	3,56	3,38	3,28	4,82	4,57	4,39	5,83	5,46	5,23
1 5/8	3,64	3,46	3,35	5,75	5,46	5,29	7,78	7,37	7,09	9,4	8,81	8,45
2 1/8	6,98	6,62	6,43	11	10,5	10,1	14,9	14,1	13,6	18	16,9	16,2
2 5/8	10	11,5	11,1	19,1	18,1	17,5	25,8	24,5	23,5	31,2	29,2	28
3 1/8	18,3	17,4	16,9	28,9	27,5	26,6	39,1	37,1	35,6	47,4	44,3	42,5
4 1/8	37,8	35,8	34,8	59,6	56,7	54,8	80,7	76,5	73,5	98	91,3	87,6

La capacidad frigorífica se basa en las temperaturas de saturación en evaporación de la tabla y una temperatura de condensación de +40°C. Para otras temperaturas de la línea de líquido, usar los siguientes factores de corrección:

Refrigerante	Temperatura del líquido			
	+20°C	+30°C	+40°C	+50°C
R-134a	1,17	1,08	0,91	0,82

Capacidad mínima para el arrastre de aceite en tuberías ascendentes. Líneas de Descarga

Tuberías de cobre		Capacidad mínima en kW						Tuberías verticales con R-134a				
Tubería cobre Diam. "	Temperatura de saturación de descarga en °C											
	+20°C		+30°C			+40°C		+50°C				
	Temperatura de gas de descarga en °C											
	+60°C	+70°C	+80°C	+70°C	+80°C	+90°C	+80°C	+90°C	+100°C	+90°C	+100°C	+110°C
1/2	0,39	0,44	0,43	0,48	0,46	0,45	0,49	0,48	0,47	0,5	0,49	0,48
5/8	0,03	0,8	0,79	0,87	0,85	0,03	0,91	0,88	0,86	0,92	0,9	0,87
3/4	0,59	1,35	1,32	1,47	1,43	1,39	1,52	1,48	1,44	1,55	1,51	1,47
7/8	2,36	2,3	2,25	2,5	2,43	2,37	2,59	2,53	2,45	2,65	2,57	2,5
1 1/8	4,14	4,38	4,27	4,76	4,62	4,51	4,93	4,8	4,66	5,03	4,88	4,75
1 3/8	7,98	7,77	7,58	8,44	8,2	8	8,75	8,52	8,27	8,93	8,66	8,43
1 5/8	12,9	12,5	12,2	13,6	13,2	12,9	14,1	13,8	13,4	14,4	14	13,6
2 1/8	24,7	24,1	23,5	26,1	25,4	24,8	27,1	26,4	25,6	27,6	26,8	26,1
2 5/8	34,7	41,6	40,6	45,2	43,9	42,8	46,8	37,6	44,3	47,8	46,4	45,1
3 1/8	64,7	39,1	61,5	68,5	66,6	64,9	71	69,1	67,1	72,5	70,3	68,4
4 1/8	93,5	130	127	141	137	134	146	143	139	150	145	141

La capacidad frigorífica se basa en las temperaturas de saturación en evaporación de -5°C y una temperatura de condensación según la tabla. Para otras temperaturas de la línea de aspiración, usar los siguientes factores:

Refrigerante	Temperatura saturación de aspiración				
	-50°C	-40°C	-30°C	-20°C	+5°C
R-134a	0,86	0,9	0,93	0,96	1,02

LÍNEAS DE REFRIGERACIÓN

En la ejecución de instalaciones frigoríficas comerciales e industriales, todos los componentes los tiene que instalar y ensamblar el instalador frigorista y es competencia del proyectista el realizar los cálculos adecuados de las líneas frigoríficas así como su recorrido.

A pesar de todo nos podemos encontrar con situaciones de problemas de retorno de aceite o intervenciones que requieran la modificación de alguna parte del circuito.

A continuación reproducimos un artículo publicado por el Departamento Técnico de Pecomark para el cálculo y dimensionado de tuberías en instalaciones que utilizan el Gas R-404A.

NOTA: tener siempre presente las indicaciones de los fabricantes de equipos y distribuidores y ante cualquier duda consultar con los mismos. La correcta instalación de las líneas frigoríficas es fundamental para garantizar el retorno de aceite al compresor, **aunque lleven incorporado un separador de aceite**, el no seguir estas indicaciones no puede ocasionar serios problemas.

3.4 LÍNEAS FRIGORÍFICAS - REFRIGERANTE R-404A

3.4.1 Hipótesis de partida para dimensionado de tuberías

DESCARGA:

Tramo horizontal 2,5 - 10 m/s (14 m/s) (inferior a 2.5 m/s no asegura arrastre de aceite)

Tramo vertical 5 - 14 m/s (inferior a 5 m/s no asegura arrastre de aceite)

AT máximo (aprox.) 1°C

ASPIRACIÓN:

Tramo horizontal 2,5 - 10 m/s (inferior a 2.5 m/s no asegura arrastre de aceite)

Tramo vertical 5 - 14 m/s (inferior a 5 m/s no asegura arrastre de aceite)

AT máximo (aprox.) 1°C

LÍQUIDO:

Velocidad máxima en tramo condensador -- recipiente líquido 0,5 m/s

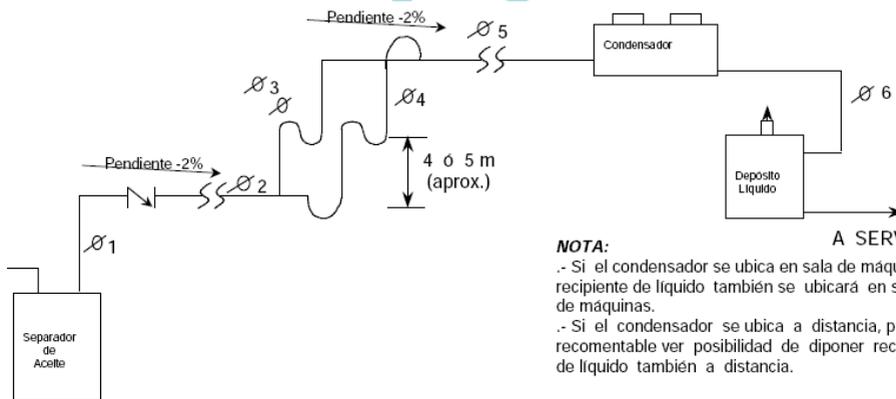
Velocidad máxima en tramo recipiente líquido a evaporadores 1 m/s

AT máximo (aprox.) 0,5°C

3.4.2 Líneas descarga

COMPRESOR --> CONDENSADOR --> RECIPIENTE DE LÍQUIDO

El Diámetro 1, es válido solo en la 1ª vertical, antes de la 1ª curva a horizontal, diseñado (d1) para NO arrastrar aceite. (Vuelta o permanencia del aceite en separador).



NOTA:

- Si el condensador se ubica en sala de máquinas, el recipiente de líquido también se ubicará en sala de máquinas.

- Si el condensador se ubica a distancia, puede ser recomendable ver posibilidad de disponer recipiente de líquido también a distancia.

3.4.3 Criterios de selección de diámetros.

1 (gas) Potencia total sistema. Velocidad que no arrastre.

2 (gas) Potencia total sistema. Velocidad que asegure el arrastre de aceite.

3 (gas) Mínima potencia del sistema (compresor o etapa). Velocidad que asegure el arrastre de aceite.

4 (gas) Potencia complementaria a la mínima de 3 para dar la potencia total Velocidad que asegure el arrastre de aceite.

5 (gas) Potencia total sistema. Velocidad que asegure el arrastre de aceite.

6 (líquido) Máxima potencia. Baja velocidad (0,2 - 0,5 m/s)

Tabla para seleccionar los diámetros de tubería de impulsión hasta el condensador

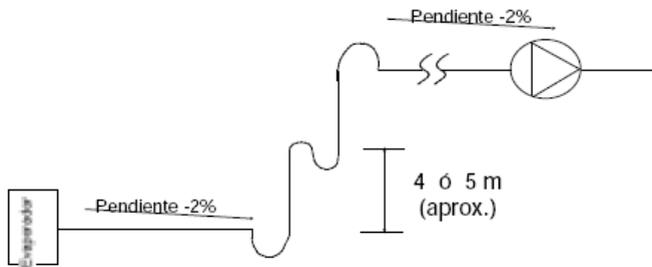
POTENCIA	Evap -12°C / Cond +45°C			Evap -35°C / Cond. +45°C		
	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP (bar/m)	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP (bar/m)
3 kW	3/8"	7,75	0,056	3/8"	9,07	0,076
	1/2"	4,14	0,012	1/2"	4,85	0,016
	5/8"	2,46	0,003	5/8"	2,88	0,004
6 kW	1/2"	8,28	0,044	1/2"	9,69	0,056
	5/8"	4,92	0,012	5/8"	5,76	0,016
	3/4"	3,26	0,033	3/4"	3,82	0,006
9 kW	1/2"	12,43	0,095	1/2"	14,54	0,129
	5/8"	7,38	0,026	5/8"	8,64	0,035
	3/4"	4,89	0,009	3/4"	5,73	0,012
	7/8"	3,48	0,004	7/8"	4,07	0,005
12 kW	5/8"	9,85	0,044	5/8"	11,52	0,06
	3/4"	6,52	0,016	3/4"	7,64	0,021
	7/8"	4,63	0,007	7/8"	5,42	0,009
	1 1/8"	2,68	0,002	1 1/8"	3,14	0,002
15 kW	5/8"	12,31	0,068	5/8"	14,4	0,092
	3/4"	8,16	0,024	3/4"	9,54	0,033
	7/8"	5,79	0,01	7/8"	6,78	0,014
	1 1/8"	3,36	0,003	1 1/8"	3,93	0,004
20 kW				1 3/8"	2,63	0,001
	3/4"	10,87	0,042	3/4"	12,73	0,057
	7/8"	7,72	0,018	7/8"	9,04	0,024
	1 1/8"	4,47	0,005	1 1/8"	5,24	0,006
	1 3/8"	3	0,002	1 3/8"	3,51	0,002
30 kW				1 5/8"	2,46	0,001
	7/8"	11,59	0,039	7/8"	13,56	0,052
	1 1/8"	6,71	0,01	1 1/8"	7,85	0,013
	1 3/8"	4,5	0,004	1 3/8"	5,27	0,005
	1 5/8"	3,16	0,002	1 5/8"	3,69	0,002
40 kW				2 1/8"	2,17	0,001
	1 1/8"	8,95	0,017	1 1/8"	10,47	0,023
	1 3/8"	6	0,006	1 3/8"	7,03	0,008
	1 5/8"	4,2	0,003	1 5/8"	4,91	0,003
	2 1/8"	2,47	0,001	2 1/8"	2,89	0,001
50 kW	1 1/8"	11,19	0,026	1 1/8"	13,09	0,035
	1 3/8"	7,51	0,01	1 3/8"	8,78	0,013
	1 5/8"	5,25	0,004	1 5/8"	6,14	0,005
	2 1/8"	3,09	0,001	2 1/8"	3,62	0,001
			2 5/8"	2,37	0,001	

POTENCIA	Evaporación -12°C			Evaporación -35°C		
	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP (bar/m)	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP (bar/m)
60 kW	1 1/8"	13,42	0,037	1 3/8"	10,54	0,018
	1 3/8"	9,01	0,014	1 5/8"	7,37	0,007
	1 5/8"	6,3	0,006	2 1/8"	4,34	0,002
	2 1/8"	3,71	0,001	2 5/8"	2,84	0,001
	2 5/8"	2,43	0,001			
70 kW	1 3/8"	10,51	0,018	1 3/8"	12,3	0,025
	1 5/8"	7,35	0,007	1 5/8"	8,6	0,01
	2 1/8"	4,32	0,002	2 1/8"	5,06	0,003
	2 5/8"	2,83	0,001	2 5/8"	3,32	0,001
80 kW	1 3/8"	12,01	0,024	1 3/8"	14,05	0,032
	1 5/8"	8,4	0,01	1 5/8"	9,83	0,013
	2 1/8"	4,94	0,003	2 1/8"	5,78	0,003
	2 5/8"	3,24	0,001	2 5/8"	3,79	0,001
				3 1/8"	2,67	0,001
90 kW	1 3/8"	13,51	0,03	1 5/8"	11,06	0,016
	1 5/8"	9,45	0,012	2 1/8"	6,51	0,004
	2 1/8"	5,56	0,003	2 5/8"	4,26	0,002
	2 5/8"	3,64	0,001	3 1/8"	3,01	0,001
100 kW	1 5/8"	10,5	0,015	1 5/8"	12,29	0,02
	2 1/8"	6,18	0,004	2 1/8"	7,23	0,005
	2 5/8"	4,05	0,001	2 5/8"	4,74	0,002
	3 1/8"	2,86	0,001	3 1/8"	3,34	0,001

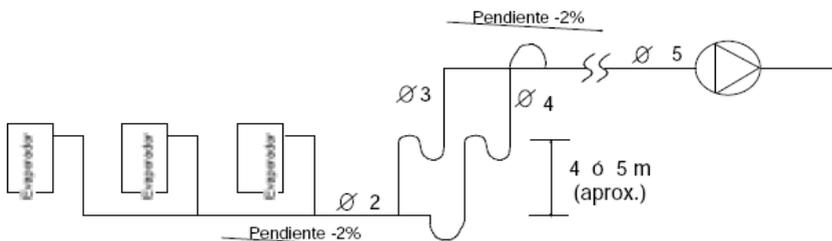
3.4.4 Líneas de aspiración

Se debe diferenciar la línea individual, donde no existe variación de potencia, de las líneas que tienen varios servicios donde puede existir la variación de la potencia.

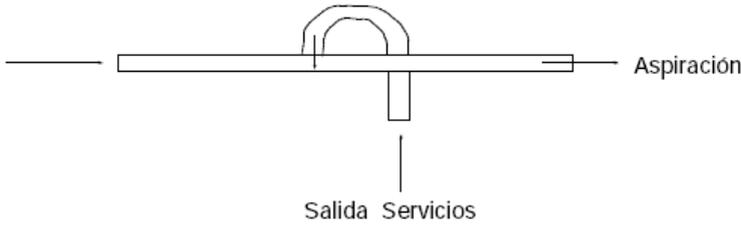
3.4.5 Servicios individuales.



3.4.6 Servicios o zonas colectivas



NOTA: Las líneas de aspiración tendrán entradas por la parte superior del tubo.



3.4.7 Criterios de selección de diámetros.

- 2 (gas) Potencia total zona evaporadores. Velocidad que asegure el arrastre de aceite.
- 3 (gas) Mínima potencia zona evaporadores posibles. Velocidad que asegure el arrastre de aceite.
- 4 (gas) Potencia complementaria a la mínima de 3 para dar la potencia total de zona evaporadores. Velocidad que asegure el arrastre de aceite.
- 5 (gas) Potencia total zona evaporadores. Velocidad que asegure el arrastre de aceite.

Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) tramo vertical (5 - 14 m/s)

NOTA: no valido para sistemas con Economizador (líquido muy sub-enfriado)

BAJA TEMPERATURA -35°C

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar / 50m)	AP(°C / m)	AP(°C / 50m)
3 kw	7/8"	14,2	0,0068	0,34	0,0868	4,34
	1 1/8"	8,26	0,0018	0,09	0,0218	1,09
	1 3/8"	5,54	0,0006	0,03	0,0082	0,41
6 kw	1 1/8"	16,52	0,0064	0,32	0,0812	4,06
	1 3/8"	11,1	0,0024	0,12	0,0296	1,48
	1 5/8"	7,75	0,001	0,05	0,0122	0,61
9 kw	1 3/8"	16,63	0,005	0,25	0,0642	3,21
	1 5/8"	11,63	0,0022	0,11	0,026	1,3
	2 1/8"	6,84	0,0006	0,03	0,007	0,35
12 kw	1 5/8"	15,5	0,0036	0,18	0,045	2,25
	2 1/8"	9,13	0,001	0,05	0,012	0,6
	2 5/8"	5,98	0,0004	0,02	0,0042	0,21
15 kw	2 1/8"	11,41	0,0014	0,07	0,0182	0,91
	2 5/8"	7,48	0,0006	0,03	0,0064	0,32
	3 1/8"	5,28	0,00024	0,012	0,0028	0,14
20 kw	2 1/8"	15,21	0,0026	0,13	0,0314	1,57
	2 5/8"	9,97	0,00092	0,046	0,011	0,55
	3 1/8"	7,03	0,00038	0,019	0,0046	0,23
30 kw	2 5/8"	14,95	0,000194	0,0097	0,0234	1,17
	3 1/8"	10,55	0,00082	0,041	0,0098	0,49
	4"	7,24	0,0008	0,04	0,0046	0,23
40 kw	3 1/8"	14,07	0,0014	0,07	0,017	0,85
	4"	7,84	0,0012	0,06	0,009	0,45

BAJA TEMPERATURA -35°C

Tabla de dimensionado tubería aspiración tramo vertical (5 - 14 m/s)

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar) 50m	AP(°C / m)	AP(°C) 50m
3 KW	3/4"	7,31	0,005	0,25	0,0322	1,61
	7/8"	5,19	0,0022	0,11	0,0138	0,69
	1 1/8"	3,01	0,0006	0,03	0,0036	0,18
6 KW	3/4"	(14,61)	0,01846	0,923	0,1242	6,21
	7/8"	10,4	0,0078	0,39	0,0508	2,54
	1 1/8"	6,01	0,002	0,1	0,0132	0,66
	1 3/8"	4,03	0,0008	0,04	0,0048	0,24
	1 5/8"	2,82	0,0002	0,01	0,002	0,1
9 KW	7/8"	(15,6)	0,017	0,85	0,1132	5,66
	1 1/8"	9,02	0,0044	0,22	0,0278	1,39
	1 3/8"	6,05	0,0016	0,08	0,0104	0,52
	1 5/8"	4,23	0,0006	0,03	0,0044	0,22
12 KW	1 1/8"	12,03	0,00752	0,376	0,0482	2,41
	1 3/8"	8,07	0,0028	0,14	0,0178	0,89
	1 5/8"	5,64	0,0012	0,06	0,0074	0,37
	2 1/8"	3,32	0,00032	0,0016	0,002	0,1
15 KW	1 1/8"	(15,03)	0,01146	0,573	0,0746	3,73
	1 3/8"	10,09	0,0042	0,21	0,027	1,35
	1 5/8"	7,05	0,0018	0,09	0,0112	0,56
	2 1/8"	4,15	0,00048	0,024	0,003	0,15
	2 5/8"	2,72	0,00018	0,009	0,001	0,05
20 KW	1 3/8"	13,45	0,00732	0,366	0,047	2,35
	1 5/8"	9,51	0,003	0,15	0,019	0,95
	2 1/8"	5,54	0,0008	0,04	0,0052	0,26
	2 5/8"	3,63	0,0003	0,015	0,0018	0,09
	3 1/8"	2,56	0,00012	0,006	0,0008	0,04
30 KW	1 5/8"	14,11	0,00646	0,323	0,0414	2,07
	2 1/8"	8,3	0,0018	0,09	0,011	0,55
	2 5/8"	5,44	0,00062	0,031	0,0038	0,19
	3 1/8"	3,84	0,00026	0,013	0,0016	0,08
40 KW	2 1/8"	11,07	0,003	0,15	0,0188	0,94
	2 5/8"	7,25	0,00106	0,053	0,0066	0,33
	3 1/8"	5,12	0,00046	0,023	0,0028	0,14
50 KW	2 1/8"	13,84	0,00456	0,228	0,029	1,45
	2 5/8"	9,07	0,00162	0,081	0,01	0,5
	3 1/8"	6,4	0,00068	0,034	0,0042	0,21
60 KW	2 5/8"	10,88	0,00226	0,113	0,0142	0,71
	3 1/8"	7,68	0,00096	0,048	0,006	0,3
	4"	5,26	0,00056	0,028	0,0028	0,14
70 KW	2 5/8"	12,7	0,00302	0,151	0,019	0,95
	3 1/8"	8,96	0,00128	0,064	0,008	0,4
	4"	6,15	0,0012	0,06	0,0036	0,18
80 KW	2 5/8"	(14,51)	0,0039	0,195	0,0246	1,23
	3 1/8"	10,24	0,00164	0,082	0,0104	0,52
	4"	6,93	0,00096	0,048	0,0048	0,24
90 KW	3 1/8"	11,52	0,00206	0,103	0,0128	0,64
	4"	7,9	0,00116	0,058	0,0058	0,29
100 KW	3 1/8"	12,8	0,0025	0,125	0,0158	0,79
	4"	8,78	0,00144	0,072	0,0072	0,36

MEDIA TEMPERATURA -12°C

Tabla de dimensionado tubería aspiración tramo horizontal (2.5 - 10 m/s)

POTENCIA	DIÁMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar) 50m	AP(°C / m)	AP(°C) 50m
3 KW	5/8"	11,03	0,0138	0,69	0,092	4,6
	3/4"	7,31	0,005	0,25	0,0322	1,61
	7/8"	5,19	0,0022	0,11	0,0138	0,69
6 KW	7/8"	10,38	0,0078	0,39	0,0508	2,54
	1 1/8"	6,01	0,002	0,1	0,0132	0,66
9 KW	7/8 "	15,6	0,017	0,85	0,1132	5,66
	1 1/8"	9,02	0,0044	0,22	0,0278	1,39
	1 3/8"	6,05	0,0016	0,08	0,0104	0,52
12 KW	1 1/8"	12,03	0,0074	0,37	0,0482	2,41
	1 3/8"	8,07	0,0028	0,14	0,0178	0,89
	1 5/8"	5,64	0,0012	0,06	0,0074	0,37
15 KW	1 1/8"	15,03	0,01146	0,573	0,0746	3,73
	1 3/8"	10,09	0,0042	0,21	0,027	1,35
	1 5/8"	7,05	0,0018	0,09	0,0112	0,56
20 KW	1 3/8"	13,45	0,0074	0,37	0,047	2,35
	1 5/8"	9,51	0,003	0,15	0,019	0,95
	2 1/8"	5,54	0,0008	0,04	0,0052	0,26
30 KW	1 5/8"	14,11	0,0064	0,32	0,0414	2,07
	2 1/8"	8,3	0,0018	0,09	0,011	0,55
	2 5/8"	5,44	0,00062	0,031	0,0038	0,19
40 KW	1 5/8"	18,8	0,0112	0,56	0,0728	3,64
	2 1/8"	11,07	0,003	0,15	0,0188	0,94
	2 5/8"	7,25	0,00106	0,053	0,0066	0,33
	3 1/8"	5,12	0,00046	0,023	0,0028	0,14
50 KW	2 1/8"	13,84	0,0046	0,23	0,029	1,45
	2 5/8"	9,07	0,00162	0,081	0,01	0,5
	3 1/8"	6,4	0,00068	0,034	0,0042	0,21
60 KW	2 5/8"	10,88	0,00226	0,113	0,0142	0,71
	3 1/8"	7,68	0,00096	0,048	0,006	0,3
70 KW	2 5/8"	12,7	0,00302	0,151	0,019	0,95
	3 1/8"	8,96	0,00128	0,064	0,008	0,4
	4"	6,15	0,0012	0,06	0,0036	0,18
80 KW	3 1/8"	10,24	0,00164	0,082	0,0104	0,52
	4"	6,93	0,00096	0,048	0,0048	0,24
90 KW	3 1/8"	11,52	0,00206	0,103	0,0128	0,64
	4"	7,9	0,00116	0,058	0,0058	0,29
100 KW	3 1/8"	12,8	0,0025	0,125	0,0158	0,79
	4"	8,78	0,00144	0,072	0,0072	0,36

NOTA:

LOS DIÁMETROS HASTA 3 1/8" SON DE ODS COBRE.
 LOS DIÁMETROS A PARTIR DE 4" SON DE HIERRO.

Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) tramo horizontal (2.5 - 10 m/s)

BAJA TEMPERATURA -35°C

BAJA TEMPERATURA -35°C

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar / 50m)	AP(°C / m)	AP(°C / 50m)
3 kw	7/8"	14,2	0,0068	0,34	0,0868	4,34
	1 1/8"	8,26	0,0018	0,09	0,0218	1,09
	1 3/8"	5,54	0,0006	0,03	0,0082	0,41
6 kw	1 1/8"	16,52	0,0064	0,32	0,0818	4,09
	1 3/8"	11,09	0,00242	0,121	0,0296	1,48
	1 5/8"	7,75	0,001	0,05	0,0122	0,61
	2 1/8"	4,56	0,0002	0,01	0,0034	0,17
9 kw	1 3/8"	16,63	0,005	0,25	0,0642	3,21
	1 5/8"	11,63	0,00206	0,103	0,026	1,3
	2 1/8"	6,84	0,0006	0,03	0,007	0,35
	2 5/8"	4,49	0,0002	0,01	0,0026	0,13
12 kw	1 5/8"	15,51	0,0036	0,18	0,045	2,25
	2 1/8"	9,13	0,001	0,05	0,012	0,6
	2 5/8"	5,98	0,0004	0,02	0,0042	0,21
	3 1/8"	4,22	0,00016	0,008	0,0018	0,09
15 kw	1 5/8"	19,4	0,0054	0,27	0,0694	3,47
	2 1/8"	11,41	0,0006	0,03	0,0182	0,91
	2 5/8"	7,48	0,0006	0,03	0,0064	0,32
	3 1/8"	5,28	0,00024	0,012	0,0028	0,14
20 kw	2 1/8"	15,21	0,0026	0,13	0,0314	1,57
	2 5/8"	9,97	0,00092	0,046	0,011	0,55
	3 1/8"	7,03	0,00038	0,019	0,0046	0,23
30 kw	2 5/8"	14,95	0,00194	0,097	0,0234	1,17
	3 1/8"	10,55	0,00082	0,041	0,0098	0,49
	4"	7,24	0,0008	0,04	0,0046	0,23
40 kw	3 1/8"	14,07	0,0014	0,07	0,017	0,85
	4"	7,84	0,0012	0,06	0,009	0,45

NOTA: no valido para sistemas con Economizador (líquido muy sub-enfriado)

Tabla dimensionado tubería aspiración (-35°C) líquido sub-enfriado a 0°C tramo vertical (5 - 14 m/s)

BAJA TEMPERATURA -35°C

BAJA TEMPERATURA -35°C

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar / 50m)	AP(°C / m)	AP(°C / 50m)
3 kw	3/4"	10,67	0,00488	0,244	0,0612	3,06
	7/8"	7,58	0,00212	0,106	0,026	1,3
	1 1/8"	4,39	0,00056	0,028	0,0068	0,34
	1 3/8"	2,94	0,0001	0,005	0,001	0,05
6 kw	1 1/8"	8,78	0,002	0,1	0,0244	1,22
	1 3/8"	5,89	0,00076	0,038	0,0092	0,46
	1 5/8"	4,12	0,00032	0,016	0,0038	0,19
9 kw	1 3/8"	8,83	0,0016	0,08	0,0194	0,97
	1 5/8"	6,18	0,00066	0,033	0,008	0,4
	2 1/8"	3,64	0,00018	0,009	0,0022	0,11
12 kw	1 5/8"	8,24	0,00114	0,057	0,0136	0,68
	2 1/8"	4,85	0,00032	0,016	0,0038	0,19
	2 5/8"	3,18	0,00012	0,006	0,0014	0,07
15 kw	1 5/8"	10,3	0,0017	0,085	0,0206	1,03
	2 1/8"	6,06	0,0046	0,23	0,0056	0,28
	2 5/8"	3,97	0,00016	0,008	0,002	0,1
	3 1/8"	2,8	0,00008	0,004	0,0008	0,04
20 kw	2 1/8"	8,08	0,0008	0,04	0,0096	0,48
	2 5/8"	5,3	0,00028	0,014	0,0034	0,17
	3 1/8"	3,74	0,00012	0,006	0,0014	0,07
30 kw	2 5/8"	7,94	0,0006	0,03	0,0072	0,36
	3 1/8"	5,61	0,00026	0,013	0,003	0,15
40 kw	2 5/8"	10,59	0,00102	0,051	0,0122	0,61
	3 1/8"	7,47	0,00044	0,022	0,0052	0,26
50 Kw	3 1/8"	9,34	0,00066	0,033	0,0078	0,39
	4"	5,59	0,00056	0,028	0,0048	0,24
60 kW	3 1/8"	11,21	0,00092	0,046	0,011	0,55
	4"	6,72	0,00062	0,031	0,0064	0,32
70 kW	4"	7,84	0,00068	0,034	0,0082	0,41

NOTA: solo valido para líquido muy Sub-enfriado (con Economizador)

Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) líquido sub-enfriado a 0°C

tramo horizontal (5 - 10 m/s)

-35°C

BAJA TEMPERATURA

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar / 50m)	AP(°C / m)	AP(°C / 50m)
3 kw	3/4"	10,67	0,00488	0,244	0,0612	3,06
	7/8"	7,58	0,00212	0,106	0,026	1,3
6 kw	7/8"	15,15	0,00758	0,379	0,0978	4,89
	1 1/8"	8,78	0,002	0,1	0,0244	1,22
	1 3/8"	1 3/8"	0,00076	0,038	0,0092	0,46
9 kw	1 1/8"	13,17	0,00422	0,211	0,0524	2,62
	1 3/8"	8,83	0,0016	0,08	0,0194	0,97
	1 5/8"	6,18	0,00066	0,033	0,008	0,4
12 kw	1 3/8"	11,78	0,0027	0,135	0,0332	1,66
	1 5/8"	8,24	0,00114	0,057	0,0136	0,68
15 kw	1 3/8"	14,72	0,00408	0,204	0,0508	2,54
	1 5/8"	10,3	0,0017	0,085	0,0206	1,03
	2 1/8"	6,06	0,0046	0,23	0,0056	0,28
20 kw	1 5/8"	13,73	0,0029	0,145	0,0356	1,78
	2 1/8"	8,08	0,0008	0,04	0,0096	0,48
	2 5/8"	5,3	0,00028	0,014	0,0034	0,17
30 kw	2 1/8"	12,12	0,00168	0,084	0,0204	1,02
	2 5/8"	7,94	0,0006	0,03	0,0072	0,36
	3 1/8"	5,61	0,00026	0,013	0,003	0,15
40 kw	2 5/8"	10,59	0,00102	0,051	0,0122	0,61
	3 1/8"	7,47	0,00044	0,022	0,0052	0,26
50 Kw	2 5/8"	13,24	0,00154	0,077	0,0186	0,93
	3 1/8"	9,34	0,00066	0,033	0,0078	0,39
	4"	5,59	0,00056	0,028	0,0048	0,24
60 kW	3 1/8"	11,21	0,00092	0,046	0,011	0,55
	4"	6,72	0,00062	0,031	0,0064	0,32
70 kW	3 1/8"	13,08	0,00122	0,061	0,0148	0,74
	4"	7,84	0,00068	0,034	0,0082	0,41

BAJA TEMPERATURA

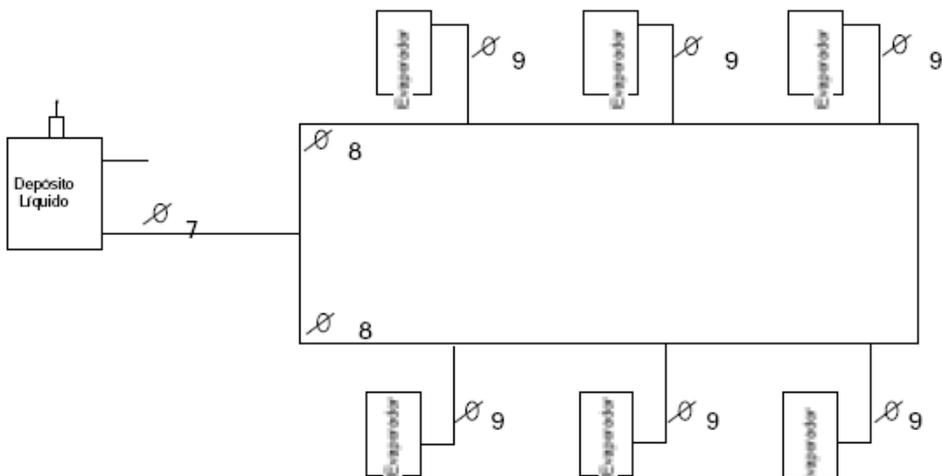
-35°C

MOTA: solo valido para líquido muy Sub-enfriado (con Economizador)

3.4.8 Líneas de líquido.

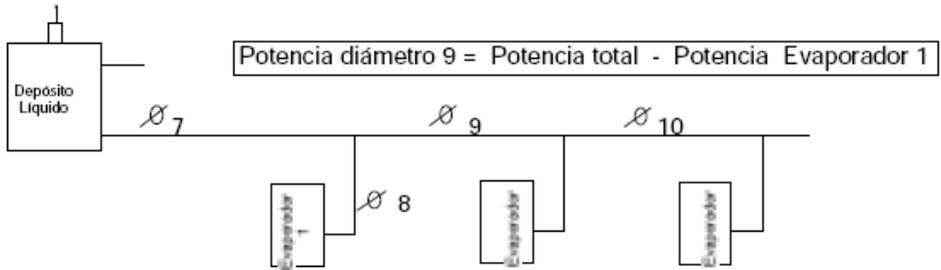
.- Se recomienda, en la medida de lo posible, establecer anillo de líquido; esta es la fórmula más segura para un suministro uniforme de líquido.

.- Permite el uso de una sola válvula en central; es el sistema que permite más fáciles modificaciones futuras.



LAS TABLAS SIGUIENTES TAMBIÉN SIRVEN PARA EL CRITERIO DE SELECCIÓN EN SERIE:

DIÁMETROS DECRECIENTES.



NOTA: Las líneas de líquido de suministro siempre tendrán salidas por la parte inferior.



3.4.9 Criterios de selección de diámetros.

- 7 (líquido) La máxima potencia a la zona de suministro. Baja velocidad de suministro (aprox. 0,5 m/s)
- 8 (líquido) 50% de la máxima potencia supuesta en 7. Baja velocidad de suministro (aprox. 0,5 m/s)
- 9 (líquido) Potencia del servicio. Velocidad comprendida entre 0,5 - 1 m/s



Tabla de dimensionado tubería líquido hacia los servicios (-12°C)

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar / 25m)	AP(°C / m)	AP(°C / 25m)
3 KW	3/8"	0,74	0,0048	0,12	0,01	0,25
	1/2"	0,4	0,001	0,025	0,002	0,05
	5/8"	0,24	0,00028	0,007	0,0004	0,01
6 KW	1/2"	0,79	0,004	0,1	0,008	0,2
	5/8"	0,47	0,0008	0,02	0,002	0,05
	3/4"	0,31	0,00036	0,009	0,0008	0,02
	7/8"	0,22	0,00016	0,004	0,0004	0,01
9 KW	1/2"	1,19	0,0084	0,21	0,018	0,45
	5/8"	0,71	0,0024	0,06	0,0048	0,12
	3/4"	0,47	0,0008	0,02	0,0016	0,04
	7/8"	0,33	0,00032	0,008	0,0008	0,02
	1 1/8"	0,19	0,00008	0,002	0,0004	0,01
12 KW	5/8"	0,94	0,004	0,1	0,0084	0,21
	3/4"	0,62	0,0012	0,03	0,0028	0,07
	7/8"	0,44	0,0006	0,015	0,0012	0,03
	1 1/8"	0,26	0,00016	0,004	0,0004	0,01
15 KW	5/8"	1,18	0,006	0,15	0,0128	0,32
	3/4"	0,78	0,002	0,05	0,0044	0,11
	7/8"	0,55	0,0008	0,02	0,002	0,05
	1 1/8"	0,32	0,00024	0,006	0,0004	0,01
	1 3/8"	0,22	0,00008	0,002	0,0004	0,01
20 KW	3/4"	1,04	0,0036	0,09	0,008	0,2
	7/8"	0,74	0,0016	0,04	0,0032	0,08
	1 1/8"	0,43	0,0004	0,01	0,0008	0,02
	1 3/8"	0,29	0,00016	0,004	0,0004	0,01
30 KW	7/8"	1,11	0,0036	0,09	0,0072	0,18
	1 1/8"	0,64	0,0008	0,02	0,002	0,05
	1 3/8"	0,43	0,00032	0,008	0,0008	0,02
	1 5/8"	0,3	0,00012	0,003	0,0004	0,01
40 KW	1 1/8"	0,86	0,0016	0,04	0,0032	0,08
	1 3/8"	0,57	0,0004	0,01	0,0012	0,03
	1 5/8"	0,4	0,00024	0,006	0,0008	0,02
	2 1/8"	0,24	0,00004	0,001	0,0004	0,01
50 KW	1 1/8"	1,07	0,0024	0,06	0,0048	0,12
	1 3/8"	0,72	0,0008	0,02	0,0016	0,04
	1 5/8"	0,5	0,00036	0,009	0,0004	0,01
	2 1/8"	0,3	0,00012	0,003	0,0004	0,01
60 KW	1 1/8"	1,28	0,0032	0,08	0,0072	0,18
	1 3/8"	0,86	0,0012	0,03	0,0024	0,06
	1 5/8"	0,6	0,0004	0,01	0,0012	0,03
	2 1/8"	0,35	0,00012	0,003	0,0004	0,01
	2 5/8"	0,23	0,00004	0,001	0,0004	0,01
70 KW	1 3/8"	1,01	0,0016	0,04	0,0036	0,09
	1 5/8"	0,7	0,0008	0,02	0,0012	0,03
	2 1/8"	0,41	0,00016	0,004	0,0004	0,01
	2 5/8"	0,27	0,00004	0,001	0,0004	0,01

Tabla de dimensionado tubería líquido hacia los servicios (-35°C)

POTENCIA	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP(bar / m)	AP(bar / 25m)	AP(°C / m)	AP(°C / 25m)
3 KW	3/8"	0,87	0,0068	0,17	0,014	0,35
	1/2"	0,49	0,0012	0,03	0,0028	0,07
	5/8"	0,28	0,00036	0,009	0,0008	0,02
6 KW	1/2"	0,93	0,0052	0,13	0,0112	0,28
	5/8"	0,55	0,0012	0,03	0,0028	0,07
	3/4"	0,37	0,00048	0,012	0,0012	0,03
	7/8"	0,26	0,0002	0,005	0,0004	0,01
9 KW	5/8"	0,83	0,0032	0,08	0,0064	0,16
	3/4"	0,55	0,0012	0,03	0,0024	0,06
	7/8"	0,39	0,00044	0,011	0,0008	0,02
	1 1/8"	0,23	0,00012	0,003	0,0004	0,01
12 KW	5/8"	1,1	0,0056	0,14	0,0112	0,28
	3/4"	0,73	0,002	0,05	0,004	0,1
	7/8"	0,52	0,0008	0,02	0,0016	0,04
	1 1/8"	0,3	0,0002	0,005	0,0004	0,01
	1 3/8"	0,2	0,00008	0,002	0,0004	0,01
15 KW	3/4"	0,91	0,0028	0,07	0,006	0,15
	7/8"	0,65	0,0012	0,03	0,0024	0,06
	1 1/8"	0,38	0,00032	0,008	0,0008	0,02
	1 3/8"	0,25	0,00012	0,003	0,0004	0,01
20 KW	3/4"	1,22	0,0052	0,13	0,0108	0,27
	7/8"	0,87	0,002	0,05	0,0044	0,11
	1 1/8"	0,5	0,0008	0,02	0,0012	0,03
	1 3/8"	0,34	0,0002	0,005	0,0008	0,02
	1 5/8"	0,24	0,00008	0,002	0,0004	0,01
30 KW	7/8"	1,3	0,0048	0,12	0,01	0,25
	1 1/8"	0,75	0,0012	0,03	0,0024	0,06
	1 3/8"	0,5	0,00044	0,011	0,0008	0,02
	1 5/8"	0,35	0,00016	0,004	0,0004	0,01
	2 1/8"	0,21	0,00004	0,001	0,0004	0,01
40 KW	1 1/8"	1	0,002	0,05	0,0044	0,11
	1 3/8"	0,67	0,0008	0,02	0,0016	0,04
	1 5/8"	0,47	0,00032	0,008	0,0008	0,02
	2 1/8"	0,28	0,00008	0,002	0,0004	0,01
50 KW	1 1/8"	1,25	0,0032	0,08	0,0068	0,17
	1 3/8"	0,84	0,00116	0,029	0,0024	0,06
	1 5/8"	0,59	0,00048	0,012	0,0008	0,02
	2 1/8"	0,35	0,00012	0,003	0,0004	0,01
60 KW	1 3/8"	1,01	0,00164	0,041	0,0036	0,09
	1 5/8"	0,71	0,00068	0,017	0,0012	0,03
	2 1/8"	0,42	0,00016	0,004	0,0004	0,01
	2 5/8"	0,27	0,00008	0,002	0,0004	0,01
70 KW	1 3/8"	1,18	0,00224	0,056	0,0048	0,12
	1 5/8"	0,82	0,00092	0,023	0,002	0,05
	2 1/8"	0,48	0,00024	0,006	0,0004	0,01
	2 5/8"	0,32222	0,00008	0,002	0,0004	0,01

Tabla de longitudes equivalentes de accesorios

A LA LONGITUD REAL POR TUBERÍA SUMAR LA LONGITUD EQUIVALENTE POR LOS ACCESORIOS, Y CON LA LONGITUD TOTAL EQUIVALENTE SE OBTIENE LA **AP** REAL

Diámetro Tubería	Válvulas a bola	Válvulas de ángulo	Válvulas asiento	Codos 90°	Codos 45°
1/2"	0,18 m	1,6 m	3 m	0,3 m	0,13 m
5/8"	0,21 m	2 m	4 m	0,35 m	0,16 m
7/8"	0,27 m	2,6 m	5 m	0,5 m	0,23 m
1 1/8"	0,30 m	4 m	7,2 m	0,6 m	0,30 m
1 3/8"	0,46 m	5 m	9,5 m	0,8 m	0,40 m
1 5/8"	0,54 m	5,5 m	12 m	0,9 m	0,45 m
2 1/8"	0,70 m	7,2 m	15 m	1,3 m	0,60 m
2 5/8"	0,85 m	8,5 m	17 m	1,5 m	0,72 m
3 1/8"	0,98 m	11 m	21 m	1,8 m	0,90 m

3.4.10 CAPÍTULO VI Fabricantes, instaladores, Conservadores-Reparadores y titulares

Art. 25. Fabricantes.- Dado que todos los elementos constitutivos de una instalación frigorífica son aparatos o recipientes sometidos a presión, será de aplicación a los fabricantes de elementos o conjuntos destinados a este tipo de instalaciones lo dispuesto en el artículo relativo a las mismas en el vigente Reglamento de Recipientes a Presión ya citado.

Art. 26 Instaladores y Conservadores-Reparadores frigoristas autorizados

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los titulados de grado superior y medio, las instalaciones frigoríficas se realizarán por personas o Entidades que estén en posesión del título de instalador frigorista autorizado. Estas instalaciones se conservarán y repararán por personas o Entidades que tengan el título de Conservador-Reparador frigorista autorizado.

Tanto el título de Instalador frigorista autorizado como el de Conservador-Reparador frigorista autorizado se concederán por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, una vez superadas las condiciones y pruebas necesarias, y facultarán a sus titulares de ejercer sus profesiones en las provincias donde hayan sido expedidos y en cualquier otra, con la condición de inscribirse en los libros de registro que a estos efectos llevarán las Delegaciones Provinciales.

Estos libros de registros corresponderán a modelos normalizados aprobados por la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas.

Las condiciones que deben cumplir o reunir las Entidades o personas que quieran ser calificadas como Instaladores o Conservadores-Reparadores frigoristas autorizados, para obtener el carné acreditativo de su titulación, sus obligaciones y limitaciones, están consignadas en las instrucciones complementarias de este Reglamento y que estén vigentes en el momento de su aplicación.

Art. 27. Titulares.- Los usuarios de toda instalación frigorífica deben cuidar que las mismas se mantengan en perfecto estado de funcionamiento, así como impedir su utilización cuando no ofrezcan las debidas garantías de seguridad para personas o cosas. Los usuarios contratarán, en su caso, el mantenimiento de la instalación con un Conservador-Reparador autorizado por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía, en la forma en que se establezca en las Instrucciones Complementarias que se desarrollan en el presente reglamento

Los usuarios llevarán un Libro de Registro, cuyo modelo será establecido por la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas, facilitado y legalizado por la correspondiente Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía, en el que constarán los aparatos instalados, procedencia, suministrador, instalador, fecha de la primera inspección y de las inspecciones periódicas, con el visto bueno de aquella Delegación.

Asimismo, figuran las inspecciones no oficiales y reparaciones efectuadas con detalle en las mismas., Convector-Reparador autorizado que las efectuó y fecha de su terminación.

3.4.11 INSTRUCCIÓN MI I -013. INSTALACIONES Y CONSERVADORES FRIGORISTAS AUTORIZADOS

2. OBLIGACIONES DE LOS INSTALADORES Y CONSERVADORES-REPARADORES FRIGORISTAS AUTORIZADOS.

2.1. Obligaciones generales.

Los Instaladores y Conservadores-Reparadores Frigoristas Autorizados ejercerán sus actividades dentro de un estricto cumplimiento del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, siendo responsables administrativamente ante la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de que, en cada caso, se han tenido en cuenta las citadas normas.

Los Instaladores y Conservadores-Reparadores Frigoristas Autorizados, tanto por lo que se refiere a personas como a Entidades, estarán inscritos en un Libro de Registro que llevará la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria y Energía que les expedirá el correspondiente título que les autorice a dirigir y realizar, y, en su caso conservar y reparar, las Instalaciones que el presente Reglamento determina.

Estos títulos tendrán un año de validez, debiendo renovarse antes de la fecha de su caducidad, en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía donde ejerza su actividad el Instalador o Conservador-Reparador Frigorista Autorizado.

Si un Instalador y Conservador-Reparador Frigorista Autorizado por una Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía precisa ejercer su actividad en el ámbito jurisdiccional de otra Delegación, deberá previamente registrar su título en ésta última.

Los Instaladores Frigoristas Autorizados llevarán un Libro Registro, cuyo modelo será aprobado por la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas, que les será facilitado y legalizado por la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía de su residencia, en el que se harán constar las instalaciones realizadas, aparatos, características, emplazamiento, cliente y fecha de su terminación. Estos Libros Registro serán revisados por aquellas Delegaciones Provinciales, que dejarán constancia de éstas revisiones.

Tanto los Instaladores como los Conservadores-Reparadores Frigoristas Autorizados cumplimentarán debidamente las anotaciones que les correspondan en el libro registro del usuario.

Los Instaladores y Conservadores-Reparadores Autorizados deberán disponer de precintos propios, tal y como se especifica en el punto 7 de la MI-IF-009, que colocarán en las válvulas de seguridad que por ellos sean taradas.

2.2. Instrucciones de servicio

Antes de la puesta en marcha de la instalación frigorífica, con potencia de accionamiento en compresores superior a 10 Kw, El Instalador frigorista Autorizado suministrará un manual o tablas de instrucción para su correcto seroicio y actuación en caso de averías, que serán conservadas en buen estado para ser consultados en cualquier momento, debiendo estar en lugar visible en la sala de máquinas. Dichas instrucciones deberán contener como mínimo:

- a) Una descripción general de la instalación, indicado el nombre del instalador, dirección y teléfono, así como el año de su puesta en marcha.
 - b) Una descripción detallada de los elementos de la instalación, para hacer comprensible su funcionamiento al personal encargado.
 - c) Instrucciones detalladas de puesta en marcha normal de la instalación y después de periodos prolongados de no utilización y para su parada.
 - d) Instrucciones detalladas de los elementos de control e indicadores de la marcha de la instalación y funcionamiento de la misma en condiciones de seguridad y óptimo rendimiento.
 - e) Instrucciones para caso de averías o anomalías de funcionamiento.
 - f) Instrucciones para el mantenimiento normal de la instalación en uso y en periodos prolongados de paro.
 - g) Instrucciones sobre desescarche, renovación de aire, agua de condensación y refrigeración de compresores, engrase y purgas de aceite y de aire.
 - h) Instrucciones sobre prevención de accidentes y actuación en caso de que sobrevengan.
 - i) Instrucciones para evitar la congelación del agua en el condensador, en el caso de temperaturas ambiente muy bajas.
 - j) Diagrama de la instalación con indicaciones de los números y otras referencias de las válvulas de cierre y apertura.
 - k) Modo de empleo de las máscaras antigás y de los equipos autónomos de aire comprimido, en los casos especificados en la Instrucción MI-IF-016, así como de los trajes de protección.
- Dichas instrucciones se pondrán al corriente por dicho Instalador frigorista Autorizado en caso de modificación de la instalación.

Para las instalaciones de potencia en compresores igual o menor a 10kW. las instrucciones deberán contener solamente lo referente a los apartados a), c), f), g), h), i), j) y k).

3. MONTAJE DE LAS INSTALACIONES FRIGORÍFICAS.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 26 del Reglamento para Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, las instalaciones de los aparatos y equipos comprendidos en este Reglamento se realizarán en todo caso por instalador frigorista autorizado.

Art. 26 Instaladores y Conservadores-Reparadores frigoristas autorizados

Sin perjuicio de las atribuciones específicas concedidas por el Estado a los titulados de grado superior y medio, las instalaciones frigoríficas se realizarán por personas o Entidades que estén en posesión del título de instalador frigorista autorizado. Estas instalaciones se conservarán y repararán por personas o Entidades que tengan el título de Conservador-Reparador frigorista autorizado.

Tanto el título de Instalador frigorista autorizado como el de Conservador-Reparador frigorista autorizado se concederán por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, una vez superadas las condiciones y pruebas necesarias, y facultarán a sus titulares de ejercer sus profesiones en las provincias donde hayan sido expedidos y en cualquier otra, con la condición de inscribirse en los libros de registro que a estos efectos llevarán las Delegaciones Provinciales.

Estos libros de registros corresponderán a modelos normalizados aprobados por la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas.

Las condiciones que deben cumplir o reunir las Entidades o personas que quieran ser calificadas como Instaladores o Conservadores-Reparadores frigoristas autorizados, para obtener el carné acreditativo de su titulación, sus obligaciones y limitaciones, están consignadas en las instrucciones complementarias de este Reglamento y que estén vigentes en el momento de su aplicación.



Foto: enfriadora de agua bomba de calor Marca CLIVET

MANUAL DE INSTALACION DE TUBERIAS DE POLIPROPILENO “EKOPLASTIK”

3.5 Tuberías para agua caliente y fría “PPR” (Polipropileno)

El sistema de tuberías Ekoplastik, se puede utilizar para la distribución de agua en viviendas, edificios administrativos y culturales y para tuberías usadas en la industria y en la agricultura.

El sistema Ekoplastik está concebido para la conducción de agua fría y caliente y para la calefacción por suelo y central.

Las tuberías Ekoplastik pueden utilizarse también para la conducción de aire. Es necesario considerar en cada caso concreto, el aprovechamiento de su resistencia química, así como otras propiedades al tratarse de la conducción de otros líquidos, de gases o de sustancias sólidas.

Garantía

A los elementos standard del Sistema Ekoplastik se les proporciona una garantía de 10 años.

Esta garantía está condicionada por la aplicación correcta de los productos, cumpliendo con las correspondientes normas establecidas para el montaje. Para los otros productos se proporciona una garantía de 6 meses.

(Los elementos standard están señalados en el catálogo de productos con la abreviatura S.)

3.5.1 Información básica acerca de la gama Ekoplastik

Las tuberías y los soldadores eléctricos del Sistema Ekoplastik se fabrican en las siguientes dimensiones (dadas por los diámetros exteriores de las tuberías): **16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90 y 110 mm.**

En base a las supuestas combinaciones de la presión operativa y de las temperaturas, se fabrican tuberías en diferentes series de presiones (con paredes de distintos espesores):

- Tubería EKOPLASTIK PPR

PN 10	SDR 11	generalmente para agua fría
PN 16	SDR 7,4	generalmente para agua fría y caliente
PN 20	SDR 6	generalmente para agua caliente y calefacción
- Tubería EKOPLASTIK STABI

PN 20	generalmente para agua caliente y calefacción
-------	---

Los accesorios se fabrican también en la serie de presión más elevada PN 20 en diferentes formas de presentación:

- Accesorios totalmente plásticos (manguitos, codos, Tes iguales y reducidas, reducciones, tapones, cruces)
- Accesorios combinados con rosca de latón niquelado para uniones (reducciones directas, Tes, codos de pared, juego universal de pared)
- Accesorios combinados para uniones por bridas
- Válvulas de paso plásticas con cono de latón (vistas y empotradas)
- Válvulas de esfera de plástico con bola de latón niquelado (vistas y empotradas)
- Elementos especiales (cruces, liras de compensación, elementos de latón)

El Sistema Ekoplastik cuenta además con los accesorios siguientes:

- Herramientas (máquinas de soldar, cortatubos, tijeras, afiladores, raspadores, termómetros y dispositivos para soldar)
- Aislamiento
- Abrazaderas de fijación, manguitos, canaletas de metal, canaletas plásticas y tapones.

En el catálogo de los productos se encuentra, detallado y actualizado, el listado general de los elementos.

3.5.2 Propiedades del Sistema Ekoplastik

1. Ventajas

- Durabilidad de 50 años si se siguen correctamente los reglamentos de aplicación.
- Producto indiscutiblemente higiénico.
- No se corroe, no se expande.
- Flexible, peso liviano, de fácil montaje, rápido y limpio.
- Poco ruidoso, con poca pérdida de carga debido a la fricción.
- Producto ecológico (posibilidad de reciclaje o de incineración sin problemas).

2. Descripción de los elementos del Sistema Ekoplastik

Las tuberías y accesorios se marcan durante el proceso de fabricación, para su mejor identificación en las redes de ventas y al utilizarlos.

Los elementos están marcados, como mínimo, de esta manera:

Tuberías: Ekoplastik, serie de presión, dimensiones, norma para la fabricación, fecha y hora de fabricación y marca de fábrica.

Accesorios: Ekoplastik (eventualmente aparece solamente la abreviatura EK o EKO) y la dimensión. El

embalaje individual de los accesorios está marcado con un sello, en el cual aparece, además del tipo de elemento, la fecha de embalaje y la identificación de la persona encargada de hacer el control de entrada.

En base a los requisitos de la norma DIN 8077/1997, la cual se utiliza para la fabricación de tuberías, gradualmente se irá cambiando en la serie de presión, de la marca PN a la marca SDR de esta manera:

PN	10	16	20
SDR	11	7,4	6

La posibilidad de identificación de cada elemento, es un importante instrumento de control de la calidad y una condición básica en caso de efectuarse una reclamación.

3.5.2 Información sobre los materiales básicos para la producción del Sistema Ekoplastik

Las tuberías y los accesorios del Sistema Ekoplastik están hechos de polipropileno tipo 3. El polipropileno es una poliolefina.

El polipropileno tipo 3 = (estático) copolímero aleatorio del polipropileno (marcado PPR)

Características escogidas PPR

Propiedades	Condiciones de prueba	Unidad	PPR Valor
Índice del flujo MF 230/5	230° / 5 Kg	g/10 min	1,30±0,2
Peso específico		g/cm³	0,9
Máximo punto de tracción		N/mm²	25-26
Alargamiento máximo del punto de tracción		%	13
E módulo de flexibilidad a la flexión		N/mm²	850-900
Resistencia al entallado (CHARPY)	23°C 0°C	KJ/m² Ks/m²	22±3 8
Factor de la dilatación térmica de longitud		M/mK	1,2 · 10 ⁻⁴
Factor de la conductibilidad térmica		W/mK	0,22

3.5.4 Normas para la producción y prueba de los productos

Los elementos del Sistema Ekoplastik se fabrican según las normas de la empresa PN 01 de acuerdo con los requisitos estipulados por las normas alemanas DIN 8077 a DIN 8078, DIN 16962, DIN 4726 y los patrones internacionales ISO 3212, ISO 7279.

Al mismo tiempo, son introducidas en las normas de la empresa, otras características del nuevo sistema de normas europeas EN.

Para garantizar la calidad, de acuerdo con el standard ISO 9002, la producción se controla con regularidad y se establecen con precisión los siguientes procesos:

- Las características de las materias primas de entrada
- Los parámetros de los productos en cada una de las fases de la producción
- Maquinaria que interviene en la producción
- Los parámetros de los instrumentos de medición.

5. El Sistema Ekoplastik está registrado en los siguientes países:

República Checa, Austria, Polonia, Eslovaquia, Rusia, Croacia, Ucrania, Bulgaria, Hungría, Rumania (estado al inicio del año 2002), España, Eslovenia, Alemania.

3.5.5 Propiedades requeridas de los medios en el sistema de tuberías

1. Parámetros básicos de distribución de los conductos de agua interiores

La tabla siguiente muestra los criterios básicos generales para la elección de la serie de presión, es decir: valores de las presiones y las temperaturas, que generalmente existen en los conductos de agua interiores:

medio	Presión de servicio máxima (bar)	Temperatura de servicio máxima (°C)
Agua fría	0-10	hasta 20°C *
Agua caliente sanitaria	0-10	hasta 60°C **

* Para el agua potable, por razones de higiene, la temperatura máxima debe ser 20°C.

** En las distribuciones de agua caliente se presupone una temperatura máxima del agua de 57°C, en el lugar donde se encuentra la batería de salida, como protección contra quemaduras. En las distribuciones de agua caliente, se admite la variante de calentar el agua durante un tiempo breve, a una temperatura máxima de 70°C, en el lugar de calentamiento por razones de higiene-liquidación de microbacterias patógenas y bacterias Legionela.

Es posible utilizar el Sistema Ekoplastik para todo tipo de tuberías para conductos interiores de aguas (agua potable fría, agua fría para el consumo, agua caliente, circulación).

Para el sistema de tuberías plásticas, se calcula una durabilidad de 50 años, eligiendo correctamente los materiales, las series de presiones y una aplicación adecuada. El proyectista elige la serie de presión, dependiendo del sistema de calentamiento del agua, y la regulación de su temperatura.

3.5.6 Parámetros básicos de la distribución de la calefacción

Al evaluar la conveniencia del uso de los elementos del Sistema Ekoplastik para la calefacción, debemos usar el valor de la temperatura de entrada calculada del agua de calefacción t_1 , es decir la temperatura más alta, que aparece en el sistema. El proyectista del sistema de calefacción la elige, dependiendo de la temperatura requerida en la entrada de los radiadores, según las posibilidades técnicas de las fuentes de calor, y del tipo de vasos de expansión. De acuerdo a su valor se diferencian los sistemas de calefacción: Por regla general en la aplicación práctica, las diferencias de temperaturas de los sistema de calefacción

Sistema de calefacción	Diapason de temperatura	Aplicación del sistema Ekoplastik
de agua caliente, temperatura baja	$t_1 \leq 65^\circ\text{C}$	apropiada
de agua caliente, abierto	$65^\circ\text{C} \leq t_1 \leq 95^\circ\text{C}$	menos apropiada
de agua caliente, cerrado	$65^\circ\text{C} \leq t_1 \leq 115^\circ\text{C}$	inapropiada
de agua muy caliente	$t_1 \geq 115^\circ\text{C}$	inapropiada

que se utilizan son 90/70°C, 85/75°C, 80/60°C, 75/65°C, 70/50°C, 70/60°C, excepcionalmente 92,5/67,5°C, en los sistemas de bajas temperaturas 55/45°C, 45/35°C, 35/25°C.

Para todas estas variantes se puede utilizar el Sistema Ekoplastik, sobre todo para 75/65°C, 70/50°C, 70/60°C y para sistemas de temperaturas bajas.

3.5.7 Parámetros operativos de las tuberías de PPR – conductos de agua

Por parámetros operativos se entienden, la presión máxima de trabajo, la temperatura, la durabilidad y la relación entre ellas.

Los parámetros operativos se encuentran en la tabla de la pág. 6, donde está a su vez subrayada la utilización de la serie de presiones de las tuberías para la distribución de agua fría y caliente. Para tal cálculo se utilizó el coeficiente de seguridad 1,5.

(Observación. En general es válido que altos índices de presión permitan, bajo temperaturas iguales, mayores presiones de trabajo y que con el aumento de la temperatura, baja el máximo admisible de presión operativa del agua, en la serie de presiones dada. Los accesorios del Sistema Ekoplastik se fabrican en la serie de presiones PN 20).

3.5.8 Parámetros operativos de las tuberías de PPR – calefacción

1. Solución de la concepción de las tuberías del sistema de calefacción

Para las tuberías de la calefacción central se recomiendan las tuberías EKOPLASTIK PPR PN 20 y EKOPLASTIK STABI.

La elección de los materiales para las tuberías es una decisión, que condiciona cualquier otra solución del sistema de calefacción. El principio de cálculo del sistema de calefacción sigue siendo el mismo como el de las tuberías metálicas tradicionales. Al comparar las tuberías plásticas con las metálicas, la diferencia fundamental, desde el punto de vista del diseño, es que no es conveniente la instalación libre de las tuberías plásticas. Constituyen una excepción los suelos técnicos y espacios de instalación parecidos. Si esto es tomado en consideración, ya al hacer el diseño del trazado de las tuberías del sistema de calefacción, es condición de una solución económica y segura. El respeto de las diferentes características permite elevar la calidad de todo el sistema. Un ejemplo típico de la conveniencia de la utilización de las tuberías plásticas es por ejemplo, el sistema de estrella. En principio se trata de un sistema de calefacción de dos tuberías verticales, con un número limitado de tubos ascendentes y con cuerpos de conexión muy largos, los cuales van instalados por el suelo.

Tabla 2: Parámetros operativos de las tuberías PPR para conductos de agua según DIN 8077/1997)

Temperatura °C	Años de servicio	Modelo de tubería		
		PN 10	PN 16	PN 20
		Sobrepresión de trabajo admisible (bar)		
10	1	17,6	27,8	35,0
	5	16,6	26,4	33,2
	10	16,1	25,5	32,1
	25	15,6	24,7	31,1
	50	15,2	24,0	30,3
20	1	15,0	23,8	30,0
	5	14,1	22,3	28,1
	10	13,7	21,7	27,3
	25	13,3	21,1	26,5
	50	12,9	20,4	25,7
30	1	12,8	20,2	25,5
	5	12,0	19,0	23,9
	10	11,6	18,3	23,1
	25	11,2	17,7	22,3
	50	10,9	17,3	21,8
40	1	10,8	17,1	21,5
	5	10,1	16,0	20,2
	10	9,8	15,6	19,6
	25	9,4	15,0	18,8
	50	9,2	14,5	18,3
50	1	9,2	14,5	18,3
	5	8,5	13,5	17,0
	10	8,2	13,1	16,5
	25	8,0	12,6	15,9
	50	7,7	12,2	15,4
60	1	7,7	12,2	15,4
	5	7,2	11,4	14,3
	10	6,9	11,0	13,8
	25	6,7	10,5	13,3
	50	6,4	10,1	12,7
70	1	6,5	10,3	13,0
	5	6,0	9,5	11,9
	10	5,9	9,3	11,7
	25	5,1	8,0	10,1
	50	4,3	6,7	8,5
80	1	5,5	8,6	10,9
	5	4,8	7,6	9,6
	10	4,0	6,3	8,0
	25	3,2	5,1	6,4
95	1	3,9	6,1	7,7
	5	2,5	4,0	5,0
		AGUA FRÍA		AGUA CALIENTE

COEFICIENTE DE SEGURIDAD 1,5

Este sistema está construido especialmente para las distribuciones plásticas, donde se requiere un número mínimo de conexiones de las tuberías. Lo ideal para este objetivo es utilizar las tuberías EKOPLASTIK PPR en rollo.

Otra variante de instalación para las tuberías plásticas es el sistema horizontal clásico, en el cual la tubería va por una canaleta o a lo largo de la cubierta de la estructura de la construcción, la cual asegura la protección mecánica de la tubería, y eventualmente facilita resolver la dilatación y mejora la estética de la distribución.

Las tuberías diseñadas deben ser evaluadas desde el punto de vista de su durabilidad.

Para la evaluación es necesario conocer:

- La temperatura máxima del agua de calefacción [°C]
- el espesor de las paredes de los tubos usados [mm]
- La presión de trabajo máxima [MPa]
- El diámetro exterior de los tubos usados [mm]
- El coeficiente de seguridad para la calefacción
- La duración de la temporada de calefacción al año [meses]

2. Cálculo de los años de servicio de las tuberías en el sistema de calefacción

Para estipular la durabilidad, es necesario determinar el cálculo de la presión en las paredes de los tubos, deducida con la máxima presión de operación según el modelo:

$$\sigma_v = \frac{p \cdot (D - s)}{2 \cdot s} \cdot k$$

designación	valor
σ_v	Presión de cálculo (MPa)
D	Diámetro exterior de la tubería (mm)
s	Grosor de la pared (mm)
p	Presión máxima (MPa)
k	Coefficiente de la seguridad (para la calefacción 2,5)

Para el cálculo: 1MPa = 10 bares

Después de estipular el cálculo de la presión, según el ejemplo anterior, llevamos ese valor al gráfico de la pág.8.

Los valores de la tensión están dados en el eje vertical. Determinamos el punto de intersección del valor de la tensión del cálculo (línea horizontal) con la isoterma de la temperatura máxima del agua (línea oblicua). De la intersección trazamos verticalmente hacia abajo una perpendicular al eje horizontal, el cual expresa el tiempo en horas (una escala menor en años). En el eje horizontal restamos el tiempo mínimo de duración de las tuberías, previsible durante el uso ininterrumpido de la calefacción. De la unidad del año (en meses) a la duración del período de calefacción (en meses) determinamos el coeficiente, el cual multiplicamos por la durabilidad mínima previsible bajo un régimen ininterrumpido de calefacción. El resultado final nos da la esperada durabilidad mínima de las tuberías, naturalmente si se cumplen todas las demás condiciones de montaje, operaciones, etc. y si se respetan los cálculos previsibles, (máx. presión operativa y temperatura).

3. Modelo para estipular la durabilidad de las tuberías para la calefacción

Datos de entrada

Parámetro	Valor
Tubería utilizada	PN 20(20x3,4 mm)
Temperatura máxima de servicio del agua	80°C
Presión máxima de servicio	0,22 MPa
Duración del período de calefacción	7 meses
Coefficiente de seguridad	2,5

$$\sigma_v = \frac{0,22 \cdot (20 - 3,4)}{2 \cdot 3,4} \cdot 2,5 = 1,34 \text{ MPa}$$

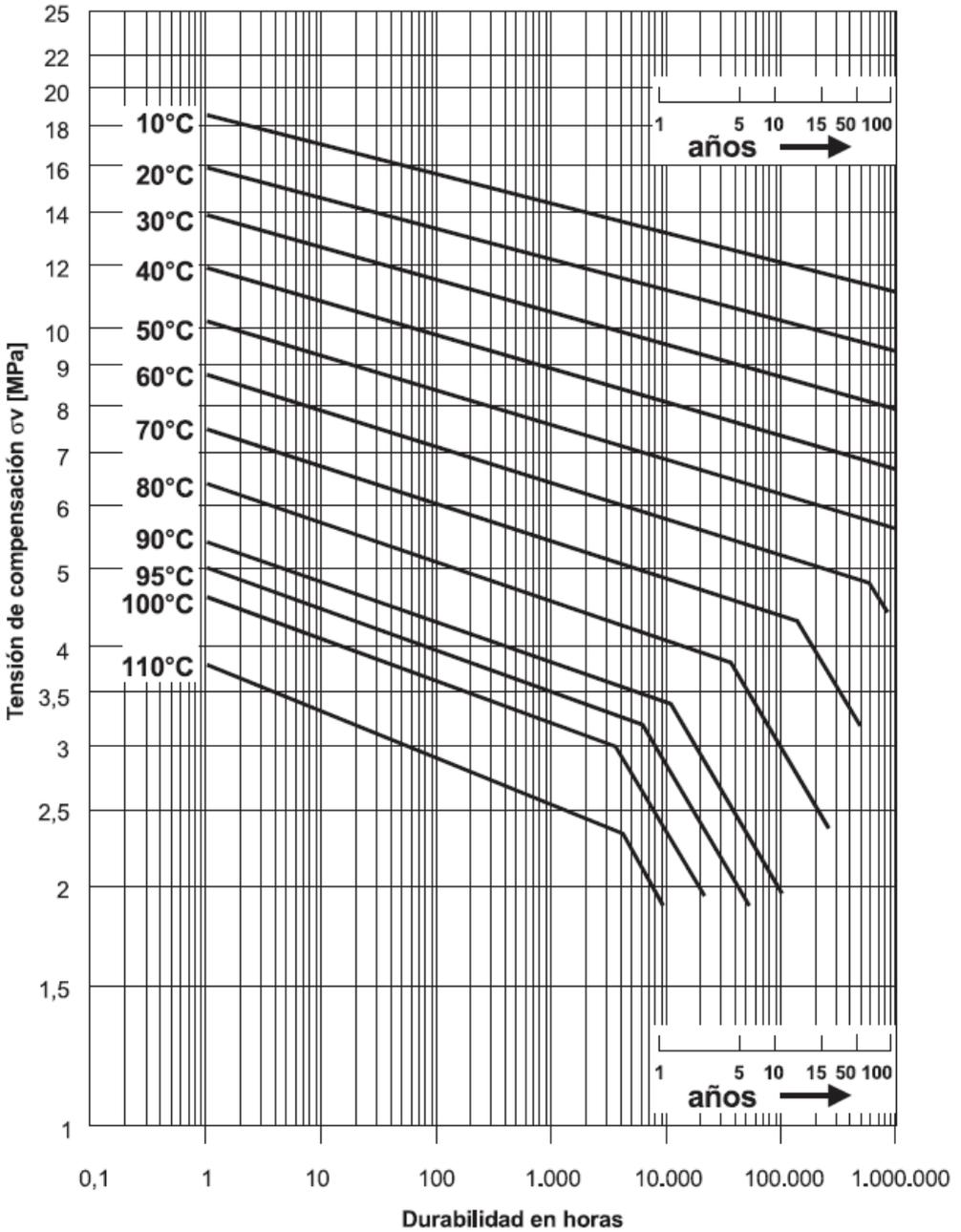
La durabilidad mínima en un régimen ininterrumpido de calefacción (extraído del gráfico de la pág. 8 para la isoterma 80°C) es 216.000 horas, o sea, 25 años.

La durabilidad prevista con respecto a la duración del período de calefacción:

$$25 \text{ años} \cdot \frac{12 \text{ meses}}{7 \text{ meses}} = 43 \text{ años}$$

4. Modificaciones en el sistema de calefacción con respecto a la durabilidad de las tuberías

Constancia de las isotermas PPR



En el caso de que el resultado obtenido de las apreciaciones no sea conveniente, es posible realizar las modificaciones siguientes:

1/ disminuir la presión operativa máxima - es necesario hacer un nuevo cálculo del sistema de calefacción y una nueva apreciación de la durabilidad. La durabilidad se prolonga.

2/ disminuir la temperatura operativa máxima del agua de calefacción - es necesario hacer un nuevo cálculo del sistema de calefacción y una nueva apreciación de la durabilidad. La durabilidad se prolonga considerablemente.

5. Especificaciones para la calefacción por suelo.

Habitación	Temp. máx. de la superficie del suelo (°C)
Cuarto de estar	26
Cuarto de baño	30
Alrededores de las piscinas	32

Durante la instalación de la calefacción con agua caliente por suelo, es necesario mantener al máximo la temperatura superficial de las capas del piso que se pisarán en las habitaciones donde haya personas.

Para facilitar la transmisión de calor en la calefacción por suelo, se eligen bajas

velocidades de circulación del agua de calefacción (aproximadamente 0,3 m/s).

La presión en las tuberías se determina según los parámetros de operación del sistema de calefacción.

La temperatura del agua de calefacción se estipula por medio del cálculo, ante todo en relación con el tipo de habitación, la composición de la estructura del piso y la temperatura externa en el lugar de la construcción.

Generalmente en la calefacción por suelo se observa una temperatura máxima de 45°C y una presión de 0,3 MPa.

Para estos parámetros se utilizan las tuberías EKOPLASTIK PPR PN 10 o PN 16. Para su instalación se usan tuberías en rollo. Las tuberías enrolladas en bobinas son más convenientes, puesto que no hace falta utilizar ninguna conexión en la construcción del piso. Los tubos de la calefacción se ponen en forma de espiral debajo del piso.

El diámetro y la rosca de los tubos hay que estipularlas mediante el cálculo. En el proyecto de la calefacción por suelo, también se necesita determinar el modo de la regulación de la calefacción del piso y garantizar que se mantenga una temperatura superficial máxima.

En los lugares donde se necesita un mayor rendimiento y donde no siempre se encuentran personas presentes (debajo de la ventana) se instalan estas tuberías más próximas.

Por el contrario en las habitaciones donde los muebles permanecen en un mismo sitio no se instalan los tubos de calefacción.

La longitud máxima de la tubería de calefacción para un circuito de calefacción es 100 m.

La sección de la habitación con mayor número de circuitos de calefacción debe de estar separada (incluyendo las capas que se pisan). La construcción del piso con las tuberías de agua caliente incorporadas debe estar separada de las paredes.

Los circuitos individuales empiezan en la parte donde se ramifican y terminan en donde se recogen. En las tuberías debe asegurarse la posibilidad de purga en los lugares más elevados.

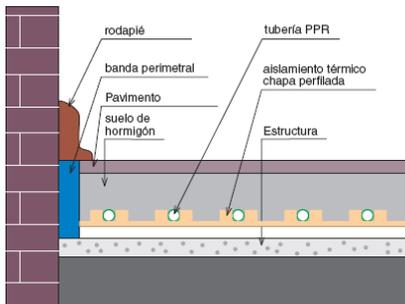
Por razones del servicio económico de la calefacción por suelo, es necesario elegir la capa de la calefacción por debajo del piso que se va a pisar, con la menor resistencia al calor. (El mejor material de recubrimiento son las baldosas).

Al poner las baldosas se necesita asegurar la posición de las tuberías y su distancia entre sí. Las tuberías pueden sujetarse mediante una red metálica al aislamiento térmico, empujarse a las secciones de separación o al aislamiento térmico perfilado.

Para el montaje son válidas las mismas reglas como las del montaje de las tuberías de los conductos de agua.

Para instalar las tuberías es necesario desenrollarlas cuidadosamente, para que no se tuerzan y paulatinamente sujetar las tuberías a la base. Hay que poner mucha atención al sujetar las tuberías a la red metálica básica. En el sitio de sujeción no debe existir el peligro de un daño mecánico de la tubería. La temperatura mínima para el montaje es de 15°C. Después de haber colocado las tuberías es necesario atemperarlas a una temperatura, que sea aproximadamente la mitad de la temperatura de operación. Las tuberías acaban de tomar forma y es entonces cuando se puede proceder a colocar las otras capas del piso.

La calefacción por suelo es uno de los métodos más agradables y efectivos de calefacción. Para poder



aprovechar todas sus ventajas se requiere diseñar cuidadosamente el sistema de calefacción, considerando incluso otros factores, ya que en la mayoría de los casos, la calefacción por suelo es sólo uno de los tipos de sistemas de calefacción del edificio.

Más en detalle se refieren a la calefacción por suelo las instrucciones de proyección y montaje para la calefacción por suelo con tuberías Ekoplastik.

3.5.9 Posibilidades de instalación de las tuberías Ekoplastik

Las posibilidades de instalación de las tuberías son parecidas para los conductos de agua y calefacción (véanse las especificaciones de los sistemas de calefacción en los capítulos V, VII). Es necesario asegurar la protección mecánica de las tuberías y considerar la necesidad de apoyar las tuberías y compensar la dilatación.

Es recomendable instalar las tuberías para la calefacción en interiores durante la etapa de construcción de la estructura (pared, piso, techo) o recubrir con una cubierta. La conexión de los radiadores, que se mantiene libre, aconsejamos hacerla, por razones estéticas, de metal, por ejemplo tubos de cobre cromados.

Las tuberías pueden instalarse como sigue:

- En las acanaladuras de las paredes
- En paredes divisorias de instalaciones (montaje de paredes)
- En los suelos y techos
- A lo largo de las paredes (libres o cubiertas)
- En instalaciones de cámaras y canales
- Es necesario considerar la utilización de las tuberías fuera del edificio según las condiciones concretas.

3.5.10. Normas para el montaje

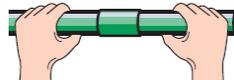
3.5.10.1 En general

Para el montaje sólo se pueden utilizar elementos que no se hayan dañado o ensuciado, durante el transporte y el almacenamiento.

La temperatura ambiente mínima para la soldadura del sistema Ekoplastik debe ser de +5°C. Si las temperaturas son menores se hace difícil encontrar y asegurar las condiciones para hacer



min. + 5 °C



conexiones de calidad.

Durante el transporte y la instalación, los accesorios de plástico del sistema Ekoplastik deben ser protegidos contra choques, golpes, caídas de materiales, y ante otras formas de daño mecánico.

El doblado de las tuberías sin calentamiento se lleva a cabo a una temperatura min. +15°C. Para tubos de diámetros 16 - 32 mm vale, que el mínimo radio de doblado es 8 x que el diámetro de la tubería (D).

Los elementos no deben estar expuestos al contacto con llama directa.

El cruzamiento de las tuberías se hace con elementos especiales para este fin.

La unión de las partes plásticas se lleva a efecto por soldadura de adaptadores una unión



unión es necesario regirse exactamente por un plan y usar aparatos adecuados. No es recomendable soldar los elementos del Sistema Ekoplastik con elementos de otros fabricantes.

Para las conexiones mediante roscas es necesario utilizar adaptadores con roscas. Está prohibido hacer roscas en materiales plásticos. Las roscas se sellan herméticamente con cintas de teflón o con masillas especiales para este fin.

Si al accesorios roscado le sigue una tubería metálica, no se puede en su proximidad, hacer uniones por soldadura, teniendo en cuenta la transmisión del calor.



Para el cerrado de los codos, en el caso del juego universal de pared, antes del montaje de la junta de desagüe (por ejemplo durante la prueba de presión)

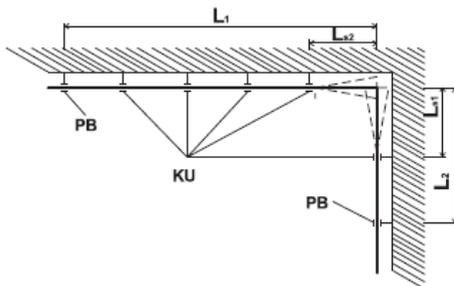
aconsejamos utilizar tapones plásticos.

3.5.10.2 Ductibilidad y contracción de la longitud

La diferencia entre la temperatura ambiente y la temperatura del fluido, cuando en las tuberías se transporta un medio a una temperatura diferente de la existente durante el montaje, causa **cambio de longitud - dilatación o contracción**.

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \text{ [mm]}$$

- α coeficiente del alargamiento de longitud a causa de la temperatura [mm/m°C], para el diseño de EKOPLASTIK PPR $\alpha = 0,12$ y EKOPLASTIK stabi $\alpha = 0,05$
- L longitud calculada (distancia de dos puntos fijos contiguos en la recta) [m]
- Δt diferencia de la temperatura durante el montaje y la del fluido [°C]



Compensación de los cambios de longitud

$$L_s = k \cdot \sqrt{D \cdot \Delta l} \text{ [mm]}$$

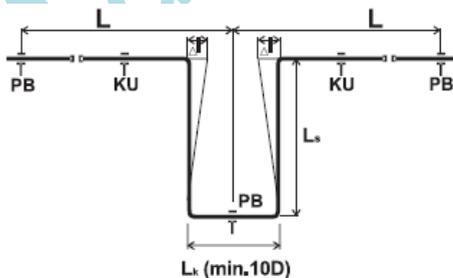
- k constante del material, para PPR $k=30$
- D diámetro exterior de la tubería [mm]
- Δl Cambio de longitud [mm] calculada del modelo anterior

Si los cambios de longitud de las tuberías no son compensados de un modo adecuado, es decir, si no se permite la dilatación y la contracción de las tuberías, se concentran en las paredes de los tubos tensiones acumuladas de dilatación y presión, las cuales disminuyen la durabilidad de las tuberías.

Para la compensación de los cambios de longitud en las tuberías, en el caso del polipropileno, se aprovecha la flexibilidad del material.

Además de la compensación de la flexibilidad en el trayecto de las tuberías, se aprovechan los compensadores por flexión.

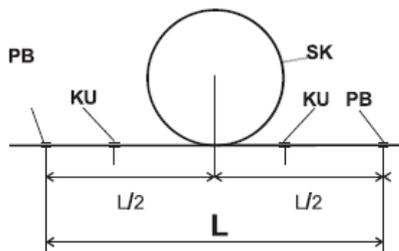
- PB punto fijo
- KU apoyo de deslizamiento
- SK compensador de bucle
- L longitud calculada de la tubería
- Δl cambio de longitud
- L_s longitud de compensación
- L_c ancho del compensador



El valor de los cambios de longitud Δl y el valor de las longitudes de compensación L_s se pueden leer en el gráfico, ver págs 13, 14 y 15.

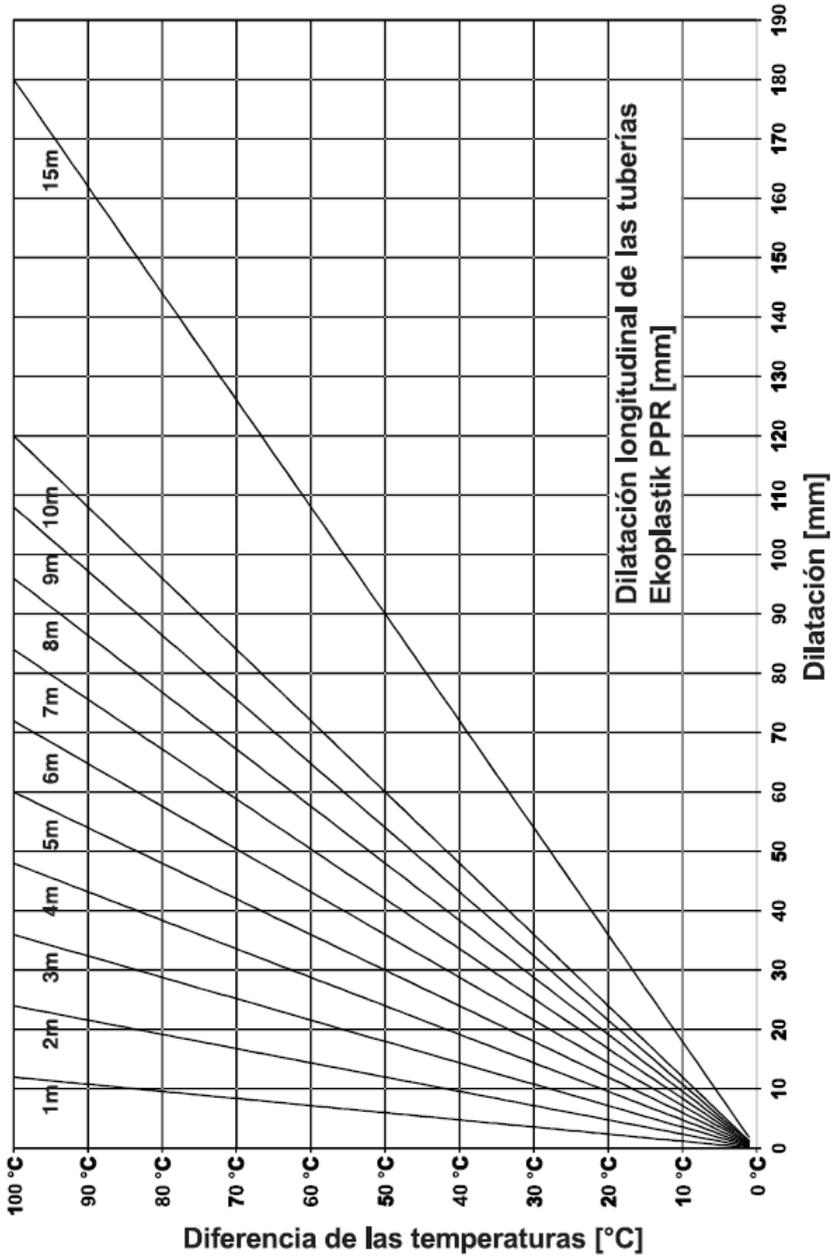
Tabla para la instalación de liras de compensación

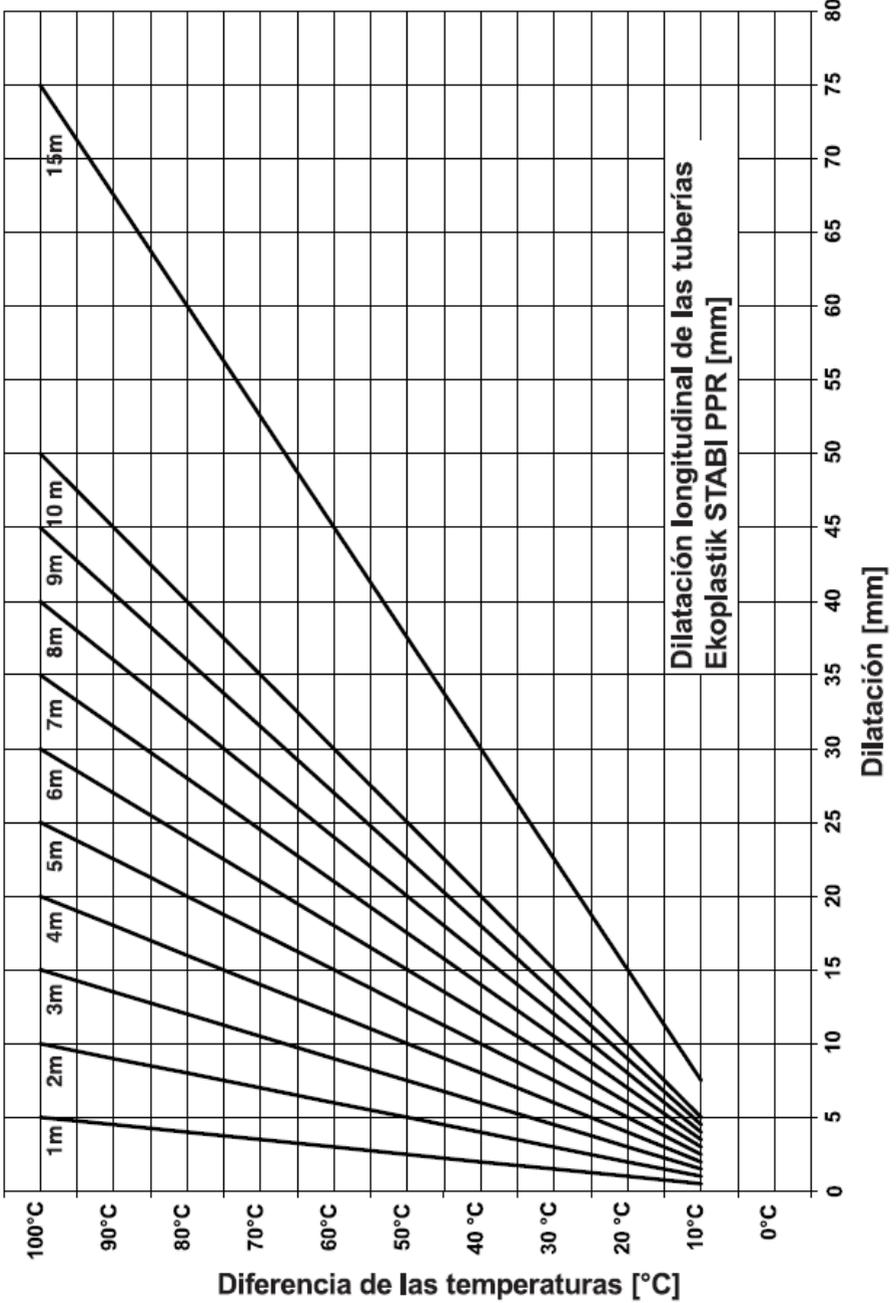
Diámetro de la tubería (mm)	Distancia de los puntos fijos L (m)
16	8
20	9
25	10
32	12
40	14



Una forma adecuada de compensación es aquella, en la que las tuberías se desvían en dirección perpendicular al trayecto original, y sobre esta perpendicular se deja una longitud de compensación libre (marcada como L_s) la cual asegura que durante la dilatación del trayecto directo no se originen tensiones considerables de presión y alargamiento adicionales en las paredes de los tubos. La longitud de compensación L_s depende de la prolongación (acortamiento) calculada del trayecto, del material y del diámetro de las tuberías.

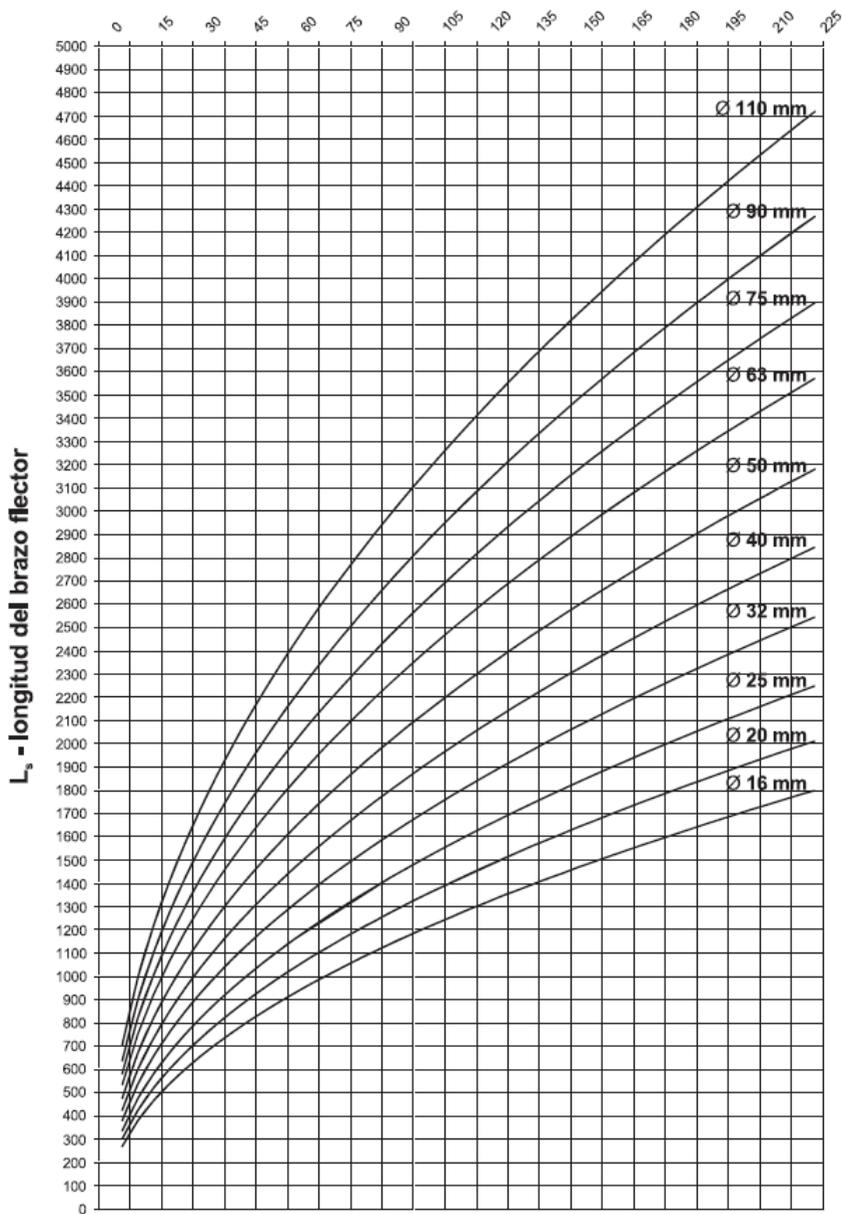
Determinación del valor Δ





Determinación de L_c = longitud de compensación

Δl - dilatación lineal (en mm)



Ejemplos para tuberías EKOPLASTIK PPR

1) Aportación de datos:

Parámetros	símbolo	valor	unidad
Cambio de longitud	Δl	?	mm
Coefficiente de dilatación de longitud	α	0,12	mm/m °C
Longitud de la tubería	L	10	m
Temperatura de servicio en la tubería	t_p	60	°C
Temperatura al ejecutar el montaje	t_m	20	°C
Diferencia de temperaturas al ejecutar el montaje y durante el funcionamiento ($\Delta t = t_p - t_m$)	Δt	40	°C

Solución: $\Delta l = \alpha \cdot L \cdot \Delta t$ [mm]

$\Delta l = 0,12 \cdot 10 \cdot 40 = 48$ mm

2) Aportación de datos:

Parámetros	símbolo	valor	unidad
Longitud de compensación	L_s	?	mm
Constante del material PPR	k	30	-
Diámetro exterior de la tubería	D	40	mm
Cambio de longitud del cálculo anterior	Δl	48	mm

Solución: $L_s = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l)}$ [mm]

$L_s = 30 \cdot \sqrt{(40 \cdot 48)} = 1.350$ mm

3) Aportación de datos:

Parámetros	símbolo	valor	unidad
Anchura del U-compensador	L_k	?	mm
Constante del material PPR	K	30	-
Diámetro exterior de la tubería	D	40	mm
Cambio de longitud del cálculo anterior	Δl	48	mm

Solución: $L_k = 2 \cdot \Delta l + 150$ [mm]

$L_k = 2 \cdot 48 + 150 = 246$ mm

$L_k > 10 D$

$246 \text{ mm} < 10 \cdot 40 \Rightarrow L_k = 400$ mm

Para la compensación de la longitud de dilatación es posible utilizar a su vez la **tensión inicial** de la tubería, la cual permite acortar la longitud de compensación. La dirección de la tensión inicial es contraria al supuesto cambio de longitud y la magnitud de la tensión inicial es la mitad de los cambios esperados.

4) Aportación de datos:

Parámetros	símbolo	valor	unidad
Longitud de compensación en pretensión	L_{sp}	?	mm
Constante del material PPR	k	30	-
Diámetro exterior de la tubería	D	40	mm
Cambio de longitud del cálculo anterior	Δl	48	mm

Solución: $L_{sp} = k \cdot \sqrt{(D \cdot \Delta l/2)}$ [mm]

$L_{sp} = 30 \cdot \sqrt{(40 \cdot 24)} = 930$ mm

El cálculo de la longitud libre L_s , se entiende sin ningún apoyo ni abrazadera (dentro de esta longitud), que pudieran impedir la dilatación. La longitud libre L_s no debería superar la distancia máxima de los apoyos, en dependencia del diámetro de las tuberías y de la temperatura media, ver cap. IX, sección 3.

3.5.10.3 Distancia de los soportes de las tuberías

Distancia máxima de los soportes de las tuberías

Ekoplastik PPR \PN 10 (tuberías de conductos de agua)

Ø tubería [mm]	Distancia máxima en [cm] a la temperatura de					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C
16	75	70	70	65	65	55
20	80	75	70	70	65	60
25	85	85	85	80	75	70
32	100	95	95	90	85	75
40	110	110	105	100	95	85
50	125	120	115	110	105	90
63	140	135	130	125	120	105
75	155	150	145	135	130	115
90	165	165	155	150	145	125
110	185	180	175	165	160	140

Distancia máxima de los soportes de las tuberías

Ekoplastik PPR \PN 16 (tuberías de conductos de agua)

Ø tubería [mm]	Distancia máxima en [cm] a la temperatura de					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C
16	80	75	75	70	70	60
20	90	80	80	80	70	65
25	95	95	95	90	80	75
32	110	105	105	100	95	80
40	120	120	115	110	105	95
50	135	130	125	120	115	100
63	155	150	145	135	130	115
75	170	165	160	150	145	125
90	180	180	170	165	160	135

Distancia máxima de los soportes de las tuberías

Ekoplastik PPR \PN 20 (tuberías de conductos de agua)

Ø tubería [mm]	Distancia máxima en [cm] a la temperatura de					
	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	80°C
16	90	85	85	80	80	65
20	95	90	85	85	80	70
25	100	100	100	95	90	85
32	120	115	115	110	100	90
40	130	130	125	120	115	100
50	150	145	140	130	125	110
63	170	160	155	150	145	125
75	185	180	175	160	155	140
90	200	200	185	180	175	150
110	220	215	210	195	190	165

Para tuberías verticales la distancia máxima se multiplica por el coeficiente 1,3.

Tuberías EKOPLASTIK STABI

Diámetro de tubería (mm)	16	20	25	32	40	50	63	75	90	110
Distancia máxima de los soportes (cm)	110	120	140	145	150	155	165	170	190	205

3.5.10.4 Sujeción de las tuberías

La planificación del trayecto de las tuberías, debe respetar las distribuciones de materiales, es decir ante todo la longitud de dilatación térmica, la necesidad de compensación, las condiciones de trabajo dadas, (combinación de presión y temperatura) y el modo de conexión.

La sujeción de las tuberías se realiza de forma tal que se diferencien los puntos firmes y los apoyos de deslizamiento para los cambios esperados de longitud en las tuberías.

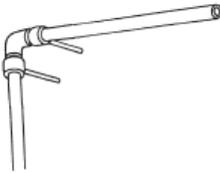
Métodos de sujeción de los tubos

Desde el punto de vista de la sujeción de los tubos distinguimos 2 tipos de apoyos:

Punto fijo

Es un tipo de sujeción en el cual la tubería no tiene posibilidad de dilatarse, es decir que no se puede mover en el lugar de apoyo, en el eje de la tubería (deslizar).

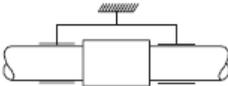
- en el codo de la tubería



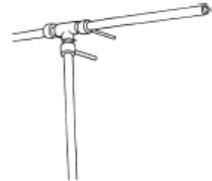
- en el lugar de colocación de los accesorios de la tubería



- con brida entre los adaptadores



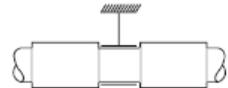
- en el lugar de la derivación



- con ayuda de manguito bien ajustado



- con sujeción en los adaptadores

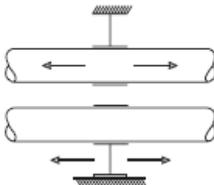


Apoyo de deslizamiento

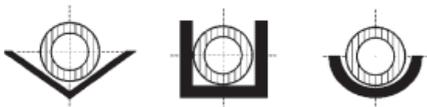
Es un modo de sujeción, en el cual se posibilita a las tuberías desviarse del eje del trayecto, sin impedirle, no obstante, tener un movimiento de dilatación (alargamiento, contracción).

El apoyo de deslizamiento puede realizarse por ejemplo:

- con abrazadera libre



- colocación de tuberías en canaletas



- con abrazadera con gancho



- conducción de tuberías con aislamiento



3.5.10.5 Conducción de las tuberías

Las tuberías se instalan con una inclinación mínima de un 0,5% con relación al punto más bajo, donde se posibilita su montaje con llaves individuales de desagüe o con válvulas de cierre con desagüe.

Las tuberías deben dividirse en secciones, las cuales se puedan cerrar, en caso necesario. Para cerrar se utilizan válvulas de paso o llaves de plástico, para instalaciones empotradas se utilizan válvulas para empotrar. Antes de instalar los elementos, recomendamos comprobar la capacidad de cierre.

Para terminar las tuberías en el lugar de montaje común accesorio roscado de salida, recomendamos utilizar un juego universal de pared. Es posible ajustar el paso de rosca para el montaje de los accesorios de tuberías a 150, 135 o 100 mm. La utilización de este elemento garantiza un montaje rápido y de calidad, eliminándose las posibilidades de imprecisiones. Al terminar los codos de pared es necesario asegurar sus posiciones exactas y seguras. Ante todo, durante el montaje de dos codos de pared para el accesorio roscado de salida (bañeras, duchas, baterías de lavamanos) tiene que estar asegurada su altura apropiada y su eje paralelo al adaptador. Al montar los accesorios de salida, no



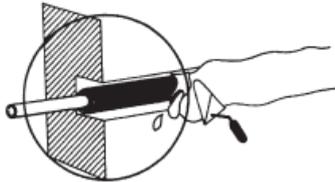
debe producirse una fatiga de torsión de los codos de pared.

Para ello se recomienda hacer el montaje con soportes plásticos, los cuales garantizan una posición exacta. Los soportes tienen orificios para su montaje, según los pasos corrientes de los accesorios de desagüe.

Instalación de las tuberías de unión EKOPLASTIK PPR

La unión de las tuberías se realiza ante todo, para tuberías con diámetros de 16-20 mm. En su mayoría las tuberías se instalan en acanaladuras. La acanaladura para la instalación de tuberías aisladas debe

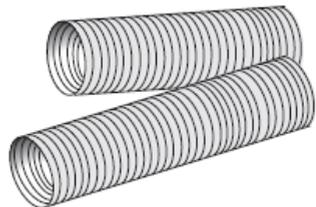
estar libre y debe facilitar la dilatación de la tubería. Es necesario el aislamiento de la tubería, tanto por motivos térmicos, como por motivos de la protección de las tuberías del daño mecánico y como capa que ayude a la compensación de la longitud de dilatación. Recomendamos aislar con espuma de polietileno o con espuma de poliuretano. Antes de empotrar las tuberías en la pared, es necesario sujetarlas perfectamente en la acanaladura (sujeciones - abrazaderas plásticas o metálicas, enyesa miento, etc.)



Al instalar las tuberías de conducción de agua en paredes divisorias, es necesario garantizar la posición de la tubería con una sujeción adecuada, por ejemplo mediante el sistema de abrazaderas metálicas con elementos de apoyo. Deben instalarse las tuberías con posibilidades de dilatación y de aislamiento.

Para la instalación de tuberías, para conducción de agua en pisos o en construcciones de techos, se utilizan protectores plásticos (de polietileno) para las tuberías, los cuales aseguran la protección mecánica de las tuberías y al mismo tiempo el espacio de aireamiento entre las tuberías, formándose con el protector un aislamiento térmico.

Las tuberías plásticas instaladas libremente se utilizan pocas veces, para cortas distancias y en lugares menos exigentes (lavaderos, espacios técnicos de los edificios, etc.). Es necesario, ante todo, colocar cuidadosamente las abrazaderas para asegurar el trayecto de las tuberías, solucionar la compensación de la dilatación de la longitud en las subsiguientes secciones de las tuberías, las cuales están cubiertas, y proteger a las tuberías con un aislamiento de calidad (por ejemplo, si las tuberías de agua fría están instaladas libremente por la pared, en una habitación con calefacción, entonces existirá un peligro grande de condensación de la humedad en las paredes de las tuberías). Las tuberías pueden ser instaladas libremente por la pared, únicamente en espacios, donde no exista el peligro de daño mecánico de las tuberías por su operación.

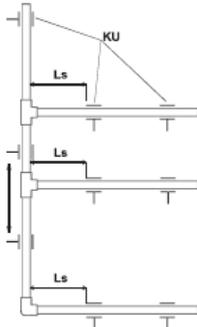


Instalación de la tubería ascendente EKOPLASTIK PPR

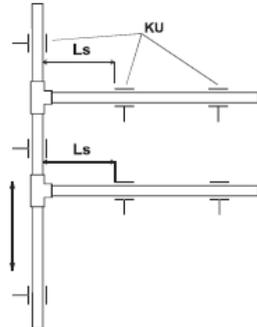
En la tubería ascendente es necesario observar cuidadosamente los puntos fijos, los apoyos de deslizamiento y la creación de un adecuado método de compensación.

En las tuberías ascendentes, la compensación es asegurada de la siguiente manera:

- en la base del tubo ascendente, con el apoyo deslizante



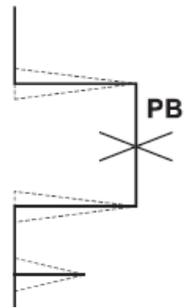
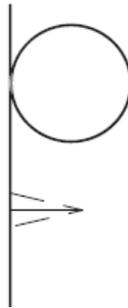
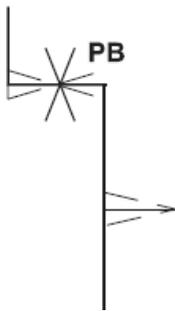
- en la parte superior del tubo ascendente, con el apoyo deslizante



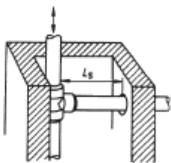
Si fuese necesario dividir el tubo ascendente en más secciones de dilatación, esto se realiza mediante la colocación de puntos fijos. El punto en la tubería ascendente se instala sobre y debajo de la pieza T, en la derivación o en la cupla en el lugar de unión de la tubería, con lo cual se impide a la vez la caída del tubo ascendente.

Entre los puntos fijos debe entonces facilitarse la dilatación de la tubería:

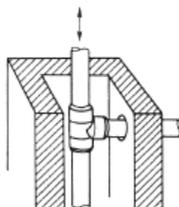
- por medio del cambio del trayecto de las tuberías
- por la lira de compensación
- junto al compensador



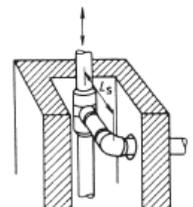
En la derivación de la tubería de unión, es necesario tener en cuenta la dilatación del tubo ascendente



Suficiente distancia del tubo ascendente del hueco de la pared

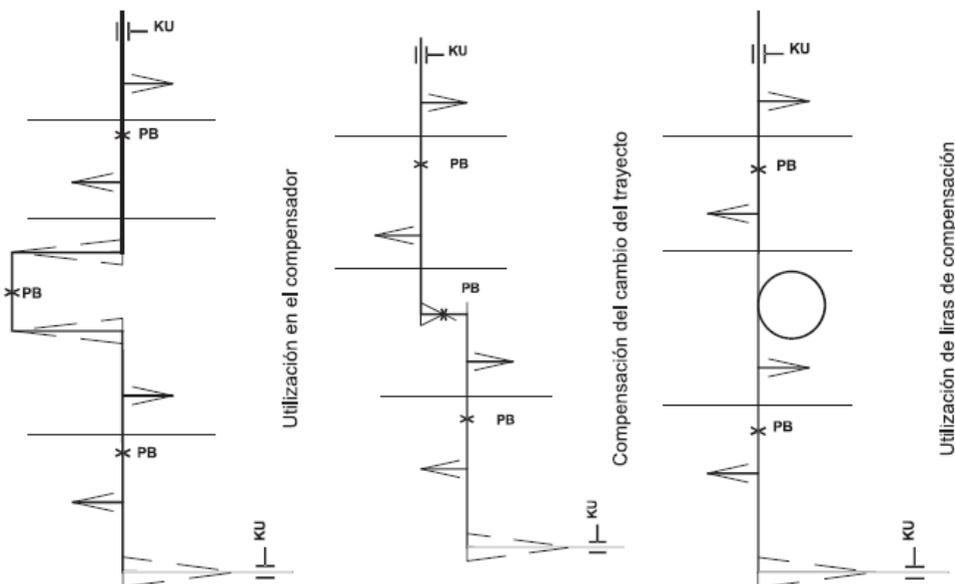


posibilidad de movimiento de la tubería en el hueco de la pared ascendente en perpendicular



creación de la longitud de compensación para el tubo

Ejemplo de colocación de abrazadera en la tubería ascendente

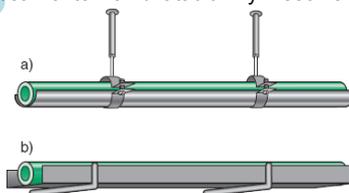


Instalación de las tuberías horizontales EKOPLASTIK PPR

En las tuberías horizontales es necesario respetar cuidadosamente la dilatación y resolver la compensación y el modo de colocar las tuberías.

El tipo de colocación más frecuente se realiza en canaletas metálicas o de plástico, con abrazaderas y eventualmente por medio de acanaladuras, las cuales deben estar libres.

La compensación de la dilatación longitudinal, se realiza con más frecuencia cambiando los trayectos de las tuberías o mediante la utilización de compensadores tipo U. Se pueden utilizar también liras de compensación. La compensación puede arreglarse tanto en el plano vertical, como en el plano paralelo con la construcción del techo. En la variante "a)" la tubería es aislada (ver capítulo IX, sección 7) incluyendo las canaletas, y en la variante "b)" la tubería ya ha sido colocada en la canaleta.



Instalación de las tuberías de unión EKOPLASTIK STABI

Gracias a la capa de aluminio que las revisten, las tuberías EKOPLASTIK STABI poseen 3 veces menos dilatación, mayor solidez y mayor resistencia mecánica que las tuberías EKOPLASTIK PPR. Las tuberías EKOPLASTIK STABI, se pueden montar de igual manera como el principio antes mencionado, es decir, como las tuberías totalmente de plástico, o sea con el método clásico de resolver la compensación. Cuando vayan a ser utilizadas unas distancias de apoyo aún mayores, las longitudes de dilatación y compensación serán claramente menores.

Es posible utilizar también en las acanaladuras de la instalación, los así llamados montajes rígidos. Esto significa que en las tuberías se montan puntos fijos, de modo que la dilatación térmica se transmite al material de las tuberías y no se manifiesta. La condición para este tipo de montaje son las abrazaderas, las cuales van a ser capaces de sujetar las tuberías y serán fijadas lo suficientemente firmes.

Las tuberías de unión EKOPLASTIK STABI, son adecuadas para la instalación de tubos a lo largo de las construcciones en cada uno de los equipos de desagüe, aprovechándose así la mayor solidez de las tuberías. Es también muy ventajoso la instalación de las tuberías en las construcciones de los pisos, porque se utiliza la invariabilidad de las formas de las tuberías y su estabilidad mecánica.

3.5.10.6 Unión al sistema

Es posible unir las tuberías del sistema Ekoplastik por medio de soldadura o por unión mecánica.

La unión del tubo con el adaptador se realiza igualmente en las tuberías EKOPLASTIK PPR y EKOPLASTIK STABI, utilizándose los mismos accesorios. De los tubos EKOPLASTIK STABI es necesario, antes de la soldadura en toda la longitud introducida en el empalme del adaptador, eliminar con peladores especiales la capa superior de PPR y la capa media de aluminio.

Soldadura

Puede ser por polifusión, con ayuda de adaptadores eléctricos o al tope. Todos los métodos deben llevarse a cabo con exactitud, según los reglamentos de trabajo y con aparatos adecuados, destinados para este fin, cuyos parámetros se controlen.

Corte de los tubos

Los tubos se deben cortar únicamente con herramientas filosas, bien amoladas. Se recomienda utilizar tijeras o cortatubos especiales para tuberías plásticas.



Uniones por roscas, Transición plástico - metal

Para la transición plástico-metal en las tuberías para agua caliente y de calefacción se utilizan fundamentalmente accesorios roscados, hechos de latón niquelado con rosca exterior e interior.

Para roscar los accesorios sin rosca hexagonal se recomienda utilizar una llave de correa



ADVERTENCIA:

¡No se permite la utilización de piezas con rosca plástica, en la técnica sanitaria por motivos térmicos-técnicos y físico-mecánicos!

Las piezas con rosca plástica se pueden utilizar para la instalación de distribuidores provisionales.

Para cerrar los codos de pared y los juegos universales de pared antes del montaje del equipamiento de desagüe, se usan tapones plásticos.

Accesorios roscados

La unión de accesorios roscados se realiza exclusivamente con cinta de teflón o con pasta selladora

3.5.10.7 Aislamiento

La tubería para agua caliente se aísla de las pérdidas térmicas y la tubería de agua fría de las ganancias térmicas y de la condensación.

Es importante aislar la tubería para agua caliente, manteniendo una temperatura máxima de 20°C, con lo que se aseguran las condiciones higiénicas del agua potable. Igualmente, el mantenimiento de un alto grado de temperatura del agua caliente, tal y como lo estipula la norma de protección contra quemaduras; es una medida que ayuda a evitar la proliferación de bacterias. Componentes importantes del sistema de protección contra la proliferación de bacterias tipo Legionella pneumophila, son: el mantenimiento de la temperatura del agua caliente y una circulación eficiente del agua, unidas a las soluciones técnicas en el lugar de calentamiento del agua (por ejemplo; la esterilización térmica)

El grosor del aislamiento se determina, en base a la resistencia térmica del aislante que queremos utilizar, también de acuerdo a la humedad del aire en el lugar donde van instaladas las tuberías, de la diferencia de temperatura del aire del lugar y de la temperatura del agua en circulación.



Se necesita aislar la tubería a todo lo largo del trayecto, incluyendo los adaptadores y los accesorios de cierre. Es necesario, asegurar el mínimo grosor de aislamiento proyectado en todo el diámetro de la tubería a lo largo del trayecto (es decir que el aislamiento, que se pone a la tubería separado, nuevamente debe, después del montaje, unirse a todo el perfil, por ejemplo por medio de pegamento, corchetes o por cinta adhesiva).

Espesor mínimo del aislante térmico en las tuberías de agua fría - ejemplo

Colocación de la tubería	Espesor del aislamiento bajo $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$
Tubería colocada libremente en habitaciones sin calefacción (sótanos, por ejemplo)	4 mm
Tubería colocada libremente en habitaciones con calefacción	9 mm
Tubería en canal de instalación sin la línea paralela de la tubería caliente	4 mm
Tubería en canal de instalación paralela con la tubería caliente	13 mm
Tubería en acanaladura debajo del revoque, independiente	4 mm
Tubería en acanaladura, paralela con la tubería caliente	13 mm
Tubería empotrada en hormigón	4 mm

Observación: para otras características térmicas del aislamiento, es necesario calcular el espesor del aislamiento.

Quando se trata de conducir agua caliente, es necesario tener en consideración que los tubos plásticos tienen mejores características de aislamiento que los tubos de metal. ¡Utilizando estas tuberías plásticas, es posible ahorrar considerablemente los gastos de operación!

En casos de grandes consumos de flujo de agua caliente (por ejemplo, en baños, bañeras, lavadoras, etc.) la pérdida térmica en las tuberías plásticas no aisladas, es hasta un 20% más baja, que en las tuberías metálicas. Con el aislamiento de las tuberías es posible ahorrar otro 15% de calor. En casos de consumos menores, y de corta duración, cuando los tuberías no consiguen calentarse a una temperatura de operación normal, entonces el escape térmico en las tuberías plásticas es aproximadamente un 10% menor que en las tuberías metálicas, y durante los consumos en horas punta nuevamente se ahorra un 20%.

El espesor del aislamiento de las tuberías de agua caliente, oscila generalmente entre 9 y 15 mm para resistencias térmicas de $\lambda = 0,040 \text{ W/mK}$.

3.5.10.8 Prueba de presión

Es posible llenar de agua la tubería solamente 1 hora después de haberse hecho la última soldadura. Después de haber terminado el montaje de la tubería de distribución, debe realizarse la prueba de presión bajo las siguientes condiciones:

- prueba de presión:** mín, 1,5 MPa (15 bar)
- comienzo de la prueba:** mín, 1 hora. Después de la eliminación del aire y someter a presión al sistema
- duración de la prueba:** 60 minutos
- descenso máximo de presión:** 0,02 MPa (0,2 bar)

Las tuberías preparadas para la prueba deben colocarse según el proyecto, limpias y estar visibles a todo lo largo del trayecto. Las tuberías se someten a prueba sin hidratantes, medidores de agua ni otros accesorios, con la excepción del equipamiento para la eliminación del aire en las tuberías. Las válvulas instaladas deben estar abiertas. Los equipos de desagüe pueden ponerse solamente en el caso que favorezca la sobrepresión de prueba.

Regularmente para los efectos de la prueba de presión, se utiliza un tapón en sustitución. Las tuberías se llenan desde el punto más bajo, de modo que se abran todos los lugares para permitir el aireamiento de las tuberías y gradualmente se van cerrando, tan pronto vaya saliendo el agua libre de burbujas de aire. La longitud de la tubería de prueba se establece según las condiciones locales, recomendamos 100 m como máximo.

Recomendamos realizar la prueba de presión 24 horas después de haber llenado las tuberías con agua. En las tuberías llenas de agua, aumentamos gradualmente la presión hasta el valor de la prueba. La prueba de presión puede realizarse, como mínimo 1 hora después de la eliminación del aire y de someter a presión el sistema. La prueba de presión dura 60 minutos y después de este lapso de tiempo, el descenso máximo de la presión permitido es de 0,02 MPa. Si el descenso de la presión fuese mayor sería necesario averiguar donde se encuentra el lugar de escape del agua, eliminar esa avería, y realizar

una nueva prueba de presión. En el transcurso de la prueba de presión debe llevarse un registro, por ejemplo de acuerdo al anexo I. (este registro quedará como una de las bases en caso de reclamación posterior).

3.5.11 Almacenamiento y transporte de materiales

Los elementos deben estar protegidos contra los efectos atmosféricos, radiaciones UV y la suciedad. Los elementos deben almacenarse a una temperatura mínima de +5°C.

Los almacenes para elementos plásticos deben estar separados de los espacios donde se almacenan disolventes, pinturas, pegamentos, y otras sustancias semejantes.

Al atemperar el almacén a una temperatura mínima de +5°C es necesario mantener una distancia mínima entre los elementos plásticos y los focos de calor de 1 m.

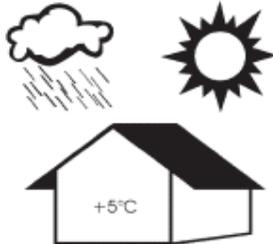
Las tuberías plásticas se almacenan apoyadas en toda su longitud, o apoyadas de forma tal que no vayan a moverse. Los adaptadores plásticos se almacenan en bolsas o sueltos en cajas, contenedores, cestos, etc. Al almacenar los tubos y los adaptadores en bolsas de plásticos, la altura máxima debe ser

de 1 m. Los tubos y los adaptadores plásticos se almacenan diferenciándolos según su tipo. Al momento de sacar estos materiales del almacén debe comenzarse por los más viejos.

Durante el transporte de estos materiales, está prohibido arrastrarlos por el suelo, y por el área de carga del medio de transporte. Además está prohibido lanzarlos o tirarlos desde el área de carga al suelo.

Para llevarlos al lugar de la construcción, es necesario protegerlos de daños mecánicos y ya en el lugar de la construcción, deben depositarse sobre una base. Los elementos vienen de la fábrica en envases protectores (las tuberías en bolsas de polietileno, los adaptadores igual en bolsas o en cajas de cartón), en los cuales se

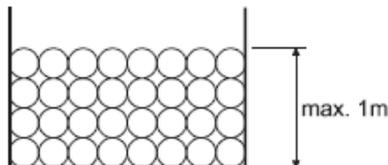
deben dejar hasta el momento mismo del montaje para protegerlos de la suciedad.



3.5.12 Disposiciones finales

Estas regulaciones del montaje fueron elaboradas en julio de 1999 y reemplazan a las regulaciones del montaje de febrero de 1998.

Dado en Kostelec nad Labem con fecha 10.7.1999.



EKOPLASTIK

La más amplia gama de tubería y accesorios de polipropileno

SALVADOR ESCODA S.A.

Anexo nº 1

Descripción de la instalación:

Lugar:

Objeto:

PROTOCOLO DE PRUEBA

Diámetro de la tubería Ekoplastik PPR [mm]	Longitud tubería/línea [m]	Diámetro de la tubería Ekoplastik PPR [mm]	Longitud tubería/línea [m]
16		16	
20		20	
25		25	
32		32	
40		40	
50		50	
63		63	
75		75	
90		90	
110		110	

Prueba de presión:

Inicio de la prueba: Fin de la prueba:.....

Duración de la prueba:

Presión de prueba: MPa

Presión después de 1 hora: MPa (inicio de la prueba)

Descenso de presión durante la prueba: MPa

Longitud de los tubos instalados:

Lugar de salida más elevado m sobre el manómetro

Cliente :

..... localidad fecha sello y firma

Instalador:.....

..... localidad fecha sello y firma

3.5.13 Método de soldadura de polifusión

1. Herramientas necesarias

- 1/ Máquina soldadora eléctrica para soldadura de polifusión, equipada con una matriz para soldadura de la dimensión requerida, incluyendo el conducto eléctrico móvil (cables).
- 2/ Termómetro de contacto.
- 3/ Tijeras especiales o cortadora (es decir, cortatubos), en caso de necesidad segueta para cortar hierro.
- 4/ Cuchillo de bolsillo de hoja corta afilada.
- 5/ Bayeta de material no sintético.
- 6/ Alcohol o Tangit.
- 7/ Metro, marcador.
- 8/ Raspadores para la soldadura de secciones de más de 50 mm y adaptador de montaje para soldadura.
- 9/ Pelador de tuberías para unir las tuberías EKOPLASTIK STABI.

2. Preparación de las herramientas

Primeramente adaptamos con firmeza a la máquina soldadora la matriz de precalentamiento (con ayuda de tornillos - dependiendo del tipo de máquina soldadora). Con ayuda del regulador ponemos la máquina soldadora a una temperatura comprendida entre 250° - 270°C y la conectamos a la corriente. El tiempo de calentamiento de la máquina soldadora depende de las condiciones ambientales del lugar. Una vez caliente la matriz de precalentamiento, lo limpiamos con una bayeta de material no sintético, quitándole así todos los residuos de la soldadura anterior, para que no se dañen las capas de teflón. Podemos comenzar a trabajar con la máquina soldadora, una vez que nos hayamos cerciorado, con la ayuda de diodos-LED y un termómetro de contacto, que ya la máquina soldadora está lo suficientemente caliente. El termómetro de contacto sirve para regular las temperaturas a 260°C.

La función correcta de las tijeras especiales o cortatubos se controla mediante uno o dos cortes en el tubo usado para pruebas. Al hacer el corte de control no debe deformarse el diámetro interior del tubo. Si esto ocurriese, debemos reparar las herramientas, es decir, afilarla.

3. Preparación de los materiales

Antes de comenzar a trabajar, debemos controlar perfectamente todos los materiales a utilizar. De ninguna manera deben debilitarse las paredes de los elementos. En el caso de los elementos de cierre, debe comprobarse antes del montaje, su funcionalidad y las roscas las controlamos frente a las piezas. Deben limpiarse y desengrasarse el empalme de soldadura y las partes de los tubos que se acoplan al empalme.

Acoplamos los accesorios a la matriz de soldadura y controlamos, si no quedan demasiado libres allí. ¡Aquellos accesorios que se muevan en la matriz, deben sustituirse!

4. Método propio de soldadura

1/ Medimos la longitud requerida de los tubos y los cortamos. Para ello, debemos utilizar el cortatubo, con el cuchillo cortamos la rebaba de los bordes de los tubos cortados. Si unimos las tuberías EKOPLASTIK STABI, con ayuda del pelador debemos quitar la capa superior plástica y la capa media de aluminio, a lo largo de la parte que se introduce en el empalme del accesorio. Con el tubo plástico resultante trabajamos de la misma forma como con el tubo totalmente de plástico EKOPLASTIK PPR.

2/ Además se recomienda, con el cuchillo o con un dispositivo especial, achaflanar el borde exterior del tubo que va a ser calentado, a un ángulo de 30 - 45°, y sobre todo en los diámetros superiores a 40 mm. De esta manera se evita la deformación del material, al introducir el final del tubo en el adaptador.

3/ Para la soldadura de grandes secciones (más de 40 mm) se hace necesario el control de la ovalidad, y es indispensable realizar de antemano el raspado de las superficies oxidadas (0,1mm de espesor) sobre las partes del tubo en el área de acoplamiento. Las capas oxidadas disminuyen la calidad de la soldadura.

4/ Es recomendable marcar, con rotulador o con marcador, el área del tubo que se va a introducir al accesorio, según sea la profundidad del manguito del adaptador de soldadura. De la misma manera, es menester tener en consideración, que el extremo del tubo no debe ser empujado totalmente hasta el tope en el manguito del adaptador. Debe de quedar un espacio mínimo libre de 1 mm para el material, que pudiera estrechar la sección transversal del adaptador en el sitio de la soldadura.



5/ Luego, es necesario señalar la posición de la soldadura en el tubo y en el adaptador, a fin de que se evite la rotación del tubo en el adaptador después del acoplado. Para este fin es posible utilizar las marcas de montaje en el adaptador.



6/ Después del marcado, el área a soldar debe quedar limpia y desengrasada.

¡Sin estas medidas de limpieza y desengrase no se podrá lograr una soldadura ideal de las capas fundidas! Ahora pasemos al proceso del calentamiento propiamente dicho.

7/ En primer lugar, introducimos el accesorio en la matriz caliente, el cual tiene una pared más gruesa que el tubo y tarda más tiempo en calentarse, y a continuación controlamos si no está muy libre en la matriz. Sustituimos el accesorio, que no se ajuste perfectamente en toda la superficie de la matriz, porque, un calentamiento no uniforme daría por resultado una soldadura de mala calidad. Después del adaptador, introducimos el tubo en la matriz caliente. Para el cierre hermético del acople vale lo mismo que para el adaptador.



8/ Calentamos ambas partes durante el tiempo estipulado en la tabla 1 de la página 28. El tiempo de calentamiento, se mide a partir del momento cuando se introducen el tubo y el accesorio en la matriz de polifusión, a todo lo largo de la superficie señalada. En el caso de un acoplamiento incorrecto del tubo y el accesorio en la matriz, es posible girar un poco ambas partes (máximo 10°) antes de ser introducidos en la longitud requerida. Durante el calentamiento no se permite ningún giro, para que no se deformen los materiales.



9/ Después de haberse terminado el período de calentamiento, sacamos el accesorio y el tubo de la matriz, y los unimos de forma tal, que con una moderada, lenta y uniforme presión, los introduzcamos, sin rotación del eje, al manguito del accesorio hasta el tope del acoplamiento. Controlamos la unión del eje del tubo con el accesorio.

La Tabla 2, de la página 28, nos da el tiempo transcurrido una vez desmontado el manguito, luego de haber introducido el tubo en el accesorio. En el caso de sobrepasar el tiempo señalado, existe el peligro de enfriamiento de las capas fundidas y la formación de una unión en frío, de mala calidad.

La unión recientemente hecha, es necesario fijarla por un tiempo de 20-30 segundos, antes de que ocurra un enfriamiento parcial de la unión, lo cual no permitiría que se saliese un poco el tubo del accesorio, a causa de la presión de soldadura, y del cambio de posición del accesorio con respecto al tubo.

Es posible llenar la tubería de agua solamente 1 hora después de haber terminado la soldadura.



Recomendaciones para soldadura de grandes dimensiones:

Tabla 1

D (mm)	Tiempo de calentamiento (s)	D (mm)	Tiempo de calentamiento (s)
16	5	50	18
20	5	63	24
25	7	75	30
32	8	90	40
40	12	110	50

Tabla 2

D (mm)	Tiempo para reajuste (s)
16,20,25	4
32,40,50	6
63,75,90	8
110	10

Es posible soldar a mano los tubos de 40 mm de sección. Para secciones mayores de 50 mm inclusive, se recomienda utilizar máquinas soldadoras mecánicas, eventualmente un dispositivo de soldadura para asegurar las presiones requeridas a mantener la coaxialidad de las tuberías.

3.5.14 Método de soldadura con manguito eléctrico

1. Herramientas necesarias

- 1/ Máquina para soldadura eléctrica de tuberías de polipropileno.
- 2/ Tijeras especiales o afiladora.
- 3/ Bayeta de material no sintético.
- 4/ Alcohol o Tangit.
- 5/ Metro, marcador.
- 6/ Dispositivo de montaje para fijar la posición de la tubería y los accesorios.
- 7/ Raspadores para la soldadura de secciones de más de 50 mm y adaptador de montaje para soldadura.
- 8/ Pelador de tuberías para unir las tuberías EKOPLASTIK STABI.

1. Preparación de las tuberías



– Raspado de los bordes



– Achaflanado



– Sujeción al dispositivo, centrar, después calentar



– Presentación después del calentamiento



– Soldadura terminada después de enfriarse

2. Preparación de las herramientas

Preparamos la máquina soldadora en el puesto de trabajo y desenrollamos el cable de conducción. Controlamos la función correcta de la cortadora (véase soldadura de polifusión).

3. Método propio de soldadura

El corte de los tubos se realiza con tijeras o con el cortatubo. Controlamos el tubo y el accesorio y preparamos la máquina soldadora eléctrica.

Preparamos las tuberías a la longitud deseada, con el raspador o el dispositivo especial eliminamos la capa oxidada y desengrasamos (con alcohol o Tangit) la superficie externa del tubo y la parte interna del adaptador eléctrico.

Marcamos la profundidad de introducción del tubo en el adaptador eléctrico. En el caso de unir tuberías EKOPLASTIK STABI, eliminamos con el pelador la capa superior plástica y la capa media de aluminio, a lo largo de la parte que se introduce en el empalme del adaptador eléctrico. Introducimos la tubería en el adaptador eléctrico. Es necesario asegurar con firmeza la posición del tubo en el adaptador eléctrico, porque durante el calentamiento, la influencia del aumento del volumen del plástico produce una extrusión del tubo del adaptador.

Conectamos la máquina soldadora eléctrica a la red (220V) y esperamos a que una vez ajustada, esté lista para trabajar. Unimos los contactos del adaptador eléctrico con la máquina soldadora eléctrica. La soldadura comienza después de pulsar el botón START y una vez terminada la soldadura, la máquina se apaga sola.

Una marcha correcta de la soldadura eléctrica lo demuestra la extrusión del material en los puntos de control de la superficie exterior. Es posible llenar de agua la tubería solamente 1 hora después de haber terminado el trabajo de soldadura.



Tablas de pérdida de presión, tuberías “PPR”

PN 10		temperatura agua = 10°C																		
k=0,01	20x2,3 mm			25x2,5 mm		32x3,0 mm		40x3,7 mm		50x4,6 mm		63x5,8 mm		75x6,9 mm		90x8,2 mm		110x10 mm		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
l/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,006	0,1																		
0,02	0,020	0,1	0,006	0,1																
0,03	0,041	0,2	0,012	0,1	0,003	0,1														
0,04	0,067	0,2	0,019	0,1	0,006	0,1														
0,05	0,099	0,3	0,029	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1												
0,06	0,137	0,3	0,039	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1												
0,07	0,180	0,4	0,052	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1										
0,08	0,227	0,4	0,065	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1										
0,09	0,280	0,5	0,080	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,10	0,337	0,5	0,097	0,3	0,028	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,12	0,465	0,6	0,133	0,4	0,038	0,2	0,013	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,14	0,611	0,8	0,175	0,4	0,050	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,16	0,774	0,9	0,222	0,5	0,063	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1						
0,18	0,954	1,0	0,273	0,6	0,078	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,20	1,150	1,1	0,329	0,6	0,094	0,4	0,032	0,2	0,011	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1						
0,30	2,370	1,6	0,674	1,0	0,192	0,6	0,065	0,4	0,022	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,40	3,971	2,1	1,124	1,3	0,319	0,8	0,108	0,5	0,037	0,3	0,012	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1		
0,50	5,939	2,7	1,675	1,6	0,474	0,9	0,160	0,6	0,055	0,4	0,018	0,2	0,008	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,60	8,266	3,2	2,322	1,9	0,655	1,1	0,221	0,7	0,076	0,5	0,025	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1		
0,70			3,064	2,2	0,863	1,3	0,291	0,8	0,099	0,5	0,033	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,002	0,1		
0,80			3,900	2,5	1,095	1,5	0,369	1,0	0,126	0,6	0,042	0,4	0,018	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1		
0,90			4,826	2,9	1,352	1,7	0,455	1,1	0,155	0,7	0,051	0,4	0,022	0,3	0,009	0,2	0,004	0,1		
1,00			5,844	3,2	1,634	1,9	0,549	1,2	0,187	0,8	0,062	0,5	0,027	0,3	0,011	0,2	0,004	0,2		
1,20					2,269	2,3	0,760	1,4	0,258	0,9	0,085	0,6	0,037	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2		
1,40					2,998	2,6	1,001	1,7	0,340	1,1	0,112	0,7	0,049	0,5	0,020	0,3	0,008	0,2		
1,60					3,819	3,0	1,273	1,9	0,431	1,2	0,142	0,8	0,062	0,5	0,026	0,4	0,010	0,3		
1,80					4,732	3,4	1,574	2,2	0,532	1,4	0,175	0,9	0,076	0,6	0,031	0,4	0,012	0,3		
2,00						1,903	2,4	0,642	1,5	0,211	1,0	0,092	0,7	0,038	0,5	0,014	0,3			
2,20						2,262	2,6	0,762	1,7	0,250	1,1	0,108	0,7	0,045	0,5	0,017	0,3			
2,40						2,649	2,9	0,891	1,8	0,292	1,2	0,126	0,8	0,052	0,6	0,020	0,4			
2,60						3,064	3,1	1,029	2,0	0,337	1,3	0,146	0,9	0,060	0,6	0,023	0,4			
2,80						3,507	3,4	1,176	2,1	0,385	1,3	0,166	1,0	0,069	0,7	0,026	0,4			
3,00								1,332	2,3	0,436	1,4	0,188	1,0	0,078	0,7	0,030	0,5			
3,20								1,497	2,4	0,489	1,5	0,211	1,1	0,087	0,8	0,033	0,5			
3,40								1,671	2,6	0,545	1,6	0,235	1,2	0,097	0,8	0,037	0,5			
3,60								1,854	2,8	0,604	1,7	0,260	1,2	0,107	0,8	0,041	0,6			
3,80								2,045	2,9	0,666	1,8	0,287	1,3	0,118	0,9	0,045	0,6			
4,00								2,245	3,1	0,731	1,9	0,314	1,4	0,129	0,9	0,049	0,6			
4,20								2,454	3,2	0,798	2,0	0,343	1,4	0,141	1,0	0,054	0,7			
4,40								2,672	3,4	0,868	2,1	0,373	1,5	0,153	1,0	0,058	0,7			
4,60								2,899	3,5	0,940	2,2	0,404	1,6	0,166	1,1	0,063	0,7			
4,80										1,016	2,3	0,436	1,6	0,179	1,1	0,068	0,8			
5,00										1,093	2,4	0,469	1,7	0,193	1,2	0,073	0,8			

PN 10		temperatura agua = 50°C																				
k=0,01	20x2,3 mm			25x2,5 mm		32x3,0 mm		40x3,7 mm		50x4,6 mm		63x5,8 mm		75x6,9 mm		90x8,2 mm		110x10 mm				
Q l/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s	R kPa/m	v m/s		
0,01	0,005	0,1																				
0,02	0,016	0,1	0,005	0,1																		
0,03	0,033	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1																
0,04	0,055	0,2	0,016	0,1	0,004	0,1																
0,05	0,081	0,3	0,023	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1														
0,06	0,112	0,3	0,032	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1														
0,07	0,147	0,4	0,042	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1												
0,08	0,186	0,4	0,053	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1												
0,09	0,229	0,5	0,065	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1												
0,10	0,277	0,5	0,079	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1												
0,12	0,383	0,6	0,109	0,4	0,031	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1										
0,14	0,505	0,8	0,143	0,4	0,041	0,3	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1										
0,16	0,642	0,9	0,182	0,5	0,052	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1								
0,18	0,793	1,0	0,224	0,6	0,064	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1								
0,20	0,959	1,1	0,271	0,6	0,077	0,4	0,026	0,2	0,009	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1								
0,30	2,003	1,6	0,561	1,0	0,158	0,6	0,053	0,4	0,018	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,40	3,396	2,1	0,943	1,3	0,264	0,8	0,089	0,5	0,030	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1	0,001	0,1		
0,50	5,132	2,7	1,417	1,6	0,394	0,9	0,132	0,6	0,045	0,4	0,015	0,2	0,006	0,2	0,003	0,1	0,001	0,1	0,001	0,1		
0,60	7,206	3,2	1,978	1,9	0,548	1,1	0,183	0,7	0,062	0,5	0,021	0,3	0,009	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1	0,001	0,1		
0,70			2,628	2,2	0,726	1,3	0,242	0,8	0,082	0,5	0,027	0,3	0,012	0,2	0,005	0,2	0,002	0,1	0,002	0,1		
0,80			3,365	2,5	0,926	1,5	0,307	1,0	0,104	0,6	0,034	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,002	0,1	0,002	0,1		
0,90			4,188	2,9	1,148	1,7	0,380	1,1	0,128	0,7	0,042	0,4	0,018	0,3	0,008	0,2	0,003	0,1	0,003	0,1		
1,00			5,097	3,2	1,393	1,9	0,460	1,2	0,155	0,8	0,051	0,5	0,022	0,3	0,009	0,2	0,003	0,1	0,003	0,1		
1,20					1,950	2,3	0,642	1,4	0,215	0,9	0,070	0,6	0,030	0,4	0,013	0,3	0,005	0,2	0,005	0,2		
1,40					2,594	2,6	0,851	1,7	0,284	1,1	0,093	0,7	0,040	0,5	0,017	0,3	0,006	0,2	0,006	0,2		
1,60					3,327	3,0	1,087	1,9	0,362	1,2	0,118	0,8	0,051	0,5	0,021	0,4	0,008	0,3	0,008	0,3		
1,80					4,147	3,4	1,351	2,2	0,449	1,4	0,146	0,9	0,063	0,6	0,026	0,4	0,010	0,3	0,010	0,3		
2,00						1,642	2,4	0,545	1,5	0,177	1,0	0,076	0,7	0,031	0,5	0,012	0,4	0,012	0,3	0,012	0,3	
2,20						1,961	2,6	0,649	1,7	0,210	1,1	0,090	0,7	0,037	0,5	0,014	0,4	0,014	0,3	0,014	0,3	
2,40						2,306	2,9	0,761	1,8	0,246	1,2	0,105	0,8	0,043	0,6	0,016	0,4	0,016	0,4	0,016	0,4	
2,60						2,677	3,1	0,882	2,0	0,284	1,3	0,122	0,9	0,050	0,6	0,019	0,4	0,019	0,4	0,019	0,4	
2,80						3,076	3,4	1,011	2,1	0,325	1,3	0,139	1,0	0,057	0,7	0,022	0,4	0,022	0,4	0,022	0,4	
3,00									1,149	2,3	0,369	1,4	0,158	1,0	0,064	0,7	0,024	0,5	0,024	0,5	0,024	0,5
3,20									1,296	2,4	0,416	1,5	0,177	1,1	0,072	0,8	0,027	0,5	0,027	0,5	0,027	0,5
3,40									1,450	2,6	0,464	1,6	0,198	1,2	0,081	0,8	0,031	0,5	0,031	0,5	0,031	0,5
3,60									1,613	2,8	0,516	1,7	0,220	1,2	0,089	0,8	0,034	0,6	0,034	0,6	0,034	0,6
3,80									1,785	2,9	0,570	1,8	0,242	1,3	0,099	0,9	0,037	0,6	0,037	0,6	0,037	0,6
4,00									1,964	3,1	0,626	1,9	0,266	1,4	0,109	0,9	0,041	0,6	0,041	0,6	0,041	0,6
4,20									2,152	3,2	0,686	2,0	0,291	1,4	0,118	1,0	0,045	0,7	0,045	0,7	0,045	0,7
4,40									2,349	3,4	0,747	2,1	0,317	1,5	0,129	1,0	0,048	0,7	0,048	0,7	0,048	0,7
4,60									2,553	3,5	0,811	2,2	0,344	1,6	0,139	1,1	0,053	0,7	0,053	0,7	0,053	0,7
4,80										0,878	2,3	0,372	1,6	0,151	1,1	0,057	0,8	0,057	0,8	0,057	0,8	
5,00										0,947	2,4	0,401	1,7	0,162	1,2	0,061	0,8	0,061	0,8	0,061	0,8	

PN 16		temperatura agua = 10°C																				
k=0,01		18x2,3 mm			20x2,8 mm			25x3,5 mm			32x4,5 mm			40x5,6 mm			50x6,9 mm			63x8,7 mm		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v				
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s				
0,01	0,025	0,1	0,008	0,1																		
0,02	0,083	0,2	0,027	0,1	0,009	0,1																
0,03	0,170	0,3	0,056	0,2	0,019	0,1	0,006	0,1														
0,04	0,282	0,4	0,093	0,2	0,032	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1												
0,05	0,418	0,5	0,137	0,3	0,047	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1												
0,06	0,576	0,6	0,189	0,4	0,065	0,2	0,020	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1										
0,07	0,756	0,7	0,248	0,4	0,085	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,08	0,958	0,8	0,313	0,5	0,108	0,3	0,034	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1										
0,09	1,180	0,9	0,386	0,6	0,133	0,4	0,041	0,2	0,014	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,10	1,422	1,0	0,465	0,6	0,160	0,4	0,050	0,2	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,002	0,1						
0,12	1,967	1,2	0,641	0,7	0,221	0,5	0,069	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,003	0,1						
0,14	2,588	1,4	0,843	0,9	0,290	0,6	0,090	0,3	0,031	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,003	0,1						
0,16	3,285	1,6	1,068	1,0	0,367	0,6	0,114	0,4	0,039	0,2	0,013	0,2	0,004	0,1	0,004	0,1						
0,18	4,056	1,8	1,316	1,1	0,452	0,7	0,140	0,4	0,048	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,005	0,1						
0,20	4,900	2,0	1,588	1,2	0,544	0,8	0,168	0,5	0,058	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,006	0,1						
0,30	10,182	2,9	3,277	1,8	1,118	1,2	0,345	0,7	0,118	0,5	0,040	0,3	0,013	0,2	0,013	0,2						
0,40			5,499	2,5	1,868	1,6	0,574	1,0	0,196	0,6	0,066	0,4	0,022	0,2	0,022	0,2						
0,50			8,236	3,1	2,786	2,0	0,854	1,2	0,290	0,8	0,097	0,5	0,032	0,3	0,032	0,3						
0,60					3,869	2,4	1,183	1,4	0,401	0,9	0,134	0,6	0,045	0,4	0,045	0,4						
0,70					5,112	2,8	1,558	1,7	0,528	1,1	0,176	0,7	0,058	0,4	0,058	0,4						
0,80					6,513	3,1	1,960	1,9	0,669	1,2	0,223	0,8	0,074	0,5	0,074	0,5						
0,90					8,071	3,5	2,448	2,2	0,826	1,4	0,275	0,9	0,091	0,6	0,091	0,6						
1,00							2,960	2,4	0,997	1,5	0,332	1,0	0,110	0,6	0,110	0,6						
1,20								4,117	2,9	1,382	1,8	0,459	1,2	0,152	0,7	0,152	0,7					
1,40								5,449	3,4	1,824	2,1	0,604	1,4	0,199	0,9	0,199	0,9					
1,60										2,322	2,5	0,767	1,6	0,253	1,0	0,253	1,0					
1,80										2,874	2,8	0,948	1,7	0,311	1,1	0,311	1,1					
2,00										3,480	3,1	1,145	1,9	0,376	1,2	0,376	1,2					
2,20										4,139	3,4	1,360	2,1	0,446	1,3	0,446	1,3					
2,40												1,591	2,3	0,521	1,5	0,521	1,5					
2,60												1,839	2,5	0,601	1,6	0,601	1,6					
2,80												2,104	2,7	0,686	1,7	0,686	1,7					
3,00												2,385	2,9	0,777	1,8	0,777	1,8					
3,20												2,682	3,1	0,873	2,0	0,873	2,0					
3,40												2,995	3,3	0,974	2,1	0,974	2,1					
3,60												3,324	3,5	1,080	2,2	1,080	2,2					
3,80														1,190	2,3	1,190	2,3					
4,00														1,306	2,4	1,306	2,4					
4,20														1,427	2,6	1,427	2,6					
4,40														1,553	2,7	1,553	2,7					
4,60														1,683	2,8	1,683	2,8					
4,80														1,819	2,9	1,819	2,9					
5,00														1,959	3,1	1,959	3,1					

PN 16		temperatura agua = 50°C															
k=0,01	16x2,3 mm			20x2,8 mm			25x3,5 mm		32x4,5 mm		40x5,6 mm		50x6,9 mm		63x8,7 mm		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	
0,01	0,020	0,1	0,007	0,1													
0,02	0,068	0,2	0,022	0,1	0,008	0,1											
0,03	0,138	0,3	0,045	0,2	0,016	0,1	0,005	0,1									
0,04	0,230	0,4	0,075	0,2	0,026	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1							
0,05	0,342	0,5	0,112	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1							
0,06	0,473	0,6	0,154	0,4	0,053	0,2	0,016	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1					
0,07	0,623	0,7	0,203	0,4	0,070	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1					
0,08	0,792	0,8	0,257	0,5	0,088	0,3	0,027	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1					
0,09	0,978	0,9	0,317	0,6	0,108	0,4	0,034	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1			0,001	0,1	
0,10	1,183	1,0	0,382	0,6	0,131	0,4	0,040	0,2	0,014	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1			
0,12	1,644	1,2	0,530	0,7	0,181	0,5	0,056	0,3	0,019	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1			
0,14	2,175	1,4	0,698	0,9	0,238	0,6	0,073	0,3	0,025	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1			
0,16	2,773	1,6	0,888	1,0	0,302	0,6	0,093	0,4	0,032	0,2	0,011	0,2	0,004	0,1			
0,18	3,439	1,8	1,099	1,1	0,373	0,7	0,115	0,4	0,039	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1			
0,20	4,172	2,0	1,330	1,2	0,450	0,8	0,138	0,5	0,047	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1			
0,30	8,828	2,9	2,785	1,8	0,935	1,2	0,285	0,7	0,096	0,5	0,032	0,3	0,011	0,2			
0,40			4,731	2,5	1,578	1,6	0,478	1,0	0,161	0,6	0,054	0,4	0,018	0,2			
0,50			7,161	3,1	2,376	2,0	0,716	1,2	0,240	0,8	0,080	0,5	0,026	0,3			
0,60					3,325	2,4	0,997	1,4	0,334	0,9	0,110	0,6	0,036	0,4			
0,70					4,425	2,8	1,322	1,7	0,441	1,1	0,146	0,7	0,048	0,4			
0,80					5,675	3,1	1,689	1,9	0,562	1,2	0,185	0,8	0,061	0,5			
0,90					7,073	3,5	2,098	2,2	0,696	1,4	0,229	0,9	0,075	0,6			
1,00								2,549	2,4	0,843	1,5	0,277	1,0	0,091	0,6		
1,20								3,577	2,9	1,178	1,8	0,385	1,2	0,126	0,7		
1,40								4,770	3,4	1,565	2,1	0,510	1,4	0,166	0,9		
1,60										2,004	2,5	0,650	1,6	0,211	1,0		
1,80										2,494	2,8	0,807	1,7	0,261	1,1		
2,00										3,036	3,1	0,980	1,9	0,316	1,2		
2,20										3,629	3,4	1,168	2,1	0,376	1,3		
2,40												1,372	2,3	0,441	1,5		
2,60												1,592	2,5	0,511	1,6		
2,80												1,828	2,7	0,585	1,7		
3,00												2,079	2,9	0,664	1,8		
3,20												2,345	3,1	0,748	2,0		
3,40												2,627	3,3	0,837	2,1		
3,60												2,925	3,5	0,930	2,2		
3,80														1,028	2,3		
4,00														1,131	2,4		
4,20														1,239	2,6		
4,40														1,351	2,7		
4,60														1,468	2,8		
4,80														1,589	2,9		
5,00														1,716	3,1		

PN 16		temperatura agua = 50°C																				
k=0,01		16x2,3 mm			20x2,8 mm			25x3,5 mm			32x4,5 mm			40x5,6 mm			50x6,9 mm			63x8,7 mm		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v				
l/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s				
0,01	0,018	0,1	0,006	0,1																		
0,02	0,061	0,2	0,020	0,1	0,007	0,1																
0,03	0,126	0,3	0,041	0,2	0,014	0,1	0,004	0,1														
0,04	0,210	0,4	0,068	0,2	0,024	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1												
0,05	0,314	0,5	0,102	0,3	0,035	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1												
0,06	0,435	0,6	0,141	0,4	0,048	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1										
0,07	0,574	0,7	0,185	0,4	0,063	0,3	0,020	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1										
0,08	0,731	0,8	0,235	0,5	0,080	0,3	0,025	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,09	0,905	0,9	0,291	0,6	0,099	0,4	0,031	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1								
0,10	1,096	1,0	0,352	0,6	0,120	0,4	0,037	0,2	0,013	0,2	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,12	1,529	1,2	0,488	0,7	0,166	0,5	0,051	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,14	2,029	1,4	0,646	0,9	0,218	0,6	0,067	0,3	0,023	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1								
0,16	2,595	1,6	0,823	1,0	0,278	0,6	0,085	0,4	0,029	0,2	0,010	0,2	0,003	0,1								
0,18	3,227	1,8	1,021	1,1	0,344	0,7	0,105	0,4	0,036	0,3	0,012	0,2	0,004	0,1								
0,20	3,924	2,0	1,238	1,2	0,416	0,8	0,127	0,5	0,043	0,3	0,014	0,2	0,005	0,1								
0,30	8,388	2,9	2,616	1,8	0,870	1,2	0,263	0,7	0,088	0,5	0,029	0,3	0,010	0,2								
0,40			4,476	2,5	1,478	1,6	0,443	1,0	0,148	0,6	0,049	0,4	0,016	0,2								
0,50			6,813	3,1	2,236	2,0	0,667	1,2	0,222	0,8	0,073	0,5	0,024	0,3								
0,60					3,144	2,4	0,933	1,4	0,309	0,9	0,102	0,6	0,033	0,4								
0,70					4,200	2,8	1,240	1,7	0,410	1,1	0,134	0,7	0,044	0,4								
0,80					5,404	3,1	1,590	1,9	0,524	1,2	0,171	0,8	0,056	0,5								
0,90					6,756	3,5	1,981	2,2	0,651	1,4	0,212	0,9	0,069	0,6								
1,00							2,413	2,4	0,790	1,5	0,257	1,0	0,083	0,6								
1,20							3,401	2,9	1,109	1,8	0,359	1,2	0,116	0,7								
1,40							4,554	3,4	1,478	2,1	0,477	1,4	0,154	0,9								
1,60									1,899	2,5	0,610	1,6	0,196	1,0								
1,80									2,371	2,8	0,759	1,7	0,243	1,1								
2,00									2,894	3,1	0,924	1,9	0,295	1,2								
2,20									3,467	3,4	1,104	2,1	0,352	1,3								
2,40											1,300	2,3	0,414	1,5								
2,60											1,511	2,5	0,480	1,6								
2,80											1,738	2,7	0,551	1,7								
3,00											1,980	2,9	0,626	1,8								
3,20											2,238	3,1	0,706	2,0								
3,40											2,511	3,3	0,791	2,1								
3,60											2,799	3,5	0,881	2,2								
3,80													0,975	2,3								
4,00													1,074	2,4								
4,20													1,178	2,6								
4,40													1,286	2,7								
4,60													1,399	2,8								
4,80													1,516	2,9								
5,00													1,638	3,1								

PN 26		temperatura agua = 10°C																		
k=0,01	16x2,7 mm		20x3,4 mm		25x4,2 mm		32x5,4 mm		40x6,7 mm		50x8,4 mm		63x10,5 mm		75x12,5 mm		90x15,0 mm		110x18,4 mm	
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,035	0,1	0,012	0,1																
0,02	0,118	0,2	0,041	0,1	0,014	0,1	0,004	0,1												
0,03	0,240	0,3	0,084	0,2	0,028	0,1	0,009	0,1	0,003	0,1										
0,04	0,399	0,5	0,140	0,3	0,047	0,2	0,015	0,1	0,005	0,1										
0,05	0,591	0,6	0,207	0,4	0,070	0,2	0,022	0,1	0,007	0,1	0,003	0,1								
0,06	0,816	0,7	0,286	0,4	0,096	0,3	0,030	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1								
0,07	1,071	0,8	0,375	0,5	0,126	0,3	0,039	0,2	0,013	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1						
0,08	1,357	0,9	0,475	0,6	0,159	0,4	0,050	0,2	0,017	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1						
0,09	1,673	1,0	0,585	0,7	0,196	0,4	0,061	0,3	0,021	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1						
0,10	2,017	1,1	0,704	0,7	0,236	0,5	0,073	0,3	0,025	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,12	2,791	1,4	0,973	0,9	0,325	0,6	0,101	0,3	0,034	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,002	0,1				
0,14	3,676	1,6	1,279	1,0	0,427	0,6	0,133	0,4	0,045	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0		
0,16	4,669	1,8	1,622	1,2	0,540	0,7	0,168	0,5	0,057	0,3	0,020	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,18	5,768	2,0	2,000	1,3	0,665	0,8	0,206	0,5	0,070	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1		
0,20	6,971	2,3	2,414	1,5	0,802	0,9	0,249	0,6	0,084	0,4	0,029	0,2	0,010	0,1	0,004	0,1	0,002	0,1		
0,30	14,522	3,4	4,994	2,2	1,650	1,4	0,510	0,8	0,172	0,5	0,060	0,3	0,019	0,2	0,008	0,2	0,004	0,1	0,001	0,100
0,40			8,397	2,9	2,761	1,8	0,849	1,1	0,286	0,7	0,099	0,5	0,032	0,3	0,014	0,2	0,006	0,1	0,002	0,100
0,50					4,125	2,3	1,264	1,4	0,425	0,9	0,147	0,6	0,048	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,100
0,60					5,735	2,8	1,752	1,7	0,587	1,1	0,203	0,7	0,066	0,4	0,029	0,3	0,012	0,2	0,005	0,100
0,70					7,585	3,2	2,311	2,0	0,773	1,3	0,267	0,8	0,087	0,5	0,038	0,4	0,016	0,2	0,006	0,200
0,80							2,939	2,3	0,981	1,4	0,338	0,9	0,110	0,6	0,048	0,4	0,020	0,3	0,008	0,200
0,90							3,635	2,5	1,211	1,6	0,417	1,0	0,135	0,6	0,059	0,5	0,025	0,3	0,010	0,200
1,00							4,399	2,8	1,463	1,8	0,503	1,2	0,163	0,7	0,071	0,5	0,030	0,4	0,011	0,200
1,20							6,127	3,4	2,031	2,2	0,696	1,4	0,225	0,9	0,097	0,6	0,041	0,4	0,016	0,300
1,40									2,683	2,5	0,917	1,6	0,296	1,0	0,128	0,7	0,054	0,5	0,021	0,300
1,60									3,417	2,9	1,165	1,8	0,375	1,2	0,162	0,8	0,068	0,6	0,026	0,400
1,80									4,233	3,2	1,441	2,1	0,463	1,3	0,200	0,9	0,083	0,6	0,032	0,400
2,00											1,742	2,3	0,559	1,4	0,241	1,0	0,101	0,7	0,039	0,500
2,20											2,070	2,5	0,663	1,6	0,286	1,1	0,119	0,8	0,046	0,500
2,40											2,423	2,8	0,775	1,7	0,334	1,2	0,139	0,8	0,054	0,600
2,60											2,803	3,0	0,894	1,9	0,385	1,3	0,160	0,9	0,062	0,600
2,80											3,208	3,2	1,022	2,0	0,440	1,4	0,183	1,0	0,070	0,700
3,00											3,638	3,5	1,158	2,2	0,498	1,5	0,207	1,1	0,080	0,700
3,20													1,301	2,3	0,559	1,6	0,232	1,1	0,089	0,800
3,40													1,452	2,5	0,623	1,7	0,259	1,2	0,099	0,800
3,60													1,610	2,6	0,691	1,8	0,286	1,3	0,110	0,900
3,80													1,776	2,7	0,761	1,9	0,316	1,3	0,121	0,900
4,00													1,949	2,9	0,835	2,0	0,346	1,4	0,133	1,000
4,20													2,131	3,0	0,912	2,1	0,377	1,5	0,145	1,000
4,40													2,319	3,2	0,992	2,2	0,410	1,6	0,157	1,000
4,60													2,515	3,3	1,075	2,3	0,444	1,6	0,170	1,100
4,80													2,718	3,5	1,161	2,4	0,480	1,7	0,184	1,100
5,00															1,251	2,5	0,516	1,8	0,198	1,200

PN 20		temperatura agua = 50°C																				
k=0,01		16x2,7 mm		20x3,4 mm		25x4,2 mm		32x5,4 mm		40x6,7 mm		50x8,4 mm		63x10,5 mm		75x12,5 mm		90x15,0 mm		110x18,4 mm		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s
0,01	0,028	0,1	0,010	0,1																		
0,02	0,096	0,2	0,034	0,1	0,011	0,1	0,004	0,1														
0,03	0,196	0,3	0,090	0,2	0,023	0,1	0,007	0,1	0,002	0,1												
0,04	0,326	0,5	0,114	0,3	0,038	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1												
0,05	0,485	0,6	0,169	0,4	0,057	0,2	0,018	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1										
0,06	0,672	0,7	0,234	0,4	0,078	0,3	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1										
0,07	0,886	0,8	0,308	0,5	0,102	0,3	0,032	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1								
0,08	1,126	0,9	0,390	0,6	0,130	0,4	0,040	0,2	0,014	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1								
0,09	1,392	1,0	0,482	0,7	0,160	0,4	0,050	0,3	0,017	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1								
0,10	1,684	1,1	0,582	0,7	0,193	0,5	0,060	0,3	0,020	0,2	0,007	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1						
0,12	2,344	1,4	0,807	0,9	0,267	0,6	0,082	0,3	0,028	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1						
0,14	3,104	1,6	1,065	1,0	0,351	0,6	0,108	0,4	0,037	0,3	0,013	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0				
0,16	3,962	1,8	1,356	1,2	0,446	0,7	0,137	0,5	0,046	0,3	0,016	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1				
0,18	4,918	2,0	1,679	1,3	0,551	0,8	0,169	0,5	0,057	0,3	0,020	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,20	5,972	2,3	2,033	1,5	0,666	0,9	0,204	0,6	0,069	0,4	0,024	0,2	0,008	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1				
0,30	12,680	3,4	4,273	2,2	1,388	1,4	0,423	0,8	0,141	0,5	0,049	0,3	0,016	0,2	0,007	0,2	0,003	0,1	0,001	0,100		
0,40			7,281	2,9	2,348	1,8	0,710	1,1	0,236	0,7	0,081	0,5	0,026	0,3	0,011	0,2	0,005	0,1	0,002	0,100		
0,50					3,541	2,3	1,065	1,4	0,353	0,9	0,121	0,6	0,039	0,4	0,017	0,3	0,007	0,2	0,003	0,100		
0,60					4,964	2,8	1,486	1,7	0,491	1,1	0,168	0,7	0,054	0,4	0,023	0,3	0,010	0,2	0,004	0,100		
0,70					6,616	3,2	1,972	2,0	0,649	1,3	0,221	0,8	0,071	0,5	0,031	0,4	0,013	0,2	0,005	0,200		
0,80							2,523	2,3	0,828	1,4	0,281	0,9	0,090	0,6	0,039	0,4	0,016	0,3	0,006	0,200		
0,90							3,138	2,5	1,027	1,6	0,348	1,0	0,111	0,6	0,048	0,5	0,020	0,3	0,008	0,200		
1,00							3,816	2,8	1,245	1,8	0,421	1,2	0,135	0,7	0,058	0,5	0,024	0,4	0,009	0,200		
1,20							5,364	3,4	1,742	2,2	0,587	1,4	0,187	0,9	0,080	0,6	0,033	0,4	0,013	0,300		
1,40									2,317	2,5	0,778	1,6	0,247	1,0	0,106	0,7	0,044	0,5	0,017	0,300		
1,60									2,971	2,9	0,994	1,8	0,315	1,2	0,135	0,8	0,056	0,6	0,021	0,400		
1,80									3,702	3,2	1,235	2,1	0,390	1,3	0,167	0,9	0,069	0,6	0,026	0,400		
2,00											1,501	2,3	0,473	1,4	0,202	1,0	0,083	0,7	0,032	0,500		
2,20											1,791	2,5	0,563	1,6	0,240	1,1	0,099	0,8	0,038	0,500		
2,40											2,106	2,8	0,660	1,7	0,281	1,2	0,116	0,8	0,044	0,600		
2,60											2,445	3,0	0,765	1,9	0,325	1,3	0,134	0,9	0,051	0,600		
2,80											2,809	3,2	0,877	2,0	0,373	1,4	0,153	1,0	0,058	0,700		
3,00											3,197	3,5	0,996	2,2	0,423	1,5	0,174	1,1	0,066	0,700		
3,20													1,123	2,3	0,476	1,6	0,195	1,1	0,074	0,800		
3,40													1,256	2,5	0,532	1,7	0,218	1,2	0,083	0,800		
3,60													1,397	2,6	0,591	1,8	0,242	1,3	0,092	0,900		
3,80													1,545	2,7	0,653	1,9	0,267	1,3	0,101	0,900		
4,00													1,701	2,9	0,718	2,0	0,293	1,4	0,111	1,000		
4,20													1,863	3,0	0,786	2,1	0,321	1,5	0,121	1,000		
4,40													2,033	3,2	0,856	2,2	0,349	1,6	0,132	1,000		
4,60													2,210	3,3	0,930	2,3	0,379	1,6	0,143	1,100		
4,80													2,394	3,5	1,006	2,4	0,410	1,7	0,155	1,100		
5,00															1,086	2,5	0,442	1,8	0,167	1,200		

PN 20		temperatura agua = 80°C																												
k=0,01	16x2,7 mm			20x3,4 mm			25x4,2 mm			32x5,4 mm			40x6,7 mm			50x8,4 mm			63x10,5 mm			75x12,5 mm			90x15,0 mm			110x18,4 mm		
Q	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v	R	v		
1/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s	kPa/m	m/s		
0,01	0,026	0,1	0,009	1,1																										
0,02	0,087	0,2	0,030	1,1	0,010	0,1	0,003	0,1																						
0,03	0,179	0,3	0,062	0,2	0,021	0,1	0,006	0,1	0,002	0,1																				
0,04	0,299	0,5	0,104	0,3	0,035	0,2	0,011	0,1	0,004	0,1																				
0,05	0,446	0,6	0,155	0,4	0,051	0,2	0,016	0,1	0,005	0,1	0,002	0,1																		
0,06	0,619	0,7	0,214	0,4	0,071	0,3	0,022	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1																		
0,07	0,818	0,8	0,282	0,5	0,094	0,3	0,029	0,2	0,010	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1																
0,08	1,042	0,9	0,359	0,6	0,119	0,4	0,037	0,2	0,012	0,1	0,004	0,1	0,001	0,1																
0,09	1,291	1,0	0,443	0,7	0,146	0,4	0,045	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1																
0,10	1,565	1,1	0,536	0,7	0,177	0,5	0,054	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1														
0,12	2,186	1,4	0,746	0,9	0,245	0,6	0,075	0,3	0,025	0,2	0,009	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1														
0,14	2,905	1,6	0,988	1,0	0,323	0,6	0,099	0,4	0,033	0,3	0,012	0,2	0,004	0,1	0,002	0,1	0,001	0,0												
0,16	3,719	1,8	1,261	1,2	0,412	0,7	0,126	0,5	0,042	0,3	0,015	0,2	0,005	0,1	0,002	0,1	0,001	0,1												
0,18	4,630	2,0	1,565	1,3	0,510	0,8	0,155	0,5	0,052	0,3	0,018	0,2	0,006	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1												
0,20	5,636	2,3	1,900	1,5	0,617	0,9	0,188	0,6	0,063	0,4	0,022	0,2	0,007	0,1	0,003	0,1	0,001	0,1												
0,30	12,090	3,4	4,031	2,2	1,296	1,4	0,391	0,8	0,130	0,5	0,045	0,3	0,014	0,2	0,006	0,2	0,003	0,1	0,001	0,100										
0,40			6,918	2,9	2,206	1,8	0,661	1,1	0,218	0,7	0,075	0,5	0,024	0,3	0,010	0,2	0,004	0,1	0,002	0,100										
0,50					3,346	2,3	0,995	1,4	0,327	0,9	0,111	0,6	0,036	0,4	0,015	0,3	0,006	0,2	0,002	0,100										
0,60					4,712	2,8	1,395	1,7	0,456	1,1	0,155	0,7	0,050	0,4	0,021	0,3	0,009	0,2	0,003	0,100										
0,70					6,304	3,2	1,858	2,0	0,605	1,3	0,205	0,8	0,065	0,5	0,028	0,4	0,012	0,2	0,005	0,200										
0,80							2,384	2,3	0,774	1,4	0,261	0,9	0,083	0,6	0,036	0,4	0,015	0,3	0,006	0,200										
0,90							2,974	2,5	0,963	1,6	0,324	1,0	0,103	0,6	0,044	0,5	0,018	0,3	0,007	0,200										
1,00							3,626	2,8	1,171	1,8	0,392	1,2	0,124	0,7	0,053	0,5	0,022	0,4	0,009	0,200										
1,20							5,121	3,4	1,645	2,2	0,549	1,4	0,173	0,9	0,074	0,6	0,031	0,4	0,012	0,300										
1,40									2,197	2,5	0,730	1,6	0,230	1,0	0,098	0,7	0,040	0,5	0,016	0,300										
1,60											2,826	2,9	0,936	1,8	0,293	1,2	0,125	0,8	0,051	0,6	0,020	0,400								
1,80											3,532	3,2	1,166	2,1	0,364	1,3	0,155	0,9	0,064	0,6	0,024	0,400								
2,00													1,421	2,3	0,443	1,4	0,188	1,0	0,077	0,7	0,029	0,500								
2,20													1,700	2,5	0,528	1,6	0,224	1,1	0,092	0,8	0,035	0,500								
2,40													2,003	2,8	0,621	1,7	0,263	1,2	0,107	0,8	0,041	0,600								
2,60													2,331	3,0	0,721	1,9	0,304	1,3	0,124	0,9	0,047	0,600								
2,80													2,682	3,2	0,828	2,0	0,349	1,4	0,142	1,0	0,054	0,700								
3,00													3,058	3,5	0,942	2,2	0,397	1,5	0,162	1,1	0,061	0,700								
3,20															1,064	2,3	0,447	1,6	0,182	1,1	0,069	0,800								
3,40															1,192	2,5	0,501	1,7	0,204	1,2	0,077	0,800								
3,60															1,328	2,6	0,557	1,8	0,226	1,3	0,085	0,900								
3,80															1,471	2,7	0,616	1,9	0,250	1,3	0,094	0,900								
4,00															1,621	2,9	0,679	2,0	0,275	1,4	0,103	1,000								
4,20															1,778	3,0	0,744	2,1	0,301	1,5	0,113	1,000								
4,40															1,942	3,2	0,812	2,2	0,328	1,6	0,123	1,000								
4,60															2,113	3,3	0,882	2,3	0,356	1,6	0,134	1,100								
4,80															2,292	3,5	0,956	2,4	0,386	1,7	0,145	1,100								
5,00																1,033	2,5	0,416	1,8	0,156	1,200									

REGLAMENTOS

- **Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre** (Industria y Energía), por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- **Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio**, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- **Real Decreto 168/1985, de 6 febrero**, Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico.
- **Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo**, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- **Real Decreto 865/2003, de 4 de julio**, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- **Real Decreto 842/ 2002, de 2 de agosto**, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- **INSHT**, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. www.insht.es
- **Legionela**: www.legionela.info

MANUALES TECNICOS

- **Manual de Aire Acondicionado** (Handbook ok Air Conditioning System Desing) Carrier, Editorial Marcombo Boixareu Editores.
- **Manual ASHRAE – 1985 FUNDAMENTALS** Editado por ATECYR.
- **Manual ASHRAE – 1990 REFRIGERATION**, Sistemas y aplicaciones. Editado por ATECYR
- **Instalaciones Frigoríficas Tomo 1 y 2** de P.S. Rapin, editado por Marcombo Boixareu Editores.
- **Vitrinas y Muebles Frigoríficos**, Georges Rigot, editado por A. Madrid Vicente Ediciones.
- **Tratado Practico de Refrigeración Automatica**, de J. Alarcon Creus, editado por Marcombo Boixareu Editores
- **Nuevo Curso de Ingeniería del Frio**, Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia, editado por A. Madrid Vicente Ediciones
- **Curso 2007/2008 de Termodinámica Y Termotecnia** de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura.

FABRICANTES, DISTRIBUIDORES

- **Afrisa**:
C/ Mejorada, 4 Pol. Ind. Sector 8 (Las Monjas) 28850 Torrejón de Ardoz (Madrid) www.grupodisco.com
- **AKO Electromecánica, SAL**
Avd. Roquetes, 30-38 08812 S. Pere de Ribes – (Barcelona) Tf/ 938142700 Fax: 938934054, www.ako.es
- **Carrier España SA**:
Pº Castellana, 36-38 28046 Madrid www.carrier.es
- **Clivet España**:
Avda. Quitapesares, 50 28670 Villaviciosa de Odón (Madrid) Tel: 916658280 Fax: 916657806 www.Clivet.es
- **Copeland**: www.copeland.com
- **Danfoss SA**:
C/ Caléndula, 93 Edificio I Miniparc III Urb. "El Soto de la Moraleja" 28109 Alcobendas (Madrid) Tel: 916586688 Fax: 916637370 www.danfoss.es
- **Distribuciones Casamayor**:
C/ del Rayo, s/n- Nave, 34 Pol. Ind. San José de Valderas II 28918 Leganes (Madrid) Tel: 916193582 Fax: 916194114115, www.dcasamayor.com
- **Emerson Climate Technologies**: www.emersonclimate.com
- **Extinfrisa Extinción y Refrigeración SA**:
C/ Roma, 2 28813 Torres de la Alameda (Madrid) Tel: 902199590 Fax: 902199591 www.extinfrisa.es
- **Frimetal SA**
C/ San Toribio, 6 28031 Madrid Tel: 913030426 Fax: 917774761 www.frimetal.es

NUESTRO PRODUCTO FINAL VALIOSO DE INTERCAMBIO:
INSTALACIÓN, MANTENIMIENTO Y SERVICIO TÉCNICO DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN, INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DOMESTICAS, SEGÚN LAS NECESIDADES ESPECIFICAS DE CADA USO Y CASO A PLENA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

**Certificado de Empresa Instaladora y Mantenedora de instalaciones frigoríficas RSF (Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas).
nº: FI-106 y nº: FM-84**

Certificado de Empresa Instaladora y Mantenedora del RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios) nº: EITE-2603 y nº: EMTE-1157



Página web <http://www.catain.es>

Dto. Administración: admin@catain.es

Dto. Comercial: comercial@catain.es

Dto. Técnico: sat@catain.es

Teléfono/Fax: 914712302

Móvil: 609030400

(Rev.190310)

