

## 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 enviarán 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 de la Guía Básica 2009.5**

### **La Guía Básica del Frigorista 2.010, se complementa con los capítulos independientes.**

Ante la gran cantidad de información y diversidad de fabricantes de componentes frigoríficos y para evitar generar un Guía Básica "pesada", se opta por mantener los conceptos básicos y elementos más comunes de las instalaciones frigoríficas en esta Guía Básica, siendo en cada capítulo independiente en donde incida, donde se añadirán los manuales específicos, rendimientos de compresores, actualización/ampliación de componentes y cualquier otra información de utilidad.

Todas las futuras actualizaciones, se realizarán en los capítulos independientes, a excepción del nuevo reglamento de instalaciones frigoríficas que se modificara aquí y en los capítulos correspondientes, cuando este se publique y entre en vigor.

## **GUÍA RÁPIDA DE CONTENIDOS Y DE CONSULTA**

Esta Guía Básica del frigorista, 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 (página 25)**

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 (página 104)**

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

### **(\*) Capítulo 3 CONEXIÓN DE COMPONENTES (página 132)**

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.

(\*) En el capítulo independiente se incluyen listados de componentes del circuito frigorífico como son: recorrería de soldar y roscar, antivibradores y demás elementos que no se encuentran en los capítulos de referencia.

### **Capítulo 4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD (página 219)**

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

### **(\*) Capítulo 5 HERRAMIENTA (página 245)**

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 (página 272)**

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 (página 337)**

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 (página 368)**

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 capítulo 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.

### **(\*) Capítulo 9 CONTROL (página 413)**

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 capítulo 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.

### **Capítulo 10 PUESTA EN MARCHA Y MANTENIMIENTO (página 460)**

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 de solución de problemas.

### **Capítulo 11 ACEITES (página 514)**

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

### **(\*) Capítulo 12 GASES REFRIGERANTES (página 531)**

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

(\*) En el capítulo independiente se actualizarán los nuevos gases y características.

### **(\*) Capítulo 13 NORMAS (PRL) Y FICHAS DE SEGURIDAD (página 559)**

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.

(\*) En el capítulo independiente se actualizarán las fichas de seguridad (FDS) de los gases.

### **Capítulo 14 TABLAS DE SATURACIÓN DE LOS GASES (página 660)**

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

### **Capítulo 15 VARIOS (cálculos y diseño) (página 678)**

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 transmisión (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 cálculo 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 (página 22), 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 página [www.catain.es](http://www.catain.es) en la pestaña guía básica y seleccionar el capítulo de interés.

**ÍNDICE**

<b>1 GLOSARIO</b> .....	25
1.1 Diccionario de términos técnicos.....	24
1.2 Definiciones del (RSF) .....	46
1.2.1 Capítulo II Términos fundamentales .....	46
1.2.2 Capítulo IV Clasificación de los locales de emplazamiento .....	46
1.2.3 Sistemas de refrigeración.....	47
1.2.4 Instrucción MI IF 001. Terminología.....	47
1.2.5 Instrucción MI IF 003. Clasificación de los sistemas de refrigeración. ....	94
1.2.6 Instrucción MI IF 017 Símbolos a utilizar en esquemas de elementos de equipos.....	95
1.3 Definiciones del (RITE).....	49
1.4 Definiciones del CTE. DB (Código Técnico de la Edificación, Documentos Básicos) .....	52
1.4.1 Salubridad (DB-HS).....	55
1.4.2 Protección frente al ruido (DB-HR).....	57
1.4.3 Ahorro de energía (DB-HE).....	68
1.4.4 Seguridad de utilización (DB-SU).....	71
1.4.5 Seguridad en caso de incendio (DB-SI).....	71
1.4.6 Seguridad estructural (DB-SE).....	77
1.4.7 Seguridad Estructural: Madera (DB SE-M).....	78
1.4.8 Seguridad estructural: Cimientos (DB-SE-C).....	81
1.4.8 Seguridad estructural: Fabrica (DB SE-F).....	79
1.4.9 Seguridad estructural: Acciones en la edificación (DB SE-AE).....	83
1.4.10 Seguridad estructural: Acero (DB SE-A).....	83
1.5 Definiciones R D 168/1985, (condiciones generales de almacenamiento frigorífico) .....	83
1.6 R 842/ 2002, Reglamento electrotécnico para baja tensión. ....	86
<b>2 FACTORES DE CONVERSIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA</b> .....	104
2.1 Introducción.....	104
2.2 Aritmética Básica .....	104
2.3 Redondeo de Números.....	105
2.4 Sistemas de Unidades.....	105
2.5 Sistema Métrico Decimal.....	106
2.6 Sistema Internacional (SI).....	107
2.7 Abreviaturas y Símbolos de Unidades .....	107
2.8 Temperatura.....	108
2.9 Escalas de Temperatura Fahrenheit y Celsius .....	109
2.10 Escalas de Temperatura Absolutas, Kelvin y Rankine .....	110
2.11 Presión.....	110
2.12 Presión Atmosférica.....	110
2.13 Presión Manométrica.....	110
2.14 Presión Absoluta .....	111
2.15 Factores de Conversión .....	111
2.16 Longitud.....	111
2.17 Área.....	112
2.18 Volumen y Capacidad (Líquido).....	113
2.19 Masa.....	114
2.20 Caudal (Flujo) .....	115

2.21 Velocidad Lineal .....	116
2.22 Aceleración Lineal .....	115
2.23 Fuerza .....	116
2.24 Volumen Específico (Masa Volumétrica) .....	117
2.25 Densidad o Peso Específico .....	118
2.26 Trabajo, Energía y Calor .....	119
2.27 Potencia .....	119
2.28 Viscosidad .....	120
2.29 Entalpía y Entalpía Específica .....	120
2.30 Entropía y Entropía Específica .....	121
2.31 Transferencia de Calor .....	121
2.32 Equivalentes de Refrigeración .....	121
2.33 Calor Específico (Capacidad Calorífica) .....	122
<b>3 CONEXIÓN DE COMPONENTES</b> .....	132
3.1.1 <b>Tubería de Cobre</b> .....	132
3.1.2 Longitud Equivalente de Tubería .....	132
3.1.4 Proceso de Soldadura Capilar .....	132
3.1.5 Tipos de Soldadura .....	132
3.1.6 Soldaduras Blandas .....	133
3.1.7 Soldaduras Fuertes .....	133
3.1.8 Fundente .....	133
3.1.9 El Soplete .....	134
3.1.10 Flama Neutral .....	134
3.1.11 Flama Oxidante .....	134
3.1.12 Flama Reductora .....	134
3.1.13 Instrucciones para el uso de sopletes .....	134
3.1.13 Proceso para Soldar .....	141
3.1.14 Gases comburentes: Oxígeno y Aire .....	135
3.1.14 Medición .....	141
3.1.14 Recomendaciones generales de seguridad .....	138
3.1.15 Corte .....	141
3.1.15 Gases inflamables: Acetileno, Hidrógeno .....	136
3.1.16 Limado .....	141
3.1.17 Limpieza .....	141
3.1.17 Localización de averías .....	165
3.1.18 Rangos de Temperatura .....	141
3.1.19 Aplicación del Fundente .....	141
3.1.20 Ensamble .....	142
3.1.21 Calentamiento .....	142
3.1.22 La operación de calentamiento .....	142
3.1.23 Aplicación de la Soldadura .....	142
3.1.24 Enfriamiento y Limpieza .....	143
<i>3.2.1 Capítulo V Construcción y montaje de instalaciones frigoríficas</i> .....	143
<i>3.2.2 Instrucción MI IF 005. Materiales empleados</i> .....	143
3.2.3 Conexiones Soldables .....	132
<i>3.2.4 Instrucción MI IF 006. Maquinaria frigorífica</i> .....	145, 456
<i>3.2.5 Instrucción MI IF 007. Sala de máquinas</i> .....	147

3.2.6 Instrucción MI IF 008. Focos de calor .....	149
3.2.7 Instrucción MI IF 011 Cámaras de atmósfera artificial .....	150
<b>3.3 Determinar el diámetro adecuado de las tuberías .....</b>	<b>151</b>
3.3.1 Aire acondicionado .....	152
3.3.2 Instrucciones instalación equipos .....	152
3.3.3 Manual de instalación (extracto) .....	152
3.3.4 Información general para la instalación .....	152
3.3.5 Selección del lugar de la instalación .....	155
3.3.6 Advertencias: evitar .....	158
3.3.7 Conexiones del refrigerante .....	159
3.3.8 Avellanador de los extremos del tubo .....	159
3.3.9 Conexión a la unidad .....	159
3.3.10 Conexiones del refrigerante .....	160
3.3.11 Evacuación del aire .....	160
3.3.12 Conexiones eléctricas .....	161
3.3.13 Bombeo y comprobación de la carga de refrigerante .....	163
3.3.14 Método de sobrecalentamiento .....	164
3.3.15 Comprobación de la carga de refrigerante .....	164
3.3.16 Mantenimiento de la unidad .....	164
<b>3.4 Líneas frigoríficas - refrigerante R-404A .....</b>	<b>171</b>
3.4.1 Hipótesis de partida para dimensionado de tuberías .....	171
3.4.2 Líneas descarga .....	171
3.4.3 Criterios de selección de diámetros .....	171
3.4.4 Líneas de aspiración .....	173
3.4.5 Servicios individuales .....	173
3.4.6 Servicios o zonas colectivas .....	173
3.4.7 Criterios de selección de diámetros .....	174
3.4.8 Líneas de líquido .....	178
3.4.9 Criterios de selección de diámetros .....	179
<b>3.4.10 Capítulo VI Fabricantes, instaladores, Conservadores-Reparadores y titulares .....</b>	<b>182</b>
<b>3.4.11 Instrucción MI I -013. Instalaciones y conservadores frigoristas .....</b>	<b>183</b>
<b>3.5 Tuberías para agua caliente y fría “PPR” (Polipropileno) .....</b>	<b>185</b>
3.5.1 Información básica acerca de la gama Ekoplastik .....	185
3.5.2 Información sobre los materiales básicos para la producción .....	186
3.5.2 Propiedades del Sistema Ekoplastik .....	185
3.5.4 Normas para la producción y prueba de los productos .....	186
3.5.5 Propiedades requeridas de los medios en el sistema de tuberías .....	186
3.5.6 Parámetros básicos de la distribución de la calefacción .....	187
3.5.7 Parámetros operativos de las tuberías de PPR – conductos de agua .....	187
3.5.8 Parámetros operativos de las tuberías de PPR – calefacción .....	187
3.5.9 Posibilidades de instalación de las tuberías Ekoplastik .....	192
3.5.10. Normas para el montaje .....	192
3.5.10.1 En general .....	192
3.5.10.2 Ductibilidad y contracción de la longitud .....	193
3.5.10.3 Distancia de los soportes de las tuberías .....	198
3.5.10.4 Sujeción de las tuberías .....	199
3.5.10.5 Conducción de las tuberías .....	200

3.5.10.6 Unión al sistema .....	203
3.5.10.7 Aislamiento .....	203
3.5.10.8 Prueba de presión .....	204
3.5.11 Almacenamiento y transporte de materiales.....	205
3.5.12 Disposiciones finales.....	205
3.5.13 Método de soldadura de polifusión.....	207
3.5.14 Método de soldadura con manguito eléctrico .....	209
<b>4 CONCEPTOS BÁSICOS DE ELECTRICIDAD</b> .....	<b>219</b>
4.1 Conceptos básicos .....	219
4.1.1 Fenómenos Eléctricos .....	219
4.1.2 Carga eléctrica.....	219
4.1.3 Circuito eléctrico. Componentes y Parámetros.....	220
4.1.4 El Amperio .....	220
4.1.5 La resistividad.....	220
4.1.6 La ley de Ohm .....	220
4.1.7 Energía, Efecto Joule .....	221
4.1.8 Magnetismo.....	223
4.1.9 Corriente alterna.....	223
4.1.10 Impedancia.....	224
4.1.11 Potencia en alterna.....	225
4.2 Condensadores.....	225
4.2.1 Generalidades .....	225
4.2.2 Tipos .....	226
4.2.3 Aplicaciones .....	226
4.3 Transformadores .....	227
4.4 Motores .....	227
4.4.1 Principio de funcionamiento.....	227
4.4.2 Motores Asíncronos Trifásicos .....	227
4.4.3 Motores Asíncronos Monofásicos.....	229
4.5 Elementos de protección y control.....	230
4.5.1 Protección contra sobrecorrientes .....	230
4.5.2 Protección contra cortocircuitos .....	230
4.5.3 Protección contra contactos .....	231
<b>4.6 Instrucción MI IF 012. Instalaciones eléctricas</b> .....	<b>234</b>
4.7 Riesgos eléctricos .....	236
<b>5 HERRAMIENTA</b> .....	<b>245</b>
5.1 <b>Herramienta General del frigorista</b> .....	<b>245</b>
5.2 Relación de materiales de repuesto .....	250
5.3 Elementos de protección individual de seguridad (epis).....	252
5.4 Instrucciones de seguridad y uso de los analizadores.....	263
5.4.1 Purgado de mangueras.....	263
5.4.2 Lectura de las presiones de trabajo .....	263
5.4.3 Vacío por toma de baja .....	263
5.4.4 Vacío por toma de alta .....	263
5.4.5 Carga por baja.....	263
5.4.6 Esquemas de conexionado de los analizadores .....	264

5.5.1 <b>Equipo recuperación y trasvase de refrigerantes</b> .....	265
5.5.2 Conexiones equipo recuperación .....	266
5.6 Equipo de recuperación.....	267
5.6.1 El modo seguro es el único modo. ....	267
5.6.2 Recuperación y almacenamiento.....	267
5.6.3 Importante información general .....	268
5.6.4 Procedimiento normal de recuperación .....	268
5.6.5 Auto purga.....	269
5.6.6 Información adicional.....	269
5.6.7 Purgado de los gases no condensables .....	270
5.6.8 Diagrama de flujo del refrigerante. ....	270
5.6.9 Cuidado y mantenimiento de su equipo.....	270
5.6.10 Presostato de seguridad .....	270
5.7 <b>Detector de fugas MINI-LEAK</b> .....	271
5.7.4 <b>Alarmas de emergencia para cámaras frigoríficas AKO-5208A</b> .....	456
5.8 <b>Detector de fugas TEK-MATE</b> .....	271
5.13 <b>Orden y limpieza de lugares de trabajo</b> .....	253
5.13.1 Introducción .....	253
5.13.2 Alcance y desarrollo .....	253
5.13.3 Eliminar lo innecesario y clasificar lo útil .....	254
5.13.4 Acondicionar los medios para guardar y localizar el material fácilmente .....	254
5.13.5 Decisión de las localizaciones más apropiadas .....	254
5.13.6 Identificación de localizaciones.....	255
5.13.7 Evitar ensuciar y limpiar enseguida.....	256
5.13.8 Crear y consolidar hábitos de trabajo .....	256
5.14 <b>Manipulación de cargas</b> .....	257
5.15 <b>Dolor lumbar</b> .....	259
5.16 <b>Síndrome del Túnel Carpiano</b> .....	261
<b>6 CIRCUITO FRIGORÍFICO</b> .....	272
6.1 <b>La termodinámica</b> .....	272
6.1 Estados de la materia .....	272
6.1.3 Evaporación .....	272
6.1.4 Condensación .....	273
6.1.5 Ciclo de Carnot.....	273
6.1.6 Máquinas frigoríficas.....	274
6.1.7 Ciclo frigorífico de Carnot.....	274
6.1.8 Máquinas frigoríficas de compresión mecánica.....	275
6.1.9 Bomba de calor .....	276
6.2 Ciclo de compresión.....	277
6.2 <b>Componentes del ciclo</b> .....	277
6.2.1 <b>Compresión</b> .....	277
6.2.1.1 Unidades Condensadoras .....	277
6.2.1.2 Compresor .....	278
6.2.1.3 Compresores de tipo abierto.....	278
6.2.1.4 Moto-compresor semihermético .....	279
6.2.1.5 Moto-compresor hermético.....	279
6.2.1.6 Funcionamiento Básico (compresores alternativos).....	279

6.2.1.7 Válvulas en el compresor.....	279
6.2.1.8 Desplazamiento del compresor .....	280
6.2.1.9 Volumen de espacio libre.....	280
6.2.1.10 Lubricación: .....	280
6.2.1.11 Enfriamiento del compresor: .....	280
6.2.1.12 Capacidad del compresor:.....	280
6.2.1.13 Compresores de dos etapas .....	280
6.2.1.14 Alternativos .....	281
6.2.1.15 Rotativos .....	281
6.2.1.16 Centrífugos .....	282
6.2.1.17 Scroll o espiral.....	283
6.2.1.18 De tornillo.....	284
<b>6.3 Evaporación</b> .....	<b>285</b>
6.3.1 Evaporador.....	285
6.3.2 Clasificación.....	285
6.3.3 Evaporadores Frimetal .....	286
6.3.4 Calculo de la capacidad frigorífica .....	288
6.3.5 Selección de un evaporador.....	288
6.3.6 Aplicaciones Aero Evaporadores Cubicos .....	291
6.3.7 Aplicaciones aero evaporadores industriales.....	296
6.3.8 Aplicaciones aero evaporadores cubicos comerciales .....	296
6.3.9 Aplicaciones aero evaporadores de plafon .....	297
6.3.10 Aplicaciones aero evaporadores doble flujo de aire .....	300
6.3.11 Aplicaciones aero evaporadores de plafon industriales .....	302
6.3.12 Aplicaciones aero evaporadores murales .....	303
6.3.13 Características aereo evapoaradores MINI-VAP .....	304
6.3.14 Características aereo evaporadores con baja velocidad de aire .....	305
6.3.15 Características evaporadores cubicos ventiladores centrifugos .....	305
6.3.16 Características evaporadores estaticos.....	306
<b>6.4 Condensación</b> .....	<b>307</b>
6.4.1 Condensador .....	307
6.4.2 Clasificación .....	307
6.4.3 Selección simplificada del condensador .....	317
6.4.3 Zonas definidas del Condensador .....	307
6.4.4 Torres de recuperación de agua, INDUMEC SL .....	318
6.4.4 Condensadores frimetal .....	308
6.4.5 Características generales .....	308
6.4.6 Cálculo de la capacidad .....	308
6.4.7 Selección de un condensador.....	309
6.4.8 Características condensadores ventiladores elicoidales CBN/CBS .....	311
6.4.9 Características condensadores serie VCN/VCS .....	312
6.4.10 Características condensadores elicoidales CPN.....	313
6.4.11 Características condensadores centrifugos KCN/KCS .....	316
<b>6.5 Tubo Capilar (Expansión)</b> .....	<b>320</b>
6.5.1 Ajuste de la carga en sistemas con capilar .....	320
<b>6.6.- Procedimientos de producción de frío</b> .....	<b>326</b>
6.6.1.- Métodos basados en medios químicos.....	326

6.6.2.- Métodos basados en medios físicos.....	328
6.6.3.1.- Fusión.....	328
6.6.3.2.- Sublimación.....	328
6.6.3.3.- Vaporización.....	329
6.6.3.3.1.- a) Sin recuperación del gas producido.....	329
6.6.3.3.2.- b) Con recuperación del gas producido.....	329
6.6.3.3.3.- b.1 Instalaciones de absorción.....	329
6.6.3.3.4.- b.2. Instalaciones de adsorción.....	331
6.6.3.3.5.- b.3. Instalaciones de eyección de vapor.....	332
6.6.3.3.6.- b.4. Instalación de compresión mecánica.....	333
6.6.3.3.7.- Vaporización de crio-fluidos.....	333
6.6.3.-Sistemas basados en cambios de estado.....	328
6.6.4.- Sistemas basados en la expansión de fluidos gaseosos no condensables.....	333
6.6.4.1.- Maquinas de aire frío.....	333
6.6.4.2.- Efecto Joule-Thompson.....	334
6.6.5.- Sistemas basados en efectos especiales.....	335
6.6.5.1.- Efecto Peltier.....	335
6.6.5.2.- Efecto magnetotermico (Haas-Debye-Guiauque).....	335
6.6.5.3.- Efecto magnetotermico-eléctrico (E. Ettinghausen).....	336
6.6.5.4.- Efecto Vortex (Ranke-Hilsh).....	336
<b>7 COMPRESORES</b> .....	337
<b>7.1 Compresores Hermeticos Danfoss</b> .....	337
7.2 Identificación/marcado del compresor.....	338
7.3 Tipos de motor.....	338
7.3.1 Compresores “F”.....	339
7.3.2 Compresores “FT”.....	339
7.3.3 Compresores “G”.....	339
7.3.4 Compresores “CL / DL”.....	339
7.3.5 Compresores “K”.....	340
7.4 Motores – par máximo del motor.....	340
7.5 Características de arranque LST / HST.....	341
7.6 Compresores con bajo par de arranque LST.....	342
7.7 Compresores con alto par de arranque HST.....	343
7.8 Condiciones para una larga vida útil.....	343
7.9 Sobrecarga de motor.....	344
7.10 Sobrecarga térmica.....	344
7.11 Temperatura de la bobina.....	344
7.12 Temperatura de condensación.....	344
7.13 Refrigerantes.....	344
<b>7.14 Compresores Semihermeticos Copeland Discus</b> .....	345
7.14.1 Información General de Seguridad.....	345
7.14.2 Enfriamiento externo del compresor.....	346
7.14.3 Demand cooling.....	346
7.14.4 Aceites lubricantes.....	346
7.14.5 Bomba de aceite.....	347
7.14.6 Presostato diferencial de aceite.....	347
7.14.7 Circulación del aceite.....	347

7.14.8 Nivel de aceite .....	347
7.14.9 Presión de aceite .....	347
7.14.10 Arranque .....	347
7.14.11 Prueba de fugas.....	348
7.14.12 Vacío (Deshidratación).....	348
7.14.13 Carga de refrigerante .....	348
7.14.14 Limpieza del circuito .....	348
7.14.15 Conexiones eléctricas .....	348
7.14.16 Arranque directo.....	348
7.14.17 Arranque estrella-triángulo .....	348
7.14.18 Arranque Part-Winding.....	348
7.14.19 Es imperativo que ambos devanados se.....	349
7.14.20 Nuevo motor part winding.....	349
7.14.21 Protección del motor.....	349
7.14.22 Arranque Descargado .....	349
7.14.23 Compresores D2D y D3D .....	350
7.14.24 Resistencia de Cátter .....	350
7.14.25 Bomba de Aceite.....	350
7.14.26 Control de Presión Diferencial de Aceite OPS1 .....	351
7.14.27 Nuevo sistema de seguridad de la presión de aceite Sentronic+TM .....	351
7.14.28 Conexión eléctrica .....	351
7.14.29 Prueba de funcionamiento.....	352
7.14.30 Módulos y Sensores Intercambiables de Sentronic™ & Sentronic .....	352
7.14.30 Presostato Diferencial de Aceite.....	353
7.15 Causas de Avería en Compresores .....	353
7.15.1 Problemas de lubricación.....	353
7.15.2 Dilución del aceite .....	354
7.15.3 Migración del refrigerante .....	354
7.15.4 Recalentamiento inadecuado de la aspiración .....	354
7.15.5 Formación de ácido .....	354
7.15.6 Enfriamiento inadecuado del compresor .....	354
7.15.7 Altas temperaturas de descarga .....	354
7.15.8 Motor quemado debido a sub-dimensionado de contactores.....	354
7.15.9 Motor quemado debido a protectores puenteados o desconectados.....	355
<b>8 REGULACIÓN</b> .....	368
<b>8.1 Válvulas de expansión termostáticas</b> .....	370
8.1.1 Funcionamiento de una válvula de expansión termostática .....	370
8.1.2 Recalentamiento .....	370
8.1.3 Subenfriamiento .....	370
8.1.4 Igualación de presión exterior .....	370
8.1.5 Cargas .....	371
8.1.6 La carga universal.....	371
8.1.7 La carga MOP .....	371
8.1.8 Carga MOP con lastre .....	371
8.1.9 Elección de válvula de expansión termostática .....	371
8.1.10 Identificación.....	372
8.1.11 Montaje.....	372

8.1.12 Posición del bulbo .....	372
8.1.13 Ajuste .....	373
8.1.14 Sustitución del conjunto de orificio .....	373
<b>8.10 Reguladores de presión KV</b> .....	<b>397</b>
8.10.1 Aplicación .....	397
8.10.2 Regulador de presión de evaporación .....	397
8.10.3 Regulador de presión de condensación KVR .....	398
8.10.4 Regulador de presión de aspiración KVL .....	398
8.10.5 Regulador de capacidad tipo KVC .....	399
8.10.6 Regulador de presión de recipiente .....	399
8.10.7 Identificación .....	399
8.10.8 Instalación .....	400
8.10.9 Soldadura .....	400
8.10.10 Prueba de presión .....	400
8.10.11 Vacío .....	400
8.10.12 Ajuste .....	401
8.10.13 El regulador de presión de evaporación tipo KVP .....	401
8.10.14 El regulador de presión de aspiración KVL .....	401
8.10.15 Regulador de presión de condensación KVR + NRD .....	401
8.10.16 Regulador de presión de condensación KVR + KVD .....	401
<b>8.11 Válvulas presostática de agua</b> .....	<b>405</b>
8.11.1 Aplicación .....	405
8.11.2 Identificación .....	405
8.11.3 Montaje .....	406
8.11.4 Ajuste .....	407
8.11.5 Mantenimiento .....	407
8.11.6 Piezas de repuesto: .....	407
<b>8.2.1 Válvulas Solenoide</b> .....	<b>380</b>
8.2.2 Precauciones para EVRA 32 & 40: .....	380
8.2.3 En la prueba de presión: .....	380
8.2.4 La bobina .....	380
8.2.5 La bobina clip-on: .....	381
8.2.6 El producto correcto .....	381
<b>8.3 Válvula 4 vías (inversión de ciclo)</b> .....	<b>385</b>
<b>8.8 Separador de aceite</b> .....	<b>432</b>
<b>8.9 Filtros secadores y visores de líquido</b> .....	<b>388</b>
8.9.1 Función .....	388
8.9.2 Selección del filtro secador .....	389
8.9.3 Emplazamiento en el sistema .....	389
8.9.4 Instalación .....	390
8.9.5 Soldadura .....	390
8.9.6 Cambie el filtro secador cuando: .....	391
8.9.7 Cambio de un filtro secador .....	392
8.9.8 Filtros especiales de Danfoss .....	392
8.9.9 Núcleo de filtro antiácidos, 48-DA .....	392
8.9.10 Aplicaciones especiales .....	393
8.9.11 Capacidad de secado (cap. de agua) .....	394

8.9.12 Capacidad de líquido (ARI 710*) .....	394
8.9.13 Capacidad recomendada para el sistema: .....	394
<b>9 CONTROL</b> .....	413
<b>9.1 Cuadros de maniobras eléctricas</b> .....	413
9.1.1 Control desescarche evaporadores .....	414
9.1.2 Conexionado motores herméticos (220 v) .....	415
9.1.3 Conexionado básico .....	416
9.1.4 Esquemas conexiones circuito .....	416
9.1.5 Conexionado compresores herméticos trifásicos .....	419
9.1.6 Esquema conexión circuito potencia .....	419
9.1.8 Esquema conexión modulo termistores y demand cooling .....	424
9.1.9 Esquema conexión part-winding y control de aceite .....	425
9.1.10 Esquema conexión control aceite sentronic y alco .....	426
<b>9.2 Presostato diferencial de aceite Danfoss, MP-54,55 y 55A</b> .....	427
9.2.1 Características .....	427
9.2.2 Definiciones .....	428
9.2.3 Funcionamiento .....	428
<b>9.3 Termostatos Danfoss</b> .....	436
9.3.1 Instalación .....	436
9.3.2 Termostato KP con sensor de aire .....	437
9.3.3 Termostato KP con sensor cilíndrico .....	437
9.3.4 Ajuste .....	437
9.3.5 Termostatos con rearme máximo .....	437
9.3.6 Termostato con rearme mínimo .....	437
9.3.7 Comprobación del funcionamiento del contacto .....	438
9.3.8 Termostato doble KP 98 .....	438
9.3.9 Baja tensión .....	438
9.3.10 El termostato idóneo para su sistema de refrigeración .....	438
9.3.11 Colocación del sobrante de tubo capilar Doble termostato KP 98 .....	439
9.3.12 Termostatos con carga de vapor .....	439
<b>9.4 Presostatos</b> .....	444
<i>9.4.1 Instrucción MI IF 009. Protección de las instalaciones contra sobrepresiones</i> .....	440
9.4.2 Instalación .....	444
9.4.3 Colocación del exceso de tubo capilar .....	445
9.4.4 Ajuste .....	445
9.4.5 Presostato de baja .....	445
9.4.6 Presostato de alta .....	445
9.4.7 Ejemplo con cuatro compresores en paralelo (R502) .....	445
9.4.8 Ajuste de LP para uso exterior .....	445
9.4.9 Comprobación del funcionamiento del contacto .....	446
9.4.10 Presiones de evaporación indicativas para diferentes tipos de instalaciones .....	447
9.4.11 El presostato correcto para su sistema de refrigeración .....	447
<b>9.5 Presostatos RT</b> .....	449
9.5.1 Características técnicas .....	449
9.5.2 Montaje .....	450
9.5.3 Conexión a la red de alimentación .....	450
<b>9.7.3 Válvulas de equilibrado de presión modelo ELEBAR</b> .....	455

9.7.4 Alarma detectora de fuga de gases para conexión permanente .....	453
<b>10 PUESTA EN MARCHA-MANTENIMIENTO</b> .....	460
10.1.1 Acciones previas al arranque .....	460
10.1.2 Arranque de la instalación .....	461
<i>10.2 Instrucción MI IF 010. Estanquidad de los elementos de un equipo</i> .....	462
<b>10.3 Procedimiento de vacío y deshidratación</b> .....	464
10.3.1 El barrido con gas refrigerante está totalmente prohibido. ....	465
10.3.2 La Bomba de Vacío .....	465
10.3.3 El circuito al cual se le hará vacío .....	466
10.3.4 Las conexiones entre la bomba y el circuito (ver herramientas).....	466
10.3.5 Puntos a recordar.....	467
10.4 Procedimiento de carga con refrigerantes mezcla zeotrópica (serie 400).....	469
<i>10.4.1 Capítulo VIII Obligaciones, sanciones y recursos</i> .....	467
10.4.2 Sistemas con válvula/s de expansión. ....	469
10.4.3 Sistema con capilar. ....	470
10.5 Procedimiento de carga con refrigerantes puros y mezcla azeotrópica.....	471
10.6 Comprobación de la carga de refrigerante en equipos de aire acondicionado..	471
<b>10.7 Controles, regulaciones y trabajos de mantenimiento</b> .....	472
<i>10.9 Instrucción MI I -013. Instalaciones y conservadores frigoristas</i> .....	473
10.10 Trabajos de mantenimiento .....	473
10.11 Trabajos de reparación .....	474
10.11.1 Vaciado del refrigerante.....	474
10.11.2 Bloqueo de las tuberías .....	475
10.11.3 Tuberías atascadas .....	475
10.11.4 Averías de funcionamiento y su reparación.....	475
10.11.5 Averías en el circuito de refrigerante .....	475
10.11.6 Humedad demasiado elevada del aire en la cámara de refrigeración.....	476
10.11.7 Humedad demasiado baja del aire en la cámara de refrigeración .....	477
10.11.8 Averías en el circuito del agua de refrigeración .....	477
10.11.9 Averías en el circuito de la salmuera.....	477
10.12 Transmisión de motores/ventiladores por correas .....	477
<i>10.13 R D 1027/2007, Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios</i> .....	503
<i>10.13.1 CAPÍTULO I: Disposiciones generales</i> .....	503
<i>10.13.2 Artículo 1. Objeto.</i> .....	503
<i>10.13.3 Artículo 2. Ámbito de aplicación.</i> .....	503
<i>10.13.4 Artículo 3. Responsabilidad de su aplicación.</i> .....	503
<i>10.13.5 Artículo 15. Documentación técnica de diseño y dimensionado.</i> .....	503
<i>10.13.6 Artículo 17. Memoria técnica.</i> .....	504
<i>10.14 Instrucción técnica IT 2. Montaje</i> .....	504
<i>10.14.1 IT 2.1 Generalidades</i> .....	504
<i>10.14.2 IT 2.2 Pruebas</i> .....	504
<i>10.14.3 IT 2.2.1 Equipos</i> .....	504
<i>10.14.4 IT 2.2.2 Pruebas de estanquidad de redes de tuberías de agua</i> .....	505
<i>10.14.5 IT 2.2.2.2 Preparación y limpieza de redes de tuberías</i> .....	505
<i>10.14.6 IT 2.2.2.3 Prueba preliminar de estanquidad</i> .....	505
<i>10.14.7 IT 2.2.2.4 Prueba de resistencia mecánica</i> .....	505
<i>10.14.8 IT 2.2.2.5 Reparación de fugas</i> .....	505

10.14.9 IT 2.2.3 Pruebas de estanquidad de los circuitos frigoríficos.....	506
10.14.10 IT 2.2.4 Pruebas de libre dilatación .....	506
10.14.11 IT 2.2.5 Pruebas de recepción de redes de conductos de aire .....	506
10.14.12 IT 2.2.5.1 Preparación y limpieza de redes de conductos .....	506
10.14.13 IT 2.2.5.2 Pruebas de resistencia estructural y estanquidad .....	506
10.14.14 IT 2.2.6 Pruebas de estanquidad de chimeneas .....	506
10.14.15 IT 2.2.7 Pruebas finales .....	506
10.14.16 IT 2.3 Ajuste y equilibrado .....	506
10.14.17 IT 2.3.2 Sistemas de distribución y difusión de aire .....	507
10.14.18 IT 2.3.3 Sistemas de distribución de agua. ....	507
10.14.19 IT 2.3.4 Control automático .....	507
10.14.20 IT 2.4 Eficiencia energética .....	508
10.15 Instrucción técnica IT 3. Mantenimiento y uso.....	508
10.15.1 IT 3.1 Generalidades .....	508
10.15.2 IT 3.2 Mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas.....	508
10.15.3 IT 3.3 Programa de mantenimiento preventivo .....	508
10.15.4 IT 3.4 Programa de gestión energética .....	510
10.15.5 IT 3.4.1 Evaluación periódica del rendimiento de generadores de calor .....	510
10.15.6 IT 3.4.2 Evaluación periódica rendimiento equipos de frío.....	510
10.16 Ficha Técnica de Aparato .....	512
10.17 Ficha de Puesta en marcha, mantenimiento y SAT del Aparato.....	513
<b>11 ACEITES</b> .....	514
11.1 Guía de utilización de aceites .....	514
11.2 Aceites originales .....	514
11.3 Aceites sustitutivos generales (*) .....	515
11.4 Otros aceites sustitutivos (*) .....	515
11.5 Características de los aceites.....	516
11.5.1 Aceite ZEROL 200TD.....	516
11.5.2 Aceite ZERICE S 15, 32, 46, 68, 100.....	516
11.5.3 Aceite ZERICE ISO VG 46,68.....	516
11.5.4 Aceite MOBIL GARGOYLE ARTIC SHC 424, 425, 426, 427 .....	516
11.5.5 Aceite MOBIL GARGOYLE ARTIC OIL 155, 300, 465.....	517
11.5.6 Aceite MOBIL EAL ARTIC 100, 150, 220 .....	517
11.5.7 Aceite MOBIL EAL ARTIC 22CC .....	518
11.5.8 Aceite MOBIL EAL ARTIC 15, 22, 32, 46, 68 .....	518
11.5.9 Aceite CRODA Icematic.....	519
11.5.10 Clasificación y Aplicaciones de los Aceites Lubricantes .....	520
11.5.11 Aceite Reniso Tritón SE/SEZ .....	521
11.5.12 Refrigerantes provisionales y aceites refrigerantes Reniso.....	523
11.5.13 Refrigerantes sin cloro y aceites refrigerantes Reniso .....	523
11.5.14 Aceite anticongelante SUNISO.....	523
11.6 Instrucción MI IF 006. Maquinaria frigorífica .....	524
11.7 Carga de Lubricante .....	525
11.7.1 Procedimiento de carga: .....	525
11.7.2 Extracción de lubricante.....	526
11.7.3 La extracción de lubricante.....	526
11.7.4. Equipo preciso:.....	526

11.7.5	Cómo hacerlo: .....	526
11.7.6	Procedimiento para cambio de aceite (sistemas con cloro) .....	527
11.7.7	Test de ácido para aceites .....	527
11.8	Problemas con el Aceite .....	529
<b>12 GASES REFRIGERANTES</b> .....		531
12.1	Instalaciones Nuevas: .....	531
12.2	Instalaciones Existentes: .....	531
12.3	Recuperación de los gases CFC y HCFC: .....	531
12.4	Control de las fugas: .....	531
12.5	Isobutano (R 600a) .....	541
12.5	Refrigerantes para instalación nueva según aplicación .....	532
12.6	<b>Anexo de gases sustitutos del R-22</b> .....	551
	<i>12.6 Instrucción MI IF 002. Clasificación de los refrigerantes</i> .....	532
12.6	Propano (R290) (FICHA TECNICA) .....	545
12.6.1	Ficha tecnica MO79: R422A .....	553
12.6.2	Ficha tecnica MO29: R422D .....	553
12.6.3	Ficha tecnica R-417A .....	555
12.6.4	Datos del Refrigerante R-427A (FX-100) .....	558
	<i>12.7 Instrucción MI IF 004. Utilización de los diferentes refrigerantes</i> .....	537
<b>13 NORMAS (P.R.L.) Y FICHAS DE SEGURIDAD (F.D.S.)</b> .....		559
12.7	FDS R-417A .....	592
12.8	FDS R-422A .....	595
12.9	FDS R-422D .....	597
12.10	FDS R-427A .....	586
13.1	FDS R-134a .....	600
13.2	FDS R-404A .....	603
13.3	FDS R-407C .....	606
13.4	FDS R-408A .....	609
13.5	FDS R-409A .....	612
13.6	FDS R-22 .....	615
13.7	FDS R-410A .....	619
13.8	FDS R-507 .....	623
13.9	FDS Oxígeno .....	627
13.10	FDS Propano .....	630
13.11	FDS Acetileno .....	633
13.12	FDS Nitrogeno comprimido .....	636
13.13	FDS Ecoclean .....	638
13.15	FDS.- Amoniaco (R-717) .....	643
13.16	FDS Limpiador condensadores y evapoaradores .....	654
13.17	FDS R-600a (Isobutano) .....	649
13.14	Limpiador interno para sistemas de refrigeración .....	641
	<i>13.15 Instrucción MI IF 016. Medidas de protección personal</i> .....	652
13.15	Limpiador, Abrillantador de Condensadores y Evaporadores .....	653
13.20	<b>Prevención de Riesgos Laborales en Instalaciones</b> .....	568
13.20.1	Conceptos Básicos: .....	568
13.21.1	Factores de riesgo Profesional: .....	568
13.21.2	Factores de Seguridad .....	568

13.21.3 Factores Medioambientales .....	568
13.21.4 Factores derivados de las características del trabajo .....	568
13.21.5 Factores derivados de la Organización del trabajo .....	569
13.22.1 Daños derivados del trabajo: .....	569
13.22.2 Accidente de trabajo.....	569
13.22.3 Enfermedades Profesionales .....	569
13.22.4 Incidente de Trabajo.....	569
13.22.5 Otros daños derivados del trabajo .....	570
13.23.1 Marco Normativo básico:.....	570
13.23.2 Obligaciones del empresario:.....	570
13.23.3 Obligaciones de los trabajadores .....	571
13.24 Los equipos de protección individual .....	571
13.24.1 Clasificación de los EPI'S según RD1407/92:.....	572
13.24.2 Tipos de Protectores: .....	572
13.24.3 Requisitos mínimos de los EPI'S (89/656/CEE) .....	573
13.25.1 La seguridad en máquinas .....	573
13.25.2 Actividades y tareas con máquinas en la Industria del Metal.....	574
13.25.3 Tipos de Máquinas. ....	574
13.25.4 Características generales de las máquinas-herramientas.....	575
13.25.5 Riesgos más frecuentes en la utilización de máquinas herramientas. ....	575
13.26.1 Seguridad en operaciones de mantenimiento. ....	578
13.26.2 Mantenimiento manual. ....	578
13.26.3 Mantenimiento mecánica. ....	579
13.26.4 Mantenimiento automática.....	580
13.27 Trabajo de Soldadura y Oxicorte. ....	581
13.27.1 El Oxicorte. ....	581
13.28 La protección individual.....	582
13.28.1 Clasificación de los EPI'S, según RD 1407/92.....	582
13.28.2 Tipos de protectores:.....	582
<b>13.29 Manual de primeros auxilios</b> .....	<b>584</b>
13.29 Recomendaciones .....	584
13.29.1 Heridas superficiales .....	584
13.29.2 Hemorragias externas .....	584
13.29.3 Hemorragias internas .....	584
13.29.4 Accidentes producidos por electricidad .....	584
13.29.5 Quemaduras graves .....	585
13.29.6 Quemaduras leves.....	585
13.29.7 Lesión por cuerpos extraños.....	585
13.29.8 Lesión por salpicaduras de productos químicos .....	585
13.29.9 Lesiones por cortes o golpes .....	585
<b>13.30 Legionelosis: medidas de prevención y control en instalaciones</b> .....	<b>560</b>
13.30.1 Introducción .....	560
13.30.2 Exposición a legionella.....	560
13.30.3 Medidas de control .....	563
13.30.3 Riesgos para la salud.....	562
13.30.4 Acciones en el diseño y montaje de las instalaciones.....	563
13.30.5 Instalaciones de agua sanitaria. Producción centralizada de ACS .....	564

13.30.6 Instalaciones de agua sanitaria. Agua fría .....	564
13.30.7 Aparatos de humidificación, lavado y enfriamiento.....	564
13.30.8 Aparatos evaporativos .....	565
13.30.9 Conductos para el transporte de aire.....	565
13.30.10 Aparatos de humidificación y enfriamiento evaporativo.....	565
13.30.11 Unidades de tratamiento del aire .....	565
13.30.12 Piscinas con agua templada .....	566
13.30.13 Acciones en el mantenimiento y explotación.....	566
13.30.14 Instalaciones de agua sanitaria .....	566
13.30.15 Torres de refrigeración y condensadores evaporativos .....	566
13.30.16 Otras instalaciones .....	567
13.30.17 Métodos alternativos de prevención y erradicación.....	567
<b>14 TABLAS DE SATURACIÓN DE LOS GASES</b> .....	<b>660</b>
Tablas de Saturación del Isobutano (R-600a) .....	548
Tablas de saturacion del R-134a.....	660
Tablas de saturacion del R-22 .....	674
Tablas de saturacion del R-404A .....	664
Tablas de saturacion del R-407C .....	666
Tablas de saturacion del R-408A .....	662
Tablas de saturacion del R-409A .....	668
Tablas de saturacion del R-410A .....	670
Tablas de saturación del R-417A, R-422D, R-422A.....	555
Tablas de saturación del R-427A .....	676
Tablas de saturacion del R-507 .....	672
<b>15 VARIOS (cálculo y diseño)</b> .....	<b>678</b>
15.1 Instalaciones Frigoríficas.....	678
15.1.1 Carga total de refrigeración:.....	678
15.1.2 Cálculo de pérdidas a través de las paredes:.....	678
15.1.3 Pérdidas por servicio:.....	679
15.1.4 Pérdidas por calor debido a motores eléctricos: .....	679
15.1.5 Pérdidas por carga de género:.....	679
15.1.6 Pérdida por reacción y renovación de aire en frutas y verduras:.....	680
15.1.7 Obtención de la carga total:.....	680
15.1.8 Enfriamiento de líquidos y salmueras: .....	680
15.1.9 Enfriamiento por Frigoríferos:.....	681
15.1.10 Congelación:.....	681
15.1.11 Conservación a baja temperatura de productos congelados: .....	681
15.1.12 Construcción de cámaras.....	682
15.1.12 Construcción de cámaras de obra (esquema).....	689
15.1.13 Condiciones de Almacenamiento de las Flores cortadas y de Plantel .....	691
15.1.14 Datos de volumen, peso y densidad de productos guardados en Almacenes.....	692
<i>15.2 Real Decreto 168/1985, de 6 febrero</i> .....	695
<i>15.2.1 TITULO PRELIMINAR Objeto y ámbito de aplicación</i> .....	695
<i>15.2.2 TITULO II Condiciones de los establecimientos y de material</i> .....	696
<i>15.2.3 TITULO III Requisitos del funcionamiento y prohibiciones</i> .....	698
<i>15.2.4 TITULO IV Requisitos de personal</i> .....	701
<i>15.2.5 TITULO V Competencias y régimen de instalación</i> .....	702

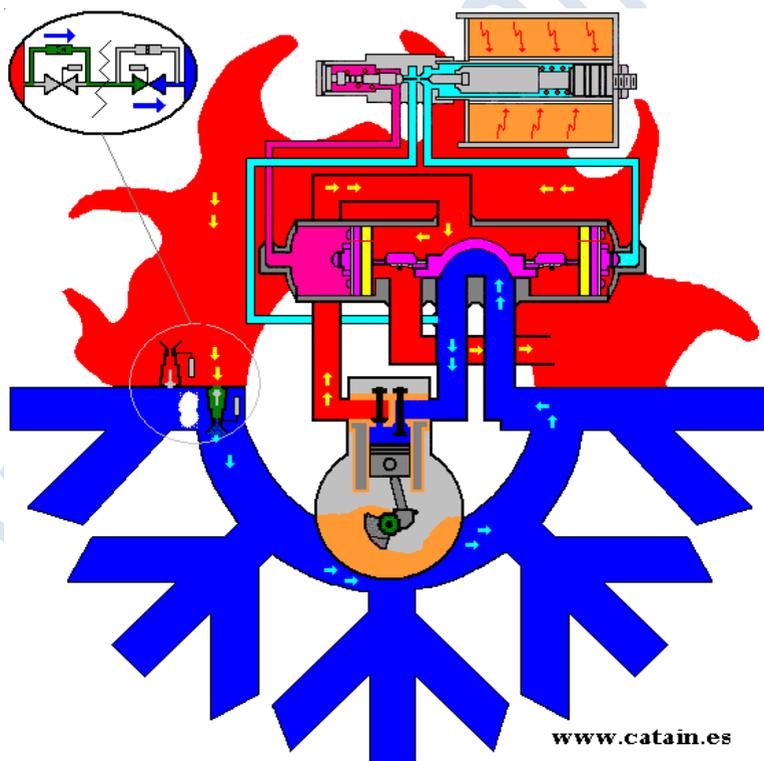
15.2.6 TITULO VI Responsabilidades, inspecciones y régimen sancionador .....	702
15.2.7 TITULO VII Toma de muestras .....	703
16.1.13 Cable calefactor paralelo para protección de suelos en cámaras frigoríficas.	703
16.1.15 Calculo del Coeficiente de Transmisión Térmica (K) .....	708
16.1.16 Ábaco para el cálculo de tuberías de agua .....	753
16.2 Instrucción Técnica IT 1: Diseño y dimensionado (RITE) .....	719
16.2.1 (IT 1.1.4.1.2 Temperatura operativa y humedad relativa ) .....	719
16.2.2 (IT 1.1.4.2 Exigencia de calidad del aire interior ) .....	720
16.2.3 (IT 1.1.4.2.5 Aire de extracción ) .....	723
16.2.4 (IT 1.1.4.4 Exigencia de calidad del ambiente acústico. ) .....	723
16.2.5 (IT 1.2.4.2 Redes de tuberías y conductos. ) .....	725
16.2.6 (IT 1.2.4.3.1 Control de las instalaciones de climatización ) .....	729
16.2.7 (IT 1.2.4.5 Recuperación de energía ) .....	731
16.2.8 (IT 1.3.4.2.10 Conductos de aire ) .....	733

### ÍNDICE ALFABETICO DE CUADROS DE AVERIAS, LISTADO DE MATERIALES Y TABLAS

Características condensadores para hermeticos NCF .....	315
Cuadro averías equipos frigoríficos automáticos: .....	479
Cuadro de averías de funcionamiento de instalaciones frigoríficas .....	475
Cuadro de averías equipos A/A .....	496
Cuadro de localización de averías de termostatos KP .....	439
Cuadro de localización de averías en presostatos KP .....	448
Cuadro de localización de averías en reguladoras de presión KV .....	402
Cuadro de Localización de averías en válvulas solenoide .....	382
Cuadro de localización y reparación de averías en filtros y visores .....	394
Cuadro de localización y reparación de averías en válvulas de expansión .....	378
Cuadro de Problemas Evaporación .....	488
Cuadro de problemas Compresor .....	489
Cuadro de Problemas Condensación .....	485
Cuadro de Problemas de Rendimiento .....	494
Cuadro de selección de filtro deshidratador Danfoss a instalar .....	395
Cuadro localización averías en válvulas presostaticas de agua .....	408
Fichas de seguridad de los gases más usados .....	586
Graficos selección ventiladores Helicoidales y centrifugos .....	736
Listado filfros deshidratadores .....	396
Listado Intercambiadores de Calor .....	411
Listado Presostatos Danfoss KP y RT .....	452
Listado presostatos diferenciales de aceite .....	431
Listado Recipientes de liquido Verticales .....	410
Listado Separadores de Aceite .....	433
Listado Separadores de Aspiración .....	412
Listado termostatos Danfoss .....	434

Listado Valvulas de 4 vías (inversoras de ciclo) .....	387
Listado Válvulas de Seguridad.....	443
Listado Valvulas Presostaticas (regulación caudal agua de condensación) .....	409
Listado Valvulas Reguladoras de presión KV .....	403
Listado Válvulas Solenoide.....	384
Listado válvulas termostáticas Danfoss, Orificios T2 y TE2 .....	374
Listado válvulas termostáticas Danfoss, Orificios TE5, TE12, TE20, TE55 .....	376
Listado ventiladores helicoidales y centrifugos.....	735
Mapa conceptual de la legionella.....	559
<i>Tabla 3.1. Operaciones de mantenimiento preventivo y su periodicidad .....</i>	<i>509</i>
<i>Tabla 3.2.- Medidas de generadores de calor y su periodicidad. ....</i>	<i>510</i>
<i>Tabla 3.3. Medidas de generadores de frío y su periodicidad.....</i>	<i>511</i>
Tabla de características del tubo de cobre .....	140
Tabla de compatibilidad y miscibilidad entre Refrigerantes y Aceites.....	552
Tabla de condiciones exteriores de proyecto.....	713
Tabla de conductividad térmica de distintos materiales .....	709
Tabla de diferentes aleaciones para soldadura.....	139
Tabla de dilución de producto concentrado con agua .....	658
Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) líquido sub-enfriado a 0°C .....	178
Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) tramo horizontal (2.5 - 10 m/s)....	177
Tabla de dimensionado tubería aspiración (-35°C) tramo vertical (5 - 14 m/s).....	174
Tabla de dimensionado tubería aspiración tramo horizontal (2.5 - 10 m/s).....	176
Tabla de dimensionado tubería aspiración tramo vertical (5 - 14 m/s) .....	175
Tabla de dimensionado tubería líquido hacia los servicios (-12°C).....	180
Tabla de dimensionado tubería líquido hacia los servicios (-35°C).....	181
Tabla de equivalencias de grados Centígrados y Fahrenheit .....	109
Tabla de ganancias interiores por ocupación .....	712
Tabla de grado de protección de equipamiento eléctrico.....	234
Tabla de intensidad de los fusibles de protección.....	232
Tabla de Intensidad máxima admisible en amperios para cables rígidos. ....	222
Tabla de Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables flexibles.....	221
Tabla de intensidades absorbidas de los motores .....	233
Tabla de longitudes equivalentes de accesorios.....	182
Tabla de renovaciones de aire en locales habitados .....	738
Tabla de requisitos para el Almacenamiento y Propiedades de Productos .....	684
Tabla de respiración de Frutas y Verduras .....	690
Tabla de selección de conductos.....	739
Tabla de Valores conductancia K de aislamientos de paredes, suelos y techos .....	679
Tabla de zonas Climaticas y Temperatura media para diseño de Torres .....	717
Tabla dimensionado tubería aspiración (-35°C) líquido sub-enfriado a 0°C.....	177
Tabla equivalencia conducto circular con rectangular .....	740
<i>TABLA I Ampliación Refrigerantes.....</i>	<i>540</i>
<i>Tabla I Carga máxima de refrigerante del grupo primero por equipo .....</i>	<i>537</i>
<i>Tabla I Carga máxima de Refrigerante. ....</i>	<i>150</i>
<i>TABLA I Clasificación de los refrigerantes. ....</i>	<i>533</i>
<i>TABLA I Grupo primero: refrigerantes de alta seguridad .....</i>	<i>535</i>
<i>TABLA I Materiales construcción sala de maquinas.....</i>	<i>148</i>

*Tabla I Presiones relativas mínimas de prueba de estanqueidad* ..... 463  
*TABLA I Se amplía la tabla I sobre presiones relativas mínimas de pruebas* ..... 464  
*Tabla II Carga máxima de cualquier refrigerante del grupo segundo* ..... 538  
*TABLA II Efectos fisiológicos de los refrigerantes* ..... 534, 536  
*Tabla III Carga máxima de refrigerante del grupo segundo, por equipo* ..... 539  
*Tabla IV Carga máxima de refrigerante y caudal mínimo de aire* ..... 539  
 Tabla orientativa de necesidades frigoríficas en cámaras ..... 683  
 Tabla para seleccionar los diámetros de tubería de impulsión hasta el condensador 172  
 Tabla Psicrométrica y Diagrama Psicrométrico ..... 130  
 Tablas agrupadas de conversión de unidades ..... 124  
 Tablas comparativas de compresores ..... 355  
 Tablas conductores, cables y formulas eléctricas ..... 238  
 Tablas de capacidad de líneas frigoríficas para R-404A y R-134a ..... 167  
 Tablas de pérdida de presión, tuberías "PPR" ..... 211  
 Tablas de Radiación Solar para una superficie horizontal ..... 714  
 Tablas de selección de Rejillas y Difusores ..... 743  
 Tablas de zonas climáticas ..... 716



## 1 GLOSARIO

### 1.1 Diccionario de términos técnicos

Para aprender cualquier tema, es imprescindible entender el significado de las palabras y los términos que se usan, una palabra o término mal entendido puede dar al traste con todo lo que intentamos aprender y lo que es mas grave “meter la pata hasta lo mas hondo”, es imprescindible aclarar todas la palabras que tengamos duda o no entendamos, consultando con un buen diccionario. La siguiente lista de definiciones, se proporciona para familiarizarse, con los significados especificos de los términos que se utilizan en la industria de la refrigeración y aire acondicionado.

## A

**ABSORBENTE:** Sustancia con la habilidad de tomar o absorber otra sustancia.

**ACEITE PARA REFRIGERACIÓN:** Aceite especialmente preparado, para usarse en el mecanismo de los sistemas de refrigeración.

**ACONDICIONADOR DE AIRE:** Dispositivo utilizado para controlar la temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire en el espacio acondicionado, ya sea para confort humano o proceso industrial.

**ACTUADOR:** La parte de una válvula reguladora que convierte el fluido mecánico, la energía térmica o la energía eléctrica, en movimiento mecánico para abrir o cerrar la válvula.

**ACUMULADOR:** Tanque de almacenamiento, el cual recibe refrigerante líquido del evaporador, evitando que fluya hacia la línea de succión antes de evaporarse.

**ADIABÁTICA, COMPRESIÓN:** Compresión de gas refrigerante, sin quitarle ni agregarle calor.

**ADSORBENTE:** Sustancia con la propiedad de retener moléculas de fluidos, sin causarles cambios físicos o químicos.

**AERACIÓN:** Combinación de las sustancias con el aire.

**AGITADOR:** Dispositivo en forma de hélice, utilizado para provocar movimientos en fluidos confinados.

**AIRE ACONDICIONADO:** Control de la temperatura, humedad, limpieza y movimiento de aire en un espacio confinado, según se requiera, para confort humano o proceso industrial. Control de temperatura significa calentar cuando el aire está frío, y enfriar cuando la temperatura es muy caliente.

**AIRE NORMAL (Estándar):** Aire que contiene una temperatura de 20 °C, una humedad relativa de 36 % y una presión de 101.325 kPa.

**AIRE RAM:** Aire forzado a través del condensador, causado por el rápido movimiento de un vehículo en la carretera.

**AIRE SECO:** Aire en el cual no hay vapor de agua (humedad).

**AISLAMIENTO (Eléctrico):** Sustancia que casi no tiene electrones libres; lo anterior hace que sea pobre en la conducción de la corriente eléctrica.

**AISLAMIENTO (Térmico):** Material que es pobre conductor de calor; por lo que, se usa para retardar o disminuir el flujo de calor. Algunos materiales aislantes son corcho, fibra de vidrio, plásticos espumados (poliuretano y poliestireno), etc.

**ALETA:** Superficie metálica unida a un tubo para proporcionar mayor superficie de contacto, a fin de mejorar el enfriamiento. Las aletas pueden ser circulares, enrolladas en forma de espiral individualmente en cada tubo, o rectangulares en forma de placa, para un grupo de tubos. Se usan extensivamente en condensadores enfriados por aire y evaporadores.

**ALGA:** Baja forma de vida vegetal; se encuentra flotando libre en el agua.

**ALLEN, Llave:** Punta hexagonal, usada para adaptarse en tornillos u opresores con cabeza hueca.

**ALÚMINA ACTIVADA:** Compuesto químico que es una forma de óxido de aluminio. Se usa como desecante.

**AMBIENTE:** Condiciones circundantes.

**AMONIACO:** Combinación química de nitrógeno e hidrógeno (NH<sub>3</sub>). También se usa como refrigerante y se identifica como R-717.

**AMPERAJE:** Flujo de electrones (corriente) de un Coulomb por segundo, que pasa por un punto dado de un circuito.

**AMPERE:** Unidad de corriente eléctrica. Equivale al flujo de un Coulomb por segundo.

**AMPERÍMETRO:** Medidor eléctrico calibrado en amperes, usado para medir corriente eléctrica.

**AMPERÍMETRO REGISTRADOR:** Instrumento eléctrico que se usa para registrar gráficamente sobre una carta de papel móvil, la cantidad de flujo de corriente.

**ANEMÓMETRO:** Instrumento utilizado para medir la proporción del flujo o movimiento (velocidad) del aire.

**ANILLO "O":** Dispositivo sellante circular, usado entre partes donde puede haber algún movimiento.

**ÁNODO:** Terminal positiva de una celda electrolítica.

**ARCO ELÉCTRICO:** Banda de chispas que se forma cuando una descarga eléctrica de un conductor, salta a otro conductor.

**ARMADURA:** Parte de un motor eléctrico, generador u otro dispositivo movido por magnetismo.

**ARRANCADOR DEL MOTOR:** Interruptor eléctrico de alta capacidad, normalmente operado por electroimán.

**ARRANQUE (Cut-In):** Término usado para referirse al valor de la presión o temperatura, a la cual cierra el circuito eléctrico de un control.

**A.S.A.:** Siglas de "American Standard Association". Ahora se le conoce como "American National Standard Institute" (A.N.S.I.).

**ASIENTO:** Parte del mecanismo de una válvula, contra la cual presiona la válvula para cerrar.

**ASPIRACIÓN:** Movimiento producido en un fluido por succión.

**ATERORIZADO:** Falla en un circuito eléctrico, el cual permite que la electricidad fluya a las partes metálicas del mecanismo.

**ATMÓSFERA NORMAL (Estándar):** Ver Aire Normal (Estándar).

**ATOMIZAR:** Proceso de cambiar un líquido a partículas minutas de fino rocío.

**ÁTOMO:** La partícula más pequeña de un elemento; puede existir sola, o en combinación con otros átomos.

**AUTOTRANSFORMADOR:** Transformador en el cual, tanto el devanado primario como el secundario, tienen vueltas en común. El alza o baja de voltaje, se lleva a cabo por derivaciones en el devanado común.

**AUTO-INDUCTANCIA:** Campo magnético inducido en el conductor que acarrea la corriente.

**AZEOTRÓPICA, MEZCLA:** Mezcla de dos o más líquidos de diferente volatilidad, que al combinarse, se comportan como si fuera un solo componente. El punto de ebullición de la mezcla, es menor que los de los componentes individuales. Su composición no cambia al evaporarse ni al condensarse. Un ejemplo de mezcla azeotrópica, es el refrigerante 502, el cual está compuesto de 48.8 % de R-22 y 51.2 % de R-115.

**AZEÓTROPOS:** Que tiene puntos de ebullición máximos y mínimos constantes.

**A.S.M.E.:** Siglas de "American Society of Mechanical Engineers", que se ha convertido en un conjunto de normas para la construcción de calderas.

**A.S.T.M., NORMAS:** Normas emitidas por la "American Society of Testing Materials".

## **B**

**BACTERIA DEL MAL LEGIONARIO:** Se transmite por rutas aéreas, posiblemente al abrir torres de enfriamiento enfriadas por aire, o los condensadores evaporativos en sistemas comerciales. A este mal se le llamó así, después de un brote de esta enfermedad, en una convención de la Legión Americana en Julio de 1976.

**BAFLE:** Ver deflector.

**BANCO DE HIELO:** Tanque que contiene serpentines de refrigeración u otras superficies, donde se pueda acumular hielo durante los períodos de poca o ninguna demanda de agua helada. Cuando ocurre la demanda, el hielo acumulado se derrite para abastecer agua helada.

**BANDA:** Cinta continua tipo hule, colocada entre dos o más poleas, para transmitir movimiento rotatorio.

**BANDA "V":** Tipo de banda comúnmente utilizada en trabajos de refrigeración. Tiene la superficie de contacto con la polea, en forma de V.

**BAÑO:** Solución líquida usada para limpiar, recubrir o mantener una temperatura especificada.

**BAR:** Unidad de presión absoluta. Un bar equivale a 100 kPa (0.9869 atmósferas).

**BARÓMETRO:** Instrumento para medir la presión atmosférica. Puede estar calibrado en mm o pulgadas de mercurio en una columna; o en Kg/cm<sup>2</sup> o en lb/pulg<sup>2</sup>.

**BARRERA DE VAPOR:** Hoja delgada de plástico o aluminio, utilizada en estructuras de aire acondicionado, para evitar que penetre el vapor de agua al material aislante. En las cámaras de refrigeración, se acostumbra aplicar un material impermeabilizante de algún tipo de pintura o barniz.

**BATERÍA:** Celdas productoras de electricidad, que funcionan por la interacción de metales y químicos, para crear un flujo de corriente eléctrica.

**BATERÍA (PILA) SECA:** Dispositivo eléctrico con celdas que no contienen líquido, utilizado para proporcionar electricidad de corriente directa.

**BERNOULLI, TEOREMA DE:** En una corriente de líquido, la suma de la carga de altura, la carga de presión y la velocidad, permanece constante a lo largo de cualquier línea de flujo, suponiendo que no se hace ningún trabajo por o sobre el líquido en el trayecto de su flujo; disminuye en proporción a la pérdida de energía en el flujo.

**BIFENILO POLICLORINADO (PCB):** Fluido dieléctrico usado en capacitores y transformadores. Es muy tóxico. El uso del PCB está estrictamente regulado.

**BIMETAL:** Dispositivo para regular o indicar temperatura. Funciona sobre el principio de que dos metales disímiles, con proporciones de expansión diferentes, al soldarlos juntos, se doblan con los cambios de temperatura.

**BIÓXIDO DE CARBONO:** Compuesto de carbono y oxígeno (CO<sub>2</sub>), el cual algunas veces se usa como refrigerante, R-744. Cuando se solidifica, comprimiéndolo en bloques sólidos, se le conoce como "Hielo Seco". Su temperatura es de -78.3 °C.

**BIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO<sub>2</sub>):** Gas medianamente venenoso; se encuentra con frecuencia en el humo o escape de los automóviles.

**BLAST FREEZER:** Ver Congelador de Ráfaga.

**BOMBA:** Cualquiera de las diferentes máquinas que impulsan un gas o un líquido hacia -o lo atraen de- algo, por succión o por presión.

**BOMBA CENTRÍFUGA:** Bomba que produce velocidad al fluido, convirtiéndola en carga de presión.

**BOMBA DE ALTO VACÍO:** Mecanismo que puede crear un vacío en el rango de 1,000 a 1 micrón.

**BOMBA DE CALOR:** Sistema del ciclo de compresión, utilizado para abastecer calor a un espacio de temperatura controlada. El mismo sistema, puede también remover calor del mismo espacio.

**BOMBA DE CONDENSADO:** Dispositivo para eliminar el condensado de agua, que se acumula en la bandeja de un evaporador.

**BOMBA DE DESPLAZAMIENTO FIJO:** Bomba en la que el desplazamiento por ciclo, no puede ser variado.

**BOMBA DE TORNILLO:** Bomba que tiene dos tornillos entrelazados, rotando dentro de una envoltura.

**BOMBA DE VACÍO:** Elemento químico, comúnmente utilizado para crear alto vacío para fines de deshidratación o de pruebas.

**BOMBA RECIPROCANTE (UN PISTÓN):** Bomba de un solo pistón recíprocante (que se mueve hacia adelante y atrás, o hacia arriba y abajo).

**BOOSTER:** Término común aplicado a un compresor, cuando se utiliza en un sistema de compresión de doble etapa, para comprimir la etapa baja desde el evaporador hasta la presión intermedia.

**BOYLE, LEY DE:** Ley de física: el volumen de un gas varía al variar la presión, si la temperatura permanece constante. Ejemplo: Si la presión absoluta ejercida sobre un gas, se aumenta al doble, su volumen se reduce a la mitad. Si el volumen aumenta al doble, la presión del gas se reduce a la mitad.

**BROMURO DE LITIO:** Elemento químico, comúnmente utilizado como absorbente en un sistema de refrigeración por absorción. El agua puede ser el refrigerante.

**BULBO HÚMEDO, TERMÓMETRO:** Instrumento utilizado en la medición de la humedad relativa. La evaporación de la humedad disminuye la temperatura de bulbo húmedo, comparada con la temperatura de bulbo seco de la misma muestra de aire.

**BULBO SECO, TERMÓMETRO:** Instrumento con un elemento sensible para medir la temperatura ambiente del aire.

**BULBO SENSOR:** Parte de un dispositivo con un fluido sellado, que reacciona a los cambios de temperatura. Se usa para medir temperaturas o para controlar mecanismos.

**BULBO SENSOR DE TEMPERATURA:** Bulbo que contiene un fluido volátil y fuelle o diafragma. El aumento de temperatura en el bulbo, causa que el fuelle o diafragma se expanda.

**BUTANO:** Hidrocarburo líquido (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>), comúnmente usado como combustible o para fines de calentamiento.

**B.T.U. (British Thermal Unit):** Cantidad de calor que se requiere para elevar un grado Fahrenheit, la temperatura de una libra de agua.

## C

**CABEZAL:** Longitud de tubería o recipiente, al cual se le unen dos o más tuberías, que transportan un fluido de una fuente común, a diferentes puntos de uso.

**CAÍDA DE PRESIÓN:** Diferencia de presión en dos extremos de un circuito o parte de un circuito. Cualquier pérdida de presión en la línea debido a la fricción del fluido, o a una restricción en la línea.

**CAJA DE CONEXIONES:** Caja o contenedor que cubre un grupo de terminales eléctricas.

**CALDERA (Boiler):** Recipiente cerrado, en el cual un líquido puede ser calentado o evaporado.

**CALDERA, ALTA PRESIÓN:** Recipiente para la producción de vapor, con espacio para agua. El calor evapora el agua, y el vapor es entonces entubado hacia el equipo, para calefacción, fuerza, proceso, etc. El vapor tiene una presión de 205 kPa.

**CALEFACCIÓN ELÉCTRICA:** Sistema en el cual se utiliza calor de unidades de resistencia eléctrica, para calentar un edificio o habitación.

**CALIBRAR:** Posicionar indicadores por comparación, con un estándar o por otros medios, para asegurar mediciones precisas.

**CALOR:** Forma de energía que actúa sobre las sustancias para elevar su temperatura; energía asociada con el movimiento al azar de las moléculas.

**CALOR DE COMPRESIÓN:** Efecto de calefacción que se lleva a cabo cuando se comprime un gas. Energía mecánica de la presión, convertida a energía calorífica.

**CALOR DE FUSIÓN:** Calor requerido por una sustancia, para cambiar del estado sólido al estado líquido, a una temperatura constante. Por ejemplo: hielo a agua a 0 °C. El calor de fusión del hielo es 335 kJ/kg.

**CALOR DE RESPIRACIÓN:** Proceso mediante el cual, el oxígeno y los carbohidratos son asimilados por una sustancia; también cuando el bióxido de carbono y agua son cedidos por una sustancia.

**CALOR ESPECÍFICO:** Relación de la cantidad de calor requerido, para aumentar o disminuir la temperatura de una sustancia en 1 °C, comparado con la que se requiere para aumentar o disminuir la temperatura de una masa igual de agua en 1 °C. Se expresa como una fracción decimal.

**CALOR LATENTE:** Cantidad de energía calorífica requerida para efectuar un cambio de estado (fusión, evaporación, solidificación) de una sustancia, sin cambio en la temperatura o presión.

**CALOR LATENTE DE CONDENSACIÓN:** Cantidad de calor liberada por un kg de una sustancia para cambiar su estado de vapor a líquido.

**CALOR LATENTE DE EVAPORACIÓN:** Cantidad de calor requerido por un kg de sustancia, para cambiar su estado de líquido a vapor.

**CALOR SENSIBLE:** Calor que causa un cambio de temperatura en una sustancia, sin que cambie de estado.

**CALOR SOLAR:** Calor creado por ondas visibles e invisibles del sol.

**CALOR TOTAL:** Suma del calor sensible y del calor latente.

**CALORÍA:** Unidad para medir el calor en el sistema métrico. Equivale a la cantidad de calor que se requiere, para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. 1000 calorías = 1 Kcal.

**CALORIMETRO:** Dispositivo utilizado para medir cantidades de calor o para determinar calores específicos.

**CALOR, INTENSIDAD DEL:** Concentración de calor en una sustancia, indicada por la temperatura de la misma, mediante el uso de un termómetro.

**CÁMARA DE PLENO:** Cámara o contenedor para mover aire u otros gases, bajo una presión ligeramente positiva.

**CÁMARA DE REFRIGERACIÓN:** Espacio refrigerado comercial, que se mantiene a temperaturas por debajo de la ambiental.

**CAMBIO DE ESTADO:** Condición en la cual, una sustancia cambia de sólido a líquido o de líquido a gas, debido a la aplicación de calor. O a la inversa, cuando una sustancia cambia de gas a líquido o de líquido a sólido, debido a la extracción de calor.

**CAMIÓN REFRIGERADO:** Vehículo comercial equipado para mantener temperaturas por debajo de la ambiental.

**CAMPO MAGNÉTICO:** Espacio en el que existen líneas o fuerzas magnéticas.

**CAPACIDAD:** Sistema de clasificación en refrigeración. Medido generalmente en Kcal/h o en wat/h, (o en btu/h).

**CAPACITANCIA (C):** Propiedad de un no-conductor (condensador o capacitor) que permite almacenar energía eléctrica en un campo electrostático.

**CAPACITOR:** Tipo de dispositivo de almacenamiento eléctrico, utilizado en el circuito de arranque y/o trabajo de muchos motores eléctricos.

**CAPACITOR ELECTROLÍTICO:** Placa de superficie capaz de almacenar pequeñas cargas eléctricas.

**CAPACITOR SECO:** Dispositivo eléctrico hecho de metal seco y aislamiento seco, utilizado para almacenar electrones.

**CARBÓN ACTIVADO:** Carbón especialmente procesado, utilizado en filtros deshidratadores. También se utiliza para limpiar aire.

**CARGA:** Ver Carga de Refrigerante.

**CARGA CRUZADA:** Contenedor sellado con dos fluidos, que juntos, crean una curva de presión-temperatura deseada. Tipo de carga que se emplea, comúnmente, en los bulbos de las válvulas de termo expansión.

**CARGA DE REFRIGERANTE:** Cantidad de refrigerante colocada en un sistema de refrigeración.

**CARGA TÉRMICA:** Cantidad de calor medida en wat, Kcal o btu, la cual es removida durante un período de 24 horas.

**CARRENE:** Nombre comercial dado a algunos refrigerantes como el R-30 (Carrene 1), el R-500 (Carrene 2).

**CARTA PSICOMÉTRICA:** Carta (gráfica) que muestra las relaciones entre las propiedades del aire, tales como presión, temperatura, contenido de humedad, volumen específico, etc...

**CÁTODO:** Terminal negativa de un dispositivo eléctrico. Los electrones salen por esta terminal.

**CAVITACIÓN:** Condición gaseosa localizada, que se encuentra dentro de una corriente líquida.

**CELDA SOLAR:** También conocida como celda fotovoltaica. Es un dispositivo que convierte radiación solar directamente a electricidad.

**CENTIGRADA, ESCALA:** Escala de temperatura usada en el sistema métrico. El punto de congelación del agua es de 0 °C, el punto de ebullición es de 100 °C.

**CERA:** Ingrediente en muchos aceites lubricantes, el cual se puede separar del aceite si se enfría lo suficiente.

**CERO ABSOLUTO (TEMPERATURA):** Temperatura a la cual cesa todo movimiento molecular. (-273 °C y -460 °F).

**CHARLES, LEY DE:** Volumen de una masa dada de gas, a presión constante, varía de acuerdo a su temperatura.

**CHAROLA DE CONDENSADO:** Recipiente en forma de bandeja, utilizado para recoger el condensado del evaporador.

**CICLEO:** Ver FLUCTUACIÓN.

**CICLO:** Serie de eventos u operaciones, las cuales tienen una tendencia a repetirse en el mismo orden.

**CICLO DE PARO:** Segmento del ciclo de refrigeración cuando el sistema no está operando.

**CICLO INTERMITENTE:** Ciclo que se repite a intervalos variables de tiempo.

**CILINDRO:** 1.- Dispositivo que convierte fuerza de un fluido, en fuerza y movimiento mecánico lineal. Este consiste, usualmente, de elementos móviles tales como un pistón, biela y émbolo, operando dentro de un cilindro.  
2.- Contenedor cerrado para fluidos.

**CILINDRO PARA REFRIGERANTE:** Cilindro en el que se almacena y distribuye el refrigerante. El código de colores pintado en el cilindro, indica la clase de refrigerante.

**CILINDRO PORTÁTIL:** Recipiente utilizado para almacenar refrigerante. Hay dos tipos comunes: recargables y desechables.

**CIRCUITO:** Instalación de tubería o de alambre eléctrico, que permite el flujo desde y hacia la fuente de energía.

**CIRCUITO ABIERTO:** Circuito eléctrico interrumpido, el cual detiene el flujo de electricidad.

**CIRCUITO CERRADO:** Circuito eléctrico en el que fluyen los electrones.

**CIRCUITO EN PARALELO:** Arreglo de dispositivos eléctricos, en el que la corriente se divide y viaja a través de dos o más trayectos, y después regresa a través de un trayecto común.

**CIRCUITO EN SERIE:** Alambrado eléctrico. Circuito eléctrico en el que la electricidad que va a operar una segunda lámpara o dispositivo, debe pasar por el primero; el flujo de corriente viaja al mismo tiempo por todos los dispositivos conectados juntos.

**CIRCUITO INTEGRADO:** Circuito que incorpora transistores múltiples y otros semiconductores sobre un solo circuito, algunas veces llamado "chip".

**CIRCUITO INTEGRADO (TABLERO):** Circuito electrónico hecho de transistores, resistores, etc., todos colocados en un paquete referido como "chip", puesto que todos los circuitos están sobre una base de material semiconductor.

**CLUTCH MAGNÉTICO:** Dispositivo operado por magnetismo para conectar o desconectar una fuerza impulsora.

**COBRIZADO:** Condición anormal que se desarrolla en algunas unidades, en las que el cobre es depositado electrolíticamente sobre algunas superficies del compresor.

**COEFICIENTE DE EXPANSIÓN:** Incremento en longitud, área o volumen de la unidad, por un grado de aumento en la temperatura.

**COEFICIENTE DE RENDIMIENTO:** Relación del trabajo realizado o completado, en comparación con la energía utilizada.

**COJINETE:** Dispositivo de baja fricción para soportar y alinear una parte móvil.

**COLECTOR:** Sección semiconductora de un transistor, conectada a la misma polaridad como la base.

**COLECTOR SOLAR:** Dispositivo utilizado para atrapar radiación solar, generalmente usando una superficie negra aislada.

**COLOIDES:** Celdas miniaturas peculiares a las carnes (res, cerdo, pollo, pescado), las cuales, si se desbaratan, hacen que la comida se vuelva rancia. Las bajas temperaturas minimizan esta acción.

**COMBINADOR:** Grupo de controles y circuitos, utilizado para operar un dispositivo automáticamente y con precisión.

**COMBUSTIBLE LP:** Petróleo licuado usado como gas combustible.

**COMBUSTIBLES, LÍQUIDOS:** Líquidos que tienen una temperatura de inflamación de/o superior a 60 °C. Son clasificados como líquidos Clase 3.

**COMPRESIÓN:** Término utilizado para denotar el proceso de incrementar la presión, sobre un volumen dado de gas, usando energía mecánica. Al hacer esto, se reduce el volumen y se incrementa la presión del gas.

**COMPRESOR:** Máquina en sistemas de refrigeración, hecha para succionar vapor del lado de baja presión en el ciclo de refrigeración, y comprimirlo y descargarlo hacia el lado de alta presión del ciclo.

**COMPRESOR ABIERTO:** Compresor en el que el cigüeñal se extiende a través del cárter, hacia afuera del compresor, movido por un motor externo. También se le llama compresor de movimiento externo.

**COMPRESOR CENTRÍFUGO:** Máquina para comprimir grandes volúmenes de vapor, a una velocidad relativamente alta, usando relaciones de compresión pequeñas. La compresión está basada en una fuerza centrífuga de ruedas giratorias, con hojas tipo turbina.

**COMPRESOR COMPUESTO (Compound):** Compresor de cilindros múltiples, en el que uno o más cilindros succionan el vapor del evaporador, y lo descargan, generalmente, a través de un interenfriador y hacia los demás cilindros, donde se comprime hasta la presión de condensación.

**COMPRESOR DE ALETAS ROTATORIAS:** Mecanismo para bombear fluidos por medio de aletas giratorias, dentro de un cárter cilíndrico.

**COMPRESOR DE ETAPAS MÚLTIPLES:** Compresor que tiene dos o más etapas de compresión. La descarga de cada etapa, es la presión de succión en la siguiente de la serie.

**COMPRESOR DE UNA ETAPA:** Compresor de una sola etapa de compresión, entre las presiones del lado de baja y del lado de alta.

**COMPRESOR HERMÉTICO:** Unidad motocompesora en la que el motor eléctrico y el compresor, están montados en una flecha común, dentro de un casco de acero soldado. El motor eléctrico opera en la atmósfera de refrigerante.

**COMPRESOR RECIPROCANTE:** Compresor que funciona con un mecanismo de pistones y cilindros, para proporcionar una acción bombeante. Los pistones se mueven hacia adelante y hacia atrás dentro del cilindro, para comprimir el refrigerante.

**COMPRESOR ROTATORIO:** Compresor con un cilindro y un rotor excéntrico interior, el cual gira dentro del cilindro. Las aletas deslizables dentro del rotor, son las que comprimen el vapor durante la rotación.

**COMPRESOR SEMIHERMÉTICO:** Unidad motocompesora que opera igual que un compresor hermético, con la excepción de que no está totalmente sellado, sino que se pueden quitar las tapas de los extremos para darle servicio.

**CONDENSACIÓN:** Proceso de cambiar de estado un vapor o un gas a líquido, al enfriarse por abajo de su temperatura de saturación o punto de rocío.

**CONDENSADO:** Líquido que se forma cuando se condensa un vapor.

**CONDENSADOR:** Componente del mecanismo de refrigeración, el cual recibe del compresor vapor caliente a alta presión, enfriándolo y regresándolo luego a su estado líquido. El enfriamiento puede ser con aire o con agua.

**CONDENSADOR ATMOSFÉRICO:** Antiguo tipo de condensador, en el cual, el vapor de refrigerante de la descarga, fluye dentro de una serie de tubos. El agua fluye por gravedad, sobre el exterior de los tubos, para absorber el calor del refrigerante y condensarlo.

Los tubos están expuestos a la atmósfera.

**CONDENSADOR DE CASCO Y TUBOS (Multitubular):** Recipiente cilíndrico de acero con tubos de cobre en el interior.

El agua circula por los tubos, condensando los vapores dentro del casco. El fondo del casco sirve como receptor de líquido.

**CONDENSADOR DE CASCO Y SERPENTÍN (Inmersión):** Este condensador es muy parecido al de casco y tubos, pero en lugar de tubos rectos, tiene un serpentín por el que circula el agua.

**CONDENSADOR ENFRIADO POR AGUA:** Intercambiador de calor, diseñado para transferir calor desde el refrigerante gaseoso al agua. Existen tres tipos: Multitubular, de inmersión y de contracorriente (estos son de tubos de cobre embutidos o de placas).

**CONDENSADOR ENFRIADO POR AIRE:** Intercambiador de calor, el cual transfiere calor al aire circundante.

En estos condensadores, el vapor caliente de la descarga del compresor entra en los tubos, y el aire atmosférico circula por fuera de los tubos, los cuales, generalmente, son del tipo aleteado. Existen dos tipos: Estáticos y Forzados

**CONDENSADOR EVAPORATIVO:** Condensador que combina un condensador atmosférico, con una torre de enfriamiento de tiro forzado. El haz de tubos se encuentra dentro de la torre. El agua es rociada sobre los tubos, y el aire forzado enfría el agua y los tubos.

Parte del agua se evapora y enfría el resto del agua, reduciendo el consumo de ésta.

**CONDENSAR:** Acción de cambiar un gas o vapor a líquido.

**CONDICIONES NORMALES:** Condiciones que se usan como base para los cálculos en acondicionamiento de aire: temperatura de 20°C, presión de 101.325 kPa y humedad relativa de 30 %.

**CONDUCCIÓN:** Flujo de calor entre sustancias, por medio de vibración de las moléculas.

**CONDUCTIVIDAD:** Habilidad de una sustancia para conducir o transmitir calor y/o electricidad.

**CONDUCTIVIDAD, COEFICIENTE DE:** Medición de la proporción relativa, a la cual, diferentes materiales conducen el calor. El cobre es un buen conductor del calor, por lo tanto, tiene un coeficiente de conductividad alto.

**CONDUCTOR:** Sustancia o cuerpo capaz de transmitir electricidad o calor.

**CONEXIÓN PARA MANÓMETRO:** Abertura o puerto, dispuesto para que el técnico de servicio instale un manómetro.

**CONGELACIÓN:** Cambio de estado de líquido a sólido.

**CONGELACIÓN RÁPIDA DE ALIMENTOS:** Método que utiliza nitrógeno o bióxido de carbono líquidos, para convertir alimentos frescos en alimentos congelados duraderos. Se le conoce también como congelación criogénica de alimentos.

**CONGELADOR DE RÁFAGA:** Sistema de congelación, en el cual, grandes cantidades de aire a alta velocidad, son circuladas sobre el evaporador y el producto a congelar. Con este sistema, se logran temperaturas de -40°C y a veces menores.

**CONGELADOR SIN ESCARCHA:** Gabinete refrigerado que opera con un deshielo automático durante cada ciclo.

**CONMUTADOR:** Parte del rotor en un motor eléctrico, el cual transmite corriente eléctrica al devanado del rotor.

**CONMUTADOR CILÍNDRICO:** Conmutador con superficies de contacto paralelas a la flecha del rotor.

**CONSTANTE DE PLANCK:** Valor constante ( $6.626 \times 10^{-34}$  Wat/s<sup>2</sup>) la cual, cuando se multiplica por la frecuencia de radiación, determina la cantidad de energía en un fotón.

**CONSTRICCIÓN:** Tubo u orificio, utilizado para restringir el flujo de un gas o un líquido.

**CONTAMINANTE:** Sustancia, humedad o cualquier materia extraña al refrigerante o al aceite en un sistema.

**CONTRAFLUJO (Contracorriente):** Flujo en dirección opuesta. Método de transferencia de calor, donde la parte más fría del fluido de enfriamiento, se encuentra con la parte más caliente del fluido que se va a enfriar.

**CONTROL:** Dispositivo manual o automático, utilizado para detener, arrancar y/o regular el flujo de gas, líquido y/o electricidad.

**CONTROL A PRUEBA DE FALLAS:** Dispositivo que abre un circuito, cuando el elemento sensor pierde su presión.

**CONTROL AUTOMÁTICO:** Acción de una válvula, lograda a través de medios automáticos que no requieren de ajuste manual.

**CONTROL DE BAJA PRESIÓN:** Dispositivo utilizado para evitar que la presión de evaporación del lado de baja, caiga por debajo de cierta presión.

**CONTROL DE DESHIELO:** Dispositivo para operar un sistema de refrigeración, de tal manera, que proporcione una forma de derretir el hielo y la escarcha formados en el evaporador. Hay tres tipos: manual, automático y semiautomático.

**CONTROL DE ESCARCHA:** Ver CONTROL DE DESHIELO.

**CONTROL DE LÍMITE:** Control utilizado para abrir o cerrar un circuito eléctrico, al alcanzarse los límites de presión o temperatura.

**CONTROL DE PRESIÓN DE ACEITE (Diferencial de aceite):** Dispositivo de protección que verifica la presión del aceite en el compresor con relación a la presión de succión. Se conecta en serie con el compresor, y lo apaga durante los períodos de baja presión de aceite.

**CONTROL DE REFRIGERANTE:** Dispositivo que mide el flujo de refrigerante, entre dos áreas del sistema de refrigeración. También mantiene una diferencia de presión entre los lados de alta y baja presión del sistema, mientras la unidad está trabajando.

**CONTROL DE SEGURIDAD:** Dispositivo para detener la unidad de refrigeración, si se llega a una condición insegura y/o peligrosa, de presiones o temperaturas.

**CONTROL DE TEMPERATURA:** Dispositivo termostático operado por temperatura, que abre o cierra un circuito automáticamente.

**CONTROL DEL MOTOR:** Dispositivo operado por presión o temperatura, utilizado para controlar la operación del motor.

**CONTROL DEL MOTOR POR PRESIÓN:** Control de alta o baja presión, conectado al circuito eléctrico y utilizado para arrancar y parar el motor. Es activado por la demanda de refrigeración o por seguridad.

**CONTROL DIGITAL DIRECTO (CDD):** Uso de una computadora digital para realizar operaciones de control automático, requeridas en un sistema de manejo de energía total (TEMS).

**CONTROL PRIMARIO:** Dispositivo que controla directamente la operación de un sistema de calefacción.

**CONTROL TERMOSTÁTICO:** Dispositivo que opera un sistema o parte de él, basado en un cambio de temperatura.

**CONTROLADOR REMOTO:** Dispositivo de control de energía, capaz de controlar múltiples dispositivos. Puede instalarse distante de los dispositivos que está controlando.

**CONVECCIÓN:** Transferencia de calor por medio del movimiento o flujo de un fluido.

**CONVECCIÓN FORZADA:** Transferencia de calor que resulta del movimiento forzado de un líquido o un gas, por medio de una bomba o un ventilador.

**CONVECCIÓN NATURAL:** Circulación de un gas o un líquido, debido a la diferencia en densidad resultante de la diferencia de temperaturas.

**CONVERSIÓN, FACTORES DE:** La fuerza y la potencia pueden ser expresadas en más de una manera. Un hp es equivalente a 746 wat, 33,000 pie-lb de trabajo ó 2,546 btu/h. Estos valores pueden utilizarse para cambiar de unas unidades a otras.

**COPLES:** Dispositivos mecánicos para unir líneas de tuberías.

**CORRIENTE:** Transferencia de energía eléctrica en un conductor, por medio del cambio de posición de los electrones.

**CORRIENTE ALTERNA (CA):** Corriente eléctrica en la cual se invierte o se alterna el sentido del flujo. En una corriente de 60 ciclos (Hertzio), el sentido del flujo se invierte cada 1/120 de segundo.

**CORRIENTE DIRECTA (CD):** Flujo de electrones, el cual se mueve continuamente en un sentido en el circuito.

**CORRIENTES EDDY:** Corrientes inducidas que fluyen dentro de un núcleo.

**CORROSIÓN:** Deterioro de materiales por acción química.

**CORTO CIRCUITO:** Condición eléctrica, donde una parte del circuito toca otra parte del mismo, provocando que la corriente o parte de la misma, tome un trayecto equivocado.

**COULOMB:** Cantidad de electricidad, transferida por una corriente eléctrica de un ampere en un segundo.

**CRIOGENIA:** Refrigeración que trata con la producción de temperaturas de -155 °C y más bajas.

**CUARTO DE MÁQUINAS:** Área donde se instala la maquinaria de refrigeración industrial y comercial, excepto los evaporadores.

## **D**

**DECIBEL (dB):** Unidad utilizada para medir la intensidad de los sonidos. Un decibel, es igual a la diferencia aproximada de la intensidad detectable por el oído humano, cuyo rango es aprox. 130 dB, en una escala que empieza con uno para los sonidos débilmente audibles.

**DEFLECTOR (Baffle):** Placa utilizada para dirigir o controlar el movimiento de un fluido, dentro de un área confinada.

**DENSIDAD:** Estrechez de la textura o consistencia de partículas, dentro de una sustancia. Se expresa como peso por unidad de volumen.

**DESAEREACIÓN:** Acto de separar el aire de las sustancias.

**DESECANTE:** Sustancia utilizada para colectar y retener humedad, en un sistema de refrigeración. Los desecantes comunes son la sílica gel, la alúmina activada y el tamiz molecular.

**DESENGRASANTE:** Solvente o solución que se usa para extraer aceite o grasa, de las partes de un refrigerador.

**DESHIDRATADOR:** Sustancia o dispositivo que se utiliza, para extraer la humedad, en un sistema de refrigeración.

**DESHIELO:** Proceso de eliminar la acumulación de hielo o escarcha de los evaporadores.

**DESHIELO AUTOMÁTICO:** Sistema de eliminación de hielo o escarcha de los evaporadores, de manera automática.

**DESHIELO CON AIRE:** Proceso de remover el hielo o la escarcha acumulada en el serpentín del evaporador, utilizando los abanicos del mismo evaporador, deteniendo previamente el paso de refrigerante líquido. El aire circulado, debe tener una temperatura arriba de la de congelación.

**DESHIELO CON AGUA:** Uso de agua para derretir el hielo y la escarcha de los evaporadores, durante el ciclo de paro.

**DESHIELO ELÉCTRICO:** Uso de resistencia eléctrica, para fundir el hielo y la escarcha de los evaporadores, durante el ciclo de deshielo.

**DESHIELO POR CICLO REVERSIBLE:** Método de calentar el evaporador para deshielo. Por medio de válvulas, se mueve el gas caliente del compresor hacia el evaporador.

**DESHIELO POR GAS CALIENTE:** Sistema de deshielo, en el cual, el gas refrigerante caliente del lado de alta, es dirigido a través del evaporador por cortos períodos de tiempo, y a intervalos predeterminados, para poder eliminar la escarcha del evaporador.

**DESHIELO, CICLO DE:** Ciclo de refrigeración en el cual, la acumulación de hielo y escarcha, es derretida en el evaporador.

**DESHIELO, RELOJ DE (Timer):** Dispositivo conectado a un circuito eléctrico, el cual detiene la unidad el tiempo suficiente, para permitir que se derrita la acumulación de hielo y escarcha sobre el evaporador.

**DESHUMIDIFICADOR:** Dispositivo usado para eliminar la humedad del aire.

**DESPLAZAMIENTO DEL COMPRESOR:** Volumen en m<sup>3</sup>, representado por el área de la cabeza del pistón o pistones, multiplicada por la longitud de la carrera. Este es el desplazamiento real, no el teórico.

**DESPLAZAMIENTO DEL PISTÓN:** Volumen desplazado por el pistón, al viajar la longitud de su carrera.

**DESTILACIÓN, APARATO DE:** Dispositivo de recuperación de fluidos, que se usa para recuperar refrigerantes. La recuperación se hace normalmente evaporando, y luego re-condensando el refrigerante.

**DESVÍO (Bypass):** Pasadizo en un lado o alrededor de un pasaje regular.

**DESVÍO (By Pass) DE GAS CALIENTE:** Arreglo de tubería en la unidad de refrigeración, la cual conduce gas refrigerante caliente del condensador al lado de baja presión.

**DETECTOR DE FUGAS:** Dispositivo o instrumento que se utiliza para detectar fugas, tal como lámpara de haluro, sensor electrónico o jabón.

**DETECTOR DE FUGAS DE ESPUMA:** Sistema de líquido espumante especial, que se aplica con una brocha sobre uniones y conexiones, para localizar fugas de manera similar a la espuma de jabón.

**DETECTOR DE FUGAS ELECTRÓNICO:** Instrumento electrónico que mide el flujo electrónico a través de una rejilla de gas. Los cambios en el flujo electrónico, indican la presencia de moléculas de gas refrigerante.

**DEVANADO DE ARRANQUE:** Devanado en motores eléctricos, que se utiliza brevemente mientras arranca el motor.

**DEVANADO DE MARCHA:** Devanado eléctrico en motores, por el cual fluye corriente durante la operación normal del motor.

**DIAFRAGMA:** Material flexible usualmente hecho de metal, hule o plástico.

**DIAGRAMA DE MOLLIERE:** Gráfica de las propiedades de un refrigerante, tales como: presión, temperatura, calor, etc.

**DÍA-GRADO:** Unidad que representa un grado de diferencia entre la temperatura interior y exterior promedio en un día, usada con frecuencia para estimar los requerimientos de combustible para un edificio.

**DICLORODIFLUORMETANO:** Refrigerante comúnmente conocido como R-12.

**DIFERENCIAL:** La diferencia de temperatura o presión, entre las temperaturas o presiones de arranque y paro, de un control.

**DIFUSOR DE AIRE:** Rejilla o salida de distribución de aire, diseñada para dirigir el flujo de aire hacia los objetivos deseados.

**DINAMÓMETRO:** Dispositivo para medir la salida o entrada de fuerza de un mecanismo.

**DIODO:** Tubo de electrones de dos elementos, el cual permite mayor flujo de electrones en una dirección que en otra, dentro de un circuito. Tubo que sirve como rectificador.

**DOSÍMETRO DE RUIDO:** Instrumento usado para medir el sonido en dBA.

**DUCTO:** Tubo o canal, a través del cual, el aire es movido o transportado.

**DUCTO FLEXIBLE:** Ducto que puede ser guiado alrededor de obstáculos, doblándolo gradualmente.

## **E**

**ECOLOGÍA:** Ciencia del balance de la vida sobre la tierra.

**EFECTO PELTIER:** Cuando la corriente directa es pasada a través de dos metales adyacentes, una unión se vuelve más fría y la otra más caliente. Este principio es la base para la refrigeración termoelectrica.

**EFECTO SEEBECK:** Cuando dos metales diferentes adyacentes se calientan, se genera una corriente eléctrica entre los dos. Este principio es la base para la construcción de termopares.

**EFICIENCIA:** Capacidad de un dispositivo, sistema o actividad, dividida entre la potencia absorbida necesaria para crear esa capacidad. En un compresor, la eficiencia sería la capacidad de trabajo, medida por un cambio de presión, dividida entre la energía eléctrica consumida.

**EFICIENCIA VOLUMÉTRICA:** Término utilizado para expresar la relación, entre el funcionamiento real de un compresor o de una bomba de vacío, y el funcionamiento calculado en base a ese desplazamiento.

**ELECTROIMÁN:** Bobina de alambre enrollada alrededor de un núcleo de hierro suave. Cuando fluye una corriente eléctrica a través del alambre, el ensamble se vuelve un imán.

**ELECTRÓLISIS:** Movimiento de electricidad a través de una sustancia, el cual causa un cambio químico en la sustancia o su contenedor.

**ELECTRÓN:** Partícula elemental o porción de un átomo, la cual acarrea una carga negativa.

**ELEMENTO DE PODER:** Elemento sensible de un control operado por temperatura.

**ELIMINADORES DE VIBRACIÓN:** Dispositivo o sustancia suave o flexible, que reduce la transmisión de una vibración.

**EMISOR:** Conexión de un transistor marcada con una punta de flecha.

**EMPAQUE (Burllete):** Dispositivo sellante, consistente de material suave o uno o más elementos suaves que se unen.

**EMPAQUE MAGNÉTICO:** Material para sellar puertas, el cual mantiene las puertas fuertemente cerradas, mediante pequeños imanes insertados en el empaque.

**EMPAQUE, ESPUMA DE:** Material para sellar uniones, hecho de tiras de espuma de hule o plástico.

**ENDOTÉRMICA, REACCIÓN:** Reacción química en la cual se absorbe calor.

**ENERGÍA:** Habilidad real o potencial de efectuar trabajo.

**ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA:** Energía que tiene características eléctricas y magnéticas. La energía solar es electromagnética.

**ENERGÍA, CONSERVACIÓN DE LA:** Proceso de instituir cambios que resultarán en ahorros de energía, sobre la revisión de los cálculos para determinar las cargas principales.

**ENFRIADOR:** Intercambiador de calor que extrae calor de las sustancias.

**ENFRIADOR DE AGUA (Chiller):** Sistema de aire acondicionado, el cual circula agua fría a varios serpentines de enfriamiento, en una instalación.

**ENFRIADOR DE AIRE:** Mecanismo diseñado para bajar la temperatura del aire que pasa a través de él.

**ENTALPÍA:** La cantidad de calor en un kilogramo de sustancia, calculada de una base de temperatura aceptada. La temperatura de 0 °C, es una base aceptada para los cálculos del vapor de agua. Para cálculos de refrigeración, la base aceptada es de -40°C.

**ENTROPIA:** Factor matemático usado en cálculos de ingeniería. La energía en un sistema.

**ENZIMA:** Sustancia orgánica compleja, originada por células vivas, que acelera los cambios químicos en los alimentos. La acción de las enzimas se disminuye con el enfriamiento.

**ESCALA CENTÍGRADA:** Escala de temperaturas usada en el sistema métrico. El punto de congelación de agua a la presión atmosférica normal, es de 0°C, y el punto de ebullición, es de 100°C.

**ESCALA FAHRENHEIT:** En un termómetro Fahrenheit, bajo la presión atmosférica normal, el punto de ebullición del agua es de 212°F, y el punto de congelación es de 32°F arriba de cero.

**ESCALA KELVIN (K):** Escala de temperatura, en la cual, la unidad de medición es igual al grado centígrado, y de acuerdo a la cual, el cero absoluto es 0°K, equivalentes a -273.16°C. En esta escala el agua se congela a 273.16°K y ebulle a 373.16°K.

**ESCALA RANKINE (R):** Nombre dado a la escala de temperaturas absolutas, cuyas unidades son similares a los grados Fahrenheit. El cero (0°R) en esta escala equivale a -460°F.

**ESPACIO MUERTO:** Pequeño espacio en un cilindro, del cual no ha sido expulsado completamente el gas comprimido. Para una operación efectiva, los compresores se diseñan para tener un espacio muerto, tan pequeño como sea posible.

**ESPUMA DE URETANO:** Tipo de aislamiento espumado, en medio de las paredes interiores y exteriores de un contenedor.

**ESPUMADO:** Formación de espuma en una mezcla de aceite-refrigerante, debido a la rápida evaporación del refrigerante disuelto en el aceite. Esto es más probable que suceda, cuando arranca el compresor y la presión se reduce repentinamente.

**ESTACIÓN CENTRAL:** Ubicación central de la unidad de condensación con el condensador, ya sea enfriado por agua o aire. El evaporador se instala donde sea necesario, y se conecta a la unidad de condensación central.

**ESTATOR:** Parte estacionaria de un motor eléctrico.

**ESTETOSCOPIO:** Instrumento utilizado en refrigeración para detectar sonidos y localizar su origen, principalmente en los compresores.

**ESTRATIFICACIÓN DEL AIRE:** Condición en la que hay poco, o ningún movimiento de aire, en un cuarto. El aire permanece en capas de temperaturas.

**ETANO (R-170):** Fluido refrigerante de muy poco uso. En la actualidad, se agrega a otros refrigerantes para mejorar la circulación de aceite.

**EUTÉCTICO:** Cierta mezcla de dos sustancias, que proporciona la temperatura de fusión más baja de todas las mezclas, de esas dos sustancias.

**EUTÉCTICO, PUNTO:** Temperatura de congelación para soluciones eutécticas.

**EVACUACIÓN:** Extracción de aire (gas) y humedad, de un sistema de refrigeración o aire acondicionado, mediante una bomba de vacío.

**EVAPORACIÓN:** Término aplicado al cambio de estado de líquido a vapor. En este proceso se absorbe calor.

**EVAPORADOR:** Componente del mecanismo de un sistema de refrigeración, en el cual, el refrigerante se evapora y absorbe calor.

**EVAPORADOR DE CASCO Y TUBOS:** Evaporador del tipo inundado, utilizado principalmente para enfriar líquidos. Generalmente, el líquido circula por los tubos que están dentro del casco cilíndrico, o viceversa.

**EVAPORADOR DE EXPANSIÓN DIRECTA:** Evaporador que utiliza como dispositivo de control de líquido, una válvula de expansión automática, o termostática.

**EVAPORADOR INUNDADO:** Evaporador que todo el tiempo contiene refrigerante líquido.

**EVAPORADOR SECO:** Evaporador en el que el refrigerante está en forma de gotas.

**EXCÉNTRICO:** Círculo o disco montado fuera de centro en una flecha.

**EX FILTRACIÓN:** Flujo lento de aire desde el edificio hacia el exterior.

**EXHIBIDOR ABIERTO:** Refrigerador comercial, diseñado para mantener su contenido a temperaturas de refrigeración, aunque el contenido esté en una caja abierta.

**EXOTÉRMICA, REACCIÓN:** Reacción química en la que se libera calor.

**EXTREMO ACAMPANADO:** Estructura del extremo de la placa de un motor eléctrico, donde generalmente se aloja el cojinete.

## **F**

**FACTOR DE POTENCIA:** Coeficiente de corrección para los valores de la corriente o voltaje cambiante de la fuerza de CA.

**FARADIO:** Unidad eléctrica de capacidad. Capacidad de un condensador, que cuando se carga con un coulomb de electricidad, da un diferencial de potencial de un voltio.

**FASE:** Distinta función operacional durante un ciclo.

**FILTRO:** Dispositivo para retener partículas extrañas de un fluido.

**FILTRO DE CARBÓN:** Filtro de aire, que utiliza carbón activado como agente limpiador.

**FILTRO ELECTROSTÁTICO:** Para limpiar aire, tipo de filtro que da a las partículas una carga eléctrica. Esto causa que las partículas sean atraídas a una placa para que sean extraídas del aire.

**FILTRO-DESHIDRATADOR:** Dispositivo empleado para la limpieza del refrigerante y del aceite, en los sistemas de refrigeración. Retiene toda clase de contaminantes, tales como: suciedad, rebabas, ceras, humedad, ácidos, óxidos, etc.

**FLAPPER, VÁLVULA:** Válvula de metal delgada, usada en los compresores de refrigeración, la cual permite el flujo del gas refrigerante en un solo sentido.

**FLARE:** Agrandamiento (abocinado) que se hace en el extremo de un tubo flexible, por medio del cual, el tubo se une a una conexión o a otro tubo. Este agrandamiento se hace a un ángulo de aproximadamente 45°. Las conexiones lo oprimen firmemente, para hacer la unión fuerte y a prueba de fugas.

**FLARE, CONEXIÓN:** Extremo de una conexión o accesorio roscado con punta cónica (45°), para recibir el "flare" de un tubo con su tuerca respectiva.

**FLARE, TUERCA:** Tuerca utilizada para sujetar el "flare" de un tubo contra otra conexión.

**FLOTADOR DEL LADO DE ALTA:** Mecanismo para control de refrigerante, que controla el nivel de refrigerante líquido, en el lado de alta presión del sistema.

**FLOTADOR DEL LADO DE BAJA:** Válvula de control de refrigerante, operada por el nivel del refrigerante líquido, en el lado de baja presión del sistema.

**FLUCTUACIÓN (Hunting):** Este término, aplicado a cualquier tipo de mecanismo, significa que el mecanismo primero viaja en extremo en un sentido, y luego se regresa a otro extremo en el sentido opuesto. En refrigeración, particularmente en las válvulas de expansión, si una válvula "fluctúa", significa que alternadamente abrirá excesivamente, permitiendo que entre demasiado refrigerante al evaporador, y luego, cerrará demasiado, no permitiendo suficiente refrigerante al evaporador.

**FLUIDO:** Sustancia que puede estar en estado líquido o gaseoso. Sustancia que contiene partículas, las cuales se mueven y cambian de posición sin separación de la masa.

**FLUIDO CRIOGÉNICO:** Sustancia que existe como líquido o como gas, a temperaturas ultra bajas (-157°C o menores).

**FLUIDO DIELECTRICO:** Fluido con alta resistencia eléctrica.

**FOTOELECTRICIDAD:** Acción física, en la cual se genera un flujo eléctrico por ondas de luz.

**FOTÓN:** Partícula de energía electromagnética, encontrada en la radiación solar.

**FREÓN:** Nombre comercial para una familia de refrigerantes químicos sintéticos, fabricados por E.I. DuPont de Nemours & Company Inc.

**FRÍO:** La ausencia de calor. Temperatura considerablemente por debajo de la normal.

**FUELLE:** Contenedor cilíndrico corrugado, el cual se mueve al cambiar la presión, o proporciona un sello durante el movimiento de partes.

**FUERZA:** La fuerza es una presión acumulada, se expresa en Newtons (N) en el Sistema Internacional, o en libras (Lb), en el Sistema Inglés.

**FUERZA ELECTROMOTRIZ (f.e.m.):** Voltaje. Fuerza eléctrica que causa que la corriente (electrones libres) fluya o se mueva en un circuito eléctrico. La unidad de medición es el voltio.

**FUNDETE:** Sustancia aplicada a las superficies que van a ser unidas por soldadura, para evitar que se formen óxidos y para producir la unión.

**FUSIBLE:** Dispositivo de seguridad eléctrico que consiste de una tira de metal fusible, la cual se funde cuando se sobrecarga el circuito.

**FUSIBLE, TAPÓN:** Tapón o conexión hecha con un metal de temperatura de fusión baja conocida. Se usa como dispositivo de seguridad para liberar presión en caso de incendio o sobrepresión.

## G

**GABINETE PARA HELADO:** Refrigerador comercial que opera a aproximadamente  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ); se utiliza para almacenar helado.

**GALVÁNICA, ACCIÓN:** Desgaste de dos metales diferentes, debido al paso de corriente eléctrica entre ambos. Esta acción se incrementa en la presencia de humedad.

**GAS:** Fase o estado de vapor de una sustancia. Un gas es un vapor sobrecalentado, muy lejos de su temperatura de saturación.

**GAS INERTE:** Gas que no cambia de estado ni químicamente, cuando está dentro de un sistema, aunque se exponga a otros gases.

**GAS INSTANTÁNEO (Flash Gas):** Evaporación instantánea de refrigerante líquido en el evaporador, lo que enfría el refrigerante líquido remanente, a la temperatura de evaporación deseada.

**GAS LICUADO:** Gas abajo de cierta temperatura y arriba de cierta presión, que se vuelve líquido.

**GAS NO CONDENSABLE:** Gas que no se convierte en líquido a las temperaturas y presiones de operación.

**GOLPE DE LÍQUIDO:** Condición que se presenta cuando en un sistema de expansión directa, el exceso de refrigerante líquido sale del evaporador y entra al compresor, dañándolo.

**GRANO (Grain):** Unidad de peso utilizada para indicar la cantidad de humedad en el aire. Un kilogramo contiene 15,415 granos; una libra contiene 7,000 granos.

**GRAVEDAD ESPECÍFICA:** Peso de un líquido comparado con el peso del agua, la cual tiene un valor asignado de 1.0.

## H

**HALÓGENOS:** Grupo de elementos a los que pertenecen el yodo, el bromo, el cloro y el flúor.

**HERTZIO (Hz):** Unidad para medir la frecuencia. Término correcto para referirse a los ciclos por segundo.

**Hg (MERCURIO):** Elemento metálico pesado color plata. Es el único metal líquido a temperaturas ambiente ordinarias.

**HIDRÁULICA:** Rama de la física, que tiene que ver con las propiedades mecánicas del agua y otros líquidos en movimiento.

**HIDROCARBUROS:** Compuestos orgánicos que contienen solamente hidrógeno y carbono, en varias combinaciones.

**HIDRÓMETRO:** Instrumento flotante utilizado para medir la gravedad específica de un líquido.

**HIELO SECO:** Sustancia refrigerante hecha de bióxido de carbono sólido, el cual cambia de sólido a gas (se sublima). Su temperatura de sublimación es de  $-78^{\circ}\text{C}$ .

**HIGRÓMETRO:** Instrumento utilizado para medir el grado de humedad en la atmósfera.

**HIGROSCÓPICO:** Habilidad de una sustancia para absorber y soltar humedad, y cambiar sus dimensiones físicas, conforme cambia su contenido de humedad.

**HP (Horsepower):** Unidad de potencia que equivale a 33,000 pie-lb de trabajo por minuto. Un HP eléctrico es igual a 745.7 wat.

**HUMEDAD:** Vapor de agua presente en el aire atmosférico.

**HUMEDAD ABSOLUTA:** Cantidad de humedad (vapor de agua) en el aire, indicada en  $\text{g}/\text{m}^3$  de aire seco (granos/pie cúbico).

**HUMEDAD RELATIVA (hr):** La cantidad de humedad en una muestra de aire, en comparación con la cantidad de humedad que el aire tendría, estando totalmente saturado y a la misma temperatura.

**HUMIDIFICADOR:** Dispositivo utilizado para agregar y controlar humedad.

**HUMIDISTATO:** Control eléctrico operado por cambios de humedad.

## I

**IGUALADOR EXTERNO:** Tubo conectado al lado de baja presión del diafragma de una válvula termostática, y a la conexión de salida del evaporador.

**IMÁN PERMANENTE:** Material que tiene sus moléculas alineadas y tiene su propio campo magnético. Barra de metal que ha sido magnetizada permanentemente.

**IME (Ice Melting Effect):** Cantidad de calor absorbido por el hielo al derretirse a  $0^{\circ}\text{C}$ . Su valor es de 144 btu/l de hielo o 288,000 btu/TR (80 Kcal/kg).

**IMPEDANCIA:** Es la oposición en un circuito eléctrico al flujo de una corriente alterna, que es similar a la resistencia eléctrica de una corriente directa.

**IMPULSOR:** Parte rotatoria de una bomba.

**INDICADOR DE LÍQUIDO ELECTRÓNICO:** Dispositivo que envía una señal audible, cuando al sistema le hace falta refrigerante.

**INDICADOR DE LÍQUIDO Y HUMEDAD (Visor):** Accesorio que se instala en la línea de líquido, el cual proporciona una ventana de vidrio, a través de la cual se puede observar el flujo del refrigerante líquido. También contiene un elemento sensible a la humedad, cuyo color indica el contenido de humedad.

**INFILTRACIÓN:** Paso del aire exterior hacia el edificio, a través de ventanas, puertas, grietas, etc...

**INHIBIDOR:** Sustancia que evita una reacción química como la oxidación o la corrosión.

**INSTRUMENTO:** Dispositivo que tiene habilidades para registrar, indicar, medir y/o controlar.

**INTENSIDAD DEL CALOR:** Concentración de calor en una sustancia, como se indica por la temperatura de esa sustancia, mediante el uso de un termómetro.

**INTERCAMBIADOR DE CALOR:** Dispositivo utilizado para transferir calor de una superficie caliente a una superficie menos caliente. (Los evaporadores y condensadores son intercambiadores de calor).

**INTERENFRIAMIENTO:** Enfriamiento de vapor y líquido en un sistema de refrigeración de doble etapa. El vapor de la descarga de la primera etapa, es enfriado hasta casi su temperatura de saturación, antes de entrar a la siguiente etapa de compresión. También, el líquido del recibidor de la segunda etapa, puede ser enfriado a la temperatura de succión intermedia.

**INTERRUPTOR DE PRESIÓN:** Interruptor operado por una disminución o por un aumento de presión.

**INTERRUPTOR DE PRESIÓN (ALTA):** Interruptor de control eléctrico, operado por la presión del lado de alta, el cual automáticamente abre un circuito eléctrico, si se alcanza una presión demasiado alta. Se conecta en serie con el motor para detenerlo por alta presión.

**INTERRUPTOR DE PRESIÓN (BAJA):** Dispositivo para proteger el motor, el cual detecta la presión del lado de baja. El interruptor se conecta en serie con el motor y lo detendrá, cuando haya una presión excesivamente baja.

**INTERRUPTOR DE PRESIÓN (DE ACEITE):** Dispositivo para proteger al compresor y el motor, en caso de una falla en la presión del aceite. Se conecta en serie con el motor y lo detendrá, durante los periodos de baja presión de aceite.

**INTERRUPTOR SPDT:** Interruptor eléctrico con una navaja (hoja) y dos puntos de contacto.

**INTERRUPTOR SPST:** Interruptor eléctrico con una navaja (hoja) y un punto de contacto.

**INUNDACIÓN:** Acto de permitir que un líquido fluya hacia una parte del sistema.

**IÓN:** Átomo o grupo de átomos cargados eléctricamente.

**IQF (Individual Quick Freezing):** Mecanismo de refrigeración, que se utiliza para la congelación rápida de alimentos en piezas pequeñas. Consiste de una banda de velocidad variable, la cual transporta los alimentos a través de un túnel, donde cada pieza es individualmente congelada mediante aire frío que circula a alta velocidad.

**ISOTERMA:** Nombre con el que se conoce a la línea o líneas que en una gráfica, representan un cambio a temperatura constante.

**ISOTÉRMICA (EXPANSIÓN O CONTRACCIÓN):** Acción que se lleva a cabo sin un cambio de temperatura.

**ISOTÉRMICO:** Cambio de volumen o presión bajo condiciones de temperatura constante.

## J

**JAULA DE ARDILLA:** Ventilador que tiene sus hojas paralelas al eje, y mueve aire en un ángulo recto o perpendicular ha dicho eje.

**JOULE (J):** Unidad de energía del Sistema Internacional (SI). Un Joule equivale al trabajo realizado por la fuerza de un Newton, cuando el punto de aplicación se desplaza una distancia de un metro, en dirección de la fuerza.

**JOULE-THOMPSON, EFECTO:** Cambio en la temperatura de un gas, al expandirse a través de un tapón poroso, desde una presión alta a una presión más baja.

**JUNTA DE EXPANSIÓN:** Dispositivo que se instala en la tubería, diseñado para permitir el movimiento de la tubería a causa de expansiones y contracciones, ocasionadas por los cambios de temperatura.

## K

**KELVIN:** (Ver Escala Kelvin).

**KILO VOLT AMPERE (KVA):** Unidad de flujo eléctrico igual al voltaje, multiplicado por el amperaje, y dividido entre mil. Unidad de fuerza que se usa cuando el circuito de fuerza, tiene un factor de potencia diferente a 1.0. ( $KW = KVA \times \cos \theta$ ).

**KILOCALORÍA:** Unidad de energía y trabajo, equivalente a mil calorías. Ver caloría.

**KILOPASCAL (kPa):** Unidad de presión absoluta equivalente a mil Pascales. Ver Pascal.

**KILOWATT (Kw):** Unidad de potencia equivalente a mil Wat. Ver Wat.

## L

**LACA:** Recubrimiento o acabado protector, el cual forma una película, por evaporación de un compuesto volátil.

**LADO DE ALTA:** Partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran bajo la presión de condensación o alta presión.

**LADO DE BAJA:** Partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran por abajo de la presión de evaporación o baja presión.

**LADO DE SUCCIÓN:** Lado de baja presión del sistema, que se extiende desde el control de refrigerante, pasando por el evaporador, la línea de succión, hasta la válvula de servicio de entrada al compresor.

**LÁMPARA DE HALURO:** Tipo de antorcha o soplete, para detectar fugas de refrigerantes halogenados, de manera segura en un sistema.

**LÁMPARA ESTERILIZADORA:** Lámpara que tiene un rayo ultravioleta de alta intensidad, utilizada para matar bacterias. También se usa en gabinetes para almacenar alimentos y en ductos de aire.

**LÁMPARA INFRARROJA:** Dispositivo eléctrico que emite rayos infrarrojos; mas allá del rojo en el espectro visible.

**LAVADOR DE AIRE:** Dispositivo utilizado para limpiar el aire, mientras se aumenta o se disminuye su humedad.

**LEY DE DALTON:** "La presión de vapor creada en un recipiente, por una mezcla de gases, es igual a la suma de las presiones de vapor individuales de los gases, contenidos en la mezcla".

**LICOR:** En refrigeración, se llama así, a la solución utilizada en los sistemas de refrigeración por absorción.

**LIMPIADOR DE AIRE:** Dispositivo utilizado para remover impurezas producidas en el aire.

**LÍNEA DE DESCARGA:** En un sistema de refrigeración, es la tubería que acarrea el gas refrigerante, desde el compresor hasta el condensador.

**LÍNEA DE LÍQUIDO:** Tubería que acarrea refrigerante líquido, desde el condensador o recibidor, hasta el mecanismo de control de refrigerante.

**LÍNEA DE SUCCIÓN:** Tubería que acarrea refrigerante gaseoso, desde el evaporador hasta el compresor.

**LÍNEA DE TIERRA:** Alambre eléctrico que conduce electricidad de manera segura, desde una estructura hacia el suelo.

**LÍQUIDO:** Sustancia cuyas moléculas se mueven libremente entre sí, pero que no tienden a separarse como las de un gas.

**LÍQUIDOS INFLAMABLES:** Líquidos que tienen un punto de encendido abajo de 60°C (140°F), y una presión de vapor que no excede los 276 kPa (40 psia) a 38°C (100°F).

**LUBRICACIÓN FORZADA:** Sistema de lubricación que utiliza una bomba, para forzar al aceite hacia las partes móviles.

**LUBRICACIÓN POR SALPICADURA:** Método de lubricar las partes móviles, agitando o salpicando el aceite dentro del cárter.

## **M**

**MAGNETISMO:** Campo de fuerza que hace que un imán atraiga materiales ferrosos o de níquel-cobalto.

**MAGNETISMO INDUCIDO:** Habilidad de un campo magnético para producir magnetismo en un metal.

**MANEJADORA DE AIRE:** Abanico-ventilador, serpentín de transferencia de calor, filtro y partes de la cubierta de un sistema.

**MANIFOLD DE SERVICIO (Múltiple):** Dispositivo con manómetros, mangueras y válvulas manuales interconectados, que utilizan los técnicos para dar servicio a los sistemas de refrigeración.

**MANÓMETRO:** Instrumento para medir presiones de gases y vapores. Es un tubo de vidrio (o plástico) en forma de "U", con una cantidad de líquido (agua o mercurio) y los extremos abiertos.

**MANÓMETRO COMPUESTO:** Instrumento para medir presiones por arriba y abajo de la presión atmosférica.

**MANÓMETRO DE ALTA PRESIÓN:** Instrumento para medir presiones en el rango de 0 a 500 psig (101.3 a 3,600 kPa).

**MANÓMETRO DE BAJA PRESIÓN:** Instrumento para medir presiones en el rango de 0 a 50 psia (0 a 350 kPa).

**MANÓMETRO DE BOURDON:** Instrumento para medir presión de gases y vapores, el cual se basa en el tubo de Bourdon. Son circulares y consisten de carátula y aguja para indicar la presión.

**MANÓMETRO DE COMPRESIÓN:** Instrumento usado para medir presiones positivas (arriba de la presión atmosférica) solamente. La carátula de estos manómetros, normalmente va de 0 a 300 psig (101.3 a 2,170 kPa).

**MANOVACUÓMETRO:** Ver Vacuómetro.

**MASA:** Cantidad de materia mantenida junta, de tal manera que forma un cuerpo.

**MBH:** Miles de BTU (14 MBH = 14,000 BTU).

**MEDIDOR DE FLUJO:** Instrumento utilizado para medir la velocidad o el volumen de un fluido en movimiento.

**MEGOHMETRO:** Instrumento para medir resistencias eléctricas extremadamente altas (en el rango de millones de ohms).

**MEGOHMIO:** Unidad para medir la resistencia eléctrica. Un megohmio es igual a un millón de ohms.

**MERCROID, BULBO:** Interruptor de circuito eléctrico, que utiliza una pequeña cantidad de mercurio en un tubo de vidrio sellado, para hacer o romper contacto eléctrico con las terminales dentro del tubo.

**MET:** Término aplicado al calor liberado por un humano en reposo. Es igual a 50 Kcal/m<sup>2</sup> Hr ó 58 W/m<sup>2</sup> (18.4 BTU/ pie<sup>2</sup> Hr).

**MICRO:** La millonésima parte de una unidad especificada.

**MICROFARADIO (mfd):** Unidad de la capacidad eléctrica de un capacitor. Un microfaradio es igual a la millonésima parte de un faradio.

**MICRÓMETRO:** Instrumento de medición, utilizado para hacer mediciones precisas hasta de 0.01 mm.

**MICRÓN:** Unidad de longitud en el sistema métrico, que equivale a la milésima parte (1/1000) de un milímetro.

**MICROPROCESADOR:** Componente eléctrico que consiste de circuitos integrados, los cuales pueden aceptar y almacenar información, y controlar un dispositivo de capacidad.

**MILI:** Prefijo utilizado para denotar una milésima parte (1/1,000); por ejemplo, mili voltio significa la milésima parte de un voltio.

**MIRILLA:** Tubo o ventana de vidrio en el sistema de refrigeración, que sirve para mostrar la cantidad de refrigerante o aceite, e indica la presencia de burbujas de gas en la línea de líquido.

**MISCIBILIDAD:** La capacidad que tienen las sustancias para mezclarse.

**MOFLE DE DESCARGA:** Cámara de absorción de ruidos; se usa en compresores de refrigeración, para reducir el ruido de las pulsaciones del gas de descarga.

**MOLÉCULA:** La parte más pequeña de un átomo o un compuesto, que retiene la identidad química de esa sustancia.

**MONOCLORODIFLUOROMETANO:** Refrigerante mejor conocido como R-22. Su fórmula química es  $\text{CHClF}_2$ . El código de color del cilindro donde se envasa es verde.

**MONÓXIDO DE CARBONO (CO):** Gas incoloro, inodoro y venenoso. Se produce cuando se quema carbón o combustibles carbonosos con muy poco aire.

**MOTOR:** Máquina rotatoria que transforma energía eléctrica en movimiento mecánico.

**MOTOR DE CUATRO POLOS:** Motor eléctrico de 1,800 rpm, 60Hz (velocidad síncrona).

**MOTOR DE DOS POLOS:** Motor eléctrico de 3,600 rpm, 60 Hz (velocidad síncrona).

**MOTOR DE FASE DIVIDIDA:** Motor con dos devanados de estator. Ambos devanados están en uso durante el arranque. Uno se desconecta por un interruptor centrífugo, después que el motor adquiere velocidad. Posteriormente, el motor opera solamente sobre el otro devanado.

**MOTOR DE INDUCCIÓN:** Motor de corriente alterna, que opera sobre el principio del campo magnético rotatorio. El rotor no tiene conexión eléctrica, pero recibe energía eléctrica, por la acción de transformador del campo de los devanados.

**MOTOR DE POLOS SOMBREADOS:** Pequeño motor de CA, diseñado para arrancar bajo cargas ligeras.

**MOTOR HERMÉTICO:** Motor que mueve al compresor, sellado, dentro del mismo casco que contiene al compresor.

**MOTOR MONOFÁSICO:** Motor eléctrico que opera con corriente alterna de una sola fase.

**MOTOR POLIFÁSICO:** Motor eléctrico diseñado para usarse con circuitos eléctricos de tres o cuatro fases.

**MOTOR UNIVERSAL:** Motor eléctrico que opera ya sea con CA o con CD.

**MUÑÓN:** Parte del cigüeñal (o flecha), que está en contacto con los cojinetes del extremo largo de la biela.

## N

**NEOPRENO:** Hule sintético, resistente al aceite y gas hidrocarburo.

**NEUTRALIZADOR:** Sustancia utilizada para contrarrestar ácidos, en un sistema de refrigeración.

**NEUTRÓN:** La parte del núcleo de un átomo, el cual no tiene potencial eléctrico; eléctricamente es neutro.

**NEVERA:** Ver "Gabinete para Helado".

**NEWTON:** Unidad de fuerza del Sistema Internacional (SI), equivalente a la fuerza ejercida sobre un objeto que tiene una masa de un kilogramo, y una aceleración gravitacional de 1 m/seg<sup>2</sup>.

**NITRÓGENO LÍQUIDO:** Nitrógeno en forma líquida, utilizado como refrigerante de baja temperatura, en sistemas de refrigeración sacrificables o químicos.

**NÚCLEO DE AIRE:** Bobina de alambre que no tiene núcleo metálico.

**NÚCLEO MAGNÉTICO:** Espacio en el que existen líneas de fuerza magnéticas.

**NÚMERO DE REYNOLDS:** Relación numérica de las fuerzas dinámicas del flujo de masa, con el esfuerzo puro debido a la viscosidad.

## O

**OHM (R):** Unidad de medición de la resistencia eléctrica. Un ohm existe, cuando un voltio causa un flujo de un amper.

**ÓHMETRO:** Instrumento para medir la resistencia eléctrica en ohms.

**OHM, LEY DE:** Relación matemática entre el voltaje, la corriente y la resistencia en un circuito eléctrico, descubierta por George Simón Ohm. Esta se establece como sigue: el voltaje (V), es igual a la corriente en amperes (I), multiplicada por la resistencia (R) en ohms;  $V = I \times R$ .

**ORGÁNICO:** Perteneciente a o derivado de organismos vivos.

**ORIFICIO:** Abertura de tamaño exacto para controlar el flujo de fluidos.

**OSCILOSCOPIO:** Tubo con recubrimiento fluorescente, que muestra visualmente una onda eléctrica.

**OZONO:** Una forma de oxígeno, O<sub>3</sub>, que tiene tres átomos en su molécula, generalmente es producido por descargas eléctricas a través del aire. La capa de ozono, es la capa externa de la atmósfera de la tierra, que absorbe la luz ultravioleta del sol, y protege a las capas más bajas y a la tierra de los dañinos rayos. En esta capa de ozono, han ocurrido agujeros causados por el cloro. Los clorofluorocarbonos (CFC's) contienen cloro, y cuando se liberan a la atmósfera, deterioran la capa de ozono.

## P

**PARO (Cut -Out):** Término usado para referirse al valor de la presión o temperatura, a la cual se abre el circuito eléctrico de un control.

**PASCAL (Pa):** Unidad de presión absoluta en el sistema internacional (SI); es igual a la fuerza de un Newton ejercida sobre una superficie de un m<sup>2</sup>; Pa = N/m<sup>2</sup>. Para algunos fines científicos o prácticos, el Pascal puede resultar una unidad muy pequeña, por lo que entonces se utiliza el kilo Pascal (kPa) o el BAR. 1 kPa = 1,000 Pa y 1 BAR = 100 kPa.

**PASCAL, LEY DE:** Esta ley establece que la presión aplicada a un fluido, se transmite igualmente en todas direcciones. Para honrar a Pascal, el sistema internacional de unidades (SI), utiliza el término Pascal como unidad de presión.

**PEINE PARA CONDENSADOR:** Dispositivo en forma de peine, de metal o plástico, usado para enderezar las aletas de metal en los condensadores.

**PERMANGANATO DE POTASIO:** Compuesto utilizado en filtros de carbón para ayudar a reducir los olores.

**pH:** Medición de la concentración de iones de hidrógeno libres en una solución acuosa. El rango del pH va de 1 (acidez) hasta 14 (alcalinidad). Un pH de 7 es neutral.

**PIEZOELÉCTRICO:** Propiedad del cristal de cuarzo que le causa vibración, cuando se le aplica un voltaje de alta frecuencia (500 kHz o más alto). Este concepto se utiliza para atomizar agua en un humidificador.

**PIE-LIBRA:** Unidad de trabajo. Un pie-libra es la cantidad de trabajo que se ejerce, al levantar un peso de una libra a una altura de un pie.

**PIRÓMETRO:** Instrumento utilizado para medir altas temperaturas.

**PLACA DE IDENTIFICACIÓN:** Placa comúnmente montada sobre el casco de los compresores y motores, la cual proporciona información relativa sobre el fabricante, número de parte y especificaciones.

**PLATO DE VÁLVULAS:** Parte del compresor, que se encuentra ubicada entre la parte alta del cuerpo del compresor y la cabeza. Contiene las válvulas y los puertos del compresor.

**POLEA:** Volante plano con ranuras en forma de "V". Cuando se instala en el motor y en el compresor, proporciona medios para darle movimiento.

**POLEA TENSORA (LOCA):** Polea que tiene un paso variable, y que puede ajustarse para proporcionar diferentes relaciones de impulso de polea.

**POLIESTIRENO:** Plástico utilizado como aislante, en algunas estructuras refrigeradas.

**POLIURETANO:** Cualquier polímero de hule sintético, producido por la polimerización de un grupo HO y NCO, a partir de dos diferentes compuestos. En refrigeración, se utiliza como aislante y en productos moldeados.

**POLO DEL CAMPO:** Parte del estator de un motor, el cual concentra el campo magnético del campo del devanado.

**POLO NORTE (MAGNÉTICO):** Extremo de un imán, del cual fluyen hacia afuera, las líneas de fuerza magnéticas.

**POLO SUR (MAGNÉTICO):** Extremo de un imán hacia el cual fluyen las líneas de fuerza magnética.

**PORCELANA:** Recubrimiento de cerámica aplicado a superficies de acero.

**POTENCIAL ELÉCTRICO:** Fuerza eléctrica que mueve o intenta mover electrones, a lo largo de un conductor o una resistencia.

**POTENCIÓMETRO:** Instrumento para medición o control, el cual funciona al detectar pequeños cambios en la resistencia eléctrica.

**PPM (PARTES POR MILLÓN):** Unidad para medir la concentración de un elemento en otro.

**PRESIÓN:** Energía impactada sobre una unidad de área. Fuerza o empuje sobre una superficie.

**PRESIÓN ABSOLUTA:** Es la suma de la presión manométrica más la presión atmosférica.

**PRESIÓN ATMOSFÉRICA:** Presión que ejerce el aire atmosférico sobre la tierra. Se mide en kPa, mm de Hg, kg/cm<sup>2</sup>, lb/pulg<sup>2</sup>, etc. Al nivel del mar, tiene un valor de 101.325 kPa (14.696 lb/pulg<sup>2</sup>).

**PRESIÓN CRÍTICA:** Condición comprimida del refrigerante, en la cual el líquido y el gas, tienen las mismas propiedades.

**PRESIÓN DE ALTA:** Término empleado para referirse a la presión, a la cual se lleva a cabo la condensación, en un sistema de refrigeración.

**PRESIÓN DE BAJA:** Presión del lado de baja del ciclo de refrigeración, a la cual se lleva a cabo la evaporación.

**PRESIÓN DE CONDENSACIÓN:** Presión dentro de un condensador, a la cual el vapor de refrigerante, cede su calor latente de evaporación y se vuelve líquido. Esta varía con la temperatura.

**PRESIÓN DE DISEÑO:** La más alta o más severa presión esperada, durante la operación. Algunas veces, se usa como la presión de operación calculada, más una tolerancia por seguridad.

**PRESIÓN DE OPERACIÓN:** Presión real a la cual trabaja el sistema, bajo condiciones normales. Puede ser positiva o negativa (vacío).

**PRESIÓN DE SUCCIÓN:** En un sistema de refrigeración, se llama así a la presión a la entrada del compresor.

**PRESIÓN DE VAPOR:** Presión ejercida por un vapor o un gas.

**PRESIÓN ESTÁTICA:** Presión de un fluido, expresada en términos de la altura de columna de un fluido, tal como el agua o el mercurio.

**PRESIÓN PIEZOMÉTRICA:** En un sistema de refrigeración, se llama así, a la presión contra la que descarga el compresor. Comúnmente, es la presión que existe en el lado del condensador, y se mide en la descarga del compresor.

**PRESIÓN RELATIVA:** Es la presión medida por los Manómetros (Presión Manométrica)

**PRESIONES PARCIALES:** Condición donde dos o más gases ocupan un espacio, cada uno ejerciendo parte de la presión total.

**PRESOSTATO:** Ver INTERRUPTOR DE PRESIÓN.

**PRESOSTATO DE ALTA (AP):** Ver INTERRUPTOR DE PRESIÓN (ALTA).

**PRESOSTATO DE ALTA Y BAJA (ABP):** Combinación del presostato de baja y de alta en un mismo dispositivo.

**PRESOSTATO DE BAJA (BP):** Ver INTERRUPTOR DE PRESIÓN (BAJA).

**PRESOSTATO DIFERENCIAL DE ACEITE (PDA):** Ver INTERRUPTOR DE PRESIÓN (ACEITE).

**PRE-ENFRIADOR:** Dispositivo que se utiliza para enfriar el refrigerante, antes de que entre al condensador principal.

**PROPANO:** Hidrocarburo volátil, utilizado como combustible o refrigerante.

**PROTECTOR DE SOBRECARGA:** Dispositivo operado ya sea por temperatura, corriente o presión, que detiene la operación de la unidad, si surgen condiciones peligrosas.

**PROTECTOR (ELÉCTRICO):** Dispositivo eléctrico que abrirá un circuito eléctrico, si ocurren condiciones eléctricas excesivas.

**PROTÓN:** Partícula de un átomo con carga positiva.

**PSI:** Iniciales de "pounds per square inch", se usan para expresar presiones en el sistema inglés.

**PSIA:** Iniciales de "pounds per square inch absolute", se usan para expresar presiones absolutas en el sistema inglés.

**PSICOMÉTRICA, MEDICIÓN:** Medición de las propiedades del aire: como temperatura, presión, humedad, etc., utilizando una carta psicométrica.

**PSICRÓMETRO:** Instrumento para medir la humedad relativa del aire.

**PSICRÓMETRO DE ASPIRACIÓN:** Instrumento que fuerza a circular una muestra de aire, a través de su interior, para medir la humedad relativa.

**PSICRÓMETRO DE ONDA:** Instrumento de medición, con termómetros de bulbo seco y de bulbo húmedo. Moviéndolo rápidamente en el aire, se mide la humedad relativa.

**PSIG:** Iniciales de "pounds per square inch gauge", se usan para expresar presiones manométricas en el sistema inglés.

**PULIDO:** Suavizar una superficie metálica, hasta un alto grado de refinamiento o precisión, utilizando un abrasivo fino.

**PUMP DOWN:** Acción de utilizar un compresor o una bomba, para reducir la presión dentro de un contenedor o sistema. En un sistema de refrigeración, es la condición donde se detiene el flujo de refrigerante líquido, hacia un recipiente (comúnmente el evaporador), y el vapor formado del líquido remanente en ese recipiente, es bombeado por el compresor. Esto se hace hasta reducir la presión a cierto valor, o se puede prolongar hasta remover todo el refrigerante. Este método, generalmente, se hace automático conectando la válvula solenoide de líquido con el termostato, y el interruptor de baja presión con el motor del compresor.

**PUNTO DE CONGELACIÓN:** Temperatura a la cual se solidifica un líquido al extraerle calor. La temperatura (o punto) de congelación del agua es de 0°C (32°F), a la presión normal o atmosférica.

**PUNTO DE CONGELACIÓN, DEPRESIÓN DEL:** Temperatura a la cual se forma hielo, en una solución de agua con sal.

**PUNTO DE EBULLICIÓN:** Temperatura a la que un líquido hierve, bajo la presión atmosférica de 101.3 kPa. El punto de ebullición del agua pura es de 100°C a nivel del mar.

**PUNTO DE ESCURRIMIENTO:** La temperatura más baja a la cual un líquido escurrirá o fluirá.

**PUNTO DE FUSIÓN:** Temperatura a la cual se derrite o se funde una sustancia a la presión atmosférica.

**PUNTO DE IGNICIÓN:** En los líquidos, es la temperatura a la cual arden, y continúan quemándose, por lo menos durante 5 segundos.

**PUNTO DE INFLAMACIÓN:** En los líquidos, es la temperatura más baja, en la cual el vapor que existe sobre la superficie se inflama cuando se expone a una flama, pero que se apaga inmediatamente.

**PUNTO TRIPLE:** Condición de presión-temperatura, en la cual una sustancia está en equilibrio (balance) en los estados sólido, líquido y vapor.

**PURGAR:** Liberar gas comprimido hacia la atmósfera, a través de una o varias partes, con el propósito de eliminar contaminantes.

## Q

**QUEMADOR:** Dispositivo en el que se quema un combustible.

**QUEMADURA DE MOTOCOMPESOR:** Condición en la cual el aislamiento del motor eléctrico se deteriora, debido a un sobrecalentamiento.

**QUEMADURA POR CONGELACIÓN:** Condición aplicada a los alimentos que no han sido debidamente envueltos, y que se han vuelto duros, secos y descoloridos.

## R

**RADIACIÓN:** Transmisión de calor por rayos térmicos u ondas electromagnéticas.

**RANGO:** Ajuste de presión o temperatura de un control; cambio dentro de los límites.

**RANKINE:** Ver escala Rankin.

**RE-AJUSTAR (REHABILITAR):** Término utilizado para describir el trabajo de actualizar una instalación vieja, con equipo moderno, o para que cumpla con los requerimientos de nuevos códigos.

**REACTANCIA:** La parte de la impedancia de un circuito de corriente alterna, debido a la capacitancia o a la inductancia, o a ambas.

**REACTANCIA INDUCTIVA:** Inducción electromagnética en un circuito, que crea una fem contraria o inversa, al cambiar la corriente original. Esta se opone al flujo de la corriente alterna.

**RECALENTAMIENTO:** Incremento de la temperatura del gas en la succión del compresor.

**RECIBIDOR DE LÍQUIDO:** Cilindro o contenedor conectado a la salida del condensador, para almacenar refrigerante líquido en un sistema.

**RECICLADO DE REFRIGERANTE:** Limpiar el refrigerante para volverlo a usar, reduciendo su humedad, acidez y materia en suspensión. Generalmente, se aplica a procedimientos en el sitio de trabajo, o en talleres de servicio locales.

**RECIPROCANTE:** Movimiento hacia adelante y hacia atrás en línea recta.

**RECOCIDO:** Proceso de tratar un metal térmicamente, para obtener propiedades deseadas de suavidad y ductilidad.

**RECTIFICADOR (ELÉCTRICO):** Dispositivo eléctrico para convertir CA en CD.

**RECUPERACIÓN DE REFRIGERANTE:** Recoger refrigerante y colocarlo en un cilindro, sin necesariamente efectuarle pruebas.

**REFRIGERACIÓN POR ABSORCIÓN:** Proceso de crear bajas temperaturas, utilizando el efecto enfriador formado, cuando un refrigerante es absorbido por una sustancia química.

**REFRIGERACIÓN QUÍMICA:** Sistema de enfriamiento, utilizando un refrigerante desechable. También conocido como sistema refrigerante sacrificable.

**RECALENTAMIENTO:** Ver Sobrecalentamiento.

**REFRIGERACIÓN TERMOELÉCTRICA:** Mecanismo de refrigeración que depende del efecto Peltier. Una corriente directa, que fluye a través de una unión eléctrica entre dos metales disímiles, produce un efecto de calefacción o enfriamiento, dependiendo del sentido del flujo de corriente.

**REFRIGERADOR LIBRE DE ESCARCHA:** Gabinete de refrigeración que opera con deshielo automático durante cada ciclo.

**REFRIGERANTE:** Sustancia utilizada en los mecanismos de refrigeración. Este absorbe calor en el evaporador, cambiando de estado de líquido a vapor, liberando su calor en un condensador, al regresar de nuevo del estado gaseoso al estado líquido.

**REFRIGERANTES HALOGENADOS:** Grupo de refrigerantes sintéticos, que en su estructura química contienen uno o varios átomos de elementos halogenados, tales como flúor, cloro o bromo.

**REGISTRO:** Combinación de rejilla y ensamble humidificador, que cubre una abertura de aire o el extremo de un conducto de aire.

**REGULADOR DE TIRO:** Dispositivo que mantiene un tiro deseado, en un aparato calentado por combustión, controlando automáticamente el tiro de la chimenea a un valor deseado.

**REJILLA:** Apertura ornamental o persiana, colocada en un cuarto en el extremo final de un pasadizo de aire.

**RELACION DE ASPECTO:** Relación entre lo largo y lo ancho de un ducto o rejilla de aire rectangulares.

**RELACIÓN DE COMPRESIÓN:** Relación de volumen del espacio muerto con el volumen total del cilindro.

En refrigeración, también se utiliza como la relación de la presión absoluta del lado de alta, entre la presión absoluta del lado de baja.

**RELEVADOR:** Mecanismo electromagnético, movido por una pequeña corriente eléctrica en un circuito de control. Este opera una válvula o un interruptor, en un circuito de operación.

**RELEVADOR DE ARRANQUE:** Dispositivo eléctrico que conecta y/o desconecta, el devanado de arranque de un motor eléctrico.

**RELEVADOR DE CORRIENTE:** Dispositivo que abre o cierra un circuito. Está hecho para actuar por el cambio en el flujo de corriente en ese circuito.

**RELEVADOR POTENCIAL:** Interruptor eléctrico que abre al aumentar el voltaje, y cierra con bajo voltaje.

**RELEVADOR TÉRMICO:** Control eléctrico operado por calor, que se usa para abrir o cerrar un circuito eléctrico en un sistema de refrigeración. Este sistema utiliza una resistencia, para convertir energía eléctrica en energía calorífica.

**RESINA EPÓXICA:** Adhesivo plástico sintético.

**RESISTENCIA:** Oposición al flujo o movimiento. Coeficiente de fricción.

**RESISTENCIA ELÉCTRICA (R):** La dificultad que tienen los electrones para moverse a través de un conductor o sustancia.

**RESISTOR:** Dispositivo eléctrico y pobre conductor de electricidad, que produce una cierta cantidad de resistencia al flujo de corriente.

**RESORTE DOBLADOR:** Resorte que se coloca en el interior o exterior de los tubos de cobre, para evitar que se colapsen al doblarlos.

**RESTRICTOR:** Dispositivo para producir una caída de presión o resistencia deliberada en una línea, reduciendo el área de sección transversal del flujo.

**ROCÍO:** Humedad atmosférica condensada, depositada en forma de pequeñas gotas sobre las superficies frías.

**ROCÍO, PUNTO DE:** Temperatura a la cual el vapor de agua del aire (a 100% de humedad relativa) comienza a condensarse y depositarse como líquido.

**ROSCA HEMBRA:** Cuerda interior de las conexiones, válvulas, cuerpos de máquina y similares.

**ROSCA MACHO:** Cuerda exterior sobre la tubería, conexiones, válvulas, etc.

**ROTOR:** Parte giratoria o rotatoria de un mecanismo.

## S

**SALMUERA:** Agua saturada con un compuesto químico que puede ser una sal.

**SALMUERA DE ALCOHOL:** Solución de agua y alcohol, que permanece como líquido a temperaturas debajo de 0 °C.

**SANGRAR:** Reducir lentamente la presión de un gas o de un líquido en un sistema o cilindro, abriendo lentamente una válvula. Este término se aplica también, a la acción de drenar constantemente, una pequeña cantidad de agua de un condensador evaporativo, o de una torre de enfriamiento. El agua nueva que reemplaza al agua "sangrada", diluye las impurezas que forman el sarro.

**SATURACIÓN:** Condición existente, cuando una sustancia contiene la mayor cantidad que pueda retener, de otra sustancia, a esa presión y temperatura.

**SELLO DE FUELLE:** Método de sellar el vástago de la válvula. Los extremos del material sellante, se aseguran al bonete y al vástago. El sello se expande y se contrae con el nivel del vástago.

**SELLO DE LA FLECHA:** Dispositivo utilizado para evitar fugas entre la flecha y la carcasa.

**SELLO DEL CIGÜEÑAL:** Unión a prueba de fugas, entre el cigüeñal y el cuerpo del compresor.

**SELLO DEL COMPRESOR:** Sello a prueba de fugas entre el cigüeñal y el cuerpo del compresor, en un compresor de tipo abierto.

**SEMICONDUCTOR:** Clase de sólidos, cuya habilidad para conducir electricidad, está entre la de un conductor y la de un aislante.

**SENSOR:** Material o dispositivo que sufre cambio en sus características físicas o electrónicas, al cambiar las condiciones circundantes.

**SEPARADOR DE ACEITE:** Dispositivo utilizado para remover aceite del gas refrigerante.

**SERPENTÍN DE AIRE:** Serpentin en algunos tipos de bombas de calor, utilizado ya sea como evaporador o como condensador.

**SI:** Ver SISTEMA DE UNIDADES SI.

**SÍLICA GEL:** Compuesto químico absorbente, que se usa como desecante.

**SISTEMA DE CONTROL:** Todos los componentes que se requieren, para el control automático de la variable de un proceso.

**SISTEMA DE MANEJO TOTAL DE ENERGÍA:** Concepto de conservación, donde un edificio es visto en términos del uso de su energía total, en lugar de analizar los requerimientos de sistemas separados.

**SISTEMA DE RECIRCULACIÓN:** Sistema en el que el refrigerante líquido, es bombeado a través del evaporador, en una proporción más rápida de lo que es evaporado; el exceso de líquido ayuda a mantener húmeda la superficie interior del tubo, para promover una mejor transferencia de calor en el evaporador. Esto permite un uso más eficiente de la superficie del lado de baja. El líquido en exceso viaja junto con el vapor, a través de la línea de succión, a un recipiente de baja presión donde se separa del vapor. El líquido es recirculado de nuevo al evaporador, junto con el líquido del condensador.

**SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE CALOR:** Sistema que produce y almacena agua caliente, transfiriendo calor del condensador a agua fría.

**SISTEMA DE REFRIGERANTE SECUNDARIO:** Sistema de refrigeración, en el que el condensador es enfriado por el evaporador de otro sistema de refrigeración (primario).

**SISTEMA DE UNIDADES SI (Le Système International d' Unités):** Sistema de mediciones creado para usarse internacionalmente. En prácticamente todos los países europeos es obligatorio; algunos países como E.U., no lo han adoptado aún, por la sabia razón del tiempo y costo que implica el cambio.

**SISTEMA EN CASCADA:** Arreglo en el cual se usan en serie, dos o más sistemas de refrigeración. El evaporador de un sistema, se utiliza para enfriar el condensador del otro. Con los sistemas en cascada, se logran temperaturas ultra bajas.

**SISTEMA HERMÉTICO:** Sistema de refrigeración que tiene un compresor impulsado por un motor, y ambos están contenidos en la misma carcasa.

**SISTEMA INUNDADO:** Tipo de sistema de refrigeración en el cual el refrigerante líquido llena todo el evaporador.

**SISTEMA MÉTRICO DECIMAL:** Sistema decimal de mediciones.

**SISTEMA MÚLTIPLE:** Mecanismo de refrigeración, en el que varios evaporadores, están conectados a una sola unidad de condensación.

**SISTEMA REMOTO:** Sistema de refrigeración en el que la unidad de condensación, está alejada del espacio enfriado.

**SISTEMA SECO:** Sistema de refrigeración que tiene el refrigerante líquido en el evaporador, principalmente en una condición atomizada o en forma de gotas.

**SISTEMA TIPO ABIERTO:** Sistema de refrigeración con compresor movido por correas, o directamente acoplado.

**SISTEMA UNITARIO:** Sistema de calefacción/refrigeración, ensamblado de fábrica en un solo paquete; es comúnmente diseñado para acondicionar un espacio o cuarto.

**SISTEMA "SPLIT":** Instalación de refrigeración o aire acondicionado, en el que se coloca la unidad de condensación fuera o lejos del evaporador. También se aplica a instalaciones de bomba de calor.

**SOBRECALENTAMIENTO:** 1- Temperatura del vapor arriba de su temperatura de ebullición (saturación) a la misma presión. 2- La diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador, y la temperatura más baja del refrigerante, que se está evaporando en el evaporador.

**SOBRECARGA:** Carga mayor a aquella para la cual fue diseñado el sistema o mecanismo.

**SOLDADURA CON PLATA:** Proceso de soldadura en el que la aleación contiene algo de plata.

**SOLDAR:** Unión de dos metales con material de aporte no ferroso, cuyo punto de fusión es menor al del metal base.

**SOLENOIDE:** Bobina enrollada alrededor de un material no magnético (papel o plástico). Comúnmente, lleva un núcleo de hierro móvil, el cual es atraído por el campo magnético al energizarse la bobina.

**SOLENOIDE DE NÚCLEO DE AIRE:** Solenoide con núcleo hueco, en lugar de un núcleo sólido.

**SOLUCIÓN:** Líquido mezclado con otro líquido o sólido completamente disuelto. Una solución acuosa de bromuro de litio (comúnmente usada en sistemas de absorción), es agua con una cantidad de bromuro de litio disuelta. Las soluciones "fuertes" o "débiles", son aquellas con concentraciones altas o bajas, respectivamente, de otro líquido o sólido.

**SUBENFRIAMIENTO:** Enfriamiento de refrigerante líquido, abajo de su temperatura de condensación.

**SUBLIMACIÓN:** Condición donde una sustancia cambia de sólido a gas, sin volverse líquido.

**SUSTANCIA:** Cualquier forma de materia o material.

## **T**

**TABLERO DE CARGA:** Tablero o gabinete, diseñado especialmente para cargar refrigerante y aceite a los sistemas de refrigeración. Está equipado con manómetros, válvulas y cilindros de refrigerante.

**TAPÓN DE SEGURIDAD:** Dispositivo que libera el contenido de un recipiente, antes de alcanzar las presiones de ruptura.

**TEMPERATURA:** 1- Intensidad de calor o frío, tal como se mide con un termómetro. 2- Medición de la velocidad del movimiento de las moléculas.

**TEMPERATURA ABSOLUTA:** Temperatura medida desde el cero absoluto.

**TEMPERATURA AMBIENTE:** Temperatura de un fluido (generalmente el aire), que rodea un objeto por todos lados.

**TEMPERATURA CRÍTICA:** Temperatura a la cual el vapor y el líquido tienen las mismas propiedades.

**TEMPERATURA DE BULBO HUMEDO:** Medición del grado de humedad. Es la temperatura de evaporación de una muestra de aire.

**TEMPERATURA DE BULBO SECO:** Temperatura del aire, medida con un termómetro ordinario.

**TEMPERATURA DE CONDENSACIÓN:** Temperatura dentro de un condensador, en el que el vapor de refrigerante, cede su calor latente de evaporación y vuelve líquido. Esta varía con la presión.

**TEMPERATURA DE EBULLICIÓN:** Temperatura a la cual un líquido cambia a gas

**TEMPERATURA EFECTIVA:** Efecto global de la temperatura sobre un humano, humedad y movimiento del aire.

**TEMPORIZADOR ("Timer"):** Mecanismo operado por reloj utilizado para control, abriendo y cerrando un circuito eléctrico.

**TERMISTOR:** Básicamente, es un semiconductor que tiene una resistencia eléctrica, que varía con la temperatura.

**TERMOCOPLE:** Dispositivo que genera electricidad, usando el principio que si dos metales diferentes se sueldan juntos en un extremo, y esta unión se calienta, se desarrollará un voltaje a través de los extremos abiertos (efecto Seebeck).

**TERMOCOPLE, TERMÓMETRO:** Instrumento eléctrico que utiliza el termocople como fuente de flujo eléctrico. Se conecta a un miliamperímetro calibrado en grados de temperatura.

**TERMODINÁMICA:** Rama de las ciencias; trata con las relaciones entre el calor y la acción mecánica.

**TERMÓMETRO:** Instrumento para medir temperaturas.

**TERMÓMETRO KATA:** Termómetro de alcohol de bulbo grande, usado para medir la velocidad del aire o condiciones atmosféricas, mediante el efecto de enfriamiento.

**TERMÓMETRO REGISTRADOR:** Instrumento para medir temperaturas, el cual tiene una plumilla marcando sobre una gráfica móvil.

**TERMOMODULO:** Número de termopares usados en paralelo para lograr bajas temperaturas.

**TERMOPILA:** Número de termopares usados en serie para crear un voltaje más alto.

**TERMOSTATO:** Dispositivo que detecta las condiciones de la temperatura ambiente, y a su vez, acciona para controlar un circuito.

**TERMOSTATO ELECTRÓNICO:** Termostato que utiliza componentes electrónicos, para realizar varias funciones como: sensor, interrumpir, temporizar, escalonar y exhibir.

**TETRACLORURO DE CARBONO:** Líquido incoloro, no inflamable y muy tóxico, que se utiliza como solvente. No debe permitirse que toque la piel y no deben inhalarse sus vapores.

**TINTE DE REFRIGERANTE:** Agente colorante que puede agregarse al refrigerante, para ayudar a localizar fugas en un sistema.

**TONELADA DE REFRIGERACIÓN:** Efecto refrigerante, equivalente a la cantidad de calor que se requiere para congelar una tonelada corta (2,000 lb) de agua a hielo, en 24 horas. Esto puede expresarse como sigue: 1 TR= 12,000 btu/h = 3,024 Kcal/h.

**TORQUE:** Fuerza giratoria.

**TORQUÍMETRO:** Herramienta que se utiliza para medir el torque o presión, que se aplica a una tuerca o tornillo.

**TORRE DE ENFRIAMIENTO:** Dispositivo que enfría por evaporación del agua en el aire. El agua es enfriada hasta la temperatura de bulbo húmedo del aire.

**TRAMPA DE VAPOR:** Válvula automática que atrapa aire, pero permite que el condensado pase, al mismo tiempo que evita el paso de vapor.

**TRANSDUCTOR:** Dispositivo que se enciende por el cambio de fuerza de una fuente, con el propósito de abastecer fuerza en otra forma, a un segundo sistema.

**TRANSFORMADOR:** Dispositivo electromagnético que transfiere energía eléctrica, desde un circuito primario, a varios voltajes en un circuito secundario.

**TRANSFORMADOR DELTA:** Transformador eléctrico trifásico, que tiene puntas de tres devanados conectados eléctricamente formando un triángulo.

**TRANSISTOR:** Dispositivo electrónico comúnmente usado para amplificación. Su uso es similar al tubo de electrones. Depende de las propiedades conductoras de los semiconductores, en los cuales los electrones que se mueven en un sentido, son considerados como agujeros de salida, que sirven como transportadores de electricidad positiva en el sentido opuesto.

**TRANSMISIÓN:** Pérdida o ganancia de calor desde un edificio, a través de componentes exteriores como ventanas, paredes, pisos, etc.

**TRANSMISIÓN DE CALOR:** Movimiento de calor desde un cuerpo o sustancia a otro. El calor puede transmitirse por radiación, conducción, convección o combinación de las tres anteriores.

**TRANSMISIÓN EXTERNA:** Término utilizado para indicar que un compresor, es movido por medio de bandas y polea o directamente de la flecha, usando un motor externo. Al compresor y al motor se les da servicio por separado.

**TRIFÁSICO:** Que opera por medio de la combinación de tres circuitos de corriente alterna, los cuales difieren en fase por un tercio de ciclo.

**TROPOSFERA:** Parte de la atmósfera inmediatamente arriba de la superficie de la tierra, en la cual, ocurren la mayoría de los disturbios meteorológicos.

**TROQUELADO:** Proceso de moldear metales de baja temperatura de fusión, en moldes de metal modelados con toda precisión.

**TUBO DE BOURDON:** Tubo de metal elástico, aplanado, de paredes delgadas y doblado en forma circular, el cual tiende a enderezarse al aumentar la presión dentro del mismo. Se utiliza en manómetros.

**TUBO CAPILAR:** Tubo de diámetro interior pequeño, que se utiliza para controlar el flujo de refrigerante hacia el evaporador. Se utiliza, generalmente, en sistemas de refrigeración pequeños, tales como refrigeradores domésticos, unidades de aire acondicionado de ventana, etc.

**TUBO DE ESTRANGULACIÓN:** Dispositivo de estrangulación, que se usa para mantener una correcta diferencia de presiones entre el lado de alta y el lado de baja, en un sistema de refrigeración. A los tubos capilares, algunas veces, se les llama tubos de estrangulación.

**TUBO DE PITOT:** Tubo utilizado para medir velocidades del aire.

## U

**ULTRAVIOLETA:** Ondas de radiación invisible, con frecuencias más cortas que las longitudes de onda de la luz visible, y más largas que los rayos X.

**UNIDAD DE CONDENSACIÓN:** Parte de un mecanismo de refrigeración, la cual succiona vapor de refrigerante del evaporador, lo comprime, lo licúa en el condensador y lo regresa al control de refrigerante.

**UNIDAD DE VENTANA (Sistema Unitario):** Sistema de calefacción/refrigeración ensamblado de fábrica en un solo paquete, diseñado para acondicionar un espacio o cuarto. Comúnmente se instala en la ventana.

**UNIDAD PAQUETE:** Sistema de refrigeración completo, que incluye compresor, condensador y evaporador, ubicado en el espacio refrigerado.

**UNIÓN:** Punto de conexión (como entre dos tubos).

**UNIÓN CALIENTE:** La parte de un circuito termoelectrónico que libera calor.

**UNIÓN FRÍA:** Parte de un sistema termoelectrónico, que absorbe calor conforme opera el sistema.

## V

**VACÍO:** Presión menor que la atmosférica.

**VACUÓMETRO:** Instrumento para medir vacío muy cercano al vacío perfecto.

**VÁLVULA:** Accesorio utilizado para controlar el paso de un fluido.

**VÁLVULA DE AGUA (ELÉCTRICA):** Válvula tipo solenoide (operada eléctricamente), que se usa para abrir y cerrar el flujo de agua.

**VÁLVULA DE AGUA (TERMOSTÁTICA):** Válvula usada para controlar el flujo de agua a través de un sistema, accionada por una diferencia de temperaturas. Se usa en unidades como compresores y/o condensadores, enfriados por agua.

**VÁLVULA DE AGUJA:** Tipo de válvula que tiene el asiento del vástago en forma de aguja, y un orificio pequeño en el asiento del cuerpo; sirve para medir flujos bajos con mucha precisión.

**VÁLVULA DE ALIVIO:** Válvula de seguridad en sistemas sellados. Abre para liberar fluidos, antes que alcancen presiones peligrosas.

**VÁLVULA DE ÁNGULO:** Tipo de válvula de globo, con conexiones para tubo en ángulo recto. Usualmente, una conexión va en plano horizontal y la otra en plano vertical.

**VÁLVULA DE CONTROL:** Válvula que regula el flujo o presión de un medio, el cual afecta un proceso controlado. Las válvulas de control, son operadas por señales remotas de dispositivos independientes, que utilizan cualquier cantidad de medios de control, tales como neumáticos, eléctricos o electrohidráulicos.

**VÁLVULA DE DESCARGA:** Válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite que salga del cilindro el gas refrigerante comprimido, hacia la línea de descarga, evitando que se devuelva.

**VÁLVULA DE DOS VÍAS:** Válvula con un puerto de entrada y uno de salida.

**VÁLVULA DE ESCAPE:** Puerto móvil que proporciona salida para los gases del cilindro en un compresor.

**VÁLVULA DE EXPANSIÓN:** Tipo de control de refrigerante, la cual mantiene presión constante en el lado de baja del sistema de refrigeración. La válvula es operada por la presión en el lado de baja o de succión. Con frecuencia, se le refiere como válvula de expansión automática.

**VÁLVULA DE EXPANSIÓN AUTOMÁTICA (VEA):** Ver válvula de expansión.

**VÁLVULA DE FLOTADOR:** Tipo de válvula que opera con un flotador, sobre la superficie del líquido, controlando su nivel.

**VÁLVULA DE GAS:** Dispositivo en la tubería para arrancar, parar o regular el flujo de un gas.

**VÁLVULA DE LÍQUIDO-VAPOR:** Válvula manual doble, que se utiliza comúnmente en los cilindros de refrigerante, con la cual se puede obtener refrigerante, ya sea en forma líquida o vapor, del cilindro.

**VÁLVULA DE PRESIÓN DE AGUA (presostática):** Dispositivo utilizado para controlar el flujo de agua. Esta es responsable de crear la presión piezométrica del sistema de refrigeración.

**VÁLVULA DE RETENCIÓN (Check):** Válvula de globo que acciona automáticamente, y que sólo permite el flujo en un solo sentido.

**VÁLVULA DE SEGURIDAD:** Válvula auto-operable de acción rápida, que se usa para un alivio rápido del exceso de presión.

**VÁLVULA DE SERVICIO:** Dispositivo utilizado en cualquier parte del sistema donde se desea verificar presiones, cargar refrigerante o hacer vacío o dar servicio.

**VÁLVULA DE SERVICIO DE DESCARGA:** Válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la descarga, se usa para dar servicio a la unidad.

**VÁLVULA DE SERVICIO DE SUCCIÓN:** Válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la succión, se usa para dar servicio a la unidad.

**VÁLVULA DE SUCCIÓN:** Válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite el ingreso del vapor de refrigerante, proveniente de la línea de succión, al cilindro, evitando que se devuelva.

**VÁLVULA DE TERMO EXPANSIÓN (Termostática):** Válvula de control operada por la temperatura y presión dentro del evaporador. Controla el flujo de refrigerante hacia el evaporador. El bulbo sensor se instala a la salida del evaporador.

**VÁLVULA DE TRES VÍAS:** Válvula de control de flujo con tres puertos, para el flujo de fluidos.

**VÁLVULA REGULADORA DE PRESIÓN:** Dispositivo instalado en la línea de succión, que mantiene una presión constante en el evaporador, durante una parte de trabajo del ciclo.

**VÁLVULA REVERSIBLE:** Válvula utilizada en bombas de calor para invertir el sentido del flujo, dependiendo si se desea refrigeración o calefacción.

**VÁLVULA SANGRADORA:** Válvula con una pequeña abertura interna, que le permite un flujo mínimo de fluido cuando la válvula está cerrada.

**VÁLVULA SOLENOIDE:** Válvula diseñada para funcionar por acción magnética, a través de una bobina energizada eléctricamente. Esta bobina acciona un núcleo móvil, el cual abre o cierra la válvula.

**VÁLVULA TERMOSTÁTICA:** Válvula controlada por elementos que responden a cambios de temperatura.

**VÁLVULA "SCHRADER":** Dispositivo cargado con resorte, que permite flujo en un sentido al presionar un perno en el centro, y en el sentido opuesto, cuando existe una diferencia de presión.

**VAPOR:** Estado o fase de una sustancia que está en su temperatura de saturación, o muy cercano a ella.

**VAPOR SATURADO:** Vapor que se encuentra a las mismas condiciones de temperatura y presión, que el líquido del cual se está evaporando. Es decir, si este vapor se enfría, se condensa.

**VAPORIZACIÓN:** Cambio del estado líquido al gaseoso.

**VELOCÍMETRO:** Instrumento que mide velocidades del aire, utilizando una escala que indica directamente la velocidad del aire.

**VENTILACIÓN:** Flujo de aire forzado, por diseño, entre un área y otra.

**VENTILADOR (ABANICO):** Dispositivo de flujo radial o axial, usado para mover o producir flujo de gases.

**VENTILADOR CENTRÍFUGO:** Algunas veces llamado ventilador de jaula de ardilla. El ventilador o rotor va dentro de una cámara involuta de metal, para dirigir el aire. El ventilador "bombea" el aire por medio de una

fuerza centrífuga, generada por las aspas del rotor al girar. Este tipo de ventilador se utiliza, cuando se necesita vencer una resistencia externa, para circular el aire.

**VENTILADOR DEL CONDENSADOR:** Dispositivo utilizado para mover aire a través del condensador enfriado por aire.

**VENTILADOR DEL EVAPORADOR:** Ventilador que incrementa el flujo de aire, sobre la superficie de intercambio de calor de los evaporadores.

**VIBRACIÓN CRÍTICA:** Vibración que es notable y dañina a una estructura.

**VISCOSIDAD:** Resistencia a fluir que tienen los líquidos.

**VOLTAJE:** 1- Término empleado para indicar el potencial eléctrico o f.e.m. en un circuito eléctrico. 2- Presión eléctrica que causa que fluya una corriente. 3- Fuerza electromotriz (f.e.m.).

**VOLTÍMETRO:** Instrumento para medir voltaje en un circuito eléctrico.

**VOLUMEN ESPECÍFICO:** Volumen por unidad de masa de una sustancia (m³/kg).

**W**

**WAT (W):** Unidad de potencia, equivale a la potencia producida al realizar un trabajo de 1 Joule por segundo (1 Wat = 1 J/s).

**Y**

**YUGO ESCOCÉS:** Mecanismo utilizado para cambiar el movimiento reciprocante en movimiento rotatorio o viceversa. Se utiliza para conectar el cigüeñal con el pistón, en los compresores de refrigeración.

**Z**

**ZEOTRÓPICA, MEZCLA:** Mezcla de dos o más líquidos de diferente volatilidad. Cuando se usa como refrigerante, al hervir en el evaporador, se evapora un mayor porcentaje del componente más volátil, y cambia el punto de ebullición del líquido remanente.

**ZONA DE CONFORT:** Área sobre una carta psicométrica, que muestra las condiciones de temperatura, humedad, y algunas veces, el movimiento del aire, en que la mayoría de la gente se siente confortable.

**APÉNDICE 1**  
**Mapa de zonas climáticas**

MI-IF-006



## 1.2 Definiciones del (RSF)

(Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones Frigoríficas)

### 1.2.1 CAPÍTULO II Términos fundamentales

**Art. 5.** A los efectos de aplicación del presente Reglamento, se han de tener en cuenta las que se establecen en los artículos siguientes.

**Art. 6.** Definición de sistema frigorífico.- Conjunto de elementos que constituyen un circuito frigorífico cerrado a través de los que circula o permanece un refrigerante, con el fin de extraer o ceder calor de un medio exterior ha dicho circuito.

**Art. 7.** Instalaciones frigoríficas.- Conjunto compuesto por los elementos de un sistema frigorífico y los complementos específicos correspondientes para lograr un intercambio de calor y controlar su funcionamiento.

**Art. 8.** Planta frigorífica.- Toda instalación que utilice máquinas térmicas para el enfriamiento de materias que sean objeto de un proceso de producción o acondicionamiento determinado. Quedan comprendidas en dicho concepto las instalaciones fijas de almacenes frigoríficos, las fábricas de hielo, las instalaciones fijas y centralizadas de acondicionamiento de aire y las plantas de congelación o enfriamiento de productos varios.

### 1.2.2 CAPÍTULO IV Clasificación de los locales de emplazamiento

**Art. 14.** A los efectos de diferentes exigencias de seguridad, según el tipo de ocupación o utilización, los locales en los que estén emplazadas las instalaciones frigoríficas se clasificarán en los grupos que se definen en los artículos siguientes.

**Art. 15.** Locales institucionales.- Aquellos donde se reúnen y son retenidas personas careciendo de libertad plena para abandonarlos en cualquier momento.

Comprenden: Hospitales, asilos, sanatorios, comisarías de policía, cárceles, tribunales con calabozos o prevenciones, colegios y centros de enseñanza elemental, cuarteles, arsenales y otros similares.

**Art. 16.** Locales de pública reunión.- Aquellos donde se reúnen personas para desarrollar actividades de carácter público y privado, en los que los ocupantes no carecen de total libertad para abandonarlos en cualquier momento. Comprenden: Teatros, cines, auditorios, centros deportivos, estaciones de transporte, estudios radiofónicos o de televisión, iglesias, colegios y centros de enseñanza media y superior, tribunales sin calabozos y prevenciones, salas de baile, salas de espectáculos, salas de exposición, bibliotecas, museos y otros similares.

**Art. 17.** Locales residenciales.- Aquellos que poseen dormitorios, distintos de locales institucionales.

Comprenden: Hoteles y alojamientos similares, conventos, residencias públicas y privadas, casas de vecondad, apartamentos y otros similares.

**Art. 18.** Locales comerciales.- Aquellos donde tienen lugar actividades de compra y venta y realización de servicios profesionales y actividades productivas de carácter artesano.

Comprenden: Tiendas, almacenes, despachos profesionales, oficinas administrativas públicas o privadas, restaurantes, bares, cafeterías, panaderías, confiterías y otros similares.

Cuando el local esté situado a nivel distinto de la calzada de acceso y sea capaz para más de 100 personas, pasará a ser considerado como local de pública reunión.

**Art. 19.** Locales industriales.- Aquellos donde tiene lugar procesos de transformación, manipulación, almacenamiento de bienes o realización de servicios, mediante maquinaria a escala no artesana.

Comprenden: Locales con establecimientos inscribibles en los Registros Industrial, Minero y similares, excluidos los de carácter artesano, que serán considerados como locales comerciales.

Comprenden además los almacenes de bienes y productos con distribución al por mayor y otros similares.

**Art. 20.** Consideración de locales mixtos.- Cuando locales de distinta clasificación estén dentro de un mismo edificio, con entrada principal y vestíbulo común, tendrán la consideración de clasificación que impongan las prescripciones más restrictivas.

Cuando locales de distinta clasificación estén en el mismo edificio, con accesos del exterior independientes y separación total por elementos constructivos resistentes, salvo la presencia de puertas de superficie continua normalmente cerradas, resistentes e incombustibles, cada local tendrá la clasificación independiente que le corresponda.

Cuando en un edificio no existan más locales comerciales que los situados a nivel de la calzada, con acceso directo a la misma, el resto tendrá consideración independiente.

Cuando en un edificio de viviendas coexistan locales residenciales con locales comerciales, cada local tendrá consideración independiente.

### 1.2.3 Sistemas de refrigeración

**Art. 21.** 1 Definiciones.

**SISTEMA DE REFRIGERACIÓN.-** Disposición técnica utilizada para el enfriamiento o acondicionamiento de un medio o ambiente mediante máquina frigorífica, según el número y características de los circuitos utilizados.

**CIRCUITO PRIMARIO.-** Cuando el enfriamiento se efectúa por una serie de circuitos enlazados por cambiadores de calor, se denominará circuito primario aquel dotado de equipo frigorífico completo, cuyo evaporador da lugar al enfriamiento de todos los demás circuitos.

**CIRCUITO AUXILIAR.-** Circuito complementario que no utiliza refrigerante y, por tanto, que carece de equipo frigorífico.

2. La clasificación de los sistemas y la utilización de los diferentes refrigerantes según el sistema y el local donde se utilicen se establecerán por el Ministerio de Industria y Energía.

### 1.2.4 INSTRUCCIÓN MI IF 001. TERMINOLOGÍA.

- 1. ABSORBEDOR.** Dispositivo en el que tienen lugar la absorción o adsorción de un refrigerante gaseoso procedente de un evaporador, o sea, su incorporación a un medio líquido o sólido.
- 2. BOTELLA Y BOTELLÓN.** Recipientes metálicos para el transporte de refrigerante licuado a presión.
- 3. CÁMARAS DE ATMÓSFERA ARTIFICIAL**
  - 3.1. CÁMARAS DE CONSERVACIÓN EN ATMÓSFERA CONTROLADA.** Son cámaras frigoríficas, suficientemente estancas a los gases, provistas de dispositivos para equilibrar su presión con la exterior y para regular y mantener la mezcla gaseosa que se desee en su interior (especialmente los contenidos del oxígeno y del anhídrido carbónico).
  - 3.2. CÁMARAS PARA LA MADURACIÓN ACELERADA.** Aquellas, dentro de las de atmósfera artificial, provistas de elementos de calefacción, humidificación y homogeneización de su ambiente interior y de emisión en el mismo de gases estimulantes del proceso de maduración de la fruta, principalmente enriqueciendo la atmósfera con oxígeno y empobreciéndola en CO<sub>2</sub> empleando temperaturas superiores a las de conservación.
  - 3.3. CÁMARAS DE DESVERDIZACIÓN O MADURACIÓN ARTIFICIAL.** Aquellas, dentro de las de atmósfera artificial, destinadas a dar color a los frutos, mediante la desaparición gradual de los pigmentos verdes o clorofílicos y la aparición de los pigmentos amarillos, provistas de elementos de calefacción, humidificación, y homogeneización de su ambiente interior y de emisión en el mismo de gases estimulantes de la destrucción de clorofila (etileno con nitrógeno) y empleando temperaturas superiores a las de conservación.
  - 3.4. DESCARBONIZADOR (ABSORBEDOR Y ABSORBEDOR DE DIÓXIDO DE CARBONO)** Aparato que mediante un proceso químico, físico o quimico-físico, elimina el exceso de CO<sub>2</sub> producido por los frutos durante su almacenamiento en cámaras de atmósfera artificial.
  - 3.5. GENERADOR DE ATMÓSFERA (REDUCTOR DE OXÍGENO).** Aparato que, utilizando distintos procesos, genera la atmósfera neutra necesaria reduciendo el porcentaje deseado de oxígeno en las cámaras de atmósfera artificial.
  - 3.6. CAMBIADOR-DIFUSOR.** Aparato consistente en baterías de difusores compuestas por membranas de elastómero silicón, que por difusión selectiva controla la mezcla gaseosa, con ubicación indistinta en el interior o exterior de la cámara de atmósfera artificial.
  - 3.7. VÁLVULA EQUILIBRADORA DE PRESIONES.** Dispositivo de seguridad, utilizado en las cámaras de atmósfera artificial, que permite y regula la comunicación con el exterior de dichas cámaras, evitando depresiones o sobrepresiones peligrosas a la estructura de éstas, dado el grado de estanqueidad que es exigible para la consecución de un control efectivo de la mezcla gaseosa necesaria.
- 4. CARGA DE REFRIGERANTE.** Cantidad total de refrigerante contenida en una instalación, expresada en kilogramos.
- 5. COMPRESOR.** Máquina específica, con o sin accesorios, que eleva la presión de un determinado refrigerante en estado vapor, mediante alguna operación mecánica.
- 6. COMPRESOR VOLUMÉTRICO.** Compresor en el que la compresión del vapor se obtiene mediante la variación del volumen interior de la cámara de compresión.
- 7. CONDENSADOR.** Cambiador de calor dispuesto para pasar al estado líquido un refrigerante gaseoso comprimido, por cesión de calor a un medio distinto del refrigerante circulado.
- 8. DISCO DE ROTURA.** Dispositivo de función análogo a una válvula de seguridad, construido con una pieza cuya rotura tiene lugar al alcanzarse una presión determinada.
- 9. ELEMENTOS DE SEGURIDAD CONTRA SOBREPRESIONES.** Se entenderán como elementos de seguridad contra sobrepresiones, la válvula de seguridad, el disco de rotura y el tapón fusible.
- 10. SERPENTÍN.** Enfriador o evaporador tubular con o sin aletas exteriores, formando uno o varios circuitos sin uniones mecánicas entre sus partes.
- 11. EQUIPO FRIGORÍFICO DE ABSORCIÓN.** Aquel en el que la elevación de presión del refrigerante gaseoso se efectúa mediante absorbedor y generador.
- 12. EQUIPO FRIGORÍFICO DE COMPRESIÓN.** Aquel en el que la elevación de presión del refrigerante gaseoso se efectúa mediante compresor.
- 13. EQUIPO FRIGORÍFICO DE ABSORCIÓN HERMÉTICO.** El definido anteriormente, sin uniones mecánicas.
- 14. EQUIPO FRIGORÍFICO COMPACTO.** Aquel cuyas partes han sido reunidas, conectadas y probadas fuera del lugar de la instalación, siendo trasladado a dicho lugar sin necesidad de más operaciones de montaje entre las distintas partes que lo componen.
- 15. EQUIPO FRIGORÍFICO SEMICOMPACTO.** Aquel cuyas partes han sido reunidas, conectadas y probadas fuera del lugar de la instalación, siendo trasladado a dicho lugar en una o varias secciones, sin necesidad de más operaciones de montaje que la unión mecánica de alguna de sus partes provistas de válvulas de bloqueo.
- 16. EQUIPO FRIGORÍFICO DE CARGA LIMITADA.** Aquel de compresión cuya carga refrigerante y volumen interior son tales que, con el compresor parado, en caso de total evaporación de aquélla, ocupando la totalidad del circuito, no se supera la presión máxima de trabajo.
- 17. FLUIDO FRIGORÍGENO.** Fluido utilizado en la transmisión del calor que, en un sistema frigorífico, absorbe calor a bajas temperaturas y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar con cambios de estado del fluido.
- 18. FLUIDO FRIGORÍFERO (SALMUERAS Y SIMILARES).** Sustancia utilizada para extraer calor por aumento de su calor sensible.

**19. EVAPORADOR O ENFRIADOR.** Cambiador de calor dispuesto para que un medio distinto del fluido frigorífico (frigorígeno o frigorífero) ceda calor a éste, provocando su vaporización (evaporador) o su calentamiento (enfriador).

**20. GENERADOR.** Dispositivo en el que, mediante un proceso de calefacción, tiene lugar la separación del vapor disuelto en el líquido, al que se ha incorporado en un absorbedor, con elevación de la presión, haciendo posible su posterior licuefacción en un condensador.

**21. GRUPO DE ABSORCIÓN.** Parte del equipo frigorífico de absorción que comprende la maquinaria frigorífica desde la entrada del absorbedor hasta la entrada del condensador.

**22. GRUPO DE COMPRESIÓN.** Parte del equipo frigorífico de compresión, que comprende la maquinaria frigorífica desde la entrada del compresor, incluso su accionamiento, hasta la entrada del condensador con sus accesorios correspondientes. Si todos los elementos salen de fábrica montados en una misma estructura recibe el nombre de unidad compresora.

**23. GRUPO DE CONDENSACIÓN.** Parte del equipo frigorífico, que comprende la maquinaria frigorífica desde la entrada del compresor, incluido su accionamiento, o del absorbedor hasta la salida del recipiente de líquido con sus accesorios correspondientes. Si todos los elementos salen de fábrica montados en una misma estructura recibe el nombre de unidad condensadora.

**24. INSTALACIÓN FRIGORÍFICA.** Conjunto compuesto por los elementos de un sistema frigorífico y los complementos específicos correspondientes para lograr un intercambio de calor y controlar su funcionamiento.

**25. LIMITADOR DE PRESIÓN.** Dispositivo instalado en algún punto del circuito frigorífico para pasar automáticamente el funcionamiento del compresor o generador, cuando la presión del refrigerante en el lugar en el que se halla situado alcanza un valor regulable determinado.

**26. MAQUINARIA FRIGORÍFICA.** Cualquiera de los elementos fundamentales que constituyen el equipo frigorífico.

**27. PLANTA FRIGORÍFICA.** Toda instalación que utilice máquinas térmicas para enfriamiento de materias que sean objeto de un proceso de producción o acondicionamiento determinado. Quedan comprendidas en dicho concepto las instalaciones fijas de almacenes frigoríficos, las fábricas de hielo, las instalaciones fijas y centralizadas de acondicionamiento de aire y las plantas para congelación o enfriamiento de productos varios.

**28. POTENCIA ABSORBIDA.** A los efectos de este Reglamento, se entenderá por potencia absorbida, en el caso de compresores herméticos o semiherméticos, la máxima potencia eléctrica consumida por el motor en el campo de condiciones de aspiración y descarga permitidas por el fabricante en su catálogo. En el caso de compresores abiertos, se computará como potencia absorbida la potencia nominal del motor eléctrico.

**29. PRESIÓN DE PRUEBA.** Valor de la presión a que se debe someter un elemento o sector de un equipo frigorífico, según el refrigerante del mismo, para comprobar su estanqueidad.

**30. PRESIÓN DE TIMBRE O DE TRABAJO.** La máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio.

**31. RECIPIENTE PARA LÍQUIDO.** El que está permanentemente conectado a un equipo frigorífico con tubos de entrada y salida, formando parte del mismo, para regulación y almacenamiento del refrigerante comprimido en estado líquido.

**32. SALA DE MÁQUINAS.** Local donde se halla instalada permanentemente maquinaria frigorífica. Los locales anexos comunicados con la sala de máquinas se considerarán parte del mismo.

**33. SECTOR DE ALTA PRESIÓN.** Toda parte del circuito frigorífico sometido a la misma presión que el condensador, denominada presión de alta.

**34. SECTOR DE PRESIÓN INTERMEDIA.** Toda la parte del circuito frigorífico que, en caso de trabajar en salto múltiple, queda comprendida entre la descarga de un escalón y la aspiración del siguiente (enfriadores intermedios, que tienen como principal finalidad enfriar el vapor de descarga, en estado calentado, hasta la temperatura de aspiración del escalón de alta, efectuándose este proceso a presión constante).

**35. SECTOR DE BAJA PRESIÓN.** Toda la parte del circuito frigorífico sometida a la misma presión que el evaporador, denominada presión de baja.

**36. SISTEMA FRIGORÍFICO.** Conjunto de elementos que constituyen un circuito frigorífico cerrado a través de los que circula o permanece un refrigerante, con el fin de extraer, o ceder, calor de un medio exterior ha dicho circuito.

**37. TAPÓN FUSIBLE.** Dispositivo constituido por un elemento que se funde al elevarse la temperatura por encima de un valor determinado, permitiendo la salida del refrigerante y evitando presiones internas peligrosas.

**38. UNIÓN MECÁNICA.** Unión discontinua, rígida y estanca, de conductos o recipientes metálicos o parte de los mismos, realizada mediante algún dispositivo mecánico que mantenga juntas las superficies extremas de contacto de las piezas o partes que se unen.

**39. UNIÓN POR SOLDADURA BLANDA.** Unión continua rígida y estanca de elementos metálicos, obtenida por aportación de aleaciones metálicas fundidas, siendo la temperatura de fusión de dichas aleaciones inferior a 550° C. y superior a 200° C.

**40. UNIÓN POR SOLDADURA FUERTE.** Unión continua, rígida y estanca de elementos metálicos, obtenida por la aportación de aleaciones metálicas fundidas, siendo la temperatura de fusión de dichas aleaciones superior a 550° C. e inferior a la temperatura de fusión de las partes unidas.

**41. UNIÓN POR SOLDADURA AUTÓGENA O ELÉCTRICA.** Unión continua, rígida y estanca de elementos metálicos, obtenida llevando las partes unidas al estado plástico preliminar de la fusión.

**42. VÁLVULA DE EXPANSIÓN.** Dispositivo que permite y regula el paso del refrigerante líquido desde un estado de presión más alto a uno más bajo.

**43. VÁLVULA DE PASO O SECCIONAMIENTO.** Dispositivo para abrir, interrumpir o regular el paso del refrigerante. Si no se especifica lo contrario, se entiende actuada manualmente.

**44. VÁLVULA DE SEGURIDAD.** Dispositivo que se inserta en algún punto del circuito frigorífico, provisto de un orificio que se mantiene cerrado por un resorte o medio similar tal, que al subir la presión del refrigerante a un valor determinado, denominado presión de tarado o de regulación, se abre automáticamente el orificio citado en virtud del esfuerzo originado por la presión en el elemento obturante.

## 1.3 Definiciones del (RITE)

### (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios)

A efectos de aplicación de este RITE, los términos que figuran en él deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en este apéndice:

**AIRE DE EXPULSIÓN (EHA) (EXHAUST AIR):** es el aire extraído de uno o más locales y expulsado al exterior.

**AIRE DE EXTRACCIÓN (AE) (EXTRACT AIR):** aire tratado que sale de un local.

**AE 1:** (bajo nivel de contaminación) aire que procede de los locales en los que las emisiones más importantes de contaminantes proceden de los materiales de construcción y decoración, además de las personas. Está excluido el aire que procede de locales donde se permite fumar.

**AE 2:** (moderado nivel de contaminación) aire procedente de locales ocupado con más contaminantes que la categoría anterior, en los que, además, no está prohibido fumar.

**AE 3:** (alto nivel de contaminación) aire de locales con producción de productos químicos, humedad, etc.

**AE 4:** (muy alto nivel de contaminación) aire que contiene sustancias olorosas y contaminantes perjudiciales para la salud, en concentraciones mayores que las permitidas en el aire interior de la zona ocupada.

**AIRE EXTERIOR (ODA) (OUTDOOR AIR):** aire que entra en el sistema procedente del exterior antes de cualquier tratamiento.

**AIRE DE IMPULSIÓN (SUP) (SUPPLY AIR):** aire que entra tratado en el local o en el sistema después de cualquier tipo de tratamiento.

**AIRE INTERIOR (IDA) (INDOOR AIR):** aire tratado en el local o en la zona.

**BIOMASA:** cualquier combustible sólido, líquido o gaseoso, no fósil, compuesto por materia vegetal o animal, o producido a partir de la misma mediante procesos físicos o químicos, susceptible de ser utilizado en aplicaciones energéticas, como por ejemplo, las astillas, el metiléster de girasol, o el biogás procedente de una digestión anaerobia.

**BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS:** aquellos combustibles sólidos no fósiles compuestos por materia vegetal o animal, o producidos a partir de la misma mediante procesos físicos o químicos, susceptibles de ser utilizados en aplicaciones energéticas, como por ejemplo los huesos de aceituna, las cáscaras de almendra, los pelets, las astillas y los orujillos.

**CALEFACCIÓN:** proceso por el que se controla solamente la temperatura del aire de los espacios con carga negativa.

**CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN URBANA:** cuando la producción de calor o frío es única para un conjunto de usuarios que utilizan una misma red urbana. En inglés se conoce como "district heating".

**CAPTADOR SOLAR TÉRMICO:** dispositivo diseñado para absorber la radiación solar y transmitir la energía térmica así producida a un fluido de trabajo que circula por su interior.

**CLIMATIZACIÓN:** acción y efecto de climatizar, es decir de dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas.

**Clo:** unidad de resistencia térmica de la ropa;  $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ .

### COEFICIENTE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE UNA MÁQUINA FRIGORÍFICA:

**En la modalidad de calefacción; COP** (acrónimo del inglés "Coefficient of Performance") es la relación entre la capacidad calorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad.

**En la modalidad de refrigeración; EER** (acrónimo del inglés "Energy Efficiency Ratio") es la relación entre la capacidad frigorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad.

**CONJUNTO CALDERA-SISTEMA DE COMBUSTIÓN:** en las calderas de biomasa se sustituye la denominación caldera-generador por caldera-sistema de combustión, dado que la combustión se produce por medio de sistemas que no son equiparables a un quemador.

**CONTENEDORES ESPECÍFICOS DE BIOCOMBUSTIBLE:** sistemas de almacenamiento de biocombustible prefabricados que se producen bajo condiciones que se presumen uniformes y son ofrecidos a la venta como depósitos listos para instalar.

**DECIPOL (DP):** se define como la calidad del aire en un espacio con una fuente de contaminación de fuerza 1 olf, ventilada por 10 L/s de aire limpio.

**DIRECTOR DE LA INSTALACIÓN:** técnico titulado competente bajo cuya dirección se realiza la ejecución de las instalaciones térmicas que requiera la realización de un proyecto.

**DIRECTOR DE MANTENIMIENTO:** técnico titulado competente bajo cuya dirección deber realizarse el mantenimiento de las instalaciones térmicas cuya potencia térmica nominal total instalada sea igual o mayor que 5.000 Kw en calor y/o 1.000 Kw en frío, así como las instalaciones de calefacción o refrigeración solar cuya potencia térmica sea mayor que 400 Kw

**EDIFICIO:** construcción techada con paredes en la que se emplea energía para acondicionar el clima interior: puede referirse a un edificio en su conjunto ó a partes del mismo que hayan sido diseñadas ó modificadas para ser utilizadas por separado.

**EDIFICIOS O LOCALES INSTITUCIONALES:** son aquellos donde se reúnen personas que carecen de libertad plena par abandonarlos en cualquier momento. Ejemplo: hospitales, residencias de ancianos, centros penitenciarios, colegios y centros de enseñanza infantil, primaria, secundaria y bachillerato, cuarteles y similares.

**EDIFICIOS O LOCALES DE PÚBLICA REUNIÓN:** son aquellos donde se reúnen personas para desarrollar actividades de carácter público o privado, en los que los ocupantes tienen libertad para abandonarlos en cualquier momento. Ejemplo: teatros, cines, auditorios, estaciones de transporte, pabellones deportivos, centros de enseñanza universitaria, aeropuertos, locales para el culto, salas de fiestas, discotecas, salas de espectáculos y actividades recreativas, salas de exposiciones, bibliotecas, museos y similares.

**EMPRESA SUMINISTRADORA:** aquella empresa legalmente capacitada para proveer energía y productos energéticos (gas, electricidad, productos petrolíferos, agua, etc.).

**ENERGÍA CONVENCIONAL:** aquella energía tradicional, normalmente comercializada, que entra en el cómputo del Producto Interior Bruto de la nación.

**ENERGÍA RESIDUAL:** energía que se puede obtener como subproducto de un proceso principal.

**ENTIDAD RECONOCIDA:** aquella entidad autorizada para impartir los cursos de formación de profesionales autorizados en instalaciones térmicas de los edificios e inscrita en el registro especial del órgano competente de la Comunidad Autónoma.

**EQUIPO AUTÓNOMO DE GENERACIÓN DE CALOR:** es el equipo, compacto o no, que contiene todos los elementos necesarios para la producción de calor, dentro de un único cerramiento, preparado para instalar en el exterior del edificio y realizar el mantenimiento desde el exterior del mismo.

**EQUIPO DE ENERGÍA DE APOYO:** generador que complementa el aporte solar y cuya potencia térmica es suficiente para que pueda proporcionar la energía suficiente para cubrir la demanda prevista.

**FLUIDO PORTADOR:** medio empleado para transportar energía térmica en las canalizaciones de una instalación de climatización.

**GENERADOR:** equipo para la producción de calor o frío.

**GENERADOR DE AIRE CALIENTE:** es un tipo especial de generador de calor, en el cual el fluido portador de la energía térmica es el aire.

**IDA 1:** aire de calidad alta.

**IDA 2:** aire de calidad media.

**IDA 3:** aire de calidad mediocre.

**IDA 4:** aire de calidad baja.

**INSTALACIONES CENTRALIZADAS:** aquellas en las que la producción de calor es única para todo el edificio, realizándose su distribución desde la central generadora a las correspondientes viviendas y/o locales por medio de fluidos térmicos.

**INSTALADOR AUTORIZADO:** toda persona física acreditada mediante el correspondiente carné profesional expedido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

**LICENCIA MUNICIPAL DE OBRAS:** documento municipal que autoriza la ejecución de las obras.

**LOCAL HABITABLE:** local interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones térmicas, acústicas y de salubridad adecuadas.

**LOCAL NO HABITABLE:** local interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, huecos de escaleras, rellanos de ascensores, cuartos de servicio, salas de máquinas, las cámaras técnicas, los desvanes no acondicionados, sus zonas comunes, y locales similares.

**LOCAL DE SERVICIO:** espacio normalmente no habitado destinado por ejemplo a cuarto de contadores, limpieza etc.

**LOCAL TÉCNICO:** espacio destinado únicamente a albergar maquinaria de las instalaciones térmicas.

**MANTENEDOR AUTORIZADO:** toda persona física acreditada mediante el correspondiente carné profesional expedido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

**MARCADO "CE"** marcado que deben llevar los productos de construcción para su libre circulación en el territorio de los Estados miembros de la Unión Europea y países parte del Espacio Económico Europeo, conforme a las condiciones establecidas en la Directiva 89/106/CEE\_u otras Directivas que les sean de aplicación.

**Met:** unidad metabólica; 1 met = 58,2 W/m<sup>2</sup>

**NIVEL DE COMUNICACIONES:** corresponde a todos los controladores e interfaces de comunicación del sistema de gestión, así como a los buses de comunicación, drivers, redes, etc.

**NIVEL DE GESTIÓN Y TELEGESTIÓN:** corresponde a los puestos centrales, programas residentes y periféricos asociados a los puestos centrales, tales como impresoras, pantallas de vídeo, módems, routers, etc.

**NIVEL DE PROCESO:** corresponde a los controladores, tanto analógicos como digitales, que manejan los elementos del nivel de periferia.

**NIVEL DE UNIDADES DE CAMPO:** corresponde a los equipos de campo como: elementos primarios de medida, sondas, unidades de ambiente, termostatos, indicadores de estados y alarmas, así como elementos finales de control y mando, válvulas, actuadores, variadores de tensión/frecuencia, elementos finales de control, etc.

**ORGANISMOS DE CONTROL:** son entidades públicas o privadas, con personalidad jurídica, que se constituyen con la finalidad de verificar el cumplimiento de carácter obligatorio de las condiciones de seguridad de productos e instalaciones industriales, establecidas por los Reglamentos de Seguridad Industrial, mediante actividades de certificación, ensayo, inspección o auditoría, de acuerdo con el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

**ODA 1:** aire puro que puede contener partículas sólidas (p.e. polen) de forma temporal.

**ODA 2:** aire con altas concentraciones de partículas.

**ODA 3:** aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.

**ODA 4:** aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

**ODA 5:** aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

**PORCENTAJE ESTIMADO DE INSATISFECHOS (PPD) (Predicted Percentage of Dissatisfied):** proporciona datos sobre la incomodidad o insatisfacción térmica basándose en la estimación del porcentaje de personas susceptibles de sentir demasiado calor o demasiado frío en unas condiciones ambientales dadas. (UNE-EN ISO 7730)

**POTENCIA TÉRMICA NOMINAL:** potencia máxima que, según determine y garantice el fabricante, puede suministrar un equipo en funcionamiento continuo, ajustándose a los rendimientos declarados por el fabricante.

**PROYECTISTA:** agente que redacta el proyecto por encargo de la propiedad y con sujeción a la normativa correspondiente.

**REFRIGERACIÓN:** en climatización, proceso que controla solamente la temperatura del aire de los espacios con carga positiva.

**RENDIMIENTO:** relación entre la potencia útil y la potencia nominal de un generador.

**SISTEMA:** conjunto de equipos y aparatos que, relacionados entre sí, constituyen una instalación de climatización.

**SISTEMA DE TRANSPORTE DE BIOCOMBUSTIBLE SÓLIDO:** sistema para movimiento de biocombustible dentro de la instalación que puede realizarse por diferentes medios como, por ejemplo, suelos con rascadores horizontales hidráulicos, rascadores giratorios, suelos inclinados con tornillo sin fin o suelos inclinados con sistema de alimentación neumático.

**SISTEMA MIXTO:** técnica de acondicionamiento en la que el control de las condiciones térmicas interiores está a cargo de un subsistema (ventilococonvectores, inductores, aparatos autónomos, techos radiantes, suelos radiantes, radiadores, etc.) en combinación con el subsistema de ventilación.

**SISTEMA SOLAR PREFABRICADO:** son los que se producen bajo condiciones que se presumen uniformes y son ofrecidos a la venta como equipos completos y listos para instalar bajo un solo nombre comercial. Pueden ser compactos o partidos, y por otro lado constituir un sistema integrado o bien un conjunto y configuración uniforme de componentes.

**SISTEMA TODO-AIRE:** técnica de acondicionamiento en la que el control de las condiciones térmicas interiores está a cargo del sistema de ventilación.

**SUPERFICIE DE APERTURA DE CAPTACIÓN SOLAR INSTALADA:** máxima proyección plana de la superficie del captador transparente expuesta a la radiación solar incidente no concentrada.

**SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN:** superficie de intercambio de calor que está en contacto con el fluido transmisor.

**SUP 1:** aire de impulsión que contiene solamente aire exterior (ODA).

**SUP 2:** aire de impulsión que contiene aire exterior (ODA) y aire de recirculación (RCA).

**TÉCNICO TITULADO COMPETENTE:** persona que está en posesión de una titulación técnica, universitaria, que lo habilita para el ejercicio de la actividad regulada en este RITE, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias y determinada por las disposiciones legales vigentes.

**TITULAR DE UNA INSTALACIÓN TÉRMICA:** persona física o jurídica propietaria o beneficiaria de una instalación térmica, responsable del cumplimiento de las obligaciones derivadas de la normativa vigente ante la Administración competente.

**UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE (UTA):** aparato en el que se realizan uno o más tratamientos térmicos del aire y de variación del contenido del vapor de agua, así como de filtración y/o lavado, sin producción propia de frío o calor.

**UNIDAD TERMINAL:** equipo receptor de aire o agua de una instalación centralizada que actúa sobre las condiciones ambientales de una zona acondicionada.

**USO PREVISTO DEL EDIFICIO:** uso específico para el que se proyecta y realiza un edificio. El uso previsto se caracteriza por las actividades que se desarrollan en el edificio y por el tipo de usuario. El uso previsto de un edificio estará reflejado documentalmente en el proyecto o memoria técnica.

**USUARIO:** persona física o jurídica que utiliza la instalación térmica.

**VENTILACIÓN MECÁNICA:** proceso de renovación del aire de los locales por medios mecánicos.

**VENTILACIÓN NATURAL:** proceso de renovación del aire de los locales por medios naturales (acción del viento y/o tiro térmico), la acción de los cuales puede verse favorecida con apertura de elementos de los cerramientos:

**ZONA OCUPADA:** se considera zona ocupada al volumen destinado dentro de un espacio para la ocupación humana. Representa el volumen delimitado por planos verticales paralelos a las paredes del local y un plano horizontal que define la altura. Las distancias de esos planos desde las superficies interiores del local son:

Límite inferior desde el suelo: 5 cm

Límite superior desde el suelo: 180 cm

Paredes exteriores con ventanas o puertas: 100 cm

Paredes interiores y paredes exteriores sin ventanas: 50 cm

Puertas y zonas de tránsito: 100 cm

No tienen la consideración de zona ocupada los lugares en los que puedan darse importantes variaciones de temperatura con respecto a la media y pueda haber presencia de corriente de aire en la cercanía de las personas, como: zonas de tránsito, zonas próximas a puertas de uso frecuente, zonas próximas a cualquier tipo de unidad terminal que impulse aire y zonas próximas a aparatos con fuerte producción de calor.

## 1.4 Definiciones del CTE. y DB

Código Técnico de la Edificación y Documentos Básicos

ANEJO III

### TERMINOLOGÍA

A efectos de aplicación del CTE, los términos que figuran a continuación deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos.

**ACCIÓN PREVISIBLE:** acción que debe ser tenida en cuenta, conforme a la reglamentación vigente.

**AGENTES DE LA EDIFICACIÓN:** Todas las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación según se establece en la LOE.

**BIENESTAR TÉRMICO:** condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

**CERRAMIENTO:** elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

**COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ADECUADO:** comportamiento de una estructura y de las distintas partes que la componen, que no supone efectos indebidos.

**COMPORTAMIENTO DINÁMICO INADMISIBLE:** nivel de vibraciones u oscilaciones de una estructura, que no cumple con lo establecido en la reglamentación vigente.

**CONSTRUCCIÓN:** conjunto de las actividades para la realización física de la obra. El término, cubre la construcción in situ, pero también la fabricación de partes en taller y su posterior montaje in situ.

**CONSTRUCTOR:** es el agente que asume, contractualmente ante el promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato, y siguiendo las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.

**DEMANDA ENERGÉTICA:** es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción y refrigeración, correspondientes a los meses de la temporada de calefacción y refrigeración, respectivamente.

**DEFORMACIÓN INADMISIBLE:** nivel de deformación que supera los límites de deformación admisibles establecidos en la reglamentación vigente.

**DEGRADACIÓN INADMISIBLE:** nivel de degradación que no cumple con las exigencias establecidas en la reglamentación vigente.

**DIRECCIÓN FACULTATIVA:** está constituida por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

**DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA:** es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

**DIRECTOR DE OBRA:** es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

**EDIFICIO:** construcción fija, hecha con materiales resistentes, para habitación humana o para albergar otros usos.

**EJECUCIÓN DE LA OBRA:** véase Construcción.

**ELEMENTOS ESTRUCTURALES:** parte de una estructura distinguible físicamente. Por ejemplo: pilar, viga, losa, zapata, etc.

**ESTRUCTURA:** conjunto de elementos, conectados entre ellos, cuya misión consiste en resistir las acciones previsibles y en proporcionar rigidez.

**EXIGENCIAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LOS EDIFICIOS:** características genéricas, funcionales y técnicas de los edificios que permiten satisfacer los requisitos básicos de la edificación.

**INFLUENCIA:**

**a)** Influencia química, física o biológica que incide en una estructura, en las partes que la componen o en los elementos resistentes no estructurales, y que puede afectar de manera desfavorable a su comportamiento en servicio, y su resistencia y estabilidad.

**b)** Causa [que no pertenezca a las categorías de las acciones o de las mencionadas en a)] de efectos desfavorables en el comportamiento en servicio, o en la resistencia y estabilidad de una estructura, de las partes que la componen o de los elementos resistentes no estructurales.

Por ejemplo: imperfecciones geométricas, defectos inducidos por los procesos de fabricación o montaje, errores humanos, etc.

**INFLUENCIA PREVISIBLE:** influencia que debe ser tenida en cuenta, conforme a la reglamentación vigente.

**LICENCIA MUNICIPAL DE OBRAS:** acto administrativo por el cual el Ayuntamiento competente autoriza la ejecución de la obra proyectada, una vez comprobada su conformidad con la legalidad aplicable.

**MANTENIMIENTO:** conjunto de actividades destinadas a conservar el edificio o las partes que lo componen para que, con una fiabilidad adecuada, cumplan con las exigencias establecidas.

**MANTENIMIENTO PREVISTO:** mantenimiento que, para cada edificio, consiste en el cumplimiento de las Instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en el Libro del Edificio.

**MARCADO «CE»:** marcado que deben llevar los productos de construcción para su libre circulación en el territorio de los Estados miembros de la Unión Europea y países parte del Espacio Económico Europeo, conforme a las condiciones establecidas en la Directiva 89/106/CEE u otras Directivas que les sean de aplicación.

**PARTICIONES INTERIORES:** elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes. Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

**PRODUCTO DE CONSTRUCCIÓN:** aquel que se fabrica para su incorporación permanente en una obra incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en proceso de ejecución.

**PROMOTOR:** es el agente de la edificación que decide, impulsa, programa y financia las obras de edificación.

**PROYECTISTA:** es el agente que redacta el proyecto por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente.

**PROYECTO:** es el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras contempladas en el artículo 2 de la LOE, y en el que se justifican técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

**PROYECTO BÁSICO:** fase del trabajo en la que se definen de modo preciso las características generales de la obra, mediante la adopción y justificación de soluciones concretas.

Su contenido es suficiente para solicitar, una vez obtenido el preceptivo visado colegial, la licencia municipal u otras autorizaciones administrativas, pero insuficiente para iniciar la construcción.

**PROYECTO DE EJECUCIÓN:** fase del trabajo en la que se desarrolla el proyecto básico, con la determinación completa de detalles y especificaciones de todos los materiales, elementos, sistemas constructivos y equipos, definiendo la obra en su totalidad. Su contenido será el necesario para la realización de las obras contando con el preceptivo visado colegial y la licencia correspondiente.

**PROYECTOS PARCIALES:** los que desarrollan o completan el proyecto en aspectos concretos referentes a tecnologías específicas o instalaciones del edificio, definiendo con suficiente detalle para su ejecución, sus características constructivas. Su contenido será el necesario para la realización de las obras que en él se contemplan y contará con el preceptivo visado colegial.

**PUNTES TÉRMICOS:** parte de la envolvente térmica de un edificio donde la resistencia térmica normalmente uniforme cambia significativamente debido a:

**a)** Penetraciones completas o parciales en el cerramiento de un edificio, de materiales con diferente conductividad térmica.

**b)** Un cambio en el espesor de la fábrica; o

**c)** Una diferencia entre las áreas internas o externas, tales como juntas entre paredes, suelos, o techos.

**RECINTO:** espacio del edificio limitado por cerramientos, particiones o cualquier otro elemento separador.

**RECINTO HABITABLE:** recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

**a)** Habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales.

**b)** Aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente.

**c)** Quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario.

**d)** Oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo.

**e)** Cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso.

f) Zonas comunes de circulación en el interior de los edificios.

g) Cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

Se consideran recintos no habitables aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo justifica unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

**RECINTO PROTEGIDO:** recinto incluido en la categoría de recinto habitable pero que cuenta con características acústicas más restrictivas que prevalecen sobre las exigencias de los recintos habitables convencionales. Se consideran en todo caso recintos protegidos los recintos habitables mencionados en los párrafos a), b), c) y d).

**REQUISITOS BÁSICOS DE LA EDIFICACIÓN:** objetivos derivados de la demanda social de calidad de los edificios y cuya consecución debe procurarse tanto en el proyecto como en la construcción, mantenimiento y conservación de los mismos.

**RESIDUOS ORDINARIOS:** parte de los residuos urbanos generada en los edificios, con excepción de:

a) Animales domésticos muertos, muebles y enseres; y

b) Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.

**RESISTENCIA AL FUEGO:** capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente.

**RIESGO:** medida del alcance del peligro que representa un evento no deseado para las personas. Un riesgo se expresa en términos de la probabilidad vinculada a las consecuencias de un evento no deseado.

**SOLUCIÓN ALTERNATIVA:** cualquier solución que difiera total o parcialmente de las establecidas en los DB.

**SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS:** son todas las personas físicas o jurídicas que proporcionan productos de construcción a las obras: fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.

**USO DEL EDIFICIO:** Actividades que se realizan en un edificio, o determinadas zonas de un edificio, después de su puesta en servicio.

**USO PREVISTO:** uso específico para el que se proyecta y realiza un edificio y que se debe reflejar documentalmentamente.

El uso previsto se caracteriza por las actividades que se han de desarrollar en el edificio y por el tipo de usuario.

**USUARIO:** es el agente que, mediante cualquier título, goza del derecho de uso del edificio de forma continuada.

Está obligado a la utilización adecuada del mismo de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en el Libro del Edificio.

Otras acepciones utilizadas:

a) Persona que habitualmente acude a un edificio con el fin de realizar una determinada actividad según el uso previsto.

b) La propiedad o su representante, aunque no acuda habitualmente al edificio.

c) Persona que ocasionalmente acude a un edificio con el fin de realizar una determinada actividad acorde con el uso previsto. Por ejemplo: visitante, proveedor, cliente, etc.; o

d) Personas que no acuden al edificio, pero que se pueden encontrar, habitualmente u ocasionalmente, en su zona de influencia. Por ejemplo: vecinos, transeúntes, etc.

### 1.4.1 SALUBRIDAD (DB-HS)

**ABSORCIÓN:** retención de un gas o vapor por un líquido o de un líquido por un sólido.

**AISLANTE NO HIDRÓFILO:** aislante que tiene una succión o absorción de agua a corto plazo por inmersión parcial menor que 1kg/m<sup>2</sup> según ensayo UNE-EN 1609:1997 o una absorción de agua a largo plazo por inmersión total menor que el 5% según ensayo UNE-EN 12087:1997.

**AISLANTE TÉRMICO:** elemento que tiene una conductividad térmica menor que 0,060 W/ (m·K) y una resistencia térmica mayor que 0,25 m<sup>2</sup>·K/W.

**APLICACIONES LÍQUIDAS:** sustancias líquidas de impermeabilización.

**ÁREA EFECTIVA (DE UNA ABERTURA):** área de la sección perpendicular a la dirección del movimiento del aire que está libre de obstáculos.

**BARRERA CONTRA EL VAPOR:** elemento que tiene una resistencia a la difusión de vapor mayor que 10 MN·s/g equivalente a 2,7 m<sup>2</sup>·h·Pa/mg.

**CÁMARA DE AIRE VENTILADA:** espacio de separación en la sección constructiva de una fachada o de una cubierta que permite la difusión del vapor de agua a través de aberturas al exterior dispuestas de forma que se garantiza la ventilación cruzada.

**CÁMARA DE BOMBEO:** depósito o arqueta donde se acumula provisionalmente el agua drenada antes de su bombeo y donde están alojadas las bombas de achique, incluyendo las de reserva.

**CAPA ANTIPUNZONAMIENTO:** capa separadora que se interpone entre dos capas sometidas a presión y que sirve para proteger a la menos resistente y evitar con ello su rotura.

**CAPA DE PROTECCIÓN:** producto que se dispone sobre la capa de impermeabilización para protegerla de las radiaciones ultravioletas y del impacto térmico directo del sol y además favorece la escorrentía y la evacuación del agua hacia los sumideros.

**CAPA DE REGULACIÓN:** capa que se dispone sobre la capa drenante o el terreno para eliminar las posibles irregularidades y desniveles y así recibir de forma homogénea el hormigón de la solera o la placa.

**CAPA SEPARADORA:** capa que se intercala entre elementos del sistema de impermeabilización para todas o algunas de las finalidades siguientes:

- evitar la adherencia entre ellos;
- proporcionar protección física o química a la membrana;
- permitir los movimientos diferenciales entre los componentes de la cubierta;
- actuar como capa antipunzonante;
- actuar como capa filtrante;
- actuar como capa ignífuga.

**CAPILARIDAD:** fenómeno según el cual la superficie de un líquido en contacto con un sólido se eleva o se deprime debido a la fuerza resultante de atracciones entre las moléculas del líquido (cohesión) y las de éste con las del sólido (adhesión).

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD:** parámetro indicador del grado de permeabilidad de un suelo medido por la velocidad de paso del agua a través de él. Se expresa en m/s o cm/s. Puede determinarse directamente mediante ensayo en permeámetro o mediante ensayo in situ, o indirectamente a partir de la granulometría y la porosidad del terreno.

**COMPONENTE:** cada una de las partes de las que consta un elemento constructivo.

**CUBREJUNTA:** pequeña pieza de madera o metal que se utiliza para fijar una junta a tope.

**DRENAJE:** operación de dar salida a las aguas muertas o a la excesiva humedad de los terrenos por medio de zanjas o cañerías.

**ELEMENTO CONSTRUCTIVO:** parte del edificio con una función independiente. Se entienden como tales los suelos, los muros, las fachadas y las cubiertas.

**ELEMENTO PASANTE:** elemento que atraviesa un elemento constructivo. Se entienden como tales las bajantes y las chimeneas que atraviesan las cubiertas.

**ENCACHADO:** capa de grava de diámetro grande que sirve de base a una solera apoyada en el terreno con el fin de dificultar la ascensión del agua del terreno por capilaridad a ésta.

**ENJARJE:** cada uno de los dentellones que se forman en la interrupción lateral de un muro para su trabazón al proseguirlo.

**FORMACIÓN DE PENDIENTES (SISTEMA DE):** sistema constructivo situado sobre el soporte resistente de una cubierta y que tiene una inclinación para facilitar la evacuación de agua.

**GEOTEXTIL:** tipo de lámina plástica que contiene un tejido de refuerzo y cuyas principales funciones son filtrar, proteger químicamente y desolidarizar capas en contacto.

**GRADO DE IMPERMEABILIDAD:** número indicador de la resistencia al paso del agua característica de una solución constructiva definido de tal manera que crece al crecer dicha resistencia y, en consecuencia, cuanto mayor sea la sollicitación de humedad mayor debe ser el grado de impermeabilidad de dicha solución para alcanzar el mismo resultado. La gradación se aplica a las soluciones de cada elemento constructivo de forma independiente a las de los demás elementos. Por lo tanto, las gradaciones de los distintos elementos no son necesariamente equivalentes: así, el grado 3 de un muro no tiene por qué equivaler al grado 3 de una fachada.

**HIGROSCOPICIDAD:** propiedad de un material de absorber o ceder agua en función de la humedad relativa del ambiente en que se encuentra.

**HOJA PRINCIPAL:** hoja de una fachada cuya función es la de soportar el resto de las hojas y componentes de la fachada, así como, en su caso desempeñar la función estructural.

**HORMIGÓN DE CONSISTENCIA FLUIDA:** hormigón que, ensayado en la mesa de sacudidas, presenta un asentamiento comprendido entre el 70% y el 100%, que equivale aproximadamente a un asiento superior mayor que 20 cm en el cono de Abrams.

**HORMIGÓN DE ELEVADA COMPACTAD:** hormigón con un índice muy reducido de huecos en su granulometría.

**HORMIGÓN HIDRÓFUGO:** hormigón que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**HORMIGÓN DE RETRACCIÓN MODERADA:** hormigón que sufre poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**IMPERMEABILIZACIÓN:** procedimiento destinado a evitar el mojado o la absorción de agua por un material o elemento constructivo. Puede hacerse durante su fabricación o mediante la posterior aplicación de un tratamiento.

**IMPERMEABILIZANTE:** producto que evita el paso de agua a través de los materiales tratados con él.

**ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO ANUAL:** para un año dado, es el cociente entre la precipitación media y la precipitación media anual de la serie.

**INYECCIÓN:** técnica de recalce consistente en el refuerzo o consolidación de un terreno de cimentación mediante la introducción en él a presión de un mortero de cemento fluido con el fin de que rellene los huecos existentes.

**INTRADÓS:** superficie interior del muro.

**LÁMINA DRENANTE:** lámina que contiene nodos o algún tipo de pliegue superficial para formar canales por donde pueda discurrir el agua.

**LÁMINA FILTRANTE:** lámina que se interpone entre el terreno y un elemento constructivo y cuya característica principal es permitir el paso del agua a través de ella e impedir el paso de las partículas del terreno.

**LIMAHOYA:** línea de intersección de dos vertientes de cubierta que se juntan formando un ángulo cóncavo.

**LIMATESA:** línea de intersección de dos vertientes de cubierta que se juntan formando un ángulo convexo.

**LLAGA:** junta vertical entre dos ladrillos de una misma hilada.

**LODO DE BENTONITA:** suspensión en agua de bentonita que tiene la cualidad de formar sobre una superficie porosa una película prácticamente impermeable y que es tixotrópica, es decir, tiene la facultad de adquirir en estado de reposo una cierta rigidez.

**MORTERO HIDRÓFUGO:** mortero que, por contener sustancias de carácter químico hidrófobo, evita o disminuye sensiblemente la absorción de agua.

**MORTERO HIDRÓFUGO DE BAJA RETRACCIÓN:** mortero que reúne las siguientes características:

a) contiene sustancias de carácter químico hidrófobo que evitan o disminuyen sensiblemente la absorción de agua;

b) experimenta poca reducción de volumen como consecuencia del proceso físico-químico del fraguado, endurecimiento o desecación.

**MORTERO POBRE:** mortero que tiene una dosificación, expresada en Kg de cemento por m<sup>3</sup> de arena, menor o igual que 1/8.

**MURO FLEXORRESISTENTE:** muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.

**MURO DE GRAVEDAD:** muro no armado que resiste esfuerzos principalmente de compresión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.

**MURO PANTALLA:** muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye en el terreno mediante el vaciado del terreno exclusivo del muro y el consiguiente hormigonado in situ o mediante el hincado en el terreno de piezas prefabricadas. El vaciado del terreno del sótano se realiza una vez construido el muro.

**MURO PARCIALMENTE ESTANCO:** muro compuesto por una hoja exterior resistente, una cámara de aire y una hoja interior. El muro no se impermeabiliza sino que se permite el paso del agua del terreno hasta la cámara donde se recoge y se evacua.

**NIVEL FREÁTICO:** valor medio anual de la profundidad con respecto a la superficie del terreno de la cara superior de la capa freática.

**PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA:** cantidad de vapor de agua que se transmite a través de un material de espesor unidad por unidad de área, unidad de tiempo y de diferencia de presiones parciales de vapor de agua. La permeabilidad se expresa en g·m/(MN·s) o en g·cm/(mmHG·m<sup>2</sup>·día).

**PINTURA IMPERMEABILIZANTE:** compuesto líquido pigmentado que se convierte en película sólida después de su aplicación y que impide la filtración y la absorción de agua a través de él.

**PLACA:** solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

**POZO DRENANTE:** pozo efectuado en el terreno con entibación perforada para permitir la llegada del agua del terreno circundante a su interior. El agua se extrae por bombeo.

**REVESTIMIENTO CONTINUO:** revestimiento que se aplica en forma de pasta fluida directamente sobre la superficie que se reviste. Puede ser a base de morteros hidráulicos, plástico o pintura.

**REVESTIMIENTO DISCONTINUO:** revestimiento conformado a partir de piezas (baldosas, lamas, placas, etc.) de materiales naturales o artificiales que se fijan a las superficies mediante sistemas de agarre o anclaje. Según sea este sistema de fijación el revestimiento se considera pegado o fijado mecánicamente.

**REVESTIMIENTO EXTERIOR:** revestimiento de la fachada dispuesto en la cara exterior de la misma.

**SISTEMA ADHERIDO:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se adhiere al elemento que sirve de soporte en toda su superficie.

**SISTEMA FIJADO MECÁNICAMENTE:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se sujeta al elemento que sirve de soporte mediante fijaciones mecánicas.

**SISTEMA NO ADHERIDO:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se coloca sobre el soporte sin adherirse al mismo salvo en elementos singulares tales como juntas, desagües, petos, bordes, etc. y en el perímetro de elementos sobresalientes de la cubierta, tales como chimeneas, claraboyas, mástiles, etc.

**SISTEMA SEMIADHERIDO:** sistema de fijación en el que la impermeabilización se adhiere al elemento que sirve de soporte en una extensión comprendida entre el 15 y el 50 %.

**SOLERA:** capa gruesa de hormigón apoyada sobre el terreno, que se dispone como pavimento o como base para un solado.

**SOLUCIÓN CONSTRUCTIVA:** elemento constructivo caracterizado por los componentes concretos que lo forman junto con otros elementos del contorno ajenos al elemento constructivo cuyas características influyen en el nivel de prestación proporcionado.

**SUB-BASE:** capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.

**SUCCIÓN:** capacidad de imbibición de agua por capilaridad de un producto mediante inmersión parcial en un período corto de tiempo.

**SUELO ELEVADO:** suelo situado en la base del edificio en el que la relación entre la suma de la superficie de contacto con el terreno y la de apoyo, y la superficie del suelo es inferior a 1/7.

**TRASDÓS:** superficie exterior de un muro.

**TUBO DRENANTE:** tubo enterrado cuyas paredes están perforadas para permitir la llegada del agua del terreno circundante a su interior.

**VALOR BÁSICO DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO:** corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un periodo de 10 minutos, tomada en zona plana y desprotegida frente al viento a una altura de 10 m sobre el suelo. Dicho valor característico es el valor cuya probabilidad anual de ser sobrepasado es de 0,02 (periodo de retorno de 50 años).

**ZANJA DRENANTE:** zanja que recoge el agua del terreno circundante y la conduce a la red de alcantarillado o de saneamiento.

**ZONA EÓLICA:** zona geográfica que engloba todos los puntos que tienen un valor básico de la velocidad del viento,  $V$ , comprendido dentro del mismo intervalo de los siguientes:

Zona A cuando  $V = 26$  m/s

Zona B cuando  $V = 27$  m/s

Zona C cuando  $V = 29$  m/s

**ZONA PLUVIOMÉTRICA DE PROMEDIOS:** zona geográfica que engloba todos los puntos que tienen un índice pluviométrico anual,  $p$ , comprendido dentro del mismo intervalo de los siguientes:

Zona I cuando  $p > 2000$  mm

Zona II cuando  $1000 \text{ mm} < p \leq 2000 \text{ mm}$

Zona III cuando  $500 \text{ mm} < p \leq 1000 \text{ mm}$

Zona IV cuando  $300 \text{ mm} < p \leq 500 \text{ mm}$

Zona V cuando  $p < 300$  mm

## 1.4.2 PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (DB-HR)

**ABSORCIÓN ACÚSTICA, A:** Cantidad de energía acústica, en  $m^2$ , absorbida por un objeto del campo acústico. Es función de la frecuencia.

Puede calcularse, para absorbentes planos, en cada banda de frecuencia  $f$ , mediante la expresión siguiente:

$A_f = \alpha \cdot f \cdot S$  [m<sup>2</sup>] (A.1) siendo:

$A_f$  absorción acústica para la banda de frecuencia  $f$ , [m<sup>2</sup>];

$\alpha$  coeficiente de absorción acústica del material para la banda de frecuencia  $f$ ;

$S$  área del material, [m<sup>2</sup>].

**AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO AÉREO:** Diferencia de niveles estandarizada, ponderada  $A$ , en dBA, entre el recinto emisor y el receptor.

Para recintos interiores se utiliza el índice  $DnT,A$ .

Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una fachada o una cubierta en las que el ruido exterior dominante es el de automóviles o el de aeronaves, se utiliza el índice  $D2m,nT,AtR$ .

Para recintos en los que alguno de sus cerramientos constituye una fachada o una cubierta en las que el ruido exterior dominante es el ferroviario o el de estaciones ferroviarias, se utiliza el índice  $D2m,nT,A$ .

**AISLAMIENTO ACÚSTICO A RUIDO DE IMPACTOS:** Protección frente al ruido de impactos.

Viene determinado por el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado,  $L'nT,w$ , en dB.

**ÁREA ACÚSTICA1:** Ámbito territorial, delimitado por la Administración competente, que presenta el mismo objetivo de calidad acústica.

Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
- Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

**ÁREA DE ABSORCIÓN ACÚSTICA EQUIVALENTE, A:** Absorción acústica, en  $m^2$ , correspondiente a un objeto de superficie no definida. Corresponde a la absorción de una superficie con coeficiente de absorción acústica igual a 1 y área igual a la absorción total del elemento.

**BANCADA DE INERCIA:** Perfil de acero o de hormigón reforzado con armaduras, capaz de absorber los esfuerzos causados por el funcionamiento de un equipo, particularmente durante los arranques.

1 Definición procedente de la Ley 37/2003 de 17 de noviembre, del Ruido

**BANDA DE OCTAVA:** Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada y otra igual al doble de la anterior.

**BANDA DE TERCIO DE OCTAVA:** Intervalo de frecuencias comprendido entre una frecuencia determinada  $f_1$  y una frecuencia  $f_2$  relacionadas por  $(f_2/f_1)^3 = 2$ .

**BANDA ELÁSTICA:** Banda de material elástico de al menos 10 mm de espesor utilizada para interrumpir la transmisión de vibraciones en los encuentros de una partición con suelos, techos y otras particiones. Se considerarán materiales adecuados para las bandas aquellos que tengan una rigidez dinámica,  $s'$ , menor que 100 MN/m<sup>3</sup> tales como el poliestireno elastificado, el polietileno y otros materiales con niveles de prestación análogos.

**COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA,  $\alpha$ :** Relación entre la energía acústica absorbida por un objeto, usualmente plano, y la energía acústica incidente sobre el mismo, referida a la unidad de superficie. Es función de la frecuencia.

Los valores del coeficiente de absorción acústica y del área de absorción acústica equivalente se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la segunda cifra decimal. (Ejemplo: 0,355 → 0,36).

**CUBIERTA:** Cerramiento superior de los edificios, horizontal o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que incluye el elemento resistente – forjado – más el acabado en su parte inferior – techo –, más revestimiento o cobertura en su parte superior. Debe considerarse cubierta tanto la parte ciega de la misma como los lucernarios.

**CUBIERTA LIGERA:** Cubierta cuya carga permanente no excede de 100 kg/m<sup>2</sup>.

**Tabla A.1 Curva de referencia para ruido de impactos.**

f Hz	L <sub>ref,w</sub> (f) dBA	f Hz	L <sub>ref,w</sub> (f) dBA
100	62	630	59
125	62	800	58
160	62	1000	57
200	62	1250	54
250	62	1600	51
315	62	2000	48
400	61	2500	45
500	60	3150	42

**CURVA DE REFERENCIA PARA EL NIVEL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS (UNE EN ISO 717-2):** Curva constituida por el conjunto de valores de nivel de presión de ruido de impactos que se indican a continuación:

**DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA EN FACHADAS, EN CUBIERTAS Y EN SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR, D<sub>2M,NT</sub>:** Aislamiento acústico a ruido aéreo de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior, en dB, cuando la medida del nivel de ruido exterior, L<sub>1,2m</sub>, se hace a 2 metros frente a la fachada o la cubierta.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

L<sub>1, 2m</sub> nivel medio de presión sonora medido a 2 metros frente a la fachada o la cubierta, [dB];

L<sub>2</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

T tiempo de reverberación del recinto receptor, [s];

T<sub>0</sub> tiempo de reverberación de referencia; su valor es T<sub>0</sub>=0,5 s.

**DIFERENCIA DE NIVELES ENTRE RECINTOS, (O AISLAMIENTO ACÚSTICO BRUTO ENTRE RECINTOS), D:** Diferencia, en dB, entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos recintos por la acción de una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, que se toma como recinto emisor. En general es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D = L_1 - L_2 \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

L<sub>1</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, [dB];

L<sub>2</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB].

**DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA ENTRE RECINTOS INTERIORES, D<sub>NT</sub>:** Diferencia entre los niveles medios de presión sonora producidos en dos recintos por una o varias fuentes de ruido emitiendo en uno de ellos, normalizada al valor 0,5 s del tiempo de reverberación. En general es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

L<sub>1</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, [dB];

L<sub>2</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

T tiempo de reverberación del recinto receptor, [s];

T0 tiempo de reverberación de referencia; su valor es T0=0,5 s.

**DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, EN FACHADAS, EN CUBIERTAS Y EN SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR, D2M,NT,A:** Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior, D2m,nT, para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{2m,nT,i})/10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

D2m,nT,i diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i, [dB];

LAr,i valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En caso de que el ruido exterior dominante sea el ferroviario o el de estaciones ferroviarias también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

**DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, EN FACHADAS, EN CUBIERTAS Y EN SUELOS EN CONTACTO CON EL AIRE EXTERIOR PARA RUIDO DE AUTOMÓVILES, D2M,NT,ATR:**

Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada de una fachada, una cubierta, o un suelo en contacto con el aire exterior, D2m,nT para un ruido exterior de automóviles.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{2m,nT,Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - D_{2m,nT,i})/10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

D2m,nT,i diferencia de niveles estandarizada, en la banda de frecuencia i, [dB];

LAttr,i valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

En caso de que el ruido exterior dominante sea el de aeronaves también se utilizará este índice para la valoración global, pero usando los valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.

**DIFERENCIA DE NIVELES ESTANDARIZADA, PONDERADA A, ENTRE RECINTOS INTERIORES, DnT,A:**

Valoración global, en dBA, de la diferencia de niveles estandarizada, entre recintos interiores, DnT, para ruido rosa.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{nT,A} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - D_{nT,i})/10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

DnT,i diferencia de niveles estandarizada en la banda de frecuencia i, [dB];

LAr,i valor del espectro normalizado del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

**DIFERENCIA DE NIVELES NORMALIZADA DE ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN PEQUEÑOS, Dn,E:**

Diferencia de niveles normalizada, en dB, atribuible a elementos de construcción pequeños.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$D_{n,e} = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{A_0}{A} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

L1 nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, [dB];

L2 nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

A área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, [m2];

A0 área de absorción acústica equivalente de referencia, de valor A0=10 m2.

**DIFERENCIA DE NIVELES POR LA FORMA DE LA FACHADA, ΔLf,s:** Mejora del aislamiento acústico a ruido aéreo de fachadas, en dB, por efecto de apantallamientos debidos a petos, formas especiales y retranqueos.

(Véase anejo F).

Se define mediante la expresión siguiente:

$$\Delta L_{f,s} = L_{1,2m} - L_{1,s} + 3 \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

$L_{1,2m}$  nivel medio de presión sonora medido a 2 m frente a la fachada o la cubierta, [dB];

$L_{1,s}$  nivel medio de presión sonora medido en el plano de la fachada o la cubierta, [dB].

**ELEMENTO CONSTRUCTIVO HOMOGÉNEO:** Elemento de una sola hoja de fábrica, de hormigón, productos pétreos, etc. Se consideran forjados homogéneos las losas de hormigón y los forjados con elementos aligerantes cerámicos y de hormigón.

**ELEMENTO CONSTRUCTIVO MIXTO:** Elemento formado por dos o más partes de cuantías de aislamiento diferentes, montadas unas como prolongación de otras hasta cubrir el total de la superficie. Ejemplos: pared formada por un murete sobre el que monta una cristalera, muro de fachada con ventanas, tabique con una puerta etc. (Véase Anejo G).

**ELEMENTO DE ENTRAMADO AUTOPORTANTE:** Elemento constructivo formado por dos o más placas de yeso laminado, sujetas a una perfilera autoportante y con una cámara rellena con un material poroso, elástico y acústicamente absorbente.

**ELEMENTO DE FLANCO:** Elemento constructivo adyacente a un elemento de separación, por el cual se produce la transmisión acústica indirecta estructural o por vía de flancos.

**ELEMENTOS DE CONSTRUCCIÓN PEQUEÑOS:** Elementos de área menor que 1 m<sup>2</sup>, excepto ventanas y puertas, que colocados en los elementos de separación verticales, fachadas y cubiertas, transmiten el sonido entre dos recintos o entre un recinto y el exterior, tales como:

- elementos de climatización;
- aireadores;
- ventiladores;
- conductos eléctricos;
- sistemas de estanquidad, pasamuros...etc.

**ESPECTRO DE FRECUENCIAS:** Representación de la distribución de energía de un sonido en función de sus frecuencias componentes. Normalmente se expresa mediante niveles de presión o de potencia en bandas de tercio de octava o en bandas de octava.

**ESPECTRO NORMALIZADO DEL RUIDO DE AERONAVES, PONDERADO A:** Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de aeronaves en las

**Tabla A.2 Valores del espectro normalizado de ruido de aeronaves, ponderado A.**

$f_i$ Hz	$L_{Aav,i}$ dBA	$f_i$ Hz	$L_{Aav,i}$ dBA
100	-23,8	800	-9,5
125	-20,2	1000	-10,5
160	-15,4	1250	-11,0
200	-13,1	1600	-12,5
250	-12,6	2000	-14,9
315	-10,4	2500	-15,9
400	-9,8	3150	-18,6
500	-9,5	4000	-23,3
630	-8,7	5000	-29,9

frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

**ESPECTRO NORMALIZADO DEL RUIDO DE AUTOMÓVILES, PONDERADO A:** Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido de automóviles en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

**Tabla A.3 Valores del espectro normalizado de ruido de automóviles, ponderado A.**

$f_i$ Hz	$L_{Atr,i}$ dBA	$f_i$ Hz	$L_{Atr,i}$ dBA
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

**ESPECTRO NORMALIZADO DEL RUIDO FERROVIARIO O DE ESTACIONES FERROVIARIAS, PONDERADO A:** Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido ferroviario en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas.

**ESPECTRO NORMALIZADO DEL RUIDO ROSA, PONDERADO A:** Representación, en forma numérica, de los valores de presión sonora, ponderados A, correspondientes a ruido rosa normalizado en las frecuencias en bandas de tercios de octava y de octavas

Tabla A.4 Valores del espectro normalizado de ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias, ponderado A.

f <sub>i</sub> Hz	L <sub>Aef,i</sub> dBA	f <sub>i</sub> Hz	L <sub>Aef,i</sub> dBA
100	-20	800	-9
125	-20	1000	-8
160	-18	1250	-9
200	-16	1600	-10
250	-15	2000	-11
315	-14	2500	-13
400	-13	3150	-15
500	-12	4000	-16
630	-11	5000	-18

Tabla A.5 Valores del espectro normalizado de ruido rosa, ponderado A.

f <sub>i</sub> Hz	L <sub>Ar,i</sub> dBA	f <sub>i</sub> Hz	L <sub>Ar,i</sub> dBA
100	-30,1	800	-11,8
125	-27,1	1000	-11,0
160	-24,4	1250	-10,4
200	-21,9	1600	-10,0
250	-19,6	2000	-9,8
315	-17,6	2500	-9,7
400	-15,8	3150	-9,8
500	-14,2	4000	-10
630	-12,9	5000	-10,5

**ESTANCIAS:** Recintos protegidos tales como: salones, comedores, bibliotecas...etc. en edificios de uso residencial y despachos, salas de reuniones, salas de lectura...etc. en edificios de otros usos.

**FACHADA:** Cerramiento perimétrico del edificio, vertical o con inclinación no mayor que 60° sobre la horizontal, que lo separa del exterior. Incluye tanto el muro de fachada como los huecos (puertas exteriores y ventanas).

**FACHADA LIGERA:** Fachada continua y anclada a una estructura auxiliar, cuya masa por unidad de superficie es menor que 200 kg/m<sup>2</sup>.

**FRECUENCIA, f:** Número de pulsaciones de una onda acústica sinusoidal ocurridas en un segundo.

**FRECUENCIA CRÍTICA, f<sub>c</sub>:** Frecuencia límite inferior a la que empieza a darse el fenómeno de coincidencia consistente en que la energía acústica se transmite a través del elemento constructivo en forma de ondas de flexión, acopladas con las ondas acústicas del aire, con la consiguiente disminución del aislamiento acústico.

Se define a partir de las constantes elásticas del elemento constructivo, mediante la expresión siguiente:

$$f_c = \frac{6.4 \cdot 10^4}{d} \sqrt{\frac{\rho \cdot (1 - \sigma^2)}{E}} \quad [\text{Hz}]$$

Siendo:

d espesor de la pared, [m];

ρ densidad, [kg/m<sup>3</sup>];

E módulo de Young, [N/m<sup>2</sup>];

σ coeficiente de Poisson.

**ÍNDICE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA APARENTE, R':** Aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido in situ, incluidas las transmisiones indirectas. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R' = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

L<sub>1</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, [dB];

L<sub>2</sub> nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

S área del elemento constructivo, [m<sup>2</sup>];

A área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, [m<sup>2</sup>].

**Índice de reducción acústica de un elemento constructivo, R:** Aislamiento acústico, en dB, de un elemento constructivo medido en laboratorio. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \cdot \lg \frac{S}{A} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

L1 nivel medio de presión sonora en el recinto emisor, [dB];

L2 nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

S área del elemento constructivo, [m<sup>2</sup>];

A área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, [m<sup>2</sup>].

**Índice de reducción acústica por vía indirecta, Rij:** Diferencia entre los niveles sonoros de los recintos emisor y receptor, debida a la transmisión acústica por vía indirecta o por flancos.

**Índice de reducción de vibraciones para caminos de transmisión sobre uniones de elementos constructivos, Kij:** Diferencia entre los niveles medios de velocidad entre ambos lados de la unión, promediada en las dos direcciones, normalizada a la longitud de la unión y a la longitud de absorción equivalente de los elementos a cada lado. Es una magnitud relacionada con la transmisión de energía en una unión de dos elementos constructivos

Se define mediante la expresión siguiente:

$$K_{ij} = \overline{D_{v,ij,situ}} + 10 \cdot \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_{i,situ} \cdot a_{j,situ}}} \text{ dB}; \quad \overline{D_{v,ij,situ}} \geq 0 \text{ dB} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

$\overline{D_{v,ij,situ}}$  diferencia de niveles de velocidad promediada en los dos sentidos de propagación para cada camino de transmisión ij sobre la unión, [dB];

$a_i$ , situ longitud de absorción equivalente del elemento i medida in situ, [m];

$a_j$ , situ longitud de absorción equivalente del elemento j medida in situ, [m];

$l_{ij}$  longitud común de la arista de unión entre el elemento i y el j, [m].

Como primera aproximación las longitudes de absorción equivalente pueden tomarse como

$a_i, situ = S_i / 10$  y  $a_j, situ = S_j / 10$ , para todo tipo de elementos, con la longitud de acoplamiento de referencia  $l_0$

= 1 m. Si en este caso el índice de reducción de vibraciones, calculado según el Anejo D, tiene un valor menor que el valor mínimo de  $K_{ij \text{ min}}$ , entonces se utiliza este valor mínimo, cuya expresión viene dada por:

$$K_{ij, \text{min}} = 10 \cdot \lg \left[ l_{ij} \cdot l_0 \left( \frac{1}{S_i} + \frac{1}{S_j} \right) \right] \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

ij caminos de transmisión Ff, Fd o Df;

$l_0 = 1$  m longitud de la arista de unión de referencia;

$S_i$  área del elemento excitado i (forjado), [m<sup>2</sup>];

$S_j$  área del elemento radiante j en el recinto receptor, [m<sup>2</sup>].

### ÍNDICE DE RUIDO DÍA, Ld

2: Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, ponderado A, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año. Se expresa en dBA.

### ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA APARENTE, PONDERADO A, DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO, R'A:

Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica aparente, R', para un ruido incidente rosa, normalizado, ponderado A.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R'_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R'_i) / 10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

R'i índice de reducción acústica aparente en la banda de frecuencia i, [dB];

$L_{Ar,i}$  valor del espectro del ruido rosa normalizado, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

**ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA APARENTE, R'w:** Valor en decibelios de la curva de referencia, a

500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica aparente, R'.

### ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A, DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO, RA:

Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A.

Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot \lg m + 5 \quad [\text{dBA}]$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot \lg m - 38,5 \quad [\text{dBA}]$$

expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento RA, en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m<sup>2</sup>: m 150kg /m RA 16,6 lgm 5

A partir de los valores del índice de reducción acústica R, obtenidos mediante ensayo en laboratorio, este índice se define mediante la expresión siguiente:

$$R_A = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Ar,i} - R_i)/10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

Ri valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i, [dB];

LAr,i, valor del espectro del ruido rosa, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

De forma aproximada puede considerarse que  $R_A = R_w + C$ .

**ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A, PARA RUIDO EXTERIOR DOMINANTE DE AUTOMÓVILES, RAtr:** Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido exterior de automóviles.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$R_{Atr} = -10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Atr,i} - R_i)/10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

Ri valor del índice de reducción acústica en la banda de frecuencia i, [dB];

LAtr,i valor del espectro normalizado del ruido de automóviles, ponderado A, en la banda de frecuencia i, [dBA];

i recorre todas las bandas de frecuencia de tercio de octava de 100 Hz a 5 kHz.

De forma aproximada puede considerarse que  $R_{Atr} = R_w + C_{tr}$

**ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, R<sub>w</sub>:** Valor en decibelios de la curva de referencia, a 500 Hz, ajustada a los valores experimentales del índice de reducción acústica, R según el método especificado en la UNE EN ISO717 1.

**LONGITUD DE ABSORCIÓN EQUIVALENTE DE VIBRACIONES DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO, a:**

Longitud equivalente a la absorción de vibraciones de un elemento constructivo.

Se define mediante la expresión siguiente:

Siendo:

Ts tiempo de reverberación estructural del elemento, [s];

S área del elemento constructivo, [m<sup>2</sup>];

f frecuencia, [Hz];

fref frecuencia de referencia, de valor 1000 Hz,

c0 velocidad de propagación, [m/s].

$$a = \frac{2,2\pi^2 S}{c_0 T_s} \sqrt{\frac{f_{ref}}{f}} \quad [\text{m}]$$

**MATERIAL POROSO:** Material absorbente de estructura alveolar, granular, fibrosa, etc., que actúa degradando la energía mecánica en calor, mediante el rozamiento del aire con las superficies del material.

**MEDIANERÍA:** Cerramiento que linda en toda su superficie o en parte de ella con otros edificios ya construidos, o que puedan construirse legalmente.

**MEJORA DEL ÍNDICE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA DE UN REVESTIMIENTO, ΔR:** Aumento del índice de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre el índice de reducción acústica de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia. Es función de la frecuencia.

**MEJORA DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA DE UN REVESTIMIENTO, ΔR<sub>w</sub>:** Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia.

**MEJORA DEL ÍNDICE GLOBAL DE REDUCCIÓN ACÚSTICA, PONDERADO A, DE UN REVESTIMIENTO, ΔRA:** Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia.

**NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA, LW:** Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_W = 10 \cdot \lg \frac{W}{W_0} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

*W* potencia acústica considerada, [W];

*W0* potencia acústica de referencia, de valor 10-12 W.

**NIVEL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS ESTANDARIZADO, *L'nT***: Nivel de presión sonora medio, en dB, en el recinto receptor normalizado a un tiempo de reverberación de 0,5 s, cuando el elemento constructivo de separación respecto al recinto emisor es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L'_{nT} = L - 10 \cdot \lg \frac{T}{T_0} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

*L* nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

*T* tiempo de reverberación del recinto receptor, [s];

*T0* tiempo de reverberación de referencia; su valor es *T0*=0,5 s.

**NIVEL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS NORMALIZADO DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO HORIZONTAL, *L<sub>n</sub>***:

Nivel de presión sonora medio en el recinto receptor referido a una absorción de 10 m<sup>2</sup>, con el elemento constructivo horizontal montado como elemento de separación respecto al recinto superior. Tal elemento es excitado por la máquina de impactos normalizada, en condiciones de ensayo en laboratorio (carencia de transmisiones indirectas). Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

*L* nivel medio de presión de ruido de impactos en el recinto receptor, [dB];

*A* área de absorción equivalente del recinto receptor, [m<sup>2</sup>].

**NIVEL GLOBAL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS NORMALIZADO MEDIDO IN SITU, *L'n,w***: Es el valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, *L'n*. Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, el valor a 500 Hz se reduce en 5 dB.

**NIVEL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS NORMALIZADO MEDIDO IN SITU, *L'n***: Es el nivel de presión sonora medio en el recinto receptor normalizado a una absorción acústica de 10 m<sup>2</sup>, cuando el elemento constructivo de separación respecto al recinto superior es excitado por la máquina de impactos normalizada. Es función de la frecuencia.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L'_n = L + 10 \cdot \lg \frac{A}{10} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

*L* nivel medio de presión sonora en el recinto receptor, [dB];

*A* área de absorción acústica equivalente del recinto receptor, [m<sup>2</sup>].

**NIVEL DE PRESIÓN SONORA, PONDERADO A, *L<sub>pA</sub>***: Nivel que valora un ruido complejo mediante un valor único empleando la ponderación A.

Para un ruido de espectro conocido, en bandas de tercio de octava o en bandas de octava, se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{pA} = 10 \cdot \lg \sum_i 10^{(L_i + A_i) / 10} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

*L<sub>i</sub>* nivel de presión sonora en la banda de frecuencia *i*, [dB];

*A<sub>i</sub>* valor de la ponderación A en la banda de frecuencia *i*, [dBA].

**NIVEL DE PRESIÓN SONORA, *L<sub>p</sub>***: Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_p = 10 \cdot \lg \left( \frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

*p* presión sonora considerada, [Pa];

$p_0$  presión sonora de referencia, de valor 2·10<sup>-5</sup> Pa.

Se sobreentiende que las presiones sonoras se expresan en valores eficaces o rms, salvo que se diga lo contrario.

**NIVEL GLOBAL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS ESTANDARIZADO, L'nT,w:** Valoración global del nivel de presión de ruido de impactos estandarizado, L'nT

**NIVEL GLOBAL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS NORMALIZADO DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO HORIZONTAL, L<sub>n,w</sub>:** Valor a 500 Hz de la curva de referencia ajustada a los valores experimentales de nivel de presión de ruido de impactos normalizado, L<sub>n</sub>. Si los niveles experimentales están dados para bandas de octava, hay que reducir en 5 dB el valor a 500 Hz.

**NIVEL MEDIO DE PRESIÓN SONORA EN UN RECINTO, L:** Nivel correspondiente al promedio temporal y espacial del cuadrado de la presión acústica, extendiendo el promediado espacial al interior del recinto exceptuando las zonas de radiación directa de las fuentes y las próximas a las paredes, suelo y techo.

Para exploraciones de la presión a lo largo de trayectorias continuas representativas que se barren en un tiempo T se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

p(t) valor de la presión acústica en el instante t, [Pa];

$p_0$  presión sonora de referencia, de valor 2·10<sup>-5</sup> Pa;

Para exploraciones de la presión en n puntos discretos se define mediante la expresión siguiente:

$$L = 10 \cdot \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}/10} \quad [\text{dB}]$$

Siendo:

$L_{pi}$  nivel de presión sonora medido en el punto i, [dB].

Cuando las diferencias entre los valores componentes son menores que 4 dB, se puede tomar como nivel medio la media aritmética de los niveles componentes.

**NIVEL MEDIO DE PRESIÓN SONORA ESTANDARIZADO, PONDERADO A, LA,T:** Nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto referido a un tiempo de reverberación de 0,5 s.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{A,T} = L_A - 10 \cdot \lg \frac{T}{0,5} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

$L_A$  nivel medio de presión sonora, ponderado A, en un recinto, [dBA];

T valor medido del tiempo de reverberación, [s].

**NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE ESTANDARIZADO, PONDERADO A, LeqA,T:** Nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, referido a un tiempo de reverberación de 0,5 s.

Se define mediante la expresión siguiente:

$$L_{eqA,T} = L_{eqA} - 10 \cdot \lg \frac{T}{0,5} \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

$L_{eqA}$  nivel sonoro continuo equivalente, ponderado A, en los períodos establecidos, [dBA];

T valor medido del tiempo de reverberación, [s].

**NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE, PONDERADO A, LeqA:** Viene definido, en dBA, por el valor  $L_{eqA}$ .

Para ruidos de nivel variable en el tiempo se define mediante la expresión:

$$L_{eqA} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L(t)_{pA}/10} dt \quad [\text{dBA}]$$

Siendo:

L(t)<sub>pA</sub> nivel de presión sonora, ponderado A, en el instante t, [dBA];

T intervalo temporal considerado, en s.

Cuando los niveles de un ruido,  $L_{pA_i}$ , se mantienen prácticamente constantes ( $\pm 2$  dB) en cada intervalo temporal  $t_i$ , ( $T = \sum t_i$ ), se puede usar la expresión:

$$L_{eqA} = 10 \cdot \lg \frac{1}{T} \sum_i 10^{L_{pA_i}/10} t_i \quad [dBA]$$

**OBJETIVO DE CALIDAD ACÚSTICA3:** Conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado.

**PANEL PREFABRICADO PESADO:** Se consideran elementos prefabricados pesados los paneles de hormigón, yeso o cualquier material con características similares.

**PONDERACIÓN ESPECTRAL A:** Aproximación con signo menos de la línea isofónica con un nivel de sonoridad igual a 40 fonos. En el margen de frecuencias de aplicación de este DB, la curva de ponderación A viene definida por los valores siguientes:

**Tabla A.6 Valores de la curva de ponderación A**

Frecuencia Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Curva de ponderación dBA	-19,1	-16,1	-13,4	-10,9	-8,6	-6,6	-4,8	-3,2	-1,9
Frecuencia Hz	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Curva de ponderación dBA	-0,8	0	0,6	1,0	1,2	1,3	1,2	1,0	0,5

La ponderación espectral A se utiliza para compensar las diferencias de sensibilidad que el oído humano tiene para las distintas frecuencias dentro del campo auditivo.

**POTENCIA ACÚSTICA, W:** Energía emitida en la unidad de tiempo por una fuente acústica determinada.

**PRESIÓN ACÚSTICA, p:** Diferencia entre la presión total instantánea en un punto determinado, en presencia de una perturbación acústica y la presión estática en el mismo punto.

**RECINTO:** Espacio del edificio limitado por cerramientos, particiones o cualquier otro elemento de separación.

**RECINTO DE ACTIVIDAD:** Recinto en el que se realiza una actividad distinta a la realizada en el resto de los recintos del edificio en el que se encuentra integrado, por ejemplo, actividad comercial, administrativa, lúdica, industrial, garajes y aparcamientos (excluyéndose aquellos situados en espacios exteriores del entorno de los edificios aunque sus plazas estén cubiertas), etc., en edificios de vivienda, hoteles, hospitales, etc., siempre que el nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, del recinto sea mayor que 70 dBA y no sea recinto ruidoso.

**RECINTO DE INSTALACIONES:** Recinto que contiene equipos de instalaciones tanto individuales como colectivas del edificio, entendiéndose como tales, todo equipamiento o instalación susceptible de alterar las condiciones ambientales de dicho recinto. A efectos de este DB, se considera que las cajas de ascensores y los conductos de extracción de humos de los garajes son recintos de instalaciones.

**RECINTO HABITABLE:** Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

- a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;
- b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;
- c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;
- d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;
- e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;
- f) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

En el caso en el que en un recinto se combinen varios usos de los anteriores siempre que uno de ellos sea protegido, a los efectos de este DB se considerará recinto protegido.

Se consideran recintos no habitables aquellos no destinados al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

**RECINTO PROTEGIDO:** Recinto habitable con mejores características acústicas. Se consideran recintos protegidos los recintos habitables de los casos a), b), c), d).

**RECINTO RUIDOSO:** Recinto, de uso generalmente industrial, cuyas actividades producen un nivel medio de presión sonora estandarizado, ponderado A, en el del recinto, mayor que 80 dBA, no compatible con el requerido en los recintos protegidos.

**REDUCCIÓN DEL NIVEL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS (o mejora del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔL:** Diferencia entre el nivel de presión de ruido de impactos normalizado de un forjado normalizado de referencia con el suelo flotante o el techo suspendido y el propio del forjado de referencia. Es función de la frecuencia.

**REDUCCIÓN DEL NIVEL GLOBAL DE PRESIÓN DE RUIDO DE IMPACTOS (o mejora global del aislamiento acústico a ruido de impactos) de un suelo flotante o de un techo suspendido, ΔLw:** Diferencia entre el nivel

global de presión de ruido de impactos normalizado del forjado de referencia normalizado y el calculado para ese forjado de referencia con el suelo flotante o el techo suspendido. (Véase Anejo E).

**REVESTIMIENTO:** Capa colocada sobre un elemento constructivo base o soporte. Se consideran revestimientos los trasdosados en elementos constructivos verticales, los suelos flotantes, las moquetas y los techos suspendidos, en elementos constructivos horizontales.

**RUIDO BLANCO:** Ruido que contiene todas las frecuencias con la misma amplitud. Su espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, es una recta de pendiente 3 dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

**RUIDO ESTACIONARIO:** Ruido continuo y estable en el tiempo. Se consideran ruidos estacionarios los procedentes de instalaciones de aire acondicionado, ventiladores, compresores, bombas impulsoras, calderas, quemadores, maquinaria de los ascensores, etc., rejillas y unidades terminales.

**RUIDO EXTERIOR DOMINANTE:** Se considera que el ruido de aeronaves o el ruido ferroviario o el de estaciones ferroviarias es dominante frente al ruido de automóviles en un espacio exterior dado cuando el espectro del ruido en ese espacio, ponderado A, desplazado en una cuantía de nivel adecuada proporciona diferencias menores que 1,5 dBA en, por lo menos, 10 tercios de octava, al ajustarlo respectivamente al espectro del ruido de aeronaves o de estaciones ferroviarias.

**RUIDO ROSA:** Ruido cuyo espectro expresado como niveles de presión o potencia, en bandas de tercio de octava, consiste en una recta de pendiente 0 dB/octava. Se utiliza para efectuar las medidas normalizadas.

**SILENCIADOR O UNIDAD DE ATENUACIÓN:** Dispositivo capaz de reducir el nivel de presión sonora entre su entrada y su salida que se acopla al conducto de salida de gases de equipos o redes de instalaciones para atenuar el ruido.

**SISTEMA:** Instalación compartida por dos recintos que hace que la transmisión de sonido se produzca de forma aérea indirecta. Es el caso de conductos de instalaciones, como conductos de ventilación o aire acondicionado, techos suspendidos, etc.

**SUELO FLOTANTE:** Elemento constructivo sobre el forjado que comprende el solado con su capa de apoyo y el una capa de un material aislante a ruido de impactos.

**TABIQUERÍA DE FÁBRICA:** Tabiquería formada por unidades de montaje en húmedo, tales como ladrillos huecos, ladrillos perforados, bloques de hormigón, bloques de arcilla aligerada, tabiques de escayola maciza, etc.

**TABIQUERÍA DE ENTRAMADO:** Elemento constructivo formado por dos o más placas de yeso laminado, sujetas a una perfilería autoportante y con una cámara que puede estar rellena con un material poroso, elástico y acústicamente absorbente.

**TÉRMINO DE ADAPTACIÓN ESPECTRAL, C, Ctr:** Valor en decibelios, que se añade al valor de una magnitud global obtenida por el método de la curva de referencia de la ISO 717-1 (Rw, por ejemplo), para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular. Cada índice global, ponderado A, lleva incorporado el término de adaptación espectral del índice global asociado, derivado del método de la curva de referencia.

Cuando el ruido incidente es rosa o ruido ferroviario o de estaciones ferroviarias se usa el símbolo C y cuando es ruido de automóviles o aeronaves el símbolo es Ctr.

**TIEMPO DE REVERBERACIÓN ESTRUCTURAL DE UN ELEMENTO CONSTRUCTIVO, Ts:** Tiempo, en s, correspondiente a una caída del nivel de vibración de 60 dB, a partir del cese de la excitación. Hay que distinguir entre los valores medidos en laboratorio, Ts,lab y los medidos in situ, Ts,situ para el mismo elemento.

**TIEMPO DE REVERBERACIÓN, T:** Tiempo, en s, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente. En general es función de la frecuencia. Los valores de las exigencias establecidos como límite, se entenderán como la media de los valores a 500, 1000 y 2000 Hz.

Los valores del tiempo de reverberación se especificarán y usarán en los cálculos redondeados a la primera cifra decimal. (Ejemplo: 1,25 → 1,3)

**TRANSMISIÓN ACÚSTICA DIRECTA:** Transmisión del sonido al recinto receptor exclusivamente a través del elemento de separación, bien por su parte sólida o por partes de comunicación aérea, tales como rendijas, aberturas o conductos, etc., si los hubiere.

**TRANSMISIÓN ACÚSTICA INDIRECTA:** Transmisión del sonido al recinto receptor a través de caminos de transmisión distintos del directo. Puede ser aérea y estructural; también se llama transmisión por flancos.

**TRASDOSADO:** Elemento suplementario del elemento constructivo vertical. Se consideran los trasdosados siguientes:

- a) una o varias placas de yeso laminado sujetas a un entramado;
- b) un panel formado por una placa de yeso y una capa de material aislante adherido al elemento base;
- c) al conjunto formado por una hoja de fábrica con bandas elásticas perimétricas y una cámara rellena con un material absorbente, poroso y elástico.

**UNIDAD DE USO:** Edificio o parte de un edificio que se destinan a un uso específico, y cuyos usuarios están vinculados entre, si bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación, bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso entre otras, las siguientes:

- a) en edificios de vivienda, cada una de las viviendas;
- b) en hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos;
- c) en edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

**ZONA COMÚN:** Zona o zonas que pertenecen o dan servicio a varias unidades de uso, pudiendo ser habitables o no.

## **1.4.3 AHORRO DE ENERGÍA (DB-HE)**

**ABSORTIVIDAD:** Fracción de la radiación solar incidente a una superficie que es absorbida por la misma. La absorptividad va de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

**BIENESTAR TÉRMICO:** Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

**CERRAMIENTO:** Elemento constructivo del edificio que lo separa del exterior, ya sea aire, terreno u otros edificios.

**COMPONENTES DEL EDIFICIO:** Se entienden por componentes del edificio los que aparecen en su envolvente edificatoria: cerramientos, huecos y puentes térmicos.

**CONDICIONES HIGROTÉRMICAS:** Son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa que prevalecen en los ambientes exterior e interior para el cálculo de las condensaciones intersticiales.

**DEMANDA ENERGÉTICA:** Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio unas condiciones de confort definidas reglamentariamente en función del uso del edificio y de la zona climática en la que se ubique. Se compone de la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y de refrigeración respectivamente.

**EDIFICIO DE REFERENCIA:** Edificio obtenido a partir del edificio objeto, cuya demanda energética debe ser mayor, tanto en régimen de calefacción como de refrigeración, que la del edificio objeto. Se obtiene a partir del edificio objeto sustituyendo los cerramientos por otros que cumplen los requisitos de la opción simplificada.

**EDIFICIO OBJETO:** Edificio del que se quiere verificar el cumplimiento de la reglamentación.

**EMISIVIDAD:** Capacidad relativa de una superficie para radiar calor. Los factores de emisividad van de 0,0 (0%) hasta 1,0 (100%).

**ENVOLVENTE EDIFICATORIA:** Se compone de todos los cerramientos del edificio.

**ENVOLVENTE TÉRMICA:** Se compone de los cerramientos del edificio que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez estén en contacto con el ambiente exterior.

**ESPACIO HABITABLE:** Espacio formado por uno o varios recintos habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

**ESPACIO HABITABLE DE BAJA CARGA INTERNA:** Espacio donde se disipa poco calor. Comprende principalmente los recintos destinados a residir en ellos, con carácter eventual o permanente. En esta categoría se incluyen todos los espacios de edificios de viviendas y aquellas zonas o espacios de edificios asimilables a éstos en uso y dimensión, tales como habitaciones de hotel, habitaciones de hospitales y salas de estar, así como sus zonas de circulación vinculadas.

En el caso de espacios no destinados a viviendas, el proyectista estimará si el calor disipado por las fuentes internas en el interior del espacio se puede asimilar a la que se podría producir si fuera un espacio de vivienda, por ejemplo, una pequeña sala de estar de una residencia de ancianos podría tener las mismas fuentes internas que un salón de una vivienda.

**ESPACIO NO HABITABLE:** Espacio formado por uno o varios recintos no habitables contiguos con el mismo uso y condiciones térmicas equivalentes agrupados a efectos de cálculo de demanda energética.

**EXCESO DE HUMEDAD INTERIOR:** Cociente entre la cantidad media de producción de humedad producida en el interior de un espacio (kg/h) y el producto de la tasa de renovación de aire por el volumen del mismo (m<sup>3</sup>/h). El exceso de humedad interior se expresa en kg/m<sup>3</sup>.

**LUCERNARIO:** Cualquier hueco situado en una cubierta, por tanto su inclinación será menor de 60° respecto a la horizontal.

**FACTOR DE SOMBRA:** Es la fracción de la radiación incidente en un hueco que no es bloqueada por la presencia de obstáculos de fachada tales como retranqueos, voladizos, toldos, salientes laterales u otros.

**FACTOR DE TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE INTERIOR:** Es el cociente entre la diferencia de temperatura superficial interior y la del ambiente exterior y la diferencia de temperatura del ambiente interior y exterior.

**FACTOR SOLAR:** Es el cociente entre la radiación solar a incidencia normal que se introduce en el edificio a través del acristalamiento y la que se introduciría si el acristalamiento se sustituyese por un hueco perfectamente transparente.

**FACTOR SOLAR MODIFICADO:** Producto del factor solar por el factor de sombra.

**GRADOS-DÍA:** Grados-día de un período determinado de tiempo es la suma, para todos los días de ese período de tiempo, de la diferencia entre una temperatura fija, o base de los grados-día, y la temperatura media del día, cuando esa temperatura media diaria sea inferior a la temperatura base.

**HUECO:** Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas acristaladas.

**HUMEDAD RELATIVA:** Es la fracción de la presión de saturación que representa la presión parcial del vapor de agua en el espacio o ambiente exterior en estudio. Se tiene en cuenta en el cálculo de las condensaciones, superficiales e intersticiales en los cerramientos.

**INVERNADERO ADOSADO:** Recinto no acondicionado formado por un cerramiento exterior con un porcentaje alto de superficie acristalada que se coloca adyacente a las fachadas de un edificio. El elemento de fachada que actúa de separación entre el invernadero y las zonas interiores del edificio puede incluir también acristalamientos. Es posible la existencia de una circulación de aire generalmente forzada a través de dicho recinto, bien en forma

de recirculación del aire interior o de precalentamiento de aire exterior que se usa para ventilación. A esta misma categoría pertenecen las galerías y los balcones acristalados.

**MATERIAL:** Parte de un producto sin considerar su modo de entrega, forma y dimensiones, sin ningún revestimiento o recubrimiento.

**MURO PARIETODINÁMICO:** Cerramiento que aprovecha la energía solar para el precalentamiento del aire exterior de ventilación. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y una hoja exterior acristalada o metálica que absorbe la radiación solar. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada.

**MURO TROMBE:** Cerramiento que aprovecha la energía solar para el calentamiento por recirculación del aire interior del edificio. Generalmente está formado por una hoja interior de fábrica, una cámara de aire y un acristalamiento exterior. La circulación del aire puede ser natural (termosifón) o forzada.

También se denomina muro solar ventilado.

**PARÁMETRO CARACTERÍSTICO:** Los parámetros característicos son las magnitudes que se suministran como datos de entrada a los procedimientos de cumplimentación, tanto el simplificado como el general.

**PARTICIÓN INTERIOR:** Elemento constructivo del edificio que divide su interior en recintos independientes.

Pueden ser verticales u horizontales (suelos y techos).

**PERMEABILIDAD AL AIRE:** Es la propiedad de una ventana o puerta de dejar pasar el aire cuando se encuentra sometida a una presión diferencial. La permeabilidad al aire se caracteriza por la capacidad de paso del aire, expresada en m<sup>3</sup>/h, en función de la diferencia de presiones.

**PERMEABILIDAD AL VAPOR DE AGUA:** Es la cantidad de vapor que pasa a través de la unidad de superficie de material de espesor unidad cuando la diferencia de presión de vapor entre sus caras es la unidad.

**PORCENTAJE DE HUECOS:** Fracción del área total de la fachada ocupada por los huecos de la misma, expresada en porcentaje.

**PRODUCTO:** Forma final de un material listo para su uso, de forma y dimensiones dadas y que incluye cualquier recubrimiento o revestimiento.

**PUENTE TÉRMICO:** Se consideran puentes térmicos las zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conlleva necesariamente una minoración de la resistencia térmica respecto al resto de los cerramientos. Los puentes térmicos son partes sensibles de los edificios donde aumenta la posibilidad de producción de condensaciones superficiales, en la situación de invierno o épocas frías.

Los puentes térmicos más comunes en la edificación, que se tendrán en cuenta en el análisis, se clasifican en:

a) puentes térmicos integrados en los cerramientos:

i) pilares integrados en los cerramientos de las fachadas;

ii) contorno de huecos y lucernarios;

iii) cajas de persianas;

iv) otros puentes térmicos integrados;

b) puentes térmicos formados por encuentro de cerramientos:

i) frentes de forjado en las fachadas;

ii) uniones de cubiertas con fachadas;

– cubiertas con pretil;

– cubiertas sin pretil;

iii) uniones de fachadas con cerramientos en contacto con el terreno;

– unión de fachada con losa o solera;

– unión de fachada con muro enterrado o pantalla;

iv) esquinas o encuentros de fachadas, dependiendo de la posición del ambiente exterior

respecto se subdividen en:

– esquinas entrantes;

– esquinas salientes;

c) encuentros de voladizos con fachadas;

d) encuentros de tabiquería interior con fachadas.

**RECINTO HABITABLE:** Recinto interior destinado al uso de personas cuya densidad de ocupación y tiempo de estancia exigen unas condiciones acústicas, térmicas y de salubridad adecuadas. Se consideran recintos habitables los siguientes:

a) habitaciones y estancias (dormitorios, comedores, bibliotecas, salones, etc.) en edificios residenciales;

b) aulas, bibliotecas, despachos, en edificios de uso docente;

c) quirófanos, habitaciones, salas de espera, en edificios de uso sanitario;

d) oficinas, despachos; salas de reunión, en edificios de uso administrativo;

e) cocinas, baños, aseos, pasillos y distribuidores, en edificios de cualquier uso;

f) zonas comunes de circulación en el interior de los edificios;

g) cualquier otro con un uso asimilable a los anteriores.

**RECINTO NO HABITABLE:** Recinto interior no destinado al uso permanente de personas o cuya ocupación, por ser ocasional o excepcional y por ser bajo el tiempo de estancia, sólo exige unas condiciones de salubridad adecuadas. En esta categoría se incluyen explícitamente como no habitables los garajes, trasteros, las cámaras técnicas y desvanes no acondicionados, y sus zonas comunes.

**RÉGIMEN DE INVIERNO:** Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de calefacción.

**RÉGIMEN DE VERANO:** Condiciones de uso del edificio que prevalecen durante la temporada de refrigeración.

**SEVERIDAD CLIMÁTICA:** La severidad climática de una localidad es el cociente entre la demanda energética de un edificio cualquiera en dicha localidad y la correspondiente al mismo edificio en una localidad de referencia. En la presente reglamentación se ha tomado Madrid como localidad de referencia, siendo, por tanto, su severidad climática la unidad. Se define una severidad climática para verano y una para invierno.

**TEMPORADA DE CALEFACCIÓN:** En la presente Sección se extiende, como mínimo, de diciembre a febrero.

**TEMPORADA DE REFRIGERACIÓN:** En la presente Sección se extiende de junio a septiembre.

**TRANSMITANCIA TÉRMICA:** Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera.

**UNIDAD DE USO:** Edificio o parte de él destinada a un uso específico, en la que sus usuarios están vinculados entre sí bien por pertenecer a una misma unidad familiar, empresa, corporación; o bien por formar parte de un grupo o colectivo que realiza la misma actividad. Se consideran unidades de uso diferentes entre otras, las siguientes:

En edificios de vivienda, cada una de las viviendas.

En hospitales, hoteles, residencias, etc., cada habitación incluidos sus anexos.

En edificios docentes, cada aula, laboratorio, etc.

**ZONA CLIMÁTICA:** En esta Sección se definen 12 zonas climáticas en función de las severidades climáticas de invierno (A, B, C, D, E) y verano (1, 2, 3, 4) de la localidad en cuestión. Se excluyen las combinaciones imposibles para la climatología española.

### 1.4.4 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN (DB-SU)

**EFICIENCIA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN:** Probabilidad de que un sistema de protección contra el rayo intercepte las descargas sin riesgo para la estructura e instalaciones.

**ILUMINANCIA, E:** Flujo luminoso por unidad de área de la superficie iluminada. En el sistema de unidades SI, la unidad de iluminancia es el lux (lx), que es la iluminancia de una superficie que recibe un flujo luminoso de un lumen repartido sobre un m<sup>2</sup> de superficie.

**LUMINANCIA, L:** Luminancia L en un punto de una superficie en una dirección dada es el cociente de la intensidad luminosa de un elemento de esa superficie por el área de la proyección ortogonal de dicho elemento sobre un plano perpendicular a dicha dirección dada. L se mide en cd/m<sup>2</sup>.

**NIVEL DE PROTECCIÓN:** Término de clasificación de los sistemas externos de protección contra el rayo en función de su eficacia.

**USO ADMINISTRATIVO:** Edificio, establecimiento o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, despachos profesionales, oficinas, etc.

También se consideran dentro de este uso los establecimientos destinados a otras actividades, cuando sus características constructivas y funcionales, el riesgo derivado de la actividad y las características de los ocupantes se puedan asimilar a este uso mejor que a cualquier otro. Como ejemplo de dicha asimilación pueden citarse los consultorios, los centros de análisis clínicos, los ambulatorios, los centros docentes en régimen de seminario, etc.

Las zonas de un establecimiento de uso Administrativo destinadas a otras actividades subsidiarias de la principal, tales como cafeterías, comedores, salones de actos, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO APARCAMIENTO:** Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha. Se excluyen de este uso, así como del ámbito de aplicación del DB-SU, los aparcamientos robotizados.

**USO COMERCIAL:** Edificio o establecimiento cuya actividad principal es la venta de productos directamente al público o la prestación de servicios relacionados con los mismos, incluyendo, tanto las tiendas y a los grandes almacenes, los cuales suelen constituir un único establecimiento con un único titular, como los centros comerciales, los mercados, las galerías comerciales, etc..

También se consideran de uso Comercial aquellos establecimientos en los que se prestan directamente al público determinados servicios no necesariamente relacionados con la venta de productos, pero cuyas características constructivas y funcionales, las del riesgo derivado de la actividad y las de los ocupantes se puedan asimilar más a las propias de este uso que a las de cualquier otro. Como ejemplos de dicha asimilación pueden citarse las lavanderías, los salones de peluquería, etc.

**USO DOCENTE:** Edificio, establecimiento o zona destinada a docencia en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria, secundaria, universitaria o formación profesional. No obstante, los establecimientos docentes que no tengan la característica propia de este uso (básicamente, el predominio de actividades en aulas de elevada densidad de ocupación) deben asimilarse a otros usos.

Las zonas de un establecimiento de uso Docente destinadas a actividades subsidiarias de la principal, como cafeterías, comedores, salones de actos, administración, residencia, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO GENERAL:** Utilización de las zonas o elementos que no sean de uso restringido.

**USO PÚBLICA CONCURRENCIA:** Edificio o establecimiento destinado a alguno de los siguientes usos: cultural (destinados a restauración, espectáculos, reunión, esparcimiento, deporte, auditorios, juego y similares), religioso y de transporte de personas.

Las zonas de un establecimiento de pública concurrencia destinadas a usos subsidiarios, tales como oficinas, aparcamiento, alojamiento, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO RESIDENCIAL PÚBLICO:** Edificio o establecimiento destinado a proporcionar alojamiento temporal, regentado por un titular de la actividad diferente del conjunto de los ocupantes y que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, etc.

Las zonas de los establecimientos de uso Residencial Público destinadas a otras actividades subsidiarias de la principal, como cafetería, restaurante, salones de actos, locales para juegos o espectáculos, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO RESIDENCIAL VIVIENDA:** Edificio o zona destinada a alojamiento permanente, cualquiera que sea el tipo de edificio: vivienda unifamiliar, edificio de pisos o de apartamentos, etc.

**USO RESTRINGIDO:** Utilización de las zonas o elementos de circulación limitados a un máximo de 10 personas que tienen el carácter de usuarios habituales, incluido el interior de las viviendas, pero excluidas las zonas comunes de los edificios de viviendas.

**USO SANITARIO:** Edificio o zona cuyo uso incluye hospitales, centros de salud, etc.

### 1.4.5 SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI)

*A efectos de aplicación del DB-SI, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en este anejo, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Seguridad en caso de incendio", o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.*

*Cuando el significado asignado a un término en este Anexo sea igual al establecido en una norma EN o en otro documento, al final de dicho significado y entre paréntesis se indica la referencia de dicho documento.*

**ALTURA DE EVACUACIÓN:** Máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda. A efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio no se consideran las plantas en las que únicamente existan zonas de ocupación nula.

**APARCAMIENTO ABIERTO:** Es aquel que cumple las siguientes condiciones:

a) Sus fachadas presentan en cada planta un área total permanentemente abierta al exterior no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 está distribuida de manera uniforme entre las dos paredes opuestas que se encuentren a menor distancia;

b) La distancia desde el borde superior de las aberturas hasta el techo no excede de 0,5 metros.

**ATRIO:** Espacio diáfano con altura equivalente a la de varias plantas del edificio comunicadas con dicho espacio mediante huecos, ventanas, balcones, pasillos abiertos, etc. Parte del perímetro del atrio puede también estar formado por muros ciegos o por fachadas del edificio.

**CAJA ESCÉNICA:** Volumen construido que abarca desde su nivel inferior hasta la cubierta de un edificio conformando un escenario de teatro, sala de ópera, etc. equipado con decorados, tramoyas, mecanismos y foso, de forma que constituye un sector de incendio que cumpla las siguientes condiciones especiales:

- Debe estar compartimentado respecto de la sala de espectadores mediante elementos EI 120 excepto en la boca de la escena, la cual se puede cerrar mediante un telón EI 60 de material incombustible cuyo tiempo de cierre no excede de 30 s y puede soportar una presión de 0,4 kN/m<sup>2</sup> en ambos sentidos sin que su funcionamiento se vea afectado.

- El cierre del telón debe ser automático, pero también debe poder activarse manualmente desde dos puntos, uno situado en el escenario y otro en lugar de acceso seguro, fuera del espacio del escenario.

Cuando se ponga en funcionamiento, se debe activar una señal óptica de advertencia en el escenario.

Debe disponer de una cortina de agua de activación automática y manual desde el escenario y desde otro punto situado en lugar de acceso seguro.

- Debe disponer de vestíbulos de independencia en toda comunicación con la sala de espectadores.

- Encima de la escena sólo deben existir locales técnicos que sirvan para uso directo de la escena.

- El recorrido de evacuación desde cualquier punto del escenario hasta alguna salida del sector no debe exceder de 25 m y las puertas de salida deben abrir en el sentido de la evacuación.

- Las pasarelas, galerías o similares existentes para uso de actores o empleados deben disponer de salidas de evacuación.

- Las pasarelas y escaleras del escenario deben tener una anchura de 0,80 m, como mínimo.

- La parte superior de la caja escénica debe disponer de un sistema adecuado para la eliminación del humo en caso de incendio.

**CARGA DE FUEGO:** Suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (UNE-EN 1991-1-2:2004).

**CURVA NORMALIZADA TIEMPO-TEMPERATURA:** Curva nominal que representa un modelo de fuego totalmente desarrollado en un sector de incendio (UNE-EN 1991-1-2:2004).

**CURVAS TIEMPO-TEMPERATURA:** Temperatura del aire en la proximidad de las superficies de un elemento, en función del tiempo. Pueden ser:

- a) Nominales: curvas convencionales adoptadas para clasificar o verificar la resistencia al fuego, por ejemplo, la curva normalizada tiempo-temperatura, la curva de fuego exterior o la curva de fuego de hidrocarburos;
- b) Paramétricas: determinadas a partir de modelos de fuego y de los parámetros físicos específicos que definen las condiciones del sector de incendio (UNE-EN 1991-1-2:2004).

**DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO:** Carga de fuego por unidad de superficie construida  $q_f$ , o por unidad de superficie de toda la envolvente, incluidas sus aberturas,  $q_t$ . (UNE-EN 1991-1-2:2004)

**DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO DE CÁLCULO:** Densidad de carga de fuego considerada para determinar las acciones térmicas en el cálculo en situación de incendio. Su valor tiene en cuenta las incertidumbres. (UNE-EN 1991-1-2:2004)

**ESCALERA ABIERTA AL EXTERIOR:** Escalera que dispone de huecos permanentemente abiertos al exterior que, en cada planta, acumulan una superficie de 5A m<sup>2</sup>, como mínimo, siendo A la anchura del tramo de la escalera, en m. Cuando dichos huecos comuniquen con un patio, las dimensiones de la proyección horizontal de éste deben admitir el trazado de un círculo inscrito de h/3 m de diámetro, siendo h la altura del patio. Puede considerarse como escalera especialmente protegida sin que para ello precise disponer de vestíbulos de independencia en sus accesos.

**ESCALERA ESPECIALMENTE PROTEGIDA:** Escalera que reúne las condiciones de escalera protegida y que además dispone de un vestíbulo de independencia diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta. La existencia de dicho vestíbulo de independencia no es necesaria cuando se trate de una escalera abierta al exterior, ni en la planta de salida del edificio, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo la escalera en dicha planta carecer de compartimentación.

**ESCALERA PROTEGIDA:** Escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de salida del edificio que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SU 1-4) las siguientes:

1 Es un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio mediante elementos separadores EI 120. Si dispone de fachadas, éstas deben cumplir las condiciones establecidas en el capítulo 1 de la Sección SI 2 para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios.

En la planta de salida del edificio las escaleras protegidas o especialmente protegidas para evacuación ascendente pueden carecer de compartimentación. Las previstas para evacuación descendente pueden carecer de compartimentación cuando sea un sector de riesgo mínimo.

2 El recinto tiene como máximo dos accesos en cada planta, los cuales se realizan a través de puertas EI2 60-C5 y desde espacios de circulación comunes y sin ocupación propia.

Además de dichos accesos, pueden abrir al recinto de la escalera protegida locales destinados a aseo y limpieza, así como los ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la escalera protegida considerada o a un vestíbulo de independencia.

En el recinto también pueden existir tapas de registro de patinillos o de conductos para instalaciones, siempre que estas sean EI 60.

3 En la planta de salida del edificio, la longitud del recorrido desde la puerta de salida del recinto de la escalera, o en su defecto desde el desembarco de la misma, hasta una salida de edificio no debe exceder de 15 m, excepto cuando dicho recorrido se realice por un sector de riesgo mínimo, en cuyo caso dicho límite es el que con carácter general se establece para cualquier origen de evacuación de dicho sector.

4 El recinto cuenta con protección frente al humo, mediante una de las siguientes opciones:

a) Ventilación natural mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie de ventilación de al menos 1 m<sup>2</sup> en cada planta.

b) Ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y de salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones siguientes:

- la superficie de la sección útil total es de 50 cm<sup>2</sup> por cada m<sup>3</sup> de recinto, tanto para la entrada como para la salida de aire; cuando se utilicen conductos rectangulares, la relación entre los lados mayor y menor no es mayor que 4;

- las rejillas tienen una sección útil de igual superficie y relación máxima entre sus lados que el conducto al que están conectadas;

- en cada planta, las rejillas de entrada de aire están situadas a una altura sobre el suelo menor que 1 m y las de salida de aire están enfrentadas a las anteriores y a una altura mayor que 1,80 m.

c) Sistema de presión diferencial conforme a EN 12101-6:2005.

**ESPACIO EXTERIOR SEGURO:** Es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio, debido a que cumple las siguientes condiciones:

1 Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.

2 Se puede considerar que dicha condición se cumple cuando el espacio exterior tiene, delante de cada salida de edificio que comunique con él, una superficie de al menos 0,5P m<sup>2</sup> dentro de la zona delimitada con un radio 0,1P m de distancia desde la salida de edificio, siendo P el número de ocupantes cuya evacuación esté prevista por dicha salida. Cuando P no exceda de 50 personas no es necesario comprobar dicha condición.

3 Si el espacio considerado no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos no puede considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m de cualquier parte del edificio, excepto cuando esté dividido en sectores de incendio estructuralmente independientes entre sí y con salidas también independientes al

espacio exterior, en cuyo caso dicha distancia se podrá aplicar únicamente respecto del sector afectado por un posible incendio.

4 Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.

5 Permite el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.

6 La cubierta de un edificio se puede considerar como espacio exterior seguro siempre que, además de cumplir las condiciones anteriores, su estructura sea totalmente independiente de la del edificio con salida a dicho espacio y un incendio no pueda afectar simultáneamente a ambos.

**ESTABLECIMIENTO:** Zona de un edificio destinada a ser utilizada bajo una titularidad diferenciada, bajo un régimen no subsidiario respecto del resto del edificio y cuyo proyecto de obras de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sean objeto de control administrativo.

**FUEGO DE CÁLCULO:** Desarrollo de fuego específico adoptado a efectos de cálculo (UNE-EN 1991-1-2:2004)

**FUEGO TOTALMENTE DESARROLLADO:** Estado en el que todas las superficies combustibles existentes en un determinado espacio participan en el fuego (UNE-EN 1991-1-2:2004)

**FUEGO LOCALIZADO:** Fuego que sólo afecta a una zona limitada de la carga de fuego del sector de incendio (UNE-EN 1991-1-2:2004)

**MODELO INFORMÁTICO DE DINÁMICA DE FLUIDOS:** Modelo de fuego que permite resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales parciales que relacionan a las variables termodinámicas y aerodinámicas de cada punto del sector de incendio considerado. (UNE-EN 1991-1-2:2004).

**ORIGEN DE EVACUACIÓN:** Es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando los del interior de las viviendas y los de todo recinto o conjunto de ellos comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/10 m<sup>2</sup> y cuya superficie total no exceda de 50 m<sup>2</sup>, como pueden ser las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.

Los puntos ocupables de todos los locales de riesgo especial y los de las zonas de ocupación nula cuya superficie exceda de 50 m<sup>2</sup>, se consideran origen de evacuación y deben cumplir los límites que se establecen para la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de dichos espacios, cuando se trate de zonas de riesgo especial, y, en todo caso, hasta las salidas de planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio o el número de ocupantes.

**PASILLO PROTEGIDO:** Pasillo que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello dicho recinto debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a todo pasillo (véase DB-SU 1 y 2), unas condiciones de seguridad equivalentes a las de una escalera protegida.

Si su ventilación es mediante ventanas o huecos, su superficie de ventilación debe ser como mínimo 0,2L m<sup>2</sup>, siendo L la longitud del pasillo en m.

Si la ventilación se lleva a cabo mediante conductos de entrada y de salida de aire, éstos cumplirán las mismas condiciones indicadas para los conductos de las escaleras protegidas. Las rejillas de entrada de aire deben estar situadas en un paramento del pasillo, a una altura menor que 1 m y las de salida en el otro paramento, a una altura mayor que 1,80 m y separadas de las anteriores 10 m como máximo.

El pasillo debe tener un trazado continuo que permita circular por él hasta una escalera protegida o especialmente protegida, hasta un sector de riesgo mínimo o bien hasta una salida de edificio.

**REACCIÓN AL FUEGO:** Respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones específicas de ensayo (DPC - D12).

**RECORRIDO DE EVACUACIÓN:** Recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio. Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación.

La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos. No se consideran válidos los recorridos por escaleras mecánicas, ni aquellos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso. Los recorridos por rampas y pasillos móviles se consideran válidos cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada que pueda activarse bien manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma.

Los recorridos que tengan su origen en zonas habitables o de uso Aparcamiento no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2. Los recorridos desde zonas habitables sí pueden atravesar las de uso Aparcamiento cuando sean recorridos alternativos a otros no afectados por dicha circunstancia.

En uso Aparcamiento los recorridos de evacuación deben discurrir por las calles de circulación de vehículos, o bien por itinerarios peatonales protegidos frente a la invasión de vehículos, conforme se establece en el Apartado 3 del DB-SU 7.

En establecimientos de uso Comercial cuya superficie construida destinada al público exceda de 400 m<sup>2</sup>, los recorridos de evacuación deben transcurrir, excepto en sus diez primeros metros, por pasillos definidos en proyecto, delimitados por elementos fijos o bien señalizados en el suelo de forma clara y permanente y cuyos tramos comprendidos entre otros pasillos transversales no excedan de 20 m.

En establecimientos comerciales en los que esté previsto el uso de carros para transporte de productos, los puntos de paso a través de cajas de cobro no pueden considerarse como elementos de la evacuación. En dichos casos se dispondrán salidas intercaladas en la batería de cajas, dimensionadas según se establece en el

apartado 4.2 de la Sección SI 3 y separadas de tal forma que no existan más de diez cajas entre dos salidas consecutivas. Cuando la batería cuente con menos de diez cajas, se dispondrán dos salidas, como mínimo, situadas en los extremos de la misma. Cuando cuente con menos de cinco cajas, se dispondrá una salida situada en un extremo de la batería.

En los establecimientos en los que no esté previsto el uso de carros, los puntos de paso a través de las cajas podrán considerarse como elementos de evacuación, siempre que su anchura libre sea 0,70m, como mínimo, y que en uno de los extremos de la batería de cajas se disponga un paso de 1,20m de anchura, como mínimo.

Excepto en el caso de los aparcamientos, de las zonas de ocupación nula y de las zonas ocupadas únicamente por personal de mantenimiento o de control de servicios, no se consideran válidos los recorridos de evacuación que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura mayor que la indicada en la tabla que se incluye a continuación.

**MÁXIMA ALTURA SALVADA:** Uso previsto y zona Hasta una salida de planta Hasta el espacio exterior seguro

En general, exceptuando los casos que se indican a continuación 4 m 6 m

Hospitalario, en zonas de hospitalización o tratamiento Docente, escuela infantil o enseñanza primaria 1 m (1) 2 m (1)

(1) No se limita en zonas de tratamiento intensivo con radioterapia.

**RECORRIDOS DE EVACUACIÓN ALTERNATIVOS:** Se considera que dos recorridos de evacuación que conducen desde un origen de evacuación hasta dos salidas de planta o de edificio diferentes son alternativos cuando en dicho origen forman entre sí un ángulo mayor que 45° o bien están separados por elementos constructivos que sean El 30 e impidan que ambos recorridos puedan quedar simultáneamente bloqueados por el humo

**RESISTENCIA AL FUEGO:** Capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente (DPC - DI2)

**SALIDA DE PLANTA:** Es alguno de los siguientes elementos, pudiendo estar situada, bien en la planta considerada o bien en otra planta diferente:

1 El arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de salida del edificio, siempre que no tenga un ojo o hueco central con un área en planta mayor que 1,30 m<sup>2</sup>. Sin embargo, cuando en el sector que contiene a la escalera la planta esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse salida de planta.

2 Una puerta de acceso a una escalera compartimentada como los sectores de incendio, a una escalera protegida, a un pasillo protegido o a un vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida, con capacidad suficiente y que conduce a una salida de edificio.

Cuando se trate de una salida de planta desde una zona de hospitalización o de tratamiento intensivo, dichos elementos deben tener una superficie de al menos de 0,70 m<sup>2</sup> o 1,50 m<sup>2</sup>, respectivamente, por cada ocupante. En el caso de escaleras, dicha superficie se refiere a la del rellano de la planta considerada, admitiéndose su utilización para actividades de escaso riesgo, como salas de espera, etc.

3 Una puerta de paso, a través de un vestíbulo de independencia, a un sector de incendio diferente que exista en la misma planta, siempre que:

- el sector inicial tenga otra salida de planta que no conduzca al mismo sector alternativo.

- el sector alternativo tenga una superficie en zonas de circulación suficiente para albergar a los ocupantes del sector inicial, a razón de 0,5 m<sup>2</sup>/pers, considerando únicamente los puntos situados a menos de 30 m de recorrido desde el acceso al sector. En uso Hospitalario dicha superficie se determina conforme a los criterios indicados en el punto 2 anterior.

- la evacuación del sector alternativo no confluya con la del sector inicial en ningún otro sector del edificio, excepto cuando lo haga en un sector de riesgo mínimo.

4 Una salida de edificio.

**SALIDA DE EDIFICIO:** Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro. En el caso de establecimientos situados en áreas consolidadas y cuya ocupación no exceda de 500 personas puede admitirse como salida de edificio aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos recorridos alternativos que no excedan de 50 m hasta dos espacios exteriores seguros.

**SALIDA DE EMERGENCIA:** Salida de planta, de edificio o de recinto prevista para ser utilizada exclusivamente en caso de emergencia y que está señalizada de acuerdo con ello.

**SECTOR BAJO RASANTE:** Sector de incendio en el que los recorridos de evacuación de alguna de sus zonas deben salvar necesariamente una altura de evacuación ascendente igual o mayor que 1,5 m.

**SECTOR DE INCENDIO:** Espacio de un edificio separado de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio. (DPC - DI2). Los locales de riesgo especial no se consideran sectores de incendio.

**SECTOR DE RIESGO MÍNIMO:** Sector de incendio que cumple las siguientes condiciones:

- Está destinado exclusivamente a circulación y no constituye un sector bajo rasante.

- La densidad de carga de fuego no excede de 40 MJ/m<sup>2</sup> en el conjunto del sector, ni de 50 MJ/m<sup>2</sup> en cualquiera de los recintos contenidos en el sector, considerando la carga de fuego aportada, tanto por los elementos constructivos, como por el contenido propio de la actividad.

- Está separado de cualquier otra zona del edificio que no tenga la consideración de sector de riesgo mínimo mediante elementos cuya resistencia al fuego sea EI 120 y la comunicación con dichas zonas se realiza a través de vestíbulos de independencia.

- Tiene resuelta la evacuación, desde todos sus puntos, mediante salidas de edificio directas a espacio exterior seguro.

**SISTEMA DE ALARMA DE INCENDIOS:** Sistema que permite emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio (UNE 23007-1:1996, EN 54-1:1996).

(Nota: Su función se corresponde con la del denominado "Sistema de comunicación de alarma" según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y puede estar integrada junto con la del sistema de detección de incendios en un mismo sistema.)

**SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS:** Sistema que permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas (UNE 23007-1:1996, EN 54-1:1996).

(Nota: Su función se corresponde con las de los denominados "Sistema automático de detección de incendios" y "Sistema manual de alarma de incendios" según el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y puede estar integrada junto con la del sistema de alarma de incendios, en un mismo sistema.)

**SISTEMA DE PRESIÓN DIFERENCIAL:** Sistema de ventiladores, conductos, aberturas y otros elementos característicos previstos con el propósito de generar una presión más baja en la zona del incendio que en el espacio protegido (UNE 23585: 2004 - CR 12101-5:2000 y UNE EN 12101-6:2006).

**SUPERFICIE ÚTIL:** Superficie en planta de un recinto, sector o edificio ocupable por las personas. En uso Comercial, cuando no se defina en proyecto la disposición de mostradores, estanterías, cajas registradoras y, en general de aquellos elementos que configuran la implantación comercial de un establecimiento, se tomará como superficie útil de las zonas destinadas al público, al menos el 75% de la superficie construida de dichas zonas.

**TIEMPO EQUIVALENTE DE EXPOSICIÓN AL FUEGO:** Es el tiempo de exposición a la curva normalizada tiempo-temperatura que se supone que tiene un efecto térmico igual al de un incendio real en el sector de incendio considerado (UNE-EN 1991-1-2:2004).

**USO ADMINISTRATIVO:** Edificio, establecimiento o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, despachos profesionales, oficinas, etc.

También se consideran de este uso los establecimientos destinados a otras actividades, cuando sus características constructivas y funcionales, el riesgo derivado de la actividad y las características de los ocupantes se puedan asimilar a este uso mejor que a cualquier otro. Como ejemplo de dicha asimilación pueden citarse los consultorios, los centros de análisis clínicos, los ambulatorios, los centros docentes en régimen de seminario, etc.

Las zonas de un establecimiento de uso Administrativo destinadas a otras actividades subsidiarias de la principal, tales como cafeterías, comedores, salones de actos, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso previsto.

**USO APARCAMIENTO:** Edificio, establecimiento o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m<sup>2</sup>, incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha. Se excluyen de este uso los aparcamientos en espacios exteriores del entorno de los edificios, aunque sus plazas estén cubiertas.

Dentro de este uso, se denominan aparcamientos robotizados aquellos en los que el movimiento de los vehículos, desde el acceso hasta las plazas de aparcamiento, únicamente se realiza mediante sistemas mecánicos y sin presencia ni intervención directa de personas, exceptuando la actuación ocasional de personal de mantenimiento. En dichos aparcamientos no es preciso cumplir las condiciones de evacuación que se establecen en este DB SI, aunque deben disponer de los medios de escape en caso de emergencia para dicho personal que en cada caso considere adecuados la autoridad de control competente.

**USO COMERCIAL:** Edificio o establecimiento cuya actividad principal es la venta de productos directamente al público o la prestación de servicios relacionados con los mismos, incluyendo, tanto las tiendas y a los grandes almacenes, los cuales suelen constituir un único establecimiento con un único titular, como los centros comerciales, los mercados, las galerías comerciales, etc..

También se consideran de uso Comercial aquellos establecimientos en los que se prestan directamente al público determinados servicios no necesariamente relacionados con la venta de productos, pero cuyas características constructivas y funcionales, las del riesgo derivado de la actividad y las de los ocupantes se puedan asimilar más a las propias de este uso que a las de cualquier otro. Como ejemplos de dicha asimilación pueden citarse las lavanderías, los salones de peluquería, etc.

**USO DOCENTE:** Edificio, establecimiento o zona destinada a docencia, en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria, secundaria, universitaria o formación profesional. No obstante, los establecimientos docentes que no tengan la característica propia de este uso (básicamente, el predominio de actividades en aulas de elevada densidad de ocupación) deben asimilarse a otros usos.

Las zonas de un establecimiento de uso Docente destinadas a actividades subsidiarias de la principal, como cafeterías, comedores, salones de actos, administración, residencia, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO HOSPITALARIO:** Edificio o establecimiento destinado a asistencia sanitaria con hospitalización de 24 horas y que está ocupados por personas que, en su mayoría, son incapaces de cuidarse por sí mismas, tales como hospitales, clínicas, sanatorios, residencias geriátricas, etc.

Las zonas de dichos edificios o establecimientos destinadas a asistencia sanitaria de carácter ambulatorio (despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.) así como a los centros con dicho carácter en exclusiva, deben cumplir las condiciones correspondientes al uso Administrativo.

Las zonas destinadas a usos subsidiarios de la actividad sanitaria, tales como oficinas, salones de actos, cafeterías, comedores, capillas, áreas de residencia del personal o habitaciones para médicos de guardia, aulas, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO PÚBLICA CONCURRENCIA:** Edificio o establecimiento destinado a alguno de los siguientes usos: cultural (destinados a restauración, espectáculos, reunión, deporte, esparcimiento, auditorios, juegos y similares), religioso y de transporte de personas.

Las zonas de un establecimiento de pública concurrencia destinadas a usos subsidiarios, tales como oficinas, aparcamiento, alojamiento, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO RESIDENCIAL PÚBLICO:** Edificio o establecimiento destinado a proporcionar alojamiento temporal, regentado por un titular de la actividad diferente del conjunto de los ocupantes y que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, etc.

Las zonas de los establecimientos de uso Residencial Público destinadas a otras actividades subsidiarias de la principal, como cafetería, restaurante, salones de actos, locales para juegos o espectáculos, etc., deben cumplir las condiciones relativas a su uso.

**USO RESIDENCIAL VIVIENDA:** Edificio o zona destinada a alojamiento permanente, cualquiera que sea el tipo de edificio: vivienda unifamiliar, edificio de pisos o de apartamentos, etc.

**VENTILACIÓN FORZADA:** Extracción de humos mediante el uso de ventiladores mecánicos.

**VENTILACIÓN NATURAL:** Extracción de humos basada en la fuerza ascensional de éstos debida a la diferencia de densidades entre masas de aire a diferentes temperaturas.

**VESTÍBULO DE INDEPENDENCIA:** Recinto de uso exclusivo para circulación situado entre dos o más recintos o zonas con el fin de aportar una mayor garantía de compartimentación contra incendios y que únicamente puede comunicar con los recintos o zonas a independizar, con aseos de planta y con ascensores. Cumplirán las siguientes condiciones:

- Sus paredes serán EI 120. Sus puertas de paso entre los recintos o zonas a independizar tendrán la cuarta parte de la resistencia al fuego exigible al elemento compartimentado que separa dichos recintos y al menos EI2 30-C5.

- Los vestíbulos de independencia de las escaleras especialmente protegidas estarán ventilados conforme a alguna de las alternativas establecidas para dichas escaleras.

- Los que sirvan a uno o a varios locales de riesgo especial, según lo establecido en el apartado 2 de la Sección SI 2, no pueden utilizarse en los recorridos de evacuación de zonas habitables.

- La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo debe ser al menos 0,50 m. En uso Hospitalario, cuando esté prevista la evacuación de zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo a través de un vestíbulo de independencia, la distancia entre dos puertas que deben atravesarse consecutivamente en la evacuación será de 3,5 m como mínimo

- Las puertas de acceso a vestíbulos de independencia desde zonas de uso Aparcamiento o de riesgo especial, deben abrir hacia el interior del vestíbulo.

**ZONA DE OCUPACIÓN NULA:** Zona en la que la presencia de personas sea ocasional o bien a efectos de mantenimiento, tales como salas de máquinas y cuartos de instalaciones, locales para material de limpieza, determinados almacenes y archivos, trasteros de viviendas, etc.

Los puntos de dichas zonas deben cumplir los límites que se establecen para los recorridos de evacuación hasta las salidas de las mismas (cuando además se trate de zonas de riesgo especial) o de la planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio o el número de ocupantes.

## **1.4.6 SEGURIDAD ESTRUCTURAL (DB-SE)**

1 Los términos que aquí figuran se utilizan en este DB-SE así como en los otros documentos básicos de seguridad estructural, conforme al significado y a las condiciones que se establecen. En el Anejo III de la Parte I pueden consultarse otros términos y definiciones generales utilizados en el conjunto del CTE. El resto de los DB de índole estructural contienen las definiciones de otros términos técnicos específicos.

**ACCIÓN ACCIDENTAL:** acción con una pequeña probabilidad de ocurrencia, generalmente de corta duración y con efectos importantes.

**ACCIÓN FIJA:** Acción que tiene una distribución fija sobre el edificio y cuya magnitud y dirección están determinadas de forma inequívoca para el conjunto de la obra.

**ACCIÓN LIBRE:** Acción que puede tener cualquier punto de aplicación, sin límites dados.

**ACCIÓN PERMANENTE:** Acción cuya variación en magnitud con el tiempo es despreciable, o cuya variación es monótona hasta que se alcance un determinado valor límite.

**ACCIÓN VARIABLE:** Acción cuya variación en el tiempo no es monótona ni despreciable respecto al valor medio.

**ACCIONES:**

a) Fuerza aplicada sobre el edificio (acción directa).

b) Deformación impuesta o aceleración causada por, ejemplo, por cambios de temperatura, variaciones de humedad, asientos diferenciales o terremotos (acción indirecta).

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL:** Procedimiento o algoritmo para determinar los efectos de las acciones.

**COMBINACIÓN DE ACCIONES:** Conjunto de acciones utilizadas para la comprobación de los requisitos estructurales.

**EFFECTOS DE LAS ACCIONES:** El efecto de las acciones en elementos estructurales, por ejemplo, esfuerzos, momentos, tensiones, deformaciones, o en toda la estructura, como por ejemplo, rotación, desviación.

**ELEMENTO ESTRUCTURAL:** Parte físicamente distinguible de una estructura, como por ejemplo, una viga, una losa, un pilote.

**ESTADO LÍMITE:** Estado más allá del que no se satisfacen los requisitos estructurales.

**ESTADO LÍMITE DE SERVICIO:** Estado más allá del que no se satisfacen los requisitos de servicio establecidos.

**ESTADO LÍMITE ÚLTIMO:** Estado asociado al colapso o a otra forma similar de fallo estructural.

**ESTRUCTURA:** Conjunto de elementos, conectados entre ellos, cuya misión consiste en resistir las acciones previsibles y en proporcionar rigidez.

**FLECHA RELATIVA:** Descenso máximo de vano respecto al extremo de la pieza que lo tenga menor, dividida por la luz del tramo. En el caso de voladizos se considerara como luz el doble del vuelo.

**MODELO ESTRUCTURAL:** Idealización del sistema estructural utilizada para el análisis, cálculo y verificación.

**RIESGO:** Medida del alcance del peligro que representa un evento no deseado para las personas.

Un riesgo se expresa en términos de la probabilidad vinculada a las consecuencias de dicho evento.

**SITUACIÓN EXTRAORDINARIA:** Situación que incluye unas condiciones excepcionales para el edificio.

**SITUACIÓN PERSISTENTE:** Situación que es relevante durante un periodo de tiempo similar al periodo de servicio del edificio.

**SISTEMA ESTRUCTURAL:** Elementos resistentes de la construcción y forma en la que se considera que trabajan.

**VALOR CARACTERÍSTICO:** Es el principal valor representativo de una variable.

**VALOR DE CÁLCULO:** Valor obtenido de multiplicar el valor representativo por el coeficiente parcial de seguridad.

## 1.4.7 SEGURIDAD ESTRUCTURAL: MADERA (DB SE-M)

### Anejo A. Terminología

1 En este apartado se recopilan solamente los términos propios de las estructuras de madera que se citan en el CTE pero no se definen expresamente.

**BORDE:** Arista paralela al eje longitudinal de una pieza de madera de sección rectangular. Cada elemento mecánico de fijación debe situarse, en una determinada unión, a una distancia mínima del borde. Véase testa.

**CAPA DE CHAPAS DE MADERA:** Pieza plana formada por una, dos o más chapas de madera de la misma especie arbórea y con las mismas propiedades mecánicas. Cuando la forman dos o más chapas éstas van encoladas entre sí con la dirección de la fibra paralela. Véase tablero contrachapado.

**CHAPA DE MADERA:** Hoja de madera de espesor inferior a 7 mm obtenida, de un tronco de árbol maderable, por desarrollo o a la plana y con las que se conforma la capa de chapas de un tablero contrachapado.

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MADERA:** Masa de agua contenida en la madera, expresada en porcentaje respecto a su masa anhidra. Véase humedad de equilibrio higroscópico.

**CORDONES:** Piezas principales, en soportes compuestos, de madera aserrada o de madera laminada encolada.

**DIRECCIÓN DE LA FIBRA:** Dirección de las células alargadas que constituyen fundamentalmente la madera y son visibles en la superficie de cortes planos y paralelos al eje de un tronco de árbol maderable.

En general, la dirección de la fibra, coincide con la dirección del eje longitudinal de la pieza de madera aserrada (tabla, tablón, etc.)

**ELEMENTO MECÁNICO DE FIJACIÓN:** Dispositivo de unión como clavo, tirafondo (tornillo rosca madera), pasador y perno.

**HUMEDAD DE EQUILIBRIO HIGROSCÓPICO:** Contenido de humedad de la madera cuando no intercambia vapor de agua con la atmósfera que la rodea, si se mantiene constante la pareja de valores higrotérmicos temperatura y humedad relativa del aire. A cada pareja de valores higrotérmicos corresponde, por tanto, una humedad de equilibrio higroscópico en la madera.

**LÁMINA DE MADERA:** Cada una de las capas que conforman un elemento estructural de madera laminada encolada.

Una capa o lámina de madera está formada por tablas de madera aserrada, normalmente de la misma especie arbórea y de la misma clase resistente, empalmadas a testa, mediante uniones dentadas encoladas y, en su caso, también lateralmente de forma que cada lámina abarque toda la anchura y longitud de la correspondiente capa del elemento estructural.

Esta disposición garantiza que la dirección de la fibra de las tablas se corresponda, constantemente, con la dirección de la directriz de la lámina de madera.

**MADERA:** Materia leñosa y lignocelulósica situada entre la médula y la corteza de un árbol o arbusto.

Como material de construcción, en estructuras de madera, las especies arbóreas más utilizadas son las maderas de coníferas (grupo botánico de las gimnospermas) y las maderas de frondosas (grupo botánico de las dicotiledóneas). Véanse:

- madera aserrada;
- madera laminada encolada;
- tablero.

**MADERA ASERRADA:** Pieza de madera maciza obtenida por aserrado del árbol generalmente escuadrada, es decir con caras paralelas entre sí y cantos perpendiculares a las mismas. Se la denomina, también:

- madera maciza (Véase, en madera maciza, otra acepción);
- madera estructural.

**MADERA DE CONÍFERAS:** Véase madera

**MADERA DE FRONDOSAS:** Véase madera

**MADERA ESTRUCTURAL:** Véase madera

**MADERA LAMINADA ENCOLADA (elemento estructural de):** Elemento estructural formado por láminas de madera, encoladas en varias capas superpuestas hasta conseguir la altura (canto mecánico) en cada sección transversal del elemento estructural proyectado. Véanse:

- madera laminada encolada homogénea;
- madera laminada encolada combinada.

**MADERA LAMINADA ENCOLADA COMBINADA (elemento estructural de):** Elemento estructural de madera laminada encolada cuya sección transversal está constituida por láminas de madera de diferente clase resistente, de tal forma que las láminas extremas son de clase resistente superior a las internas (próximas al eje neutro de la sección).

**MADERA LAMINADA ENCOLADA HOMOGENEA (elemento estructural de):** Elemento estructural de madera laminada encolada cuya sección transversal está constituida por láminas de madera de la misma clase resistente.

**MADERA MACIZA:** Denominación, muy extendida, para la madera aserrada y que puede extenderse a la madera de rollizo. En la determinación de la clase de uso de ataque por agentes biológicos se entenderá por madera maciza tanto la madera aserrada como la madera laminada encolada.

**MADERA MICROLAMINADA:** Producto derivado de la madera para uso estructural fabricado con chapas de madera de pequeño espesor (del orden de 3 a 5 mm) encoladas con la misma dirección de la fibra.

Con frecuencia es conocida con las siglas de su nombre en inglés, LVL.

**MATERIA ACTIVA DE UN PROTECTOR DE LA MADERA:** Compuesto químico o sustancia incluida en un producto protector de la madera para dotarle de una actividad específica frente a los diversos tipos de agentes biológicos destructores de la madera.

**PRESILLA:** Pieza de madera que enlaza exteriormente, en cada tramo, todos los cordones de un soporte compuesto.

**PRODUCTO DERIVADO DE LA MADERA:** Véase tablero

**SEPARADOR:** Pieza de madera que enlaza interiormente, en cada tramo, dos cordones de un soporte compuesto.

**TABLERO:** Pieza en la que predominan la longitud y la anchura sobre el espesor, y en la que el elemento constitutivo principal es la madera. Se le conoce, también, como producto derivado de la madera.

Véanse:

- tablero contrachapado;
- tablero de fibras;
- tablero de partículas (tablero aglomerado y tablero de virutas).

En las estructuras de madera, de los tableros anteriores, se utilizan solamente aquellos que, en las correspondientes normas UNE, se especifica para uso estructural o de alta prestación estructural.

(Este último con propiedades de resistencia y de rigidez mayor que el análogo estructural).

**TABLERO AGLOMERADO:** Véase tablero de partículas.

**TABLERO CONTRACHAPADO:** Tablero formado por capas de chapas de madera encoladas de modo que las direcciones de las fibras de dos capas consecutivas formen un cierto ángulo, generalmente de 90°.

**TABLERO DE FIBRAS:** Tablero formado por fibras lignocelulósicas mediante la aplicación de calor y/o presión. La cohesión se consigue por las propiedades adhesivas intrínsecas de las fibras o por adición de un aglomerante sintético. Véanse:

- tablero de fibras duro;
- tablero de fibras semiduro.

**TABLERO DE FIBRAS DE DENSIDAD MEDIA:** Tablero de fibras fabricado por el proceso en seco, empleando un aglomerante sintético así como presión y calor. Vulgarmente se conoce como tablero DM o MDF.

**TABLERO DE FIBRAS DURO:** Tablero de fibras fabricado por el proceso en húmedo que tiene una densidad mayor o igual a 900 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLERO DE FIBRAS SEMIDURO:** Tablero de fibras fabricado por el proceso en húmedo que tiene una densidad comprendida entre 400 y 900 kg/m<sup>3</sup>. Si la densidad se sitúa entre 400 y 560 kg/m<sup>3</sup> se denominan tableros semiduros de baja densidad, y si la densidad se sitúa entre 560 y 900 kg/m<sup>3</sup>, se denominan tableros semiduros de alta densidad.

**TABLERO DE MADERA MACIZA:** Tablero fabricado fundamentalmente con tablas, tablillas o listones de madera unidos entre sí por distintos medios tales como el encolado, machihembrado, revestimiento con chapas, etc.

**TABLERO DE PARTÍCULAS:** Tablero formado por partículas de madera o de otro material leñoso, aglomeradas entre sí mediante un adhesivo y presión, a la temperatura adecuada.

El término tablero de partículas es sinónimo al de tablero aglomerado. La denominación correcta debería ser tablero aglomerado de partículas de madera, pero es más conocido por las denominaciones anteriores.

**TABLERO DE VIRUTAS:** Tablero de constitución similar al de partículas pero fabricado con virutas de mayores dimensiones. Sus propiedades mecánicas son mayores.

**TABLERO DE VIRUTAS ORIENTADAS OSB (Oriented Strand Board):** Tablero de virutas en el que las virutas de las capas externas están orientadas siguiendo la dirección longitudinal del tablero, por lo que las propiedades mecánicas del tablero se incrementan en esa dirección y disminuyen en la dirección perpendicular.

**TESTA:** Extremo plano y perpendicular al eje longitudinal de una pieza de madera de sección rectangular.

Cada elemento mecánico de fijación debe situarse, en una determinada unión, a una distancia mínima de la testa. Véase borde.

**VIGA MIXTA DE ALAS DELGADAS ENCOLADAS:** Viga formada por madera en el alma y tablero en las alas, encolado al alma.

**VIGA MIXTA DE ALMA DELGADA ENCOLADA:** Viga formada por tablero en el alma y madera en las alas, encolada al alma.

## **1.4.8 SEGURIDAD ESTRUCTURAL: FABRICA (DB SE-F)**

### **1 FÁBRICAS.**

a) **Fábrica:** Conjunto trabado de piezas asentadas con mortero.

b) **Fábrica armada:** Fábrica en la que se colocan barras mallas, o armaduras de tendel, generalmente de acero, embebidas en mortero u hormigón, de modo que todos los materiales trabajen en conjunto.

c) **Fábrica pretensada:** Fábrica en la que se han generado intencionalmente tensiones de compresión mediante tesado de tendones.

d) **Fábrica confinada:** Fábrica rodeada en sus cuatro lados por pilares y vigas de hormigón armado o de fábrica armada (no proyectados para que trabajen como pórticos resistentes a flexión).

e) **Aparejo de la fábrica:** Disposición regular de las piezas trabadas para que trabajen conjuntamente.

### **2 RESISTENCIAS DE LA FÁBRICA.**

a) **Resistencia característica de la fábrica:** el valor correspondiente al fractil 5 % de todas las mediciones efectuadas de la fábrica.

b) **Resistencia a compresión de la fábrica:** Resistencia a compresión sin tener en cuenta los efectos de las coacciones de sustentación, esbeltez o excentricidad de cargas.

c) **Resistencia normalizada a compresión, fb:** Resistencia a compresión de las piezas para fábricas, que se especifica como tal en el proyecto, y que sirve de referencia para deducir el resto de características mecánicas y resistentes que intervienen en el cálculo de la sección total bruta.

d) **Resistencia a corte de la fábrica:** Resistencia de la fábrica sometida a esfuerzo cortante.

e) **Resistencia a flexión de la fábrica:** Resistencia de la fábrica a flexión pura.

f) **Resistencia del anclaje por adherencia:** La resistencia de la adherencia por unidad de superficie entre la armadura y el hormigón o el mortero, cuando la armadura está sometida a esfuerzo de tracción o compresión.

### **3 PIEZAS DE FÁBRICA.**

a) **Pieza de fábrica:** Componente conformado, para utilizarse en la construcción de fábricas.

b) **Piezas macizas, perforadas, aligeradas o huecas:** Designación de las piezas de fábrica, según el porcentaje, tamaño y orientación de sus huecos.

c) **Tabla:** Cara superior o inferior de una pieza de fábrica colocada en posición.

d) **Rebajo:** Rehundido conformado durante la fabricación, en una o ambas tablas de la pieza.

e) **Hueco:** Vacío conformado en una pieza que puede o no atravesarla completamente.

f) **Asa:** Vacío conformado en una pieza para facilitar su manejo y permitir levantarla con las manos o con utillaje.

g) **Tabiquillo:** Material entre huecos de una pieza.

h) **Pared:** Material perimetral entre una cara de una pieza y un hueco.

i) **Área bruta:** Área de la sección de la pieza sin descontar el área de los huecos, asas y rebajes.

j) **Resistencia a compresión de piezas de fábrica:** Resistencia media a compresión

k) **Resistencia normalizada a compresión de piezas de fábrica:** Resistencia a compresión de las piezas de fábrica por asimilación a la resistencia a compresión de una pieza equivalente secada al aire, de 100 mm de ancho X 100 mm de alto.

l) **Resistencia característica a compresión de piezas de fábrica:** Resistencia a compresión correspondiente al fractil 5 % de la resistencia. SE-F-58

### **4 MORTEROS.**

a) **Mortero:** Mezcla de conglomerantes inorgánicos, áridos y agua, y, en su caso, adiciones y aditivos.

b) **Mortero ordinario:** Mortero para juntas de espesor mayor de 3 mm, y en cuya elaboración se utilizan sólo áridos ordinarios.

c) **Mortero de junta delgada:** Mortero por dosificación para juntas de espesor entre 1 mm y 3 mm.

d) **Mortero ligero:** Mortero por dosificación cuya densidad en desecado sea inferior a 1.500 kg/m<sup>3</sup>.

e) **Mortero por resistencia:** Mortero elaborado de modo que en los ensayos cumpla las propiedades establecidas.

f) **Mortero por dosificación:** Mortero elaborado con una dosificación establecida, cuyas propiedades se suponen ligadas a ella.

g) Mortero preparado: Mortero dosificado y amasado en factoría, y servido en obra.

h) Mortero seco: Constituyentes secos del mortero con la dosificación y condiciones exigidas mezclados en factoría, que se amasan en obra.

i) Mortero de obra: Cuyos componentes se dosifican y se amasan en obra.

j) Resistencia a compresión del mortero: Resistencia media a compresión de probetas de mortero ensayadas tras 28 días de curado.

#### **5 HORMIGÓN DE RELLENO.**

a) Hormigón de relleno: Hormigón con la consistencia y el tamaño del árido adecuados para rellenar cámaras o huecos de la fábrica.

#### **6 ARMADURAS.**

a) Acero para armar: Acero para armaduras de uso en fábricas.

b) Armadura de tendel: Armadura de acero prefabricada para su colocación en los tendeles.

c) Acero para pretensar: Acero para alambres, barras, torzales, cordones o cables, de uso en fábricas.

#### **7 COMPONENTES AUXILIARES.**

a) Barrera anti humedad: Lámina impermeabilizante, piezas de fábrica u otro material que se coloca en las fábricas para impedir el paso del agua.

b) Llave: Dispositivo que enlaza una hoja de un muro capuchino con la otra a través de la cámara, o con un entramado, o con un muro de trasdós.

c) Amarre: Dispositivo que enlaza elementos de fábrica con otros elementos contiguos, como suelos y cubiertas.

#### **8 JUNTAS.**

a) Tendel: Junta de mortero entre las tablas de las piezas de fábrica.

b) Llaga: Junta de mortero perpendicular al tendel y a la cara del muro.

c) Sutura: Junta de mortero vertical en el espesor del muro, paralela a su cara.

d) Junta fina: Junta de mortero fino, con espesor máximo de 3 mm.

e) Junta de movimiento: Junta que permite el libre movimiento en el plano del muro.

f) Llagueado: Proceso de acabado de la junta de mortero durante la construcción.

g) Rejuntado: Proceso de rascado, rellenado y acabado de la junta de mortero.

#### **9 TIPO DE MUROS.**

a) Muro de carga: Muro proyectado para soportar otras cargas además de su peso propio.

b) Muro de una hoja: Muro sin cámara ni sutura continua.

c) Muro capuchino: Muro compuesto por dos hojas paralelas, eficazmente enlazadas por llaves o armaduras de tendel sin capacidad para transmitir esfuerzo cortante, con una o ambas hojas soportando cargas verticales.

d) Muro doblado: Muro compuesto por dos hojas paralelas, enlazadas entre sí mediante conectores o armaduras de tendel capaces de transmitir el esfuerzo cortante que se genere entre ambas hojas, de modo que trabajen solidariamente.

e) Muro relleno: Muro compuesto por dos hojas paralelas, separadas al menos 50 mm, enlazadas con llaves o armaduras de tendel, con la cámara rellena de hormigón, de modo que trabajen solidariamente.

f) Muro careado: Muro con piezas de cara vista trabadas con piezas de trasdós, de modo que trabajen solidariamente.

g) Muro de tendel hueco: Muro en el que las piezas se asientan en los bordes exteriores de sus tablas, con tendeles huecos de dos bandas de mortero ordinario.

h) Muro de revestimiento: Muro que reviste exteriormente sin traba a otro muro, o a un entramado y no contribuye a su resistencia.

i) Muro sin carga: Muro no resistente cuya eliminación no perjudica la integridad del resto del edificio.

#### **10 VARIOS.**

a) Roza: Acanaladura abierta en la fábrica.

b) Rebaje: Rehundido aparejado en una cara del muro.

c) Gacha: Mezcla fluida de cemento, agua y arena para rellenar pequeños vacíos.

### **1.4.8 SEGURIDAD ESTRUCTURAL: CIMIENTOS (DB-SE-C)**

1 A continuación se define el sentido que debe darse a los términos específicos que aparecen, de forma general, en el uso de este DB-C.

**ACCIÓN O CARGA:** Toda causa o agente actuante capaz de generar estados tensionales o deformaciones tanto en las estructuras como en el terreno.

**ADHESIÓN:** Resistencia al corte de un contacto terreno-estructura, cuando la presión normal efectiva sobre el contacto es nula.

**ALTURA PIEZOMÉTRICA:** Altura que alcanza el nivel del agua al colocar un tubo piezométrico en un punto.

**ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO.** Ángulo cuya tangente es la derivada de la resistencia al corte respecto a la presión normal efectiva.

**ARCILLAS:** Fracción de suelo con las partículas de tamaño inferior a 0,002 mm y en las que se las puede determinar un límite plástico y un límite líquido.

**ARENA:** Fracción de suelo cuyas partículas tienen un tamaño comprendido entre 0,06 mm y 2 mm.

Fina hasta 0,2 mm; media hasta 0,6 mm; gruesa por encima de 0,6 mm.

**COEFICIENTE DE SEGURIDAD:** Relación entre el valor característico de una determinada propiedad o magnitud y el valor de cálculo requerido en estudio de un determinado problema.

**COEFICIENTE DE SEGURIDAD PARCIAL DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO:** Factor por el que se divide la resistencia característica del terreno para obtener la resistencia de cálculo.

**COEFICIENTE DE SEGURIDAD PARCIAL PARA LOS EFECTOS DE LAS ACCIONES SOBRE EL TERRENO:** Factor por el que se multiplican los efectos de las acciones sobre la cimentación, para obtener los valores de cálculo de los efectos de las acciones.

**COHESIÓN:** Resistencia al corte del terreno cuando la presión normal efectiva es nula.

**CONSOLIDACIÓN PRIMARIA:** Proceso de reducción de volumen de los suelos saturados debido a la expulsión de agua.

**D50:** En el ensayo granulométrico, tamaño de partícula correspondiente al 50% que pasa.

**DIACLASA:** Superficie de discontinuidad del macizo rocoso originada por las tensiones experimentadas.

**EMPOTRAMIENTO:** Zona de cimentación que queda por debajo de la superficie del terreno.

**EMPUJE ACTIVO:** Empuje sobre una estructura de contención cuando ésta experimenta un desplazamiento suficientemente amplio en la dirección del movimiento del terreno.

**EMPUJE AL REPOSO:** Empuje que corresponde a la situación ideal de desplazamiento nulo de una estructura de contención.

**EMPUJE PASIVO:** Empuje sobre una estructura de contención cuando ésta experimenta un desplazamiento suficientemente amplio en dirección contraria al movimiento del terreno.

**ER:** Energía relativa en el ensayo SPT expresada en tanto por ciento. Cociente entre la energía real del golpe en el dispositivo utilizado y la nominal.

**ESTADOS LÍMITE:** Aquellos estados o situaciones de la estructura, o de partes de la misma, que de alcanzarse y excederse ponen a la estructura fuera de uso por incumplimiento de las condiciones tensionales o funcionales límite preestablecidas.

**ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO:** Situaciones que suponen que una obra, estructura o elemento, deja de cumplir los requisitos de calidad (por razones funcionales, estéticas, de durabilidad, etc.) establecidos en el proyecto, aunque ello no implique la ruina o puesta fuera de servicio de modo inmediato.

**ESTADOS LÍMITE ÚLTIMO:** Situaciones que suponen la puesta fuera de servicio, de una determinada obra, estructura o elemento, como consecuencia de rotura, hundimiento, pérdida de estabilidad o cualquier otra forma de fallo.

**FLUENCIA:** Deformaciones diferidas del suelo sin modificar su estado tensional.

**GRADIENTE HIDRÁULICO:** Derivada de la altura total de energía respecto a la distancia recorrida por el agua a lo largo de una línea de corriente.

**GRADO DE CONSOLIDACIÓN:** Porcentaje de las sobrepresiones intersticiales disipadas después de la aplicación de una carga sobre un suelo con respecto a la totalidad de las generadas por la aplicación de dicha carga.

**GRADO DE SATURACIÓN:** Porcentaje de poros que están ocupados por el agua.

**GRAVA:** Fracción de suelos cuyas partículas tienen un tamaño comprendido entre 2 mm y 60 mm.

Fina hasta 6 mm; media hasta 20 mm; gruesa por encima de 20 mm.

**HINCHAMIENTO:** Incremento de volumen que experimentan algunos suelos al aumentar su humedad.

**HINCHAMIENTO LIBRE:** Cambio porcentual de volumen que experimenta un suelo al saturarlo con presiones efectivas bajas.

**HUMEDAD:** Cociente entre el peso de agua contenido en una determinada muestra y el peso del terreno seco.

**ÍNDICE DE POROS:** Relación entre el volumen ocupado por los poros y el volumen ocupado por las partículas sólidas.

**LIMO:** Fracción de suelo cuyas partículas pasan por el tamiz 0,06 UNE y son de tamaño superior a 0,002 mm. Si se pueden determinar unos límites plástico y líquido su comportamiento es similar al de las arcillas. Si no se puede determinar su plasticidad su comportamiento es similar al de las arenas.

**MÓDULO DE BALASTO:** Razón entre la tensión aplicada sobre una superficie y el desplazamiento producido.

Designado asimismo como módulo de reacción o módulo de Winkler.

**NSPT:** Número de golpes en el ensayo SPT, corregido para una energía relativa del 60%, es decir aplicando el factor ER/60.

**PESO ESPECÍFICO APARENTE:** Peso real de una muestra (partículas sólidas más agua) dividido entre volumen total de la misma.

**PESO ESPECÍFICO SATURADO:** Peso específico correspondiente a una muestra saturada, con todos sus poros llenos de agua.

**PESO ESPECÍFICO SECO:** Peso de las partículas sólidas, dividido por el volumen total de la muestra.

**PESO ESPECÍFICO SUMERGIDO:** Peso específico del material saturado al estar sumergido en agua en condiciones hidrostáticas.

**POROSIDAD:** Relación entre el volumen ocupado por los poros y el volumen total de la muestra (partículas sólidas + poros).

**PRESIÓN DE HINCHAMIENTO:** Presión efectiva que evita la expansión de un suelo durante su saturación.

**PRESIÓN INTERSTICIAL:** Presión (en exceso sobre la presión atmosférica) del agua en los vacíos de un suelo o roca saturados.

**PRESIÓN NORMAL EFECTIVA:** Presión normal total menos la presión intersticial.

**PRESIÓN NORMAL TOTAL:** Presión (en exceso sobre la presión atmosférica) que actúa perpendicularmente a un plano dado.

**PRESIÓN DE SOBRECONSOLIDACIÓN:** Máxima presión efectiva que ha soportado un suelo a lo largo de su historia geológica.

**RAZÓN DE SOBRECONSOLIDACIÓN, Roc:** Cociente entre la presión efectiva de sobreconsolidación y la presión efectiva actual.

**REACCIÓN:** Las acciones provocan en el terreno ciertas variaciones tensionales cuya integración en el contorno estructura-terreno conduce a unas fuerzas, reacciones, de sentido contrario a las acciones.

**RESISTENCIA AL CORTE:** tensión tangencial máxima que un suelo puede soportar sin alcanzar la rotura, expresada según la relación:  $\tau_{Rk} = c_k + \sigma_n \operatorname{tg} \varphi_k$  Se distinguen dos situaciones:

a) "Con drenaje". Corresponde a aquellas situaciones en las que, bien por unas buenas condiciones de permeabilidad, bien por el largo tiempo transcurrido desde la aplicación de la carga, el terreno ha disipado los excesos de presión intersticial que hubieran podido generarse durante el proceso de carga. En estas situaciones se adoptarán las siguientes igualdades:

$c_k = c'$ , cohesión efectiva

$\varphi_k = \varphi'$ , ángulo de rozamiento efectivo

$\sigma_n = \sigma'_n$ , presión normal efectiva

b) "Sin drenaje". Corresponden a aquellas situaciones que, bien por falta de drenaje, bien por el escaso tiempo transcurrido desde la aplicación de la carga, existen en el terreno las mismas presiones intersticiales que se han generado durante el proceso de carga. En estas situaciones se adoptarán las siguientes igualdades:

$c_k = c_u$ , cohesión sin drenaje

$\varphi_k = 0$

$\sigma_n = \sigma_n$ , presión normal total

**RESISTENCIA DE PICO:** Valor máximo de la resistencia alcanzada en un proceso de rotura con tensiones tangenciales monótonamente crecientes en el plano de rotura.

**RESISTENCIA RESIDUAL:** Resistencia al corte de un determinado suelo para deformaciones muy superiores a la correspondiente a la resistencia de pico.

**RETRACCIÓN:** Disminución de volumen que experimentan algunos suelos al disminuir su humedad.

**RMR:** Índice de clasificación geomecánica de los macizos rocosos según Bieniaswki.

**ROCA:** Agregado natural de uno o más minerales que para sufrir modificaciones sensibles en su estructura en presencia del agua, necesita periodos de tiempo superiores a la vida útil de un edificio.

**ROZAMIENTO NEGATIVO:** Incremento de carga en un pilote producido como consecuencia del asentamiento del terreno que le rodea.

**SIFONAMIENTO:** Inestabilidad producida cuando la presión ejercida por un flujo ascendente de agua iguala a la debida a la presión de tierras (anulándose, por tanto, la presión efectiva).

**SITUACIÓN DE DIMENSIONADO:** Esquema simplificado de un problema real, que incluye una definición de la geometría, las características de los materiales y las acciones, todo lo cual sirve de base para la realización de los cálculos correspondientes.

**SOCAVACIÓN:** Erosión del terreno causada por el movimiento del agua.

**SUBPRESIÓN:** Fuerza ascendente producida por el agua sobre una estructura, elemento de contención o de cimentación sumergido.

**SUELO:** Parte de la corteza terrestre formada por materiales que pueden ser disgregados en partículas individuales, mediante la acción del agua.

**SUELO COHESIVO:** Cuando la proporción en el peso del contenido de finos que tengan plasticidad es igual o superior al 35%.

**SUELO GRANULAR:** Cuando la proporción en peso del contenido de arenas y gravas es mayor del 65%.

**SUELO NORMALMENTE CONSOLIDADO:** Suelo cuya presión efectiva es igual a su presión de sobreconsolidación.

**SUELO SOBRECONSOLIDADO:** Suelo cuya presión efectiva actual es inferior a su presión de sobreconsolidación.

**UNIDAD GEOTÉCNICA:** Cada una de las capas superpuestas del terreno que presenta características físicas y mecánicas comunes, relativas a su origen, identificación de los materiales que la componen, estado, resistencia y deformabilidad.

## **1.4.9 SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB SE-AE)**

1 A continuación se definen algunos términos técnicos que se emplean en este Documento Básico.

Los términos de carácter general están definidos en el documento DB-SE.

**CARGA:** Fuerza, debida a la gravedad, que actúa sobre un edificio y que interesa a su estructura.

**CARGA DE NIEVE:** Carga producida por la nieve.

**ESBELTEZ DE UN EDIFICIO:** Relación entre la máxima altura sobre rasante y el fondo en la dirección del viento

**IMPACTO:** Colisión entre un cuerpo en movimiento y una construcción.

**PERIODO DE RETORNO:** Probabilidad de ocurrencia de un determinado evento en un periodo de referencia definido.

**PESO PROPIO:** Carga producida por la gravedad en la masa de los elementos constructivos.

**SOBRECARGA DE USO:** Peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

**SUPERFICIE DE APLICACIÓN:** Superficie sobre la que actúa una fuerza concentrada.

**TEMPERATURA AMBIENTE:** Temperatura del aire exterior en el emplazamiento de un edificio.

## 1.4.10 SEGURIDAD ESTRUCTURAL: ACERO (DB SE-A)

1 Los términos utilizados en este DB se ajustan a las definiciones contenidas en el DB SE.

2 **UNIÓN DE FUERZA:** la destinada a transmitir los esfuerzos resultantes del análisis global entre los distintos elementos de la estructura.

3 **UNIÓN DE ATADO:** la que no se proyecta con tal finalidad sino con la de mantener unidos y en su posición inicial tales elementos.

4 **EMPALME:** unión de fuerza entre piezas en prolongación.

5 **DAÑO DE FATIGA:** en un elemento estructural es el debido a la iniciación y/o propagación de fisuras provocadas por la fluctuación repetida de tensiones.

6 **CONTROL DE CALIDAD:** conjunto de actividades que, desarrolladas a lo largo de todo el proceso de construcción, tienen como objetivo comprobar que el edificio cumple lo especificado en este DB (bien de forma directa bien mediante referencia a otros documentos), así como lo contenido en el pliego de condiciones

## 1.5 DEFINICIONES DEL Real Decreto 168/1985, de 6 febrero

Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico.

### TITULO PRIMERO

#### Definiciones y denominaciones

**Artículo 3.** A los efectos de esta Reglamentación, se establecen las siguientes definiciones, sin menoscabo de que se vean complementadas con las especificadas en las correspondientes Reglamentaciones particulares:

**3.1 ALIMENTO CONGELADO.**-Es aquel en que la mayor parte de su agua de constitución (agua libre) se ha transformado en hielo, al ser sometido a un proceso de congelación y especialmente concebido para preservar su integridad y calidad y para reducir, en todo lo posible, las alteraciones físicas, bioquímicas y microbiológicas, tanto durante la fase de congelación como en la conservación ulterior.

**3.2 ALIMENTO CONGELADO RÁPIDAMENTE.**-Cuando se utiliza el término «alimento congelado rápidamente» (sinónimo: «ultracongelado») significa:

-Que la congelación se efectúa de forma que el intervalo de máxima cristalización ( $-1^{\circ}$  a  $-5^{\circ}$  C) transcurra rápidamente.

-Que la temperatura de equilibrio alcanza  $-18^{\circ}$  C o una temperatura inferior a aquella a la que se pretende conservar el producto.

-Que la temperatura del producto se mantiene a  $-18^{\circ}$  C o a una temperatura inferior en el curso de su almacenamiento, transporte y distribución, con el mínimo de variación o fluctuación que se indique en su reglamentación específica.

**3.3 ALIMENTO CONSERVADO POR EL FRÍO.** Es aquel que, previamente refrigerado o congelado, ha sido envasado, en su caso, y sometido a un almacenamiento frigorífico en las condiciones adecuadas.

**3.4 ALIMENTO REFRIGERADO.**-Se entiende por tal aquel que ha sido enfriado hasta la temperatura óptima de almacenamiento, de forma que en todos sus puntos aquella sea superior a la de su punto de congelación.

**3.5 ALMACÉN FRIGORÍFICO** («Frigorífico»)-Es un establecimiento industrial integrado por locales, instalaciones y equipos dedicados de forma permanente o circunstancial al almacenamiento frigorífico de alimentos, pudiendo constituir por sí mismo una industria frigorífica autónoma, ser anejo de otro establecimiento principal o disponer los anejos de su actividad.

Cuando en el almacén frigorífico existen equipos para la congelación o para la manipulación de alimentos, dichos equipos será considerado como anejo de la industria frigorífica principal.

Según «el uso», los almacenes frigoríficos se pueden clasificar en:

Almacenes frigoríficos de uso público: Son aquellos que funcionan como prestatarios de servicios, para asegurar el almacenamiento frigorífico adecuado de productos alimenticios por cuenta de terceros.

Almacenes frigoríficos de uso privado: Son los que se utilizan para asegurar el almacenamiento frigorífico adecuado de los productos alimenticios que son propiedad de su Empresa.

Almacén frigorífico de uso mixto: Son los que funcionan combinando los dos usos anteriormente indicados, previo cumplimiento de las correspondientes disposiciones legales vigentes (fiscal, administrativa, etc.).

**3.6 ALMACENAMIENTO FRIGORÍFICO.**-Se entiende por almacenamiento frigorífico de alimentos, su permanencia en cámaras frigoríficas en las condiciones (temperatura, humedad relativa, circulación de aire y, eventualmente, composición de la mezcla de gases ambiente) más adecuadas al mantenimiento durante el mayor tiempo posible de las características de aquellos en el momento de ser introducidos en las mismas.

**3.7 ANEJO.**-Se aplica el término «anejo» a los establecimientos o equipos no autónomos, dependientes técnica, funcional y especialmente de otras industrias o establecimientos.

**3.8 ANTECÁMARA.**-Local que da acceso a una o varias cámaras frigoríficas. Puede estar acondicionado térmicamente.

**3.9 CÁMARA DE ALMACENAMIENTO FRIGORÍFICO EN ATMÓSFERA CONTROLADA.**-Son cámaras frigoríficas para productos refrigerados, suficientemente estancas a los gases, provistas de dispositivos para equilibrar su presión con la exterior y para regular y mantener la mezcla gaseosa que se desee en su interior (especialmente, los contenidos de oxígeno y de anhídrido carbónico).

**3.10 CÁMARA FRIGORÍFICA.**-Es todo local aislado térmicamente, en cuyo interior pueden mantenerse razonablemente constantes la temperatura y la humedad relativa requeridas mediante la acción de una instalación frigorífica.

**3.11 CÁMARA FRIGORÍFICA PARA PRODUCTOS CONGELADOS.**-Cámara frigorífica concebida para recibir y almacenar alimentos y productos alimentarios previamente congelados.

**3.12 CÁMARAS FRIGORÍFICAS PARA PRODUCTOS REFRIGERADOS.**- Cámara frigorífica concebida para recibir y almacenar alimentos y productos alimentarios previamente refrigerados.

**3.13 CÁMARA FRIGORÍFICA BITÉMPERA.**-Cámara frigorífica concebida para recibir y almacenar, alternativamente, alimentos y productos alimentarios previamente refrigerados o congelados.

**3.14 CÁMARA FRIGORÍFICA MIXTA.**-Se denominan mixtas (enfriamiento y conservación refrigerada) aquellas con suficiente capacidad frigorífica instalada para poder enfriar en un plazo máximo de veinticuatro horas los productos introducidos en las mismas a temperatura ambiente, manteniéndolos luego a la temperatura de almacenamiento refrigerado adecuada.

**3.15 CENTRO TÉRMICO.**-El centro térmico de una masa de producto es el punto del interior de la misma que presenta la temperatura más alta, recién finalizado el proceso de congelación o refrigeración.

**3.16 DESCONGELACIÓN.**-Proceso que consiste en suministrar a un producto congelado la energía necesaria para fundir el hielo contenido en el mismo y conseguir que recupere al máximo las características que tenía con anterioridad a su congelación, con un mínimo de pérdida de calidad.

**3.17 EQUIPOS DE CONGELACIÓN.**-Son aquellos locales o instalaciones (túneles, tanques, congeladores, armarios) en los que pueden congelarse los productos alimenticios conforme a lo establecido en las definiciones 3.1 y 3.2, sin que, en ningún caso, esta actividad de congelación pueda ser la principal en un almacén frigorífico.

**3.18 EQUIPOS DE MANIPULACIÓN.**-Están constituidos por la maquinaria e instalaciones utilizadas en la limpieza, tratamiento, selección, clasificación, acondicionamiento y envasado de alimentos, sin que, en ningún caso, esta actividad de manipulación pueda ser la principal en un almacén frigorífico.

**3.19 ESTIBA.**-Colocación ordenada de los productos en el interior de la cámara frigorífica de modo que, aprovechando al máximo el volumen de ésta, se permita la adecuada distribución del aire frío entre los mismos, la necesaria circulación de personas y cargas y la inspección de aquéllos.

**3.20 HUMEDAD RELATIVA.**-Es la relación existente entre la presión parcial del vapor de agua en el aire húmedo y la presión parcial del vapor de agua en el aire saturado de humedad, a igualdad de temperatura y de presión. Casi siempre, se expresa en tantos por ciento.

**3.21 INSTALACIONES Y ELEMENTOS INDUSTRIALES.**-Tendrán la consideración de instalaciones y elementos industriales de estos almacenes frigoríficos de alimentos, toda clase de instalaciones fijas y móviles (agua, energía eléctrica, calefacción, refrigeración, control de la composición de la atmósfera, acondicionamiento de productos y cargas, manutención, transporte interior, tarimas, bastidores, estantes, envases, motores, herramientas, etc.) y, genéricamente,

cuanto sea preciso utilizar de forma permanente o circunstancial para lograr la finalidad de dichos almacenes.

**3.22 LOCALES.**-Tendrán la consideración de locales las naves, edificios, salas de trabajo, cámaras frigoríficas, antecámaras, andenes de carga, oficinas, servicios del personal, en cuanto se destinen o queden vinculadas de modo permanente o circunstancial al almacenamiento frigorífico de alimentos.

**3.23 MERMA.**-Es la pérdida de peso que experimentan los productos alimenticios durante el tratamiento frigorífico recibido previamente a su almacenamiento y a lo largo de éste.

**3.24 PLANTA FRIGORÍFICA.**-Es toda instalación que utilice máquinas térmicas para el enfriamiento de productos alimenticios que sean objeto de un proceso de producción, acondicionamiento o comercialización determinado.

**3.25 TEMPERATURA DE EQUILIBRIO (TEMPERATURA MEDIA).**-Se entiende por temperatura de equilibrio de un paquete o de una masa de producto alimenticio o alimentario, aquella que alcanza la masa después de estabilización térmica en condiciones adiabáticas, es decir, sin suministro o extracción de calor.

**3.26 TRATAMIENTO FRIGORÍFICO.**-Es el que se aplica al producto alimenticio para hacer descender su temperatura hasta el nivel deseado (refrigeración, congelación), previamente a su almacenamiento

## **1.6 REAL DECRETO 842/ 2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.**

### **CONSIDERACIONES GENERALES:**

Las definiciones específicas de los términos utilizados en las ITC particulares pueden encontrarse en el texto de dichas IT C.

Para aquellos términos no definidos en la presente instrucción ni en las ITC particulares se aplicará lo dispuesto en la norma UNE 21.302

### **DEFINICIÓN**

**AISLAMIENTO DE UN CABLE:** Conjunto de materiales aislantes que forman parte de un cable y cuya función específica es soportar la tensión.

**AISLAMIENTO PRINCIPAL:** Aislamiento de las partes activas, cuyo deterioro podría provocar riesgo de choque eléctrico.

**AISLAMIENTO FUNCIONAL:** Aislamiento necesario para garantizar el funcionamiento normal y la protección fundamental contra los choques eléctricos.

**AISLAMIENTO REFORZADO:** Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hacen que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.

**AISLAMIENTO SUPLEMENTARIO:** Aislamiento independiente, previsto además del aislamiento principal, a efectos de asegurar la protección contra choque eléctrico en caso de deterioro del aislamiento principal.

**AISLANTE:** Sustancia o cuerpo cuya conductividad es nula o, en la práctica, muy débil.

**ALTA SENSIBILIDAD:** Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de esta es igual o inferior a 30 mA.

**AMOVIBLE:** Calificativo que se aplica a todo material instalado de manera que se pueda quitar fácilmente.

### **APARATO AMOVIBLE:**

Puede ser:

- Aparato portátil a mano, cuya utilización, en uso normal, exige la acción constante de la misma.
- Aparato móvil, cuya utilización, en uso normal, puede necesitar su desplazamiento.
- Aparato semi-fijo, solo puede ser desplazado cuando está sin tensión.

**APARATO DE CALDEO ELÉCTRICO:** Aparato que produce calor de forma deliberada por medio de fenómenos eléctricos. Destinado a elevar la temperatura de un determinado medio o fluido.

**APARAMENTA:** Equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión.

**APARATO FIJO:** Es el que está instalado en forma inamovible.

**BANDEJA:** Material de instalación constituido por un perfil, de paredes perforadas o sin perforar, destinado a soportar cables y abierto en su parte superior.

**BASE MÓVIL:** Base prevista para conectarse a, o a integrarse con, cables flexibles y que puede desplazarse fácilmente cuando está conectada al circuito de alimentación

**BORNE O BARRA PRINCIPAL DE TIERRA:** Borne o barra prevista para la conexión a los dispositivos de puesta a tierra de los conductores de protección, incluyendo los conductores de equipotencialidad y eventualmente los conductores de puesta a tierra funcional.

**CABLE:**

Conjunto constituido por:

- Uno o varios conductores aislados
  - Su eventual revestimiento individual
  - La eventual protección del conjunto
  - El o los eventuales revestimientos de protección que se dispongan
- Puede tener, además, uno o varios conductores no aislados.

**CABLE BLINDADO CON AISLAMIENTO MINERAL:** Cable aislado por una materia mineral y que tiene una cubierta de protección constituida por cobre, aluminio o aleación de éstos. Estas cubiertas, a su vez, pueden estar protegidas por un revestimiento adecuado.

**CABLE CON CUBIERTA ESTANCA:** Son aquellos cables que disponen de una cubierta interna o externa que proporcionan una protección eficaz contra la penetración de agua.

**CABLE FLEXIBLE:** Cable diseñado para garantizar una conexión deformable en servicio y en el que la estructura y la elección de los materiales son tales que cumplen las exigencias correspondientes.

**CABLE FLEXIBLE FIJADO PERMANENTEMENTE:** Cable flexible de alimentación a un aparato, unido a éste de manera que solo se pueda desconectar de él con ayuda de un útil.

**CABLE MULTICONDUCTOR:** Cable que incluye más de un conductor, algunos de los cuales puede no estar aislado.

**CABLE UNIPOLAR:** Cable que tiene un solo conductor aislado.

**CABLE CON NEUTRO CONCENTRICO:** Cable con un conductor concéntrico destinado a utilizarse como conductor de neutro.

**CANAL:** Recinto situado bajo el nivel del suelo o piso y cuyas dimensiones no permiten circular por él y que, en caso de ser cerrado, debe permitir el acceso a los cables en toda su longitud.

**CANALIZACIÓN AMOVIBLE:** Canalización que puede ser quitada fácilmente.

**CANALIZACIÓN ELÉCTRICA:** Conjunto constituido por uno o varios conductores eléctricos y los elementos que aseguran su fijación y, en su caso, su protección mecánica.

**CANALIZACIÓN FIJA:** Canalización instalada en forma inamovible, que no puede ser desplazada.

**CANALIZACIÓN MOVIBLE:** Canalización que puede ser desplazada durante su utilización.

**CANAL MOLDURA:** Variedad de canal de paredes llenas, de pequeñas dimensiones, conteniendo uno o varios alojamientos para conductores.

**CANAL PROTECTORA:** Material de instalación constituido por un perfil, de paredes llenas o perforadas, destinado a contener conductores y otros componentes eléctricos y cerrado por una tapa desmontable.

**CEBADO:** Establecimiento de un arco como consecuencia de una perforación de aislamiento.

**CERCA ELÉCTRICA:** Cerca formada por uno o varios conductores, sujetos a pequeños aisladores, montados sobre postes ligeros a una altura apropiada a los animales que se pretende alejar y electrizados de tal forma que las personas o los animales que los toquen no reciban descargas peligrosas.

**CIRCUITO:** Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparataje, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentadas por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobrintensidades por el o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que forman parte de los aparatos de utilización o receptores.

**CONDUCTO:** Envolvente cerrada destinada a alojar conductores aislados o cables en las instalaciones eléctricas, y que permiten su reemplazamiento por tracción.

**CONDUCTOR DE UN CABLE:** Parte de un cable que tiene la función específica de conducir corriente.

**CONDUCTOR AISLADO:** Conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.

**CONDUCTOR EQUIPOTENCIAL:** Conductor de protección que asegura una conexión equipotencial.

**CONDUCTOR FLEXIBLE:** Conductor constituido por alambres suficientemente finos y reunidos de forma que puedan utilizarse como un cable flexible.

**CONDUCTOR MEDIANO:** (VER PUNTO MEDIANO)

**CONDUCTOR DE PROTECCIÓN (CP o PE):** Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta alguna de las siguientes partes:

- Masas
- Elementos conductores
- Borne principal de tierra
- Toma de tierra
- Punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.

**CONDUCTOR NEUTRO:** Conductor conectado al punto de una red y capaz de contribuir al transporte de energía eléctrica.

**CONDUCTOR CPN o PEN:** Conductor puesto a tierra que asegura, al mismo tiempo, las funciones de conductor de protección y de conductor neutro.

**CONDUCTORES ACTIVOS:** Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.

**CONECTOR:** Conjunto destinado a conectar eléctricamente un cable a un aparato eléctrico.

Se compone de dos partes:

- Una toma móvil, que es la parte que forma cuerpo con el conductor de alimentación.
- Una base, que es la parte incorporada o fijada al aparato de utilización.

**CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL:** Conexión eléctrica que pone al mismo potencial, o a potenciales prácticamente iguales, a las partes conductoras accesibles y elementos conductores.

**CONTACTOR CON APERTURA AUTOMÁTICA**

Contactor electromagnético provisto de relés que producen su apertura en condiciones predeterminadas.

**CONTACTOR CON CONTACTOS ABIERTOS EN REPOSO:** Aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos. El aparato está previsto, corrientemente, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales.

**CONTACTOR CON CONTACTOS CERRADOS EN REPOSO:** Aparato de interrupción no accionado manualmente, con una sola posición de reposo que corresponde a la apertura de sus contactos. El aparato está previsto, corrientemente, para maniobras frecuentes con cargas y sobrecargas normales.

**CONTACTOR DE SOBRECARRERA:** Interruptor contactor de posición que entra en acción cuando un elemento móvil ha sobrepasado su posición de fin de carrera.

**CONTACTO DIRECTO:** Contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.

**CONTACTO INDIRECTO:** Contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.

**CORRIENTE DE CONTACTO:** Corriente que pasa a través de cuerpo humano o de un animal cuando esta sometido a una tensión eléctrica.

**CORRIENTE ADMISIBLE PERMANENTE (DE UN CONDUCTOR):** Valor máximo de la corriente que circula permanentemente por un conductor, en condiciones específicas, sin que su temperatura de régimen permanente supere un valor especificado.

**CORRIENTE CONVENCIONAL DE FUNCIONAMIENTO DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN:** Valor especificado que provoca el funcionamiento del dispositivo de protección antes de transcurrir un intervalo de tiempo determinado de una duración especificada llamado tiempo convencional.

**CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO FRANCO:** Sobreintensidad producida por un fallo de impedancia despreciable, entre dos conductores activos que presentan una diferencia de potencial en condiciones normales de servicio.

**CORRIENTE DE CHOQUE:** Corriente de contacto que podría provocar efectos fisiopatológicos.

**CORRIENTE DE DEFECTO O DE FALTA:** Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.

**CORRIENTE DE DEFECTO A TIERRA:** Corriente que en caso de un solo punto de defecto a tierra, se deriva por el citado punto desde el circuito averiado a tierra o partes conectadas a tierra.

**CORRIENTE DE FUGA EN UNA INSTALACIÓN:** Corriente que, en ausencia de fallos, se transmite a la tierra o a elementos conductores del circuito.

**CORRIENTE DE PUESTA A TIERRA:** Corriente total que se deriva a tierra a través de la puesta a tierra.

Nota: la corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto que provoca la elevación de potencial de una instalación de puesta a tierra.

**CORRIENTE DE SOBRECARGA DE UNCIRCUITO:** Sobreintensidad que se produce en un circuito, en ausencia de un fallo eléctrico.

**CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL:** Suma algebraica de los valores instantáneos de las corrientes que circulan a través de todos los conductores activos de un circuito, en un punto de una instalación eléctrica.

**CORRIENTE DIFERENCIAL RESIDUAL DE FUNCIONAMIENTO:** Valor de la corriente diferencial residual que provoca el funcionamiento de un dispositivo de protección.

**CORTACIRCUITO FUSIBLE:** Aparato cuyo cometido es el de interrumpir el circuito en el que es tá intercalado, por fusión de uno de sus elementos, cuando la intensidad que recorre el elemento sobrepasa, durante un tiempo determinado, un cierto valor.

**CORTE OMNIPOLAR:** Corte de todos los conductores activos. Puede ser:

§ Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.

§ No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.

**CUBIERTA DE UNCABLE:** Revestimiento tubular continuo y uniforme de material metálico o no metálico generalmente extruido.

**CHOQUE ELECTRICO:** Efecto fisiopatológico resultante del paso de corriente eléctrica a través del cuerpo humano o de un animal

**DEDO DE PRUEBA O SONDA PORTÁTIL DE ENSAYO:** En un dispositivo de formas imilar a un dedo, incluso en sus articulaciones internacionalmente normalizado, y que se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o materias son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados a diferentes aparatos, según su clase, tensión, etc.

**DEFECTO FRANCO:** Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.

**DEFECTO MONOFÁSICO ATIERRA:** Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.

**DOBLE AISLAMIENTO:** Aislamiento que comprende, a la vez, un aislamiento principal y un aislamiento suplementario.

**ELEMENTOS CONDUCTORES:** Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de transferir una tensión, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (p.e. armaduras, paneles, carpintería metálica, etc.) canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc. y los aparatos no eléctricos conectados a ellas, si la unión constituye una conexión eléctrica (p.e. radiadores, cocinas, fregaderos metálicos, etc.), suelos y paredes conductores.

**ELEMENTO CONDUCTOR AJENO A LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** Elemento que no forma parte de la instalación eléctrica y que es susceptible de introducir un potencial, generalmente el de tierra.

**ENVOLVENTE:** Elemento que asegura la protección de los materiales contra ciertas influencias externas y la protección, en cualquier dirección, ante contactos directos.

**FACTOR DE DIVERSIDAD:** Inverso del factor de simultaneidad.

**FACTOR DE SIMULTANEIDAD:** Relación entre la totalidad de la potencia instalada o prevista, para un conjunto de instalaciones o de máquinas, durante un período de tiempo determinado, y las sumas de las potencias máximas absorbidas individualmente por las instalaciones o por las máquinas.

**FUENTE DE ENERGÍA:** Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.

**FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENERGÍA:** Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tiene que transmitir, repartir o utilizar.

**GAMA NOMINAL DE TENSIONES (Ver TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO) IMPEDANCIA:** Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales.

**IMPEDANCIA DEL CIRCUITO DE DEFECTO:** Impedancia total ofrecida al paso de una corriente de defecto.

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE EDIFICIOS:** Conjunto de materiales eléctricos asociados a una aplicación determinada cuyas características están coordinadas.

**INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA:** Conjunto de conexiones y dispositivos necesarios para poner a tierra, individual o colectivamente, un aparato o una instalación.

**INSTALACIONES PROVISIONALES:** Son aquellas que tienen, en tiempo, una duración limitada a las circunstancias que las motiven:

Pueden ser:

- DE REPARACIÓN. Las necesarias para paliar un incidente de explotación.

-DE TRABAJOS. Las realizadas para permitir cambios o transformaciones de las instalaciones, sin interrumpir la explotación.

-SEMI-PERMANENTES. Las destinadas a modificaciones de duración limitada, en el marco de actividades habituales de los locales en los que se repitan periódicamente (Ferias).

- DE OBRAS. Son las destinadas a la ejecución de trabajos de construcción de edificios y similares.

**INTENSIDAD DE DEFECTO:** Valor que alcanza una corriente de defecto.

**INTERRUPTOR AUTOMÁTICO:** Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

**INTERRUPTOR DE CONTROL DE POTENCIA Y MAGNETOTERMICO:** Aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:

- Mando

- Protección contra sobrecargas

- Protección contra cortocircuitos

**INTERRUPTOR DIFERENCIAL:** Aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

**LÍNEA GENERAL DE DISTRIBUCIÓN:** Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.

**LUMINARIA:** Aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz de una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para fijar y proteger las lámparas (excluyendo las propias lámparas) y cuando sea necesario, los circuitos auxiliares junto con los medios de conexión al circuito de alimentación.

**MASA:** Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Las masas comprenden normalmente:

- Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales son susceptibles de ser puestas en tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional, o de las disposiciones de fijación y de protección.

- Por tanto, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de Clase II, las armaduras metálicas de los cables y las condiciones metálicas de agua, gas, etc.

- Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos separados, lleven o no estas superficies exteriores algún elemento metálico.

Por tanto son masas: las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional, y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.

Por extensión, también puede ser necesario considerar como masas, todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación (p.e. aflojamiento de una conexión, rotura de un conductor, etc.).

NOTA: Una parte conductora que sólo puede ser puesta bajo tensión en caso de fallo a través de una masa, no puede considerarse como una masa.

**MATERIAL DE CLASE 0:** Material en el cual la protección contra el choque eléctrico, se basa en el aislamiento principal; lo que implica que no existe ninguna disposición prevista para la conexión de las partes activas accesibles, si las hay, a un conductor de protección que forme parte del cableado fijo de la instalación. La protección en caso de defecto en el aislamiento principal depende del entorno.

**MATERIAL DE CLASE I:** Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta una medida de seguridad complementaria en forma de medios de conexión de las partes conductoras accesibles a un conductor de protección puesto a tierra, que forma parte del cableado fijo de la instalación, de forma tal que las partes conductoras accesibles no puedan presentar tensiones peligrosas.

**MATERIAL DE CLASE II:** Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa únicamente en el aislamiento principal, sino que comporta medidas de seguridad complementarias, tales como el doble aislamiento o aislamiento reforzado. Estas medidas no suponen la utilización de puesta a tierra para la protección y no dependen de las condiciones de la instalación.

Este material debe estar alimentado por cables con doble aislamiento o con aislamiento reforzado.

**MATERIAL DE CLASE III:** Material en el cual la protección contra el choque eléctrico no se basa en la alimentación a muy baja tensión y en el cual no se producen tensiones superiores a 50 V en c.a. ó a 75V en c.c.

**MATERIAL ELÉCTRICO:** Cualquier material utilizado en la producción, transformación, transporte, distribución o utilización de la energía eléctrica, como máquinas, transformadores, aparatos, instrumentos de medida, dispositivos de protección, material para canalizaciones, receptores, etc.

**MATERIAL MÓVIL:** Material que se desplaza durante su funcionamiento, o que puede ser fácilmente desplazado, permaneciendo conectado al circuito de alimentación.

**MATERIAL PORTÁTIL (DE MANO):** Material móvil previsto para ser tenido en la mano en uso normal, incluido el motor si este forma parte del material.

**NIVEL DE AISLAMIENTO:** Para un aparato determinado, característica definida por una o más tensiones especificadas de su aislamiento.

**NIVEL DE PROTECCIÓN (DE UN DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES):** Son los valores de cresta de las tensiones más elevadas admisibles en los bornes de un dispositivo de protección cuando está sometido a sobretensiones de formas normalizadas y valores asignados bajo condiciones especificadas.

**PARTES ACCESIBLES SIMULTÁNEAMENTE:** Conductores o partes conductoras que pueden ser tocadas simultáneamente por una persona o, en su caso, por animales domésticos o ganado.

NOTA: Las partes simultáneamente accesibles pueden ser: Partes activas, masas, elementos conductores, conductores de protección, tomas de tierra).

**PARTES ACTIVAS:** Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra contactos indirectos.

**PERFORACIÓN (RUPTURA ELÉCTRICA):** Fallo dieléctrico de un aislamiento por defecto de un campo eléctrico elevado o por la degradación físico-química del material aislante.

**PERSONA ADIESTRADA:** Persona suficientemente informada o controlada por personas cualificadas que puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

**PERSONA CUALIFICADA:** Persona que teniendo conocimientos técnicos o experiencia suficiente puede evitar los peligros que pueda presentar la electricidad.

**PODER DE CIERRE:** El poder de cierre de un dispositivo, se expresa por la intensidad de corriente que este aparato es capaz de establecer, bajo una tensión dada, en las condiciones prescritas de empleo y de funcionamiento.

**PODER DE CORTE:** El poder de corte de un aparato, se expresa por la intensidad de corriente que este dispositivo es capaz de cortar, bajo una tensión de restablecimiento determinada, y en las condiciones prescritas de funcionamiento.

**POTENCIA PREVISTA O INSTALADA:** Potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, ya sea en el diseño de la instalación o en su ejecución, respectivamente.

**POTENCIA NOMINAL DE UN MOTOR:** Es la potencia mecánica disponible sobre su eje, expresada en vatios, kilovatios o megavatios.

**PROTECCIÓN CONTRA CHOQUES ELÉCTRICOS EN SERVICIO NORMAL:** Prevención de contactos peligrosos, de personas o animales, con las partes activas.

**PROTECCIÓN CONTRA CHOQUES ELÉCTRICOS EN CASO DE DEFECTO:** Prevención de contactos peligrosos de personas o de animales con:

– Masas

– Elementos conductores susceptibles de ser puestos bajo tensión en caso de defecto.

**PUNTO A POTENCIAL CERO:** Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

**PUNTO MEDIANO:** Es el punto de un sistema de corriente continua o de alterna monofásica, que en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema. A veces se conoce también como punto neutro, por semejanza con los sistemas trifásicos. El conductor que tiene su origen en este punto mediano, se denomina conductor mediano, neutro o, en corriente continua, compensador.

**PUNTO NEUTRO:** Es el punto de un sistema polifásico que, en las condiciones de funcionamiento previstas, presenta la misma diferencia de potencial, con relación a cada uno de los polos o fases del sistema.

**REACTANCIA:** Es un dispositivo que se aplica para agregar a un circuito inductancia, con distintos objetos, por ejemplo: arranque de motores, conexión en paralelo de transformadores o regulación de corriente. Reactancia limitadora es la que se usa para limitar la corriente cuando se produzca un cortocircuito.

**RECEPTOR:** Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin determinado.

**RED DE DISTRIBUCIÓN:** El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía con las instalaciones interiores o receptoras.

**RED POSADA:** Red posada, sobre fachada o muros, es aquella en que los conductores aislados se instalan sin quedar sometidos a esfuerzos mecánicos, a excepción de su propio peso.

**RED TENSADA:** Red tensada, sobre apoyos, es aquella en que los conductores se instalan con una tensión mecánica predeterminada, contemplada en las correspondientes tablas de tendido, mediante dispositivos de anclaje y suspensión.

**REDES DE DISTRIBUCIÓN PRIVADAS:** Son las destinadas, por un único usuario, a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión, a locales o emplazamiento de su propiedad o a otros especialmente autorizados por el Órgano Competente de la Administración. Las redes de distribución privadas pueden tener su origen:

– En centrales de generación propia

– En redes de distribución pública. En este caso, son aplicables en el punto de entrega de la energía, los preceptos fijados por los Reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica, y en las especificaciones particulares de la empresa eléctrica, aprobadas oficialmente, si las hubiera.

**REDES DE DISTRIBUCIÓN PÚBLICA:** Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos, los preceptos fijados por los Reglamentos vigentes que regulen las actividades de distribución, comercialización y suministro de energía eléctrica.

Las redes de distribución pública pueden ser:

– Pertenecientes a empresas distribuidoras de energía

- De propiedad particular o colectiva

**RESISTENCIA LIMITADORA:** Resistencia que se intercala en un circuito para limitar la corriente circulante.

**RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA:** Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

**RESISTENCIA GLOBAL O TOTAL DE TIERRA:** Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

**SOBREINTENSIDAD:** Toda corriente superior a un valor asignado. En los conductores, el valor asignado es la corriente admisible.

**SUELO O PARED NO CONDUCTOR:** Suelo o pared no susceptibles de propagar potenciales.

Se considerará así el suelo (o la pared) que presentan una resistencia igual o superior a 50.000 Ω si la tensión nominal de la instalación es ≤ 500 V y una resistencia igual o superior a 100.000 Ω si es superior a 500 V.

La medida de aislamiento de un suelo se efectúa recubriendo el suelo con una tela húmeda cuadrada de, aproximadamente 270 mm de lado, sobre la que se dispone una placa metálica no oxidada, cuadrada de 250 mm de lado y cargada con una masa M de, aproximadamente, 75 kg (peso medio de una persona).

Se mide la tensión con la ayuda de un voltímetro de gran resistencia interna (Ri no inferior a 3.000 Ω, sucesivamente:

- Entre un conductor de fase y la placa metálica, (U2)

- Entre este mismo conductor de fase y una toma de tierra, eléctricamente distinta T, de resistencia despreciable con relación a Ri, semide la tensión U1.

La resistencia buscada viene dada por la fórmula:

$$R_s = R_i * \left( \frac{U_1}{U_2} - 1 \right)$$

Se efectúan en un mismo local tres medidas por lo menos, una de las cuales sobre una superficie situada a un metro de un elemento conductor, si existe, en el local considerado.

Ninguna de estas tres medidas debe ser inferior a 50.000 Ω para poder considerar el suelo como no conductor.

Si el punto neutro de la instalación está aislado de tierra, es necesario, para realizar esta medida, poner temporalmente a tierra una de las fases no utilizada para la misma.

**TENSIÓN DE CONTACTO:** Tensión que aparece entre partes accesibles simultáneamente, al ocurrir un fallo de aislamiento.

NOTAS:

1. Por convenio este término solo se utiliza en relación con la protección contra contactos indirectos.

2. En ciertos casos el valor de la tensión de contacto puede resultar influido notablemente por la impedancia que presenta la persona en contacto con esas partes.

**TENSIÓN DE DEFECTO:** Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento, entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor, o entre una masa y una toma de tierra de referencia, es decir, un punto en el que el potencial no se modifica al quedar la masa en tensión.

**TENSIÓN NOMINAL (O ASIGNADA):** Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y, para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. Para los sistemas trifásicos se considera como tal la tensión compuesta.

**TENSIÓN NOMINAL DE UNA INSTALACIÓN:** Tensión por la que se designa una instalación o una parte de la misma.

**TENSIÓN NOMINAL DE UN APARATO:**

- Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se le designa.

- Gama nominal de tensiones: Intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar el aparato.

En caso de alimentación trifásica, la tensión nominal se refiere a la tensión entre fases.

**TENSIÓN ASIGNADA DE UN CABLE:** Es la tensión máxima del sistema al que el cable puede estar conectado.

**TENSIÓN CON RELACIÓN O RESPECTO A TIERRA:** Se entiende como tensión con relación a tierra:

- En instalaciones trifásicas con neutro aislado o no unido directamente a tierra, a la tensión nominal de la instalación.
- En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra, a la tensión simple de la instalación.
- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, sin punto de puesta a tierra, a la tensión nominal.
- En instalaciones monofásicas o de corriente continua, con punto mediano puesto a tierra, a la mitad de la tensión nominal.

**NOTA:** Se entiende por neutro unido directamente a tierra, la unión a la instalación de toma de tierra, sin interposición de una impedancia limitadora.

**TENSIÓN DE PUESTA A TIERRA (TENSION A TIERRA):** Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero, cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.

**TIERRA:** Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero.

**TIERRA LEJANA:** Electrodo de tierra conectado a un aparato y situado a una distancia suficiente del mismo para que sea independiente de cualquier otro electrodo de tierra situado cerca del aparato.

**TOMA DE TIERRA:** Electrodo, o conjunto de electrodos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica con el mismo.

**TUBO BLINDADO:** Tubo que, además de tener las características del tubo normal, es capaz de resistir, después de su colocación, fuertes presiones y golpes repetidos, y que ofrece una resistencia notable a la penetración de objetos puntiagudos.

**TUBO NORMAL:** Tubo que es capaz de soportar únicamente los esfuerzos mecánicos que se producen durante su almacenamiento, transporte y colocación.

**SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PARA SERVICIOS DE SEGURIDAD:** El sistema comprende la fuente de alimentación y los circuitos, hasta los bornes de los aparatos de utilización. Sistema de alimentación previsto para mantener el funcionamiento de los aparatos esenciales para la seguridad de las personas.

Ciertas instalaciones pueden incluir, también, en el suministro los equipos de utilización.

**SISTEMA DE DOBLE ALIMENTACIÓN:** Sistema de alimentación previsto para mantener el funcionamiento de la instalación o partes de ésta, en caso de fallo del suministro normal, por razones distintas a las que afectan a la seguridad de las personas.

**TEMPERATURA AMBIENTE:** Temperatura del aire u otro medio donde el material vaya a ser utilizado.



**1.2.5 INSTRUCCIÓN MI IF 003. Clasificación de los sistemas de refrigeración.**

**ÍNDICE**

**1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.**

1.1. Sistema directo.

1.2. Sistema indirecto cerrado.

1.3. Sistema indirecto abierto.

1.4. Sistema doble indirecto cerrado.

1.5. Sistema doble indirecto abierto. 1.6. Sistema indirecto cerrado ventilado.

1.7. Sistema indirecto abierto ventilado.

**1. CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN**

A efectos de lo dispuesto en el artículo 21 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, los sistemas de refrigeración se clasifican según se establece a continuación:

1 Sistema directo.

Sistema de refrigeración sin circuitos auxiliares, estando el evaporador del circuito primario directamente en contacto con el medio a enfriar o a acondicionar.

1.2. Sistema indirecto cerrado. Sistema de refrigeración con un sólo circuito auxiliar, cuya materia circulada no entra en contacto con el medio a enfriar o a acondicionar.

1.3. Sistema indirecto abierto. Sistema de refrigeración con un sólo circuito auxiliar, cuya materia circulada entra en contacto con el medio a enfriar o a acondicionar.

1.4. Sistema doble indirecto cerrado. Sistema de refrigeración con dos circuitos auxiliares en serie, tal que la materia circulada en el circuito final no entra en contacto con el medio a enfriar o a acondicionar.

1.5. Sistema doble indirecto abierto. Sistema de refrigeración con dos circuitos auxiliares en serie, tal que la materia circulada en el circuito final entra en contacto con el medio a enfriar o a acondicionar.

1.6. Sistema indirecto cerrado ventilado. Análogo al 1.2, pero en el que el tanque del circuito principal esta a la presión atmosférica.

1.7. Sistema indirecto abierto ventilado. Similar al indirecto abierto, pero el evaporador está situado en un tanque abierto o comunicado con la atmósfera.

DIAGRAMA DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACION			
NUM.	DESIGNACION	FUENTE DE FRIO	MEDIO A ENFRIAR
1.	SISTEMA DIRECTO		
2.	SISTEMA INDIRECTO CERRADO		
3.	SISTEMA INDIRECTO		
4.	SISTEMA DOBLE INDIRECTO CERRADO		
5.	SISTEMA DOBLE INDIRECTO ABIERTO		
6.	SISTEMA INDIRECTO CERRADO VENTILADO		
7.	SISTEMA INDERECTO ABIERTO VENTILADO		

**1.2.6 INSTRUCCIÓN MI IF 017 Símbolos a utilizar en esquemas de elementos de equipos frigoríficos**

**ÍNDICE**

1.- Símbolos eléctricos.

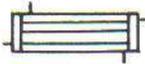
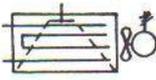
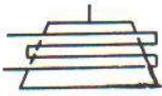
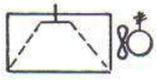
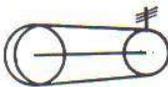
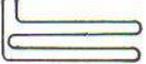
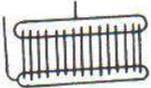
2.- Símbolos de aparatos principales

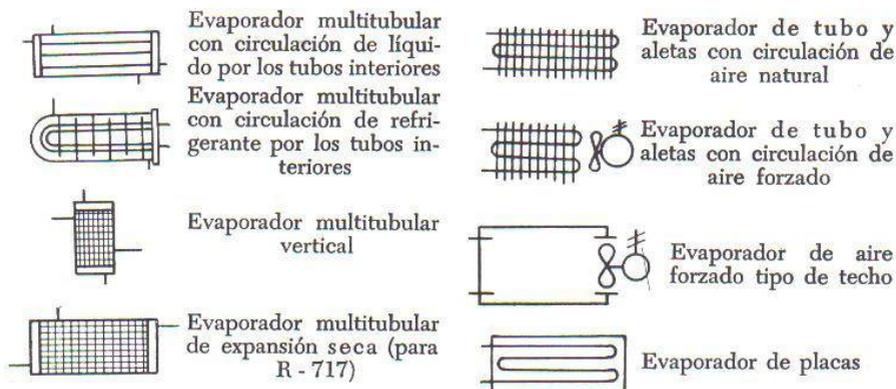
3.- Símbolos de aparatos anexos

4.- Símbolos de aparatos de alimentación

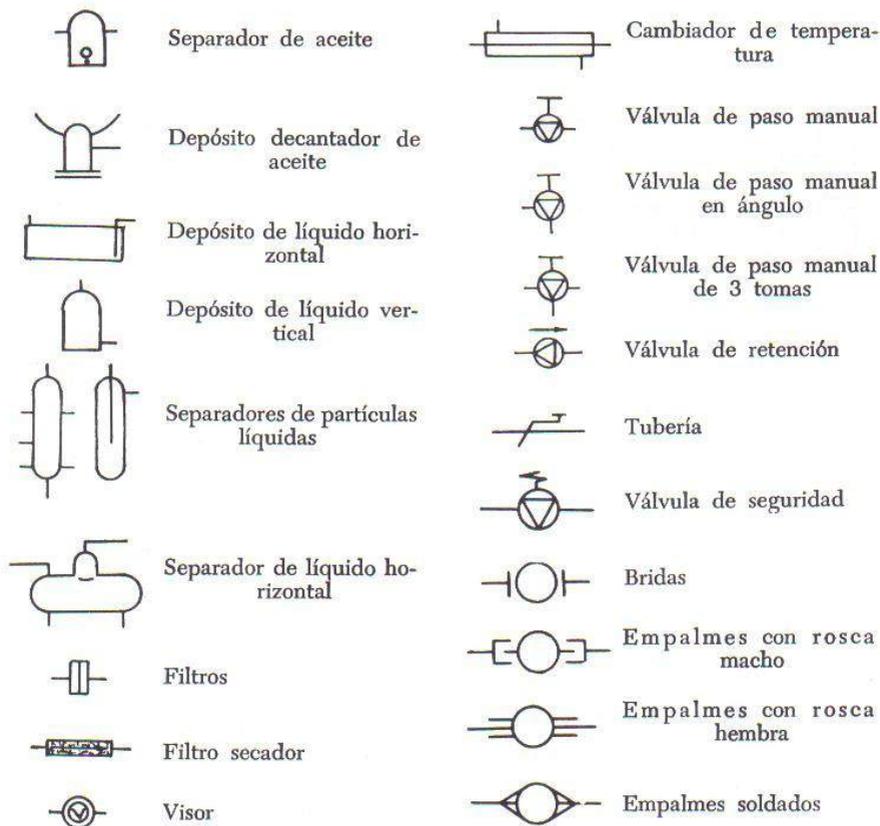
5.- Símbolos de aparatos diversos

**1. APARATOS PRINCIPALES:**

	Compresor de pistón abierto		Condensador de aire estático
	Compresor de pistón y motor acoplado directamente		Condensador de aire con ventilador
	Compresor de pistón y motor con transmisión por correas		Condensador de agua tipo inmersión
	Motor compresor de pistón hermético o semihermético		Condensador de agua tipo multitubular
	Compresor rotativo		Condensador de agua tipo contracorriente
	Compresor de tornillo		Condensador evaporativo
	Compresor centrífugo		Condensador de lluvia
	Compresor rotativo acoplado directamente a motor		Torre de agua
	Moto-compresor rotativo hermético o semihermético		Serpentín evaporador tipo seco para enfriamiento de baños
			Evaporador enfriador de baños tipo inundado

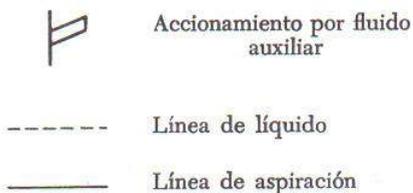
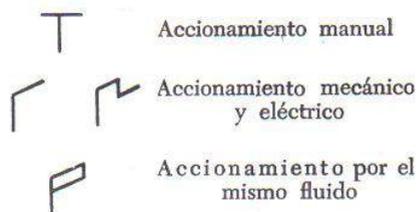


2. APARATOS ANEXOS:

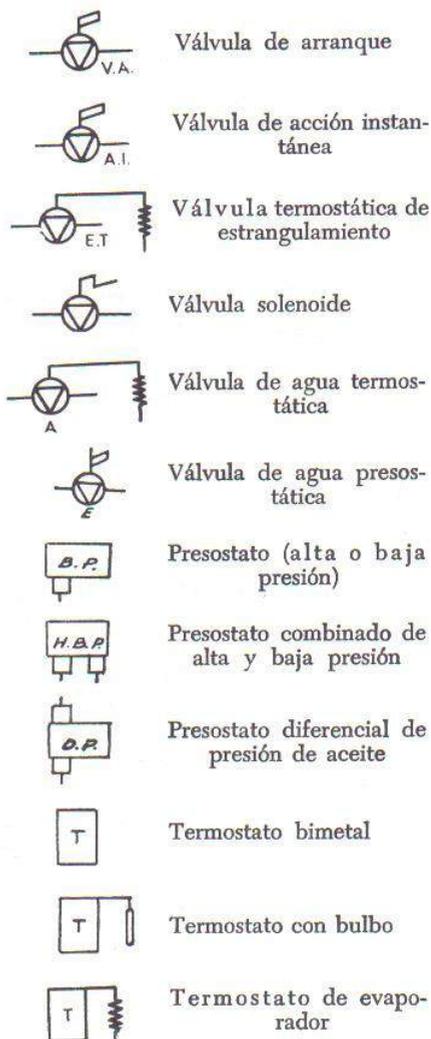
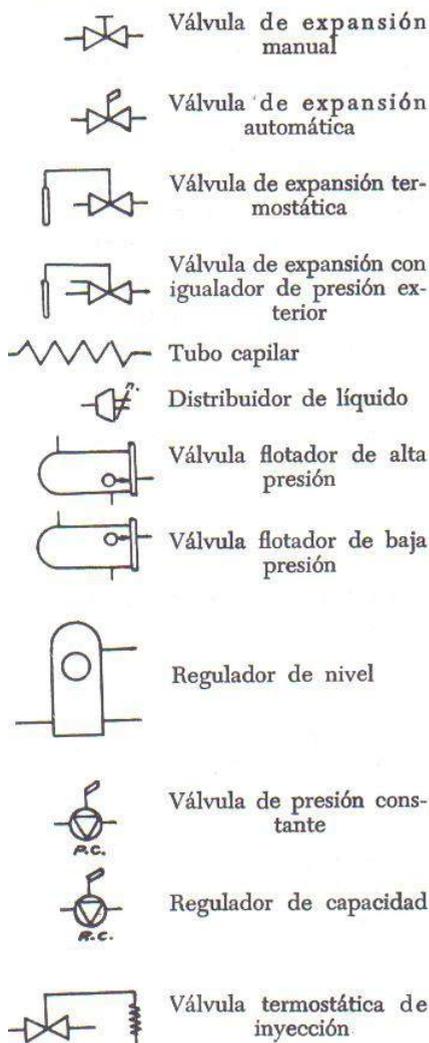


SÍMBOLOS

3



3 AUTOMATISMOS:

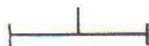


4. APARATOS VARIOS:

4



Motor eléctrico



Rampa de agua



Tipo de alimentación de los motores eléctricos:

1. Corriente continua
2. » monofásica
3. » trifásica
4. » bifásica



Aislamiento



Tanque o depósito abierto



Bomba de agua centrífuga



Tapa de tanque o depósito



Bomba centrífuga de acoplamiento directo

Manómetro:

1. Baja presión
2. Media presión
3. Alta presión



Ventilador centrífugo



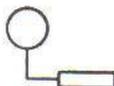
Ventilador centrífugo accionado por correas



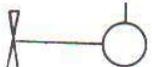
Termómetro



Ventilador helicoidal



Termómetro a distancia



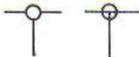
Agitador de líquido

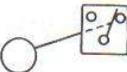
COLORES CARACTERÍSTICOS PARA TUBERÍAS DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS

Descarga:	Carmín
Aspiración:	Azul-gris
Líquido:	Amarillo
Aceite:	Marrón
Agua:	Verde
Líquido in congelable	
(entrada):	Naranja
(retorno):	Verde oscuro
Aire:	Azul
Varios:	Gris

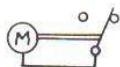
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A continuación se detallan los símbolos adoptados en España para la significación de los circuitos eléctricos, según Normas UNE.

	Corriente continua		Derivación
	Corriente alterna		Tierra
	Corriente ondulante (rectificada)		Masa
	Conductor eléctrico		Masa (variante)
	Número conductores (representación unifilar)		Masa conectada a tierra
	Conductor neutro		Acometida trifásica con cuatro conductores, uno de ellos neutro
	Toma a tierra		Resistencia no reactiva
	Conductor conectado a masa		Resistencia no reactiva (variante)
	Bornes de conexión		Condensador de capacidad
	Cruce de dos conductores sin conexión eléctrica		Condensador electrolítico
	Cruce de dos conductores con conexión eléctrica		Par termoelectrico

-  Conexión mecánica
-  Dispositivo de enganche
-  Cierre entre aparatos por medios mecánicos
-  Excéntrica regulada eléctricamente
-  Excéntrica con indicación del ángulo de accionamiento
-  Mando de palanca (arrastre recto)
-  Mando de palanca (arrastre circular)
-  Flotador
-  Mando electromecánico
-  Dispositivo térmico actuando sobre una conexión eléctrica
-  Dispositivo magneto-térmico actuando sobre una conexión eléctrica
-  Transformador monofásico con dos bobinas separadas

-  Transformador monofásico con dos bobinas separadas (variante)
-  Autotransformador monofásico
-  Autotransformador monofásico (variante)
-  Autotransformador monofásico con regulador progresivo de la tensión
-  Autotransformador monofásico con regulación progresiva de la tensión (variante)
-  Motor asincrónico monofásico, rotor en cortocircuito
-  Motor asincrónico trifásico con rotor en cortocircuito (representación unifilar)
-  Representación multifilar
-  Motor asincrónico trifásico con rotor bobinado
-  Motor sincrónico monofásico
-  Motor asincrónico o generador con rotor bobinado



Válvula motorizada



Interruptor



Contacto normalmente abierto (en reposo)



Contactador



Contacto normalmente cerrado (en reposo)



Disyuntor



Contacto retardado al abrir



Fusible cortacircuito



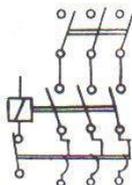
Contacto retardado al cerrar



Interruptor tripolar



Contacto de conmutación



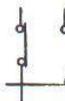
Disyuntor tripolar con relé magneto-térmico de reposición manual



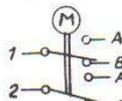
Interruptor de dos direcciones en posición intermedia



Contacto motorizado



Contactos de conmutación en dos direcciones



Relé programador



Mando de relé (una sola bobina)



Mando de relé con varias bobinas



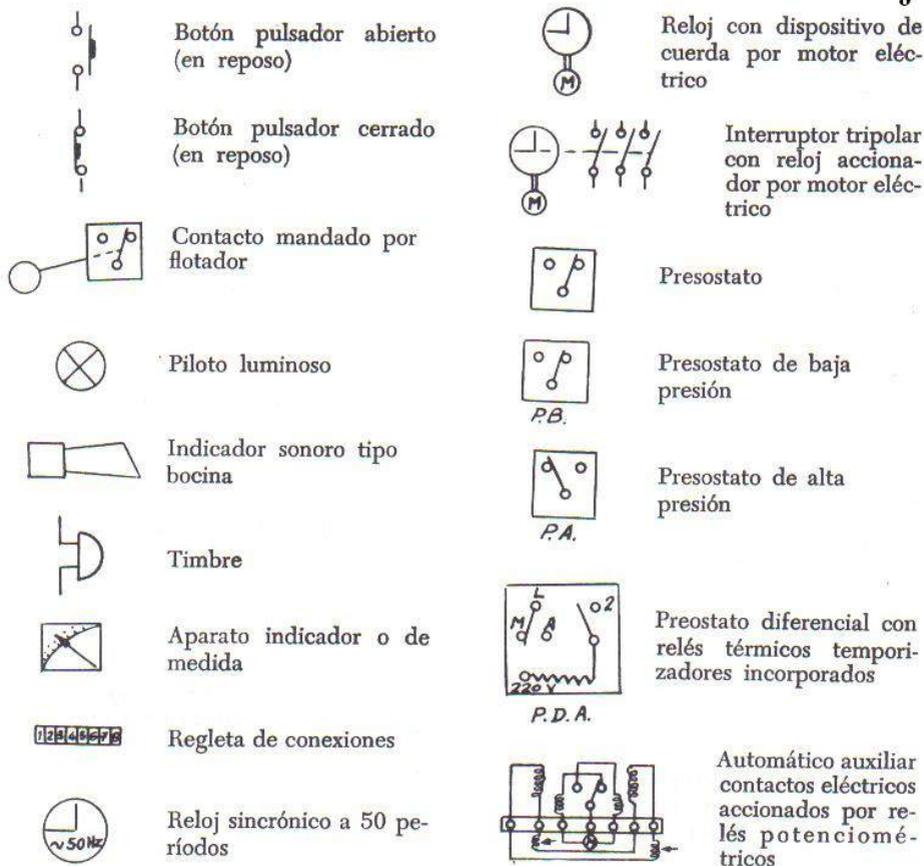
Conmutador de posiciones y tres (contactos en T a derecha e izquierda)



Posición 1.- 3-4 cerrado  
 .. 2-3-4,5,6 "



Interruptor de sección



SIMBOLOGÍA DE DISTINTAS MAGNITUDES

<i>f</i>	Frecuencia	<i>A</i>	Amperio
<i>t</i>	Tiempo	<i>V</i>	Voltio
<i>θ</i>	Temperatura	<i>VA</i>	Volti-amperio
<i>P</i>	Presión	<i>VAR</i>	Volti-amperio reactivo
<i>h</i>	Altura de un nivel	<i>W</i>	Vatio
<i>e</i>	Humedad relativa	<i>Wh</i>	Vatio hora
<i>q<sub>v</sub></i>	Caudal volumétrico	<i>Hz</i>	Hertz (período)
<i>q<sub>m</sub></i>	Caudal de la masa	<i>Cos φ</i>	Coseno Fi

## 2 FACTORES DE CONVERSIÓN E INFORMACIÓN TÉCNICA

### 2.1 Introducción

En toda actividad realizada por el ser humano, hay la necesidad de medir "algo"; ya sea el tiempo, distancia, velocidad, temperatura, volumen, ángulos, potencia, etc.

Todo lo que sea medible, requiere de alguna unidad con qué medirlo, ya que la gente necesita saber qué tan lejos, qué tan rápido, qué cantidad, cuánto pesa, etc., en términos que se entiendan, que sean reconocibles, y que se esté de acuerdo con ellos.

Para esto, fue necesario crear unidades de medición, las cuales en la antigüedad eran muy rudimentarias (codos, leguas, barriles, varas, etc.), y variaban de una región a otra. Algunas de estas unidades aún se siguen usando y conservando su nombre original.

En los últimos tres siglos de la historia de la humanidad, las ciencias han tenido su mayor desarrollo, y éste ha sido más vertiginoso de finales del siglo XIX a la fecha.

Las unidades de medición tenían bases más científicas, y para efectuar cálculos matemáticos, hubo necesidad de agruparlas. Así se originaron los sistemas de unidades.

Era (y sigue siendo) común, que a las unidades se les diera el nombre del científico que las descubría o inventaba.

Para evitar variaciones en el valor o magnitud de una unidad de un lugar a otro o de un tiempo a otro, fue necesario fijar patrones o puntos de referencia, para que basándose en dichos criterios, la unidad tuviera el mismo valor en cualquier lugar que se utilizara. Conforme ha avanzado el tiempo, algunos puntos de referencia de algunas unidades han cambiado (pero no la unidad), siempre tratando de buscar más precisión. Por ejemplo, la unidad de longitud del Sistema Métrico Decimal, el metro (m.), originalmente se definía como la diezmillonésima parte de la longitud del cuadrante del meridiano del polo norte al ecuador, que pasa por París. Sin embargo, posteriormente se definió como la distancia entre dos marcas, hechas en una barra metálica de una aleación de platino e iridio, mantenida a una temperatura de 0°C, graduada en el museo de Sèvres en Francia. Actualmente, la longitud de un metro se define, de una manera más precisa e invariable que antes, como igual a 1'650,763.73 longitudes de onda en el vacío del kriptón 86, excitado eléctricamente.

### 2.2 Aritmética Básica

Como ya sabemos, las operaciones aritméticas básicas se representan por los símbolos siguientes:

**+** Más o suma. Ejemplo:  $2 + 5 = 7$ .

**=** Igual a o mismo valor.

**-** Menos o resta. Ejemplo:  $6 - 4 = 2$ .

**X** Multiplicación. Ejemplo:  $2 \times 4 = 8$ .

**÷** División. Ejemplo:  $6 \div 2 = 3$ .

**.** Multiplicación. Ejemplo:  $2 \cdot 4 = 8$ .

**()** Paréntesis; las operaciones dentro de paréntesis se hacen primero.

Ejemplo:  $(7-2) + 4 = 5 + 4 = 9$ .

**()<sup>2</sup>** cuadrado; significa que el número dentro del paréntesis, se debe multiplicar por sí mismo (elear al cuadrado). Se puede hacer sin paréntesis. .

Ejemplo:  $(3)^2 = 3^2 = 3 \times 3 = 9$ .

**()<sup>3</sup>** cubo; significa que el número dentro del paréntesis, se debe multiplicar dos veces por sí mismo (elear al cubo). Se puede hacer sin paréntesis. .

Ejemplo:  $(3)^3 = 3^3 = 3 \times 3 \times 3 = 27$ .

**a/b** significa una división; el número de arriba "a" se va a dividir entre el número de abajo "b". Ejemplo: Si "a" = 8 y "b" = 2,  $a/b = 8/2 = 8 \div 2 = 4$ .

**Δ** (delta), significa una diferencia. Ejemplo:  $\Delta T$  = diferencia de temperaturas.

La mayoría de los cálculos incluyen el uso de unidades básicas. Estas se expresan en dígitos. En la relación  $9 \times 3 = 27$ , 9 y 3 son dígitos y 27 está formado por dos dígitos, 2 y 7. En la mayoría de los sistemas de unidades, como el métrico, la unidad básica es 1 y los dígitos múltiplos (mayores de la unidad) y sub múltiplos (menores de la unidad), están sobre la base de 10 (decimal). Por ejemplo, si el dígito 1 lo multiplicamos por 10, será 10; cada multiplicación subsecuente por 10 será 100; 1,000; 10,000; 100,000 y así sucesivamente. Si la unidad se divide entre 10, será 0.1 y cada división subsecuente será 0.01; 0.001; 0.0001 y así sucesivamente.

Cada nivel de multiplicación o división tiene un nombre; por ejemplo los múltiplos de la unidad:

Símb.	Prefijo	Cantidad	Ejemplo
D	= deca	= 10	Decámetro
H	= hecta	= 100	Hectólitro
K	= kilo	= 1,000	Kilogramo
M	= mega	= 1'000,000	Mega ohm
G	= giga	= 1,000,000,000	Gigabyte
T	= tera	= 1,000,000,000,000	

Y los submúltiplos de la unidad:

Símb.	Prefijo	Cantidad	Ejemplo
d	= deci	= 0.1	Decímetro
c	= centi	= 0.01	Centígrado
M	= mili	= 0.001	Mililitro
μ	= micro	= 0.000001	Micrón
n	= nano	= 0.000000001	Nanofaradio
p	= pico	= 0.000000000001	

En algunos cálculos, es difícil trabajar con cantidades que utilizan muchos ceros, ya sea a la derecha o a la izquierda del punto decimal. En estos casos se puede emplear un número especial llamado "potencia de diez" para expresar estos tipos de cantidades.

"Potencia de diez", significa que el número 10 se multiplica por sí mismo, el número deseado de veces para obtener el número de ceros requeridos. El número de veces que 10 se debe de multiplicar por sí mismo, se muestra por un pequeño número arriba y a la derecha del número 10. Este número también se llama "exponente", y se utiliza como se muestra a continuación:

Para números mayores que la unidad:

$$10^1 = 10 \text{ ó } (10)$$

$$10^2 = 100 \text{ ó } (10 \times 10)$$

$$10^3 = 1000 \text{ ó } (10 \times 10 \times 10)$$

$$10^6 = 1'000,000 \text{ ó } (10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10) \text{ etc.}$$

Así por ejemplo, para indicar 540,000 se puede expresar  $5.4 \times 10^5$ .

Para números menores que uno:

$$10^{-1} = 0.1 \text{ ó } (0.10)$$

$$10^{-2} = 0.01 \text{ ó } (0.10 \times 0.10)$$

$$10^{-3} = 0.001 \text{ ó } (0.10 \times 0.10 \times 0.10)$$

$$10^{-6} = 0.000001 \text{ ó } (0.10 \times 0.10 \times 0.10 \times 0.10 \times 0.10 \times 0.10) \text{ etc...}$$

Así por ejemplo, para indicar 0.00072 se puede expresar  $7.2 \times 10^{-4}$ .

### 2.3 Redondeo de Números

En cálculos de refrigeración, no es frecuente el uso de fracciones (o decimales) de la unidad, sobre todo cuando no se requiere tanta precisión. En estos casos, cuando el decimal es menor de cinco, se redondea el número ignorando la fracción decimal. Cuando la fracción es 5 o mayor, se redondea al siguiente número más grande. Por ejemplo: 27.3 se redondea a 27 y 27.5 a 28.

### 2.4 Sistemas de Unidades

Desde que el científico inglés ISAAC NEWTON (1642-1727) estableció el trascendental enunciado de que sobre la tierra y en su vecindad inmediata, la aceleración de un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza resultante que actúa sobre el mismo, e inversamente proporcional a su masa ( $a = F/m$ ), desde entonces, los sistemas de unidades han sido basados en esto.

Antes de este enunciado, las unidades no estaban agrupadas.

Las unidades de longitud eran el metro, el pie y sus múltiplos y submúltiplos; las unidades de tiempo son el segundo, minuto, hora, día, etc. No existían los sistemas de unidades bien definidos como los conocemos ahora.

Analizando la ecuación de la segunda ley de Newton, podemos expresarla también como  $F = ma$ , y así, podemos decir que una unidad de fuerza (F) es producida por una unidad de aceleración (a), sobre un cuerpo que tiene una masa (m) de una unidad. Esto es muy simple aunque suene complicado; pero, ¿cómo denominaremos a esas unidades de aceleración, de masa y de fuerza?

Primeramente, definiremos un sistema de unidades como sistema de unidades compatibles y de proporción constante, con la segunda ley de Newton.

Partiendo de esta definición, un sistema de unidades debe tener unidades compatibles con la masa y la fuerza. Así, si medimos la masa en kilogramos y la aceleración en m/seg<sup>2</sup>, entonces la fuerza tendrá las siguientes unidades:

$$F = ma = \text{kg} \times \frac{\text{m}}{\text{seg}^2} = \text{Newton (N)}$$

Si utilizamos unidades inglesas:

$$F = ma = \text{lb} \times \frac{\text{pie}}{\text{seg}^2} = \text{poundal}$$

CANTIDAD O "DIMENSION"	UNIDAD	SIMBOLO
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura	kelvin*	K
Cantidad de sustancia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd
Angulo plano	radian	rd
Angulo sólido	steradian	sr

\* Aunque el grado Kelvin es la unidad de temperatura absoluta oficial en el SI, se permite el uso de grados centígrados o Celsius (°C). K= °C + 273.15 .

Tabla 15.1 - Unidades básicas del Sistema Internacional.

que sus unidades están basadas en múltiplos y submúltiplos de 8 y de 12.

*Ejemplo: 1 pie = 12 pulgadas; 1 yarda = 3 pies = 36 pulgadas; 1 galón = 4 cuartos = 8 pintas; 1 libra = 16 onzas; etc.*

Se originó en Inglaterra, y actualmente se usa en algunos países en los que se impuso, por ser estos conquistados o colonizados por los ingleses. Aunque estos países son una minoría, tiene una difusión grande y una fuerte influencia, sobre todo en Asia y en América.

Esta influencia se debe principalmente a la importación de tecnología y literatura.

CANTIDAD	UNIDAD	SIMBOL	FORMUL
Frecuencia	Hertz	Hz	1/s
Fuerza	Newton	N	kg·m/s <sup>2</sup>
Presión (esfuerzo)	Pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>
Energía, trabajo, calor	Joule	J	N·m
Potencia	Watt	W	J/s
Carga eléctrica	Coulomb	C	A·s
Potencial eléctrico (fem)	Volt	V	W/A
Capacitancia	Farad	F	C/V
Resistencia eléctrica	Ohm	Ω	V/A
Conductancia	Siemens	S	A/V
Flujo magnético	Weber	Wb	V·s
Densidad del flujo mag.	Tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>
Inductancia	Henry	H	Wb/A
Flujo luminoso	Lumen	lm	cd·sr
Iluminancia	Lux	lx	lm/m <sup>2</sup>

Tabla 15.2a - Unidades derivadas del SI las cuales tienen nombres especiales.

Las unidades de la fuerza son, pues, una combinación de las unidades fundamentales, y como se puede observar, deben ser compatibles; no se combinan kilogramos con pies, ni libras con metros. Así pues, se formaron los primeros sistemas de unidades. Curiosamente, a la unidad de fuerza en el sistema métrico se le llamó Newton, en honor a este científico inglés, y la unidad de fuerza en el sistema inglés se llama poundal.

**Sistema Inglés** - Es el sistema que tiene como base el pie (ft), la libra (lb) y el segundo (seg). El sistema inglés no es un sistema decimal como el métrico, sino

Este sistema tiende a desaparecer, ya que se creó un sistema de unidades basado en el sistema métrico, y que se pretende que sea el único que se use en el mundo (ver Sistema Internacional).

En Estados Unidos se adoptó desde hace unos 20 años, pero el proceso de cambio obviamente se va a llevar algunos años más.

Otras unidades del sistema inglés son: °F, btu, hp, el galón, psi, etc. y los múltiplos y submúltiplos de: *pie*: milla, rod, fathom, yarda y pulgada. *libra*: tonelada, onza y grano. *galón*: bushel, peck, cuarto, pinta, gill, onza, dram, y minim.

## 2.5 Sistema Métrico Decimal

Tiene como unidades básicas el kilogramo (kg), el metro (m) y el segundo (seg).

Al sistema métrico se le llama decimal, porque algunas unidades son en base del 10, como el metro y el kilogramo.

Hasta hace poco, era el sistema de unidades más ampliamente utilizado en todo el mundo,

incluyendo nuestro país, donde era el sistema de unidades Oficial. Decimos que "era", porque también se tiene que adoptar el Sistema Internacional.

Ya que se tiene que hacer este cambio, las otras unidades del sistema métrico se mencionarán en el sistema internacional, ya que algunas son las mismas y otras son muy parecidas, puesto que son derivadas de las mismas unidades básicas.

### 2.6 Sistema Internacional (SI)

Le Système International d'Unités, es un sistema de unidades que se pretende se utilice en todos los países del mundo, para uniformar los conceptos y que desde el punto de vista técnico, se hable el mismo lenguaje.

En la actualidad, en casi todos los países europeos es obligatorio el uso del SI, pero todavía faltan muchos países por adoptarlo.

Las unidades básicas en el SI son el metro (m), el kilogramo (kg) y el segundo (s), entre otras.

En las tablas 15.1, 15.2a y 15.2b, se presenta una lista completa de las unidades del SI. En las demás tablas, se muestran los factores de conversión de las unidades del sistema inglés y del sistema métrico "antiguo" al Sistema Internacional y viceversa.

CANTIDAD	UNIDAD	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	SÍMBOLO
Aceleración lineal	Metro por segundo cuadrado	$m/s^2$	Permeabilidad	Henry por metro	H/m
Aceleración angular	Radián por segundo cuadrado	$Rad/s^2$	Energía específica	Joule por kilogramo	J/Kg
Área	Metro cuadrado	$m^2$	Entropía específica	Joule por kilogramo-kelvin	J/Kg-K
Concentración	Mol por metro cúbico	$Mo/m^3$	Volumen específico	Metro cúbico por kilogramo	$m^3/Kg$
Densidad de corriente	Ampere por metro cuadrado	$A/m^2$	Tensión superficial	Newton por metro	N/m
Densidad, masa	Kilogramo por metro cúbico	$Kg/ m^3$	Conductividad térmica	Wat por metro-kelvin	W/m-K
Densidad carga eléctrica	Coulomb por metro cúbico	$Q/ m^3$	Velocidad lineal	Metro por segundo	m/s
Densidad de flujo eléctrico	Coulomb por metro cuadrado	$Q/ m^2$	Velocidad angular	Radián por segundo	Rad/s
Entropía	Joule por kelvin	J/K	Viscosidad dinámica	Pascal-segundo	Pa/s
Capacidad calorífica	Joule por kelvin	J/K	Viscosidad cinemática	Metro cuadrado por segundo	$m^2/s$
Fuerza de campo magnético	Ampere por metro	A/m	Volumen	Metro cúbico	$m^3$
Momento de fuerza	Newton-metro	N-m	Capacidad calorífica específica	Joule por kilogramo-kelvin	J/Kg-K

Tabla 15 2b – Unidades comunes derivadas del SI

### 2.7 Abreviaturas y Símbolos de Unidades

A continuación se listan en orden alfabético, las abreviaturas y símbolos de las unidades del sistema métrico y del sistema inglés; ya que las del Sistema Internacional de Unidades (SI), son las que se indican en las tablas 15.1, 15.2a y 15.2b.

atm	Atmósfera	hp	Horse power	lb/in <sup>2</sup>	Libras por pulgada cuadrada
brit	Británico	in	Pulgada (inch)	m	Metros
btu	British thermal unit	in <sup>2</sup>	Pulgada cuadrada	mi	Millas
btu/ft <sup>3</sup>	Btu por pie cúbico	in <sup>3</sup>	Pulgada cúbica	mi/h	Millas por hora
btu/lb	Btu por libra	in Hg	Pulgadas de mercurio	mi/min	Millas por minuto
°C	Grado Celsius (centígrado)	in <sup>3</sup> /lb	Pulgadas cúbicas por libra	mi naut	Milla náutica
Cal	Caloría	kcal	Kilocaloría	min	Minutos
cc	Centímetros cúbicos cm <sup>3</sup>	Kcal/kg	Kilocaloría por kilogramo	ml	mililitro =cc=cm <sup>3</sup> (de líquido)
cm	centímetro	Kcal/m <sup>3</sup>	Kilocaloría por m <sup>3</sup>	mm	milímetros
cm <sup>2</sup>	Centímetro cuadrado	kg	Kilogramo	mm Hg	Milímetros de mercurio
cm <sup>3</sup>	Centímetro cúbico	Kg/cm <sup>2</sup>	Kilogramo por centímetro cuadrado	m <sup>3</sup> /s	Metro cúbico por segundo
cm <sup>3</sup> /g	Centímetro cúbico por gramo	Kg/h	Kilogramo por hora	oz	Onza (avoirdupois)
cSt	centiStoke	Kg f	Kilogramo fuerza	oz t	Onza troy
cv	Caballo de vapor (métrico)	Kg/m <sup>2</sup>	Kilogramo por metro cuadrado	psi	Libras por pulgada cuadrada
d gal	Galón seco	Kg/m <sup>3</sup>	Kilogramo por metro cúbico	psia	Libras por pulgada <sup>2</sup> absoluta
dm	Decímetro	Kg/s	Kilogramo por segundo	psig	Libras por pulgada <sup>2</sup> mano métrica
°F	Grado Fahrenheit	km	kilometro	qt	Cuarto (de galón)
ft	Pies (feet)	km <sup>2</sup>	Kilómetros cuadrados	s	Segundo
ft <sup>2</sup>	Pies cuadrados	Km/h	Kilómetros por hora	St	Stoke
ft <sup>3</sup>	Pies cúbicos	l	Litros	ton	Tonelada
ft <sup>3</sup> /lb	Pies cúbicos por libra	l/kg	Litros por kilogramo	Torr	Torricelli=mm Hg
g	Gramo	l/min	Litros por minuto	T.R.	ton de refrigeración standard comercial
gal	galón	lb	libras	U.S.A	estadounidense

Tabla 15.3 – Abreviaturas y símbolos

## 2.8 Temperatura

La temperatura, es una propiedad que mide la intensidad o nivel de calor de una sustancia. La temperatura no debe confundirse con el calor, ya que la temperatura no mide la cantidad de calor en una sustancia, sólo nos indica qué tan caliente o qué tan fría está esa sustancia.

La temperatura debe designarse en forma más precisa con referencia a una escala. El instrumento para medir la temperatura se llama termómetro; el más común, es el que se basa en la expansión uniforme de un líquido dentro de un tubo de vidrio sellado. Este tubo tiene en el fondo un bulbo donde se aloja el líquido (mercurio o alcohol).

°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F					
-73	-100	-148	-18.9	-2	28.4	10.6	51	123.8	40.0	104	219.2	56.1	133	271.4
-68	-90	-130	-18.3	-1	30.2	11.1	52	125.6	40.6	105	221.0	56.7	134	273.2
-62	-80	-112	-17.8	0	32.0	11.7	53	127.4	41.1	106	222.8	57.2	135	275.0
-57	-70	-94	-17.2	1	33.8	12.2	54	129.2	41.7	107	224.6	57.8	136	276.8
-51	-60	-76	-16.7	2	35.6	12.8	55	131.0	42.2	108	226.4	58.3	137	278.6
-45.6	-50	-58.0	-16.1	3	37.4	13.3	56	132.8	42.8	109	228.2	58.9	138	280.4
-45.0	-49	-56.2	-15.6	4	39.2	13.9	57	134.6	43.3	110	230.0	59.4	139	282.2
-44.4	-48	-54.4	-15.0	5	41.0	14.4	58	136.4	43.9	111	231.8	60.0	140	284.0
-43.9	-47	-52.6	-14.4	6	42.8	15.0	59	138.2	44.4	112	233.6	60.6	141	285.8
-43.3	-46	-50.8	-13.9	7	44.6	15.6	60	140.0	45.0	113	235.4	61.1	142	287.6
-42.8	-45	-49.0	-13.3	8	46.4	16.1	61	141.8	45.6	114	237.2	61.7	143	289.4
-42.2	-44	-47.2	-12.8	9	48.2	16.7	62	143.6	46.1	115	239.0	62.2	144	291.2
-41.7	-43	-45.4	-12.2	10	50.0	17.2	63	145.4	46.7	116	240.8	62.8	145	293.0
-41.1	-42	-43.6	-11.7	11	51.8	17.8	64	147.2	47.2	117	242.6	63.3	146	294.8
-40.6	-41	-41.8	-11.1	12	53.6	18.3	65	149.0	47.8	118	244.4	63.9	147	296.6
-40.0	-40	-40.0	-10.6	13	55.4	18.9	66	150.8	48.3	119	246.2	64.4	148	298.4
-39.4	-39	-38.2	-10.0	14	57.2	19.4	67	152.6	48.9	120	248.0	65.0	149	300.2
-38.9	-38	-36.4	-9.4	15	59.0	20.0	68	154.4	49.4	121	249.8	65.6	150	302.0
-38.3	-37	-34.6	-8.9	16	60.8	20.6	69	156.2	50.0	122	251.6	66.1	151	303.8
-37.8	-36	-32.8	-8.3	17	62.6	21.1	70	158.0	50.6	123	253.4	66.7	152	305.6
-37.2	-35	-31.0	-7.8	18	64.4	21.7	71	159.8	51.1	124	255.2	67.2	153	307.4
-36.7	-34	-29.2	-7.2	19	66.2	22.2	72	161.6	51.7	125	257.0	67.8	154	309.2
-36.1	-33	-27.4	-6.7	20	68.0	22.8	73	163.4	52.2	126	258.8	68.3	155	311.0
-35.6	-32	-25.6	-6.1	21	69.8	23.2	74	165.2	52.8	127	260.6	68.9	156	312.8
-35.0	-31	-23.8	-5.6	22	71.6	23.9	75	167.0	53.3	128	262.4	69.4	157	314.6
-34.4	-30	-22.0	-5.0	23	73.4	24.4	76	168.8	53.9	129	264.2	70.0	158	316.4
-33.9	-29	-20.2	-4.4	24	75.2	25.0	77	170.6	54.4	130	266.0	70.6	159	318.2
-33.3	-28	-18.4	-3.9	25	77.0	25.6	78	172.4	55.0	131	267.8	71.1	160	320.0
-32.8	-27	-16.6	-3.3	26	78.8	26.1	79	174.2	55.6	132	269.6			
-32.2	-26	-14.8	-2.8	27	80.6	26.7	80	176.0						
-31.7	-25	-13.0	-2.2	28	82.4	27.2	81	177.8						
-31.1	-24	-11.2	-1.7	29	84.2	27.8	82	179.6						
-30.6	-23	-9.4	-1.1	30	86.0	28.3	83	181.4						
-30.0	-22	-7.6	-0.6	31	87.8	28.9	84	183.2						
-29.4	-21	-5.8	0	32	89.6	29.4	85	185.0						
-28.9	-20	-4.0	0.6	33	91.4	30.0	86	186.8						
-28.3	-19	-2.2	1.1	34	93.2	30.6	87	188.6						
-27.8	-18	-0.4	1.7	35	95.0	31.1	88	190.4						
-27.2	-17	1.4	2.2	36	96.8	31.7	89	192.2						
-26.7	-16	3.2	2.8	37	98.6	32.2	90	194.0						
-26.1	-15	5.0	3.3	38	100.4	32.8	91	195.8						
-25.6	-14	6.8	3.9	39	102.2	33.3	92	197.6						
-25.0	-13	8.6	4.4	40	104.0	33.9	93	199.4						
-24.4	-12	10.4	5.0	41	105.8	34.3	94	201.2						
-23.9	-11	12.2	5.6	42	107.6	35.0	95	203.0						
-23.3	-10	14.0	6.1	43	109.4	35.6	96	204.8						
-22.8	-9	15.8	6.7	44	111.2	36.1	97	206.6						
-22.2	-8	17.6	7.2	45	113.0	36.7	98	208.4						
-21.7	-7	19.4	7.8	46	114.8	37.2	99	210.2						
-21.1	-6	21.2	8.3	47	116.6	37.8	100	212.0						
-20.6	-5	23.0	8.9	48	118.4	38.3	101	213.8						
-20.0	-4	24.8	9.4	49	120.2	38.9	102	215.6						
-19.4	-3	26.6	10.0	50	122.0	39.4	103	217.4						

VALORES DE GRADOS SOLO			
°C	°F	°F	°C
1=	1.8	1=	0.56
2=	3.6	2=	1.11
3=	5.4	3=	1.67
4=	7.2	4=	2.22
5=	9.0	5=	2.78
6=	10.8	6=	3.33
7=	12.6	7=	3.89
8=	14.4	8=	4.44
9=	16.2	9=	5.00

°F = 1.8 °C + 32 = 9/5 °C + 32
°C = 5/9 (°F - 32) = (°F - 32) / 1.8
K = °C + 273.15
K = 5/9 R
R = °F + 459.69
R = 1.8 K

Tabla 15.4 - Tabla de conversión de temperaturas.

## Tabla de equivalencias de grados Centígrados y Fahrenheit

### 2.9 Escalas de Temperatura Fahrenheit y Celsius

En 1592, Galileo inventó un termómetro, pero no tenía una escala bien definida. En 1720, el holandés Gabriel Fahrenheit, fue el primero que ideó un termómetro con una escala graduada, pero los puntos de referencia que escogió fueron la temperatura del cuerpo humano (100°F) y la de una mezcla de hielo con sal (0°F). En 1742, el sueco Anders Celsius, tomando el antecedente de Fahrenheit, ideó la escala de temperatura Celsius o Centígrada, usando como puntos de referencia la temperatura de una mezcla de hielo y agua pura (0°C), y la de ebullición del agua pura (100°C).

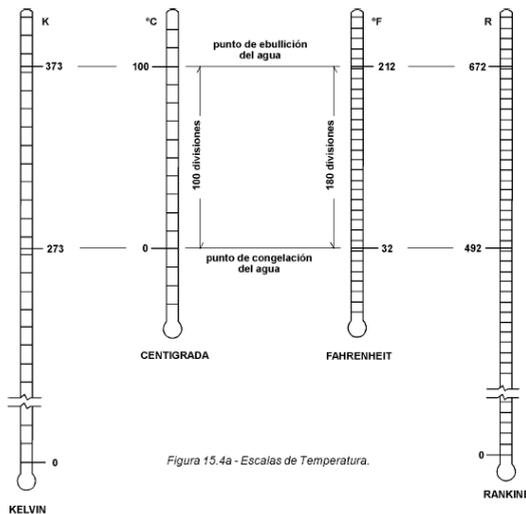
Estas dos escalas (la Fahrenheit y la Celsius), son las de uso más común en trabajos cotidianos. Ambas escalas tienen valores positivos (arriba del cero) y valores negativos (abajo del cero).

## 2.10 Escalas de Temperatura Absolutas, Kelvin y Rankine

Para trabajos más científicos, se requiere el uso de temperaturas absolutas (totales), que no tengan valores negativos. Las escalas absolutas comienzan de cero hacia arriba. El cero absoluto es una temperatura que se determinó matemáticamente, y se supone que a esta temperatura, se detiene el movimiento molecular de cualquier sustancia. Es la temperatura más baja posible en la tierra, y se supone también que en este punto, hay una total ausencia de calor.

Las escalas usadas para medir temperaturas absolutas son la Kelvin (Celsius absoluta) y la Rankine (Fahrenheit absoluta). La Kelvin usa las mismas divisiones o graduaciones que la escala Celsius, y el cero absoluto (0°K) equivale a -273.15°C. La escala Rankine usa las mismas divisiones que la escala Fahrenheit, y el cero absoluto (0°R) equivale a -460°F.

La unidad de temperatura en el SI es el Kelvin (K), aunque se permite el uso de °C. Las fórmulas para convertir grados de una escala a otra, se localizan al pie de la tabla 15.4.



## 2.11 Presión

La presión se define como la fuerza aplicada sobre una superficie, por lo que sus unidades son  $\text{kgf/m}^2 = \text{N/m}^2$ .

Es una de las propiedades termodinámicas más útiles, porque se mide directamente con facilidad. La unidad de presión en el SI, es el  $\text{N/m}^2$  y se le llama Pascal (Pa), en honor al físico francés Blaise Pascal.

Existen tres tipos de presión: a) Atmosférica o Barométrica, b) Manométrica, y c) Absoluta.

## 2.12 Presión Atmosférica

Es la presión ejercida por el peso del aire atmosférico, al ser atraído por la fuerza de la gravedad. Esta presión varía con relación a la altitud sobre el nivel del mar.

También se le llama presión barométrica, porque el instrumento utilizado para medirla, se llama barómetro.

El italiano Evangelista Torricelli, fue el primero en medir esta presión, utilizando un barómetro de mercurio. El valor que él obtuvo es de 760 mm de mercurio al nivel del mar.

A estas unidades (mm Hg) también se les llama Torricelli (Torr). El valor de la presión atmosférica al nivel del mar, es como sigue:

**Sistema Internacional = 101,325 Pa**

**(Kilo Pascales) = 101.325 kPa**

**Sistema Métrico = 1.033 kg/cm<sup>2</sup> = 760 mm Hg.**

**Sistema Ingles = 14.696 psi = 29.92 Hg.**

## 2.13 Presión Manométrica

Cuando se desea medir la presión dentro de un sistema cerrado, se utiliza un instrumento llamado manómetro, por eso se le llama presión manométrica.

La presión dentro de un sistema cerrado, puede ser mayor o menor que la atmosférica. A la presión mayor que la atmosférica, se le llama positiva; y a la menor, se le llama negativa o vacío. El manómetro marca la diferencia de presiones entre la que existe dentro del sistema y la presión atmosférica del lugar.

### 2.14 Presión Absoluta

Es la suma de la presión atmosférica más la presión manométrica. Si esta última es positiva, se suman, y si es negativa, se restan.

Presión Absoluta = presión atmosférica + presión manométrica.

Presión Absoluta = presión atmosférica - presión manométrica (vacío).

Las unidades con que se miden comúnmente las presiones, son kg/cm<sup>2</sup> en el sistema métrico, y lb/in<sup>2</sup> en el sistema inglés. Las presiones negativas o vacío, se acostumbra medirlas en mm de Hg y pulgadas de mercurio, respectivamente.

En la solución de la mayoría de los problemas de ingeniería sobre presión y volumen, es necesario utilizar valores de presión absoluta. La escala de presión absoluta, al igual que las de temperatura absoluta, no tiene valores negativos ni combina diferentes unidades. Inicia en el cero absoluto (0 Pa), que corresponde al vacío absoluto, y de allí aumenta. En la mayoría de las operaciones, el Pascal (Pa) resulta una unidad muy pequeña, por lo que generalmente se utilizan múltiplos de éste, que son el kiloPascal (kPa) que es igual a 1,000 Pa, o bien el bar, que es igual a 100,000 Pascales = 100 kPa. Al kiloPascal también se le conoce como pièze (pz).

En el sistema inglés, se hace una clara distinción entre libras por pulgada cuadrada absolutas (psia por sus siglas en inglés de Pound per Square Inch Absolute), y libras por pulgada cuadrada manométricas (psig por sus siglas en inglés de Pounds per Square Inch Gauge). Cuando sólo se usa psi sin la "a" o la "g", generalmente se refiere a diferencias o caídas de presión.

### 2.15 Factores de Conversión

Un factor de conversión es una cantidad (entera o fraccionaria) que muestra la relación entre dos unidades de medición.

Los factores de conversión son muy útiles para resolver problemas donde se utilizan fórmulas en que intervienen dos o más unidades diferentes o donde la respuesta requiere una unidad de medición diferente a la usada en el problema.

A continuación se verán los factores para convertir unidades de un sistema a otro, principalmente del inglés al SI; agrupándolos por cada una de las cantidades más comúnmente utilizadas. También, se definirán las cantidades más importantes y se darán algunos ejemplos y fórmulas para calcularlas.

### 2.16 Longitud

La longitud se define como la distancia entre dos puntos. La unidad de longitud en el SI es el metro (m).

1 m = 10 decímetros (dm) = 100 centímetros (cm) = 1,000 milímetros (mm) = 1'000,000 micrones (μ) = 0.001 kilómetros (km).

kiloPascales (kPa)	x 0.010197 = kg/cm <sup>2</sup>	mm Hg (Torr)	x 0.13333 = kPa
	x 0.14504 = lb/in <sup>2</sup> (psia)		x 0.00136 = kg/cm <sup>2</sup>
	x 7.5 = mm Hg abs.		x 0.01934 = lb/in <sup>2</sup> (psi)
	x 0.2953 = in Hg abs.		x 0.03937 = in Hg
	x 0.01 = bar		x 0.001333 = bar
	x 0.00987 = atmósferas		x 0.00136 = atm
	x 10,000 = barye (μb)		x 1,000 = micrones (μ)
kg/cm <sup>2</sup>	x 98.064 = kPa	in Hg (pulg. Hg)	x 3.3864 = kPa
	x 14.2234 = lb/in <sup>2</sup> (psi)		x 0.03453 = kg/cm <sup>2</sup>
	x 735.514 = mm Hg		x 0.49115 = lb/in <sup>2</sup> (psi)
	x 28.9572 = in Hg		x 25.4 = mm Hg
	x 0.987 = bar		x 0.03386 = bar
	x 0.96778 = atmósferas		x 0.03342 = atm
lb/in <sup>2</sup> (psia)	x 6.89474 = kPa	atmósfera (atm)	x 25,400 = micrones (μ)
	x 0.07031 = kg/cm <sup>2</sup>		x 101.325 = kPa
	x 51.715 = mm Hg		x 1.03329 = kg/cm <sup>2</sup>
	x 2.036 = in Hg		x 14.6969 = lb/in <sup>2</sup>
	x 0.06895 = bar		x 760 = mm Hg
	x 0.0604 = atm		x 29.9212 = in Hg
1 psig = 15.696 psia = 108.22 kPa			x 1.01325 = bar
0 psig = 14.696 psia = 101.325 kPa			x 33.9 = pies de agua

Tabla 15.5 - Factores de conversión de unidades de presión.

kilómetros (km)	x 0.62137 = millas	yardas (yd)	÷ 1,093.61 = kilómetros	
	x 0.5399 = millas náuticas		x 0.9144 = metros	
	x 198.838 = rods		x 3 = pies	
	x 546.8 = fathoms (braza)		x 36 = pulgadas	
	x 1,094 = yardas		x 91.44 = centímetros	
	x 3,281 = pies		pies (ft)	x 0.3048 = metros
	x 1,000 = metros			x 0.3333 = yardas
millas (mi)	x 320 = rods	pulgadas (in)	x 12 = pulgadas	
	x 1,760 = yardas		x 30.48 = centímetros	
	x 5,280 = pies		x 0.0254 = metros	
	x 1,609.35 = metros		x 0.02777 = yardas	
milla náutica (mi naut)	x 1,609.35 = kilómetros	centímetros (cm)	x 0.08333 = pies	
	x 1.85325 = kilómetros		x 2.54 = micrones	
	x 1.15155 = millas		x 25.4 = centímetros	
metros (m)	x 368.497 = rods	milímetros (mm)	x 25,400 = milímetros	
	x 1,853.25 = metros		÷ 30.48 = pies	
	x 1.093613 = yardas		÷ 2.54 = pulgadas	
	x 3.28083 = pies		÷ 25.4 = pulgadas	
	x 39.37 = pulgadas		÷ 304.8 = pies	
1 rod	÷ 1,609.35 = millas	micrones	÷ 1,000 = micrones	
	x 0.19884 = rods		÷ 25,400 = pulgadas	

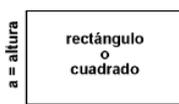
Tabla 15.6 - Factores de conversión de unidades de longitud.

## 2.17 Área

La medición de una área o superficie, es la medición de un espacio bidimensional. Las unidades de área en el SI, son las unidades de longitud al cuadrado ( $m \times m = m^2$ ).

$1 m^2 = 100 dm^2 = 10,000 cm^2 = 1 \times 1'000,000 mm^2 = 0.001$  hectáreas (ha).

El área de las diferentes figuras geométricas, se encuentra aplicando fórmulas sencillas; por ejemplo:



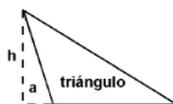
b = base

$$A = a \times b$$



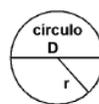
b

$$A = \frac{a \times b}{2}$$



b

$$A = \frac{b \times h}{2}$$



$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \pi r^2$$

<p>millas cuadradas (mi<sup>2</sup>)</p> <p>x 2.59 = km<sup>2</sup></p> <p>x 640 = acres</p> <p>x 259 = hectáreas</p> <p>x 2'589,999 = m<sup>2</sup></p>	<p>metros cuadrados (m<sup>2</sup>)</p> <p>x 0.0001 = hectáreas</p> <p>x 0.19599 = yd<sup>2</sup></p> <p>x 10.7639 = ft<sup>2</sup></p> <p>x 1,549.99 = in<sup>2</sup></p> <p>x 10,000 = cm<sup>2</sup></p>
<p>kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>)</p> <p>x 0.3861 = mi<sup>2</sup></p> <p>x 100 = hectáreas</p> <p>x 247.104 = acres</p> <p>x 1'000,000 = m<sup>2</sup></p>	<p>pies cuadrados (ft<sup>2</sup>)</p> <p>x 0.092903 = m<sup>2</sup></p> <p>x 0.11111 = yd<sup>2</sup></p> <p>x 144 = in<sup>2</sup></p> <p>x 929.03 = cm<sup>2</sup></p>
<p>acres</p> <p>x 0.001563 = mi<sup>2</sup></p> <p>x 4,840 = yd<sup>2</sup></p> <p>÷ 247.104 = km<sup>2</sup></p> <p>x 4,046.86 = m<sup>2</sup></p> <p>x 43,560 = ft<sup>2</sup></p>	<p>pulgadas cuadradas (in<sup>2</sup>)</p> <p>x 6.4516 = cm<sup>2</sup></p> <p>÷ 144 = ft<sup>2</sup></p> <p>x 645.16 = mm<sup>2</sup></p> <p>÷ 1,296 = yd<sup>2</sup></p>
<p>hectáreas (ha)</p> <p>÷ 259 = mi<sup>2</sup></p> <p>x 0.01 = km<sup>2</sup></p> <p>x 2.47104 = acres</p> <p>x 10,000 = m<sup>2</sup></p> <p>x 11,959.9 = yd<sup>2</sup></p>	<p>centímetros cuadrados (cm<sup>2</sup>)</p> <p>x 0.155 = in<sup>2</sup></p> <p>÷ 929.03 = ft<sup>2</sup></p> <p>x 100 = mm<sup>2</sup></p> <p>x 0.0001 = m<sup>2</sup></p>

Tabla 15.7 - Factores de conversión de unidades de área.

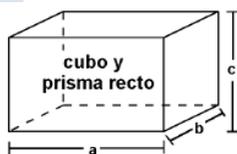
## 2.18 Volumen y Capacidad (Líquido)

La medición del volumen, es la medición de un espacio tridimensional. La unidad del volumen en el SI, es la unidad de longitud al cubo (m x m x m = m<sup>3</sup>). En mediciones de capacidad, se puede usar el litro (l) y sus múltiplos y submúltiplos.

1 m<sup>3</sup> = 1,000 dm<sup>3</sup> = 1'000,000 cm<sup>3</sup> = 1,000 litros (l).

1 l = 10 decilitros (dl) = 100 centilitros (cl) = 1,000 mililitros (ml) = 1,000 centímetros cúbicos (cm<sup>3</sup> o cc) = 1 decímetro cúbico (dm<sup>3</sup>).

Para calcular el volumen de diferentes cuerpos geométricos, se emplean fórmulas sencillas:



$$V = a \times b \times c$$



$$V = \pi r^2 L = \frac{\pi D^2}{4} L$$



$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

<b>metro cúbico (m³)</b>	x 1.30795 = yd³ x 35.31447 = ft³ x 28.38 = bushels U.S. x 220 = gal (brit.) x 264.1728 = gal (U.S.) x 1,000 = litros (dm³)	<b>Bushel (U.S.)</b>	x 35.2393 = litros (dm³) x 2,150.42 = in³ x 1.24446 = ft³ x 9.3092 = gal liq (U.S.) x 8.0 = gal seco (U.S.) x 0.035239 = m³
<b>pies cúbicos (ft³)</b>	x 0.028317 = m³ x 28.317 = dm³ x 1,728 = in³ x 0.80356 = bushels U.S. x 7.48055 = gal (U.S.) x 6.230 = gal (brit.)	<b>galón líquido (gal)</b>	x 3.78543 = litros x 8.34 = libras de agua x 0.13368 = ft³ x 231 = in³ x 4.0 = cuartos (liq) x 8.0 = pintas x 128 = onzas (fluidos)
<b>litros (l)</b>	x 1,000 = cm³ ó ml x 61.0234 = in³ x 0.227 = gal seco (brit.) x 0.26418 = gal liq (U.S.) x 0.035314 = ft³ x 2.1142 = pintas x 4.54374 = galón imperial x 1.05668 = cuartos liq. x 33.8135 = onzas fluidas (U.S.) x 35.1988 = onzas fluidas (brit)	<b>galón seco (d gal)</b>	x 4.4049 = litros x 0.15556 = ft³ x 268.803 = in³ x 4.0 = cuartos (secos)
		<b>centímetros cúbicos (cm³ ó cc)</b>	x 0.001 = litros (dm³) x 0.061024 = in³ x 1.0 = ml x 0.03381 = onzas fluidas (U.S.) x 0.03519 = onzas fluidas (brit)
<b>barril</b>	x 42 = gal (petróleo)	<b>pulgadas cúbicas (in³)</b>	x 16.387 = cm³ ÷ 1,728 = ft³ x 0.016387 = dm³ (litros) x 16,387 = mm³
<b>pinta</b>	x 16 = oz fluidas x 0.473 = litros		
<b>cuarto (qt)</b>	x 2.0 = pintas x 32.0 = onzas x 0.946 = litros		

Tabla 15.8 - Factores de conversión de unidades de volumen.

## 2.19 Masa

En nuestra vida cotidiana, por tradiciones usamos un sistema de unidades mixto e incompatible; es decir, usamos el kg tanto como unidad de fuerza, como de masa o para presión.

La literatura abunda en una confusión entre fuerza y masa, que sin duda, proviene que la masa puede medirse por la fuerza de gravedad (como en una báscula) y, consecuentemente, se usa la misma unidad (el kilogramo) para medir cada una, sin indicar si es de masa o de fuerza. Es importante hacer la diferencia entre lo uno y lo otro. La palabra **peso**, se usa para indicar fuerza de gravedad, y **masa**, es la que se compara en una báscula o balanza. Ejemplo: cuando se dice "ese bulto pesa 30 kg", es más probable que se quiera indicar una masa. Cuando se dice "el empuje del resorte sobre el pistón es de 6 kg", se está haciendo referencia a una fuerza.

Un kg masa, es una cantidad absoluta de materia. Esto significa que un kg de materia en reposo, siempre es un kg., independientemente de su situación en el espacio, aún cuando la fuerza de gravedad sea pequeña o nula.

La unidad de masa en el SI, es el kilogramo (kg).

1 kg = 1,000 gramos (g) = 1'000,000 miligramos (mg) = 1 litro agua @ 4oc.

Nota: En el sistema de unidades inglés, existen dos tipos de masa, el Avoirdupois y el Troy.

Tonelada (ton)	X 1,000 = kg	Libras (troy) (lb t)	X 0.37324 = kg
	X 1.10231 = ton corta (U.S.)		X 12.0 = oz (troy)
	X 0.98421 = ton larga (brit)		X 5,760 = granos
	X 2,204.58 = lb		X 373.24 = g
Tonelada Corta (U.S.)	X 2,000 = lb (avoir)	Libras (avoir) (lb)	X 0.82286 = lb (avoir)
	X 0.9072 = ton		X 13.1657 = oz (avoir)
	X 0.89286 = ton larga		X 0.45359 = kg
	X 907.185 = kg		X 16.0 = oz (avoir)
Tonelada Larga (brit)	X 2,240 = lb (avoir)	Kilogramos (kg)	X 7,000 = granos
	X 1.01605 = ton		X 453.59 = g
	X 1.12 = ton corta		X 1.21528 = lb (troy)
	X 1,016.05 = kg		X 2.204585 = lb (avoir)
Gramos (g)	X 0.001 = kg	Kilogramos (kg)	X 2.67923 = lb (troy)
	X 0.03527 = oz (avoir)		X 1,000 = g
	X 0.03215 = oz (troy)		X 35.2734 = oz (avoir)
	X 15.432 = granos		X 32.1507 = oz (troy)
	X 20.0 = gotas agua		X 15,432.4 = granos
Onzas (troy) (oz t)	X 31.10 = g	Onzas (avoir) (oz)	X 28.35 = g
	X 1.09714 = oz (avoir)		X 0.9115 = oz (troy)
	X 480.0 = granos		X 437.5 = granos

Tabla 15.9 - Factores de conversión de unidades de masa y peso.

## 2.22 Aceleración Lineal

La aceleración se puede definir como: el incremento de velocidad con respecto al tiempo. Como vimos al principio de este capítulo, una cantidad unitaria de aceleración se indica por un metro por segundo y por segundo; es decir, las unidades de la aceleración son dimensiones de longitud por unidad de tiempo al cuadrado  $m/s^2$ .

ft/s <sup>2</sup>	X 0.3048 = m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	X 3.2808 = ft/s <sup>2</sup>
	X 12.0 = in/s <sup>2</sup>		X 100 = cm/s <sup>2</sup>
	X 30.48 = cm/s <sup>2</sup>		X 39.37 = in/s <sup>2</sup>
	X 0.68182 = mi/hs		X 3.6 = km/hs
	X 1.09728 = kg/hs		X 2.237 = mi/hs

Tabla 15.12 - Factores de conversión de unidades de aceleración lineal.

## 2.20 Caudal (Flujo)

El caudal es el paso de una cantidad de masa (kg), por una unidad de tiempo (s). El caudal se mide de 3 maneras distintas, y las unidades en el sistema internacional SI, son diferentes para cada una:

Caudal en base a la masa - kg/s

Caudal en base al volumen - m<sup>3</sup>/s

Caudal en base a la masa por área - kg/m<sup>2</sup>s

EN BASE A LA MASA			EN BASE AL VOLUMEN		
kg/s	X 0.001	= g/s	m <sup>3</sup> /s	X 60	= m <sup>3</sup> /min
	X 3,600	= kg/h		X 3,600	= m <sup>3</sup> /h
	X 3.6	= ton/h		X 60,000	= l/min
	X 7,936.5	= lb/h		X 35.3147	= ft <sup>3</sup> /s
	X 2.20462	= lb/s		X 2,118.87	= ft <sup>3</sup> /min
				X 15,850.4	= gal/min (USA)
				X 13,199	= gal/min (brit)
EN BASE A LA MASA POR ÁREA					
kg/sm <sup>2</sup>	X 3,600	= kg/h m <sup>2</sup>	ft <sup>2</sup> /min	X 0.02832	= m <sup>2</sup> /min
	X 0.2048	= lb/s ft <sup>2</sup>		X 28.32	= l/min
	X 737.35	= lb/h ft <sup>2</sup>		X 7.482	= gal/min (USA)
	X 5.12	= lb/h in <sup>2</sup>		X 6.228	= gal/min (brit)
					X 0.2271
				X 3.78543	= l/min
				X 8.019	= ft <sup>3</sup> /h
				X 0.8326	= gal/min (brit)
				X 0.06	= m <sup>3</sup> /h
				X 2.1186	= ft <sup>3</sup> /h
				X 0.2642	= gal/min (USA)
				X 0.22	= gal/min (brit)

Tabla 15.10 - Factores de conversión de unidades de caudal.

### 2.21 Velocidad Lineal

La velocidad lineal es el desplazamiento de un objeto con respecto al tiempo; por lo que, sus unidades son de longitud por tiempo. En el SI son m/s.

Pies/seg (ft/s)	X 0.3048	= m/s	Metros/seg (m/s)	X 3.28083	= ft/s
	X 30.48	= cm/s		X 2.23693	= mi/h
	X 1.097283	= km/h		X 3.6	= km/h
	X 0.68182	= mi/h		X 39.37	= in/s
	X 12.0	= in/s		X 1.94254	= nudos
	X 0.59209	= nudos		X 0.27778	= m/s
Millas/Hora (mi/h)	X 1.60935	= km/h	(km/h)	X 0.62137	= mi/h
	X 0.44704	= m/s		X 0.53959	= nudos
	X 26.8217	= m/min		X 0.91134	= ft/s
	X 1.46667	= ft/s		X 16.6667	= m/min
	X 0.86839	= nudos			

Tabla 15.11 - Factores de conversión de unidades de velocidad lineal.

### 2.23 Fuerza

Una fuerza cuando se aplica a un cuerpo en reposo, lo hace que se mueva.

Como vimos al inicio de este capítulo, la fuerza es igual a una unidad de masa (kg) por una unidad de aceleración (m/s<sup>2</sup>), lo que resulta  $F = kg \times m/s^2$ .

La unidad de fuerza en el SI es entonces el kg-m/s<sup>2</sup> que se le llama Newton (N).

1 N = 1 kg-m/s<sup>2</sup>. El Newton es la fuerza que aplicada a un cuerpo con masa de 1 kg, le da una aceleración de 1 m/s<sup>2</sup>.

Otra unidad de fuerza es el kilogramo - fuerza (kgf) que se le llama así para diferenciarlo del kilogramo masa (kg). 1 kgf = 9.8066 N (aceleración de la gravedad).

En la mayoría de los países europeos, se ha adoptado el kilopond como unidad de fuerza, en lugar del kgf.

<b>Newton (N)</b>	X 100,000	= dinas	<b>kgf</b>	X 980,665	= dinas
	X 0.001	= sthène (sn)		X 9.80665	= N
	X 0.2248	= lb f		X 0.000981	= sthène
	X 7.233	= poundal		X 2.20458	= lbf
	X 0.10197	= kgf			

Tabla 15.13 - Factores de conversión de unidades de fuerza.

### 2.24 Volumen Específico (Masa Volumétrica)

El volumen específico de cualquier sustancia, es el volumen (m³) que ocupa una unidad de masa (kg); en otras palabras, es el volumen de un kilogramo de gas en condiciones normales (20 °C y 101.3 kPa). Para darnos una mejor idea, el volumen específico de un kilogramo de aire seco y limpio, es de 0.84m³.

Comparándolo con el hidrógeno, un kilogramo de éste ocupa 11.17m³, y un kilogramo de amoníaco ocupa 1.311m³.

A los gases que ocupan mayor espacio que el aire, se les llama gases ligeros; los que ocupan menor espacio que el aire, se les llama gases pesados.

Las unidades en el SI para medir el volumen específico son m³/kg.

1 m³/kg = 1,000 cm³/g = 1,000 l/kg = 1,000 dm³/kg.

<b>Pies cúbicos/lb (ft³/lb)</b>	X 1,728	= in³/lb	<b>Metros cúbicos/kg (m³/kg)</b>	X 16.018647	= ft³/lb
	X 62.427	= l/kg=(dm³/kg)		X 119.842	= gal/lb (liq)
	X 62.427	= cm³/g		X 2,768	= in³/lb
	X 0.062427	= m³/kg		X 1,000	= l/kg=dm³/kg
	X 7.48055	= gal/lb (liq)		X 1,000	= cm³/g
<b>Pulgada cúbicos/lb (in³/lb)</b>	÷ 1,728	= ft³/lb	<b>Centímetros cúbicos/g (cm³/g)</b>	X 0.001	= m³/kg
	X 0.03613	= l/kg=dm³/kg		X 1.0	= l/kg=dm³/kg
	X 0.03613	= cm³/g		X 27.68	= in³/lb
	÷ 27,700	= m³/kg		X 0.0160186	= ft³/lb
	÷ 231	= gal/lb (liq)		X 0.11983	= gal/lb (liq)
<b>gal/lb (liq)</b>	X 8.3454	= l/kg=dm³/kg	<b>Partes por millón (ppm)</b>	X 20.0	= gotas de agua
	X 0.13369	= ft³/lb		X 1.0	= mg/l = mg/kg
	X 0.008345	= m³/kg		X 0.058416	= granos/gal
	÷ 231.0	= in³/lb		X 0.007	= granos/lb

Tabla 15.14 - Factores de conversión de unidades de volumen específico.

Para determinar cualquier factor de conversión, donde intervienen dos o más unidades, el procedimiento es muy simple; por ejemplo, el factor para convertir m³/kg a ft³/lb (tabla 15.14), el cual es 16.018647, se determina de la siguiente manera:

Las unidades que conocemos son m³/kg, y queremos convertir una cantidad cualquiera a ft³/lb. Primero, necesitamos saber cuántos pies cúbicos tiene un metro cúbico.

De la tabla 15.8 vemos que 1 m³ = 35.31447 ft³. También necesitamos saber cuántas libras tiene un kilogramo; de la tabla 15.9, vemos que 1 kg = 2.20458 lb. El procedimiento es el siguiente:

$$1 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}} \times \frac{35.3145 \text{ ft}^3}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.20458 \text{ lb}} = \frac{35.3145 \text{ ft}^3 \text{ kg}}{2.20458 \text{ lb m}^3} = 16.018647 \text{ ft}^3/\text{lb}$$

En el caso de que no conociéramos la equivalencia de volumen entre m<sup>3</sup> y ft<sup>3</sup>; pero conocemos la equivalencia de longitud entre m y ft (1 m = 3.28084 ft), también se puede determinar el mismo factor procediendo como sigue:

$$1 \text{ m}^3/\text{kg} \times \frac{(3.28084 \text{ ft})^3}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ kg}}{2.204585 \text{ lb}} = \frac{35.3145 \text{ ft}^3}{2.204585 \text{ lb}} = 16.0187 \text{ ft}^3/\text{lb}$$

De la misma manera se puede proceder para cualquier otro factor, aún conociendo solamente las equivalencias básicas.

Nótese que el valor de una de las unidades es siempre uno (1), y que se puede utilizar como multiplicador o como divisor, sin cambiar el valor de la ecuación.

Ejemplo: encontrar el volumen en m<sup>3</sup> de una cámara que tiene las siguientes dimensiones, largo = 80 pies, ancho = 50 pies y alto = 12 pies.

De la fórmula para encontrar el volumen de un prisma recto (tabla 15.7) v= largo x ancho x alto. Obsérvese que el uno del factor de conversión va arriba en este caso, para que se puedan cancelar los factores comunes (ft<sup>3</sup>).

$$v = 80 \text{ ft} \times 50 \text{ ft} \times 12 \text{ ft} = 48,000 \text{ ft}^3$$

$$v = 48,000 \text{ ft}^3 \times \frac{1 \text{ m}^3}{35.3145 \text{ ft}^3} = 1,359.2 \text{ m}^3$$

### 2.25 Densidad o Peso Específico

La densidad de cualquier sustancia, es su masa (no su peso) por unidad de volumen.

Las unidades de densidad en el S.I. son kg/m<sup>3</sup>.

Es aparente por las unidades, que la densidad es la inversa del volumen específico.

Densidad = 1/volumen específico. 1 kg/m<sup>3</sup> = 1,000 g/m<sup>3</sup> = 0.001 g/cm<sup>3</sup> = 0.001 kg/l = 1.0 g/l

lb/pie cúbico (lb/ft <sup>3</sup> )	X 16.018646 = kg/m <sup>3</sup>	kg/metro cúbico (kg/m <sup>3</sup> )	X 0.062427 = lb/ft <sup>3</sup>
	X 0.0160186 = g/cm <sup>3</sup> = kg/l		+ 27,700.8 = lb/in <sup>3</sup>
	X 1,728 = lb/in <sup>3</sup>		X 1,000 = g/cm <sup>3</sup> = kg/l
	X 0.13368 = lb/gal (liq)		+ 119.826 = lb/gal (liq)
libras/galón (lb/gal)	X 7.48052 = lb/ft <sup>3</sup>	Gramos/cm <sup>3</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	X 1.0 = g/l
	+ 231.0 = lb/in <sup>3</sup>		X 1,000 = kg/m <sup>3</sup> = g/l
	X 0.119826 = g/cm <sup>3</sup> = kg/l		X 0.03613 = lb/in <sup>3</sup>
	X 119.826 = kg/m <sup>3</sup>		X 62.4283 = lb/ft <sup>3</sup>
			X 1.0 = kg/l

Tabla 15.15 - Factores de conversión de unidades de densidad.

Como se mencionó arriba, la densidad es la inversa o recíproco del volumen específico.

$$v = \frac{1}{998.204 \text{ kg/m}^3} = 0.0010017 \text{ m}^3/\text{kg} = 1.0017 \text{ l/kg}$$

Ejemplo: La densidad del agua a 20°C es 998.204 kg/m<sup>3</sup> ¿Cuál es su volumen específico?

De manera similar, los factores de conversión del volumen específico, son el recíproco de la densidad.

Para determinar un factor de la densidad dividimos 1 entre el factor del volumen específico y viceversa.

Ejemplo: el factor de volumen específico para convertir ft<sup>3</sup>/lb a m<sup>3</sup>/kg es 0.0624272 (tabla 15.14). ¿Cuál será el factor para convertir lb/ft<sup>3</sup> a kg/m<sup>3</sup>? Dividimos 1 entre el factor

$$\frac{1}{0.0624272} = 16.01865 \text{ (ver tabla 15.15)}$$

**2.26 Trabajo, Energía y Calor**

Cuando sobre un objeto se aplica una fuerza y se le desplaza una cierta distancia, se ha efectuado un trabajo.

Por lo tanto, trabajo = fuerza (kg-m/s<sup>2</sup>) x distancia (m) = Nm.

En el SI, la unidad de trabajo es el Newton - metro (Nm) y se le llama Joule (J). Un Joule es la cantidad de trabajo hecho por la fuerza de un Newton, moviendo su punto de aplicación una distancia de un metro. Otras unidades de trabajo son la dina por cm (dina - cm), y se llama erg y el kilogramo fuerza por metro (kgf-m).

Como un Joule es una unidad de calor muy pequeña, para trabajos de refrigeración se utiliza mejor el kiloJoule (kJ) = 1,000 J.

Energía es la capacidad o habilidad de hacer trabajo; por lo que las unidades, son las mismas que el trabajo.

El calor es una forma de energía, por lo que sus unidades en el SI son la caloría (cal) y la kilocaloría (kcal), esta última equivale a 1,000 calorías. En el sistema inglés la unidad de calor es la british thermal unit (btu).

<b>btu (medio)</b>	X 1.05587	kJ	<b>Joules (J)</b>	X 0.1019716	kgf-m
	X 107.558	kgf-m		X 0.73756	lbf-ft
	X 0.252	kcal		= 4,184	kcal
	X 778.1	lbf-ft		= 1,055.06	btu
	X 0.2931	W-h		X 10	ergs
	= 2,510	Cv-h		= 3,600	W-h
	= 2,544.7	hp-h			
<b>kilocalorías (kcal)</b>	X 3.96832	btu	<b>kgf-m</b>	X 9.80665	W-h
	X 4.184	kJ		X 7.233	lbf-ft
	X 426.9	kgf-m		X 0.002724	W-h
	X 3,087.77	lbf-m		X 0.002642	kcal
	X 0.001559	hp-h		X 0.009296	btu
	X 0.001581	Cv-h			
	X 1.163	W-h	<b>lbf-ft</b>	X 1.35573	J
				X 0.13826	kgf-m

Tabla 15.16 - Factores de conversión de unidades de trabajo, energía y calor.

**2.27 Potencia**

La potencia es la rapidez o velocidad con que la energía se transforma en trabajo; de aquí que sus unidades sean de trabajo (J) por unidades de tiempo (s). La unidad de la potencia en el SI es el Wat (W); entonces 1 W = J/s. Algunas veces se emplea mejor el kilowatt (Kw) que equivale a 1,000 W. Otras unidades comunes de potencia son el caballo de vapor (cv) en el sistema métrico, y el horse power (hp) en el sistema inglés. También, el kilogramo fuerza · metro por segundo (kgf-m/s).

<b>kiloWatt (kW)</b>	x 859.8	= kcal/h	<b>horse power (hp)</b>	X 1.01387	= cv	
	X 3,412.14	= btu/h		X 745.65	= W	
	X 1.359	= cv		X 550.0	= lbf-ft/s	
	X 1.341	= hp		X 76.04	= kgf-m/s	
	X 101.97	= kgf-m/s		X 2,544.66	= btu/h	
	X 737.4	= lbf-ft/s		X 641.232	= kcal/h	
	X 1,000	= W		X 4.716	= T.R.	
	X 0.28435	= T.R.				
<b>Caballo de vapor (cv)</b>	X 0.7355	= kW	<b>kgf-m/s</b>	X 9.8066	= W	
	X 0.9863	= hp		X 7.233	= lbf-ft/s	
	X 75.0	= kgf-m/s		X 8.4312	= kcal/h	
	X 542.475	= lbf-ft/s		X 33.48	= btu/h	
	<b>lbf-ft/s</b>	X 632.48	= kcal/h		X 1.3558	= W
		X 2,509.85	= btu/h		X 0.13826	= kgf-m/s
		X 4.781	= T.R.		X 1.1653	= kcal/h
					X 4.626	= btu/h

Tabla 15.17 - Factores de conversión de unidades de potencia.

## 2.28 Viscosidad

La viscosidad de un fluido se puede definir como su resistencia a fluir. Por eso existe la fricción en los fluidos.

Debido a que existen más de cinco unidades diferentes para la viscosidad absoluta, es preciso entender el concepto físico de ésta para utilizar las unidades apropiadas.

Un fluido al deslizarse sobre una superficie, la parte baja del fluido que está en contacto con la superficie tendrá menor velocidad que la parte superior, debido a la fricción. Mediante un razonamiento matemático, después de que el fluido ha recorrido una distancia, tenemos que la viscosidad es:

$$\text{viscosidad} = \frac{\text{fuerza} \times \text{distancia}}{\text{área} \times \text{velocidad}}$$

A esta viscosidad se le llama viscosidad dinámica o absoluta. Substituyendo por las unidades respectivas del SI tenemos:

$$\text{viscosidad} = \frac{\text{kg} \times \text{m}}{\text{m}^2 \times \text{m/s}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \text{Pa} \cdot \text{s} \text{ (Pascal segundo)}$$

La unidad más común para medir la viscosidad dinámica es el Poise.

VISCOSIDAD DINAMICA O ABSOLUTA			VISCOSIDAD CINEMATICA		
Poise	X 0.10	= Pa·s	m <sup>2</sup> /s	X 10,000	= St
	X 360	= kg/m·h		X 10.7643	= ft <sup>2</sup> /s
	X 0.002088	= lbf·s/ft <sup>2</sup>		X 645.86	= ft <sup>2</sup> /min
Pa·s	X 10	= Poise	St	X 0.0001	= m <sup>2</sup> /s
	X 1,000	= cP		X 0.001076	= ft <sup>2</sup> /s
	X 0.02088	= lbf·s/ft <sup>2</sup>		X 0.01	= cSt

Tabla 15.18 - Factores de conversión de unidades de viscosidad.

Otro tipo de viscosidad es la cinemática, que es la misma viscosidad dinámica dividida por la densidad. Las unidades deben ser compatibles; así, en el SI, la viscosidad cinemática es igual a:

$$1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 1 \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2 = 10 \text{ Poise}$$

$$1 \text{ Poise} = 100 \text{ centiPoise (cP)}$$

m<sup>2</sup>/s y se le llama myriastoKe, aunque es más común el uso del Stoke (St) y el centiStoke (cSt).

## 2.29 Entalpía y Entalpía Específica

La entalpía se puede definir como el contenido de calor de una sustancia. La entalpía es todo el calor contenido en un kilogramo de sustancia, calculada a una temperatura de referencia que es de 0°C para el agua y vapor de agua, y de -40°C para refrigerantes. Como la entalpía es calor, sus unidades en el SI son las mismas que para la energía: Joules (J). En el sistema inglés son btu y en el métrico son kilocalorías (kcal).

EN BASE A LA MASA			EN BASE AL VOLUMEN		
kJ/kg	X 0.239	= kcal/kg	kJ/m <sup>3</sup>	X 0.239	= kcal/m <sup>3</sup>
	X 0.43	= btu/lb		X 0.026839	= btu/ft <sup>3</sup>
kcal/kg	X 4.184	= kJ/kg	kcal/m <sup>3</sup>	X 4.184	= kJ/m <sup>3</sup>
	X 1.8	= btu/lb		X 0.11236	= btu/ft <sup>3</sup>
btu/lb	X 2.3244	= kJ/kg	btu/ft <sup>3</sup>	X 37.2589	= kJ/m <sup>3</sup>
	X 0.5556	= kcal/kg		X 8.9	= kcal/m <sup>3</sup>

Tabla 15.19 - Factores de conversión de unidades de entalpía.

La entalpía específica es la entalpía descrita arriba, pero referida a una unidad de masa; esto es, Joules por kilogramo (J/kg) en el SI. En el sistema inglés las unidades son btu/lb. Como el J/kg es una unidad pequeña, es más común utilizar el kilojoule por kilogramo (kJ/kg).

### 2.30 Entropía y Entropía Específica

La entropía es una propiedad termodinámica muy útil, sobre todo en trabajos de ingeniería. Es

kJ/kg K	X 0.239	= kcal/kg °C
	X 0.23885	= btu/lb °F
kcal/kg °C	X 1.0	= btu/lb °F
	X 4.184	= kJ/kg K
btu/lb °F	X 4.1868	= kJ/kg K
	X 1.0	= kcal/kg °C

Es difícil dar una explicación sencilla; pero de una manera simple, se puede decir que la entropía de una sustancia, es su calor disponible medido en Joules. Al igual que la entalpía, la entropía está basada en una temperatura de referencia de 0°C para el agua y -40°C para refrigerantes. También, al igual que la entalpía, al efectuar cálculos, lo que importa no es su

Tabla 15.20 - Factores de conversión de unidades de la entropía.

valor absoluto, sino el cambio de entropía. Un cambio de entropía es la suma de todos sus incrementos diferenciales de calor, dividida entre la temperatura absoluta que existe en el momento de cada incremento. Entropía es entonces = calor/temp. absoluta = Joules/K en el SI.

La entropía específica es la referida a una unidad de masa, por lo que sus unidades en el SI son J/kg K. En el sistema métrico, sus unidades son kcal/kg °C y en el sistema inglés las unidades son btu/lb R y btu/lb °F.

Como sabemos, el Joule (J) es una unidad muy pequeña, por lo que es más común el uso de kilojoule (kJ).

### 2.31 Transferencia de Calor

CONDUCTIVIDAD		TERMICA	COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CALOR	
W/mK	X 0.8598	= kcal/h·m·°C	W/m²K	X 0.8595 = kcal/h·m²·°C
	X 0.5778	= btu/h·ft·°F		X 0.17611 = btu/h·ft²·°F
kcal/h·m·°C	X 1.16222	= W/mK	kcal/h·m²·°C	X 1.16222 = W/m²K
	X 0.627	= btu/h·ft·°F		X 0.2048 = btu/h·ft²·°F
btu/h·ft·°F	X 1.7307	= W/mK	btu/h·ft²·°F	X 5.6782 = W/m²K
	X 1.488	= kcal/h·m·°C		X 4.883 = kcal/h·m²·°C

Tabla 15.21 - Factores de conversión de unidades de transferencia de calor.

### 2.32 Equivalentes de Refrigeración

A continuación, veremos algunas equivalencias de las unidades más comúnmente empleadas en refrigeración.

Sin duda la que más destaca es la Tonelada de Refrigeración, la cual es una medida arbitraria que surgió en E.U., donde la única unidad que se manejaba era el btu. Como el btu es demasiado pequeño, para medir capacidades nominales de las plantas frigoríficas y para clasificar equipo, había necesidad de una unidad más adecuada.

La tonelada de refrigeración está basada en la cantidad de calor en btu, que se requiere extraer a una tonelada corta (2,000 lb) de agua a 32°F, para convertirla en hielo a 32°F.

T.R.	x 12,000	= btu/h
	x 200	= btu/min
	x 3,024	= kcal/h
	x 3.5145	= kW
	x 12,652	= kJ/h
kcal/h	x 4.716	= hp
	x 3.9683	= btu/h
	÷ 3,024	= T.R
btu/h	x 0.2845	= kW
	÷ 12,000	= T.R.
	x 0.252	= kcal/h
	x 293	= kW

Tabla 15.24 - Factores de conversión de unidades de refrigeración.

El calor latente de congelación (solidificación) del agua, es muy cercana a 144 btu/lb; por lo tanto, para congelar 2,000 lb de agua, se requiere extraerle (2,000 lb X 144 btu/ lb)=288,000 btu. Esta cantidad es la que define, de manera precisa, la unidad de refrigeración norteamericana, y se llama tonelada estándar de refrigeración. Si esta unidad térmica se refiere a una unidad de tiempo, como un día (24 hrs) se le llama Tonelada Estándar comercial, y es igual a 288,000 btu/24h =12,000 btu/h. 1T.R.=12,000 btu/h.

### 2.33 Calor Específico (Capacidad Calorífica)

De acuerdo a la definición de kilocaloría, = la cantidad de calor que se requiere agregar (o quitar) a un kilogramo de agua para aumentar (o disminuir) su temperatura en un grado centígrado; la capacidad calorífica (c) del agua es 1.0 kcal/kg °C (1 kcal/1 kg x 1°C = 1).

Pero no todas las sustancias tienen la misma capacidad que el agua, para aumentar o disminuir su temperatura con los cambios de calor, ni aún el hielo; por lo que la mayoría de las sustancias van a tener valores diferentes, algunas mayores y otras menores a 1.0 (ver tabla 15.23) y tabla completa en Capítulo

15.- Varios (cálculos y diseño) Requisitos para el almacenamiento y propiedades de los productos perecederos

Así, pues, el calor específico se puede definir igual que la kilocaloría, pero referido a cualquier sustancia diferente del agua. Esto es, el calor específico (c) es la cantidad de calor requerido para aumentar la temperatura de cualquier sustancia en un grado, en relación a la cantidad de calor requerido para aumentar en un grado, la temperatura de una masa igual de agua. Por ejemplo, de la tabla 15.23 el calor específico de alcohol es 0.615 kcal/kg °C; esto nos indica que para elevar un °C la temperatura de un kilogramo de alcohol se requieren 0.615 kcal con relación a un kg de agua, que se requiere 1.0 kcal.

kJ/kg K	X 0.239	= kcal/kg °C
	X 0.2388	= btu/lb °F
kcal/kg °C	X 4.184	= kJ/kg K
	X 1.0	= btu/lb °F
btu/lb °F	X 4.1868	= kJ/kg K
	X 1.0	= kcal/kg °C

Tabla 15.22 - Factores de conversión de unidades de calor específico.

MATERIAL	CALOR ESPECIFICO		MATERIAL	CALOR ESPECIFICO	
	kcal/kg °C	kJ/kg K		kcal/kg °C	kJ/kg K
Acero (Hierro)	0.129	0.5397	R-502	0.255	1.0669
Agua	1.0	4.184	Salmuera al 20%	0.850	3.5564
Aire	0.242	1.0125	Vidrio	0.187	0.7824
Alcohol metílico	0.615	2.5732	Zinc	0.095	0.3975
Aluminio	0.214	0.8953	<b>ALIMENTOS</b>		
Amoniaco (4°C)	1.10	4.6024	Apio	0.91	3.8074
Asbesto	0.20	0.8368	Carne de cerdo	0.50	2.092
Bronce	0.104	0.4351	Carne de res	0.75	3.1380
Carbón	0.241	1.0083	Carne de ternera	0.70	2.9288
Cartón	0.324	1.3556	Col	0.93	3.8911
Cobre	0.095	0.3975	Durazno	0.92	3.8493
Concreto	0.156	0.6527	Frijol	0.91	3.8074
Corcho	0.485	2.0292	Huevos	0.76	3.1798
Glicerina	0.576	2.410	Leche	0.90	3.7656
Grafito	0.200	0.8368	Mantequilla	0.60	2.5104
Hielo	0.504	2.1087	Manzana	0.92	3.8493
Ladrillo	0.200	0.8368	Pescado	0.80	3.3472
Latón	0.09	0.3766	Papas	0.80	3.3472
Madera	0.327	1.3681	Pollo	0.80	3.3472
Mercurio	0.033	0.1394	Queso	0.64	2.6778

Tabla 15.23 - Calores específicos promedio de algunas sustancias.

MATERIAL	k	R*	MATERIAL	k	R*
<b>SUSTANCIAS VARIAS</b>			<b>MATERIALES AISLANTES</b>		
Aire	0.175	5.714	Corcho (granulado)	0.34	2.941
Concreto	8.000	0.125	Madera Balsa	0.32	3.125
Vidrio	5.000	0.20	Fieltro	0.25	4.00
Plomo	243.000	0.004	Fibra de Vidrio	0.29	3.448
Vacío (alto)	0.004	250.0	Poliuretano	0.16	6.25
			Hule, Celular	0.37	2.703
			Aglomerado (pino)	0.57	1.754
			Lana	0.26	3.846

Tabla 15.26 - Conductividad térmica de algunos materiales.

k = está dado en btu/h-ft² °F.

\* R = recíproco del coeficiente de transferencia de calor (k).

Tablas agrupadas de conversión de unidades

Factores de conversión comunes				
Conversión de unidades usuales				
Unidad	x =	Unidad	x =	Unidad
Centímetro	0,3937	Pulgada	2,54	Centímetro
Centímetro	0,0328	Pie	30,48	Centímetro
Metro	1,0936	Yarda	0,9144	Metro
Kilómetro	0,6214	Milla	1,6093	Kilómetro
Litro	0,2642	Galón	3,785	Litro
Litro	0,0353	Pie cúbico	28,3169	Litro
Gramo	0,0353	Onza	28,35	Gramo
Kilogramo	2,2046	Libra	0,4536	Kilogramo
Kilowatio	1,34	HP	0,7463	Kilowatio
Kilowatio	1,3588	CV	0,7359	Kilowatio
Kilowatio	0,8604	Kcal	1,1623	Kilowatio
Kilocaloría	3,9682	BTU	0,252	Kilocaloría
Kcal/hora	1,5803	HP	0,6328	Kcal/hora
M/h	0,5887	CFM	1,6986	M/h

Coeficientes de transmisión de calor				
BTU h. pie <sup>2</sup> °F	Kcal h. m <sup>2</sup> °C	Cal seg. cm <sup>2</sup> °C	Wattios m <sup>2</sup> °C	Wattios cm <sup>2</sup> °F
1	4,88	1,355E-04	5,680E-04	2,040E-03
0,205	1	2,780E-05	1,160E-04	4,180E-04
7,380	36,000	1	4,19	15,1
1,761	8,592	0,239	1	3,697
490	2,392	0,0664	0,278	1

Potencia, Intercambio calor, Capacidad								
W	kW	BTU/min	BTU/hr	Ton Refrig.	kcal/hr	kgm/s	CV	HP
1	0,001	0,056868	3,412142	0,00028	0,85985	0,101971	0,00136	0,00134
1,000	1	56,86891	3,412,1	0,28435	859,84522	101,97110	1,35888	1,34102
17,5843	0,01758	1	60,000122	0,0050001	15,11978	1,7930904	0,02389	0,02358
0,29907	0,00029	0,016666	1	8,33E-05	0,25200	0,02988	0,00040	0,00039
3,516,85	3,5168528	199,99959	12,000	1	3,024	358,61735	4,77898	4,71618
1,163	0,00116	0,0661385	3,9683207	0,00033	1	0,11859239	0,00158	0,00156
9,8067	0,00981	0,557696	33,461849	0,00279	8,43224	1	0,01333	0,01315
735,9	0,7359	41,8498319	2,510,99502	0,20925	632,76010	75,040533	1	0,98686
745,7	0,7457	42,407147	2,544,43	0,21204	641,186586	76,03985	1,01332	1

Factores de conversión comunes

Caudal de flujo

L/s	L/min	L/hr	m³/s	m³/min	m³/hr	ft³/s	ft³/min C.F.M.	ft³/hr	Gall/min Imp.	Gall/min US
1	60	3.600	0,001	0,06	3,6	0,0353	2,1189	127,133	13,198	15,850
0,0167	1	60	1,67E-05	0,001	0,06	0,0006	0,0353	2,1189	0,22	0,264
0,0003	0,0167	1	2,78E-07	1,67E-05	0,001	9,80E-06	0,0006	0,035	0,0037	0,0044
1.000	60.000	3.600.000	1	60	3.600	35,3147	2.118,88	127.133	13.198	15.850
16,6667	1.000	60.000	0,0167	1	60	0,5886	35,3147	2118,88	219,969	264,173
0,2778	16,667	1.000	0,0003	0,0167	1	0,0098	0,5886	35,315	3,666	4,403
28,3168	1.699,01	101.941	0,0283	1,699	101,941	1	60	3.600	373,729	448,833
0,4719	28,317	1.699	0,0005	0,0283	1,699	0,0167	1	60	6,229	7,481
0,0079	0,472	28,317	7,86E-06	0,0005	0,0283	0,0003	0,0167	1	0,104	0,1247
0,0758	4,546	272,766	7,57E-05	0,0045	0,2728	0,0027	0,161	9,633	1	1,201
0,06309	3,7854	227,124	6,31E-05	0,0038	0,2271	0,0022	0,1337	8,021	0,833	1

Volumen capacidad

L	m³	ml	ft³	fl.oz Imp.	fl.oz US	Pint Imp.	Pint US	Gall Imp	Gall US
1	0,001	1.000	0,0353	35,19	33,818	1,76	2,1133	0,22	0,2642
1.000	1	1.000.000	35,31	35.198,9	33.818	1.759,6	2.113	219,969	264,173
0,001	1E-06	1	3,53E-05	0,0352	0,0338	0,0018	0,0021	0,0002	0,0003
28,3168	0,0283	28.316,8	1	996,72	957,62	49,827	59,841	6,2288	7,4805
0,0284	2,84E-05	28,41	0,0010	1	0,96	0,05	0,06	0,0062	0,0075
0,0296	2,95E-05	29,57	0,0010	1,0408	1	0,052	0,0625	0,0065	0,0078
0,5683	0,0006	568,3	0,0201	20,0035	19,29	1	1,201	0,1250	0,1501
0,4732	0,0005	473,2	0,0167	16,656	16	0,8327	1	0,1041	0,1250
4,5461	0,0045	4.546,1	0,1605	160	153,74	8	9,6071	1	1,2010
3,7854	0,0038	3.785,4	0,1337	133,242	128	6,66	7,9996	0,8327	1

Pesos masa

g	kg	oz	lb	cwt	tonne	ton	sh.ton
1	0,001	0,03527	0,0022	1,98E-05	1E-06	9,85E-07	1,13E-06
1.000	1	35,274	2,2046	0,0197	0,001	0,00098	0,01
28,3495	0,02835	1	0,0625	0,00056	2,85E-05	2,73E-05	3,18E-05
453,59	0,454	16	1	0,0089	0,00045	0,00045	0,00049
50.802,34	50,8	1.792	111,99	1	0,0508	0,04999	0,05599
1.000.000	1.000	35.274	2.204,6	19,684	1	0,9842	1,1023
1.016.050	1.016	35.840	2.240	20	1,016	1	1,12
907.186	907,186	32.000	2.000	17,857	0,907	0,8929	1

Presión

Pa (Newton/ m²)	kPa	mbar	bar	kg/cm²	PSI (Libra/ Pulg²)	mm.c.a.	m.c.a.	in Water Pulg agua	mm Hg		in Hg		Atmósfera
									Columna mercurio				
1	0,001	0,01	1E-05	1,02E-05	0,00015	0,102	0,0001	0,00402	0,0075	0,0003	9,8E-06		
1.000	1	10	0,01	0,0102	0,145	101,972	0,102	4,0218	7,5	0,295	0,00987		
100	0,1	1	0,001	0,001	0,015	10,197	0,0102	0,4022	0,750	0,02953	0,00099		
100.000	100	1.000	1	1,0197	14,504	10.197,16	10,197	402,18	750,064	29,530	0,9869		
98.066,5	98,067	980,67	0,98067	1	14,223	10.000	10	394,41	735,561	28,959	0,9678		
6.894,76	6,895	68,948	0,0689	0,0703	1	703,070	0,703	27,729	51,72	2,0360	0,068		
9,8066	0,0098	0,981	9,81E-05	0,0001	0,0014	1	0,001	0,0394	0,074	0,00290	9,6E-05		
9.806,65	9,807	98,07	0,0981	0,1	1,422	1.000	1	39,4408	73,556	2,896	0,0968		
248,642	0,249	2,486	0,0025	0,00253	0,036	25,354	0,02535	1	1,865	0,073	0,00245		
133,32	0,133	1,333	0,0013	0,0014	0,019	13,595	0,0136	0,5362	1	0,03937	0,00132		
3.386,38	3,386	33,864	0,0339	0,0345	0,491	345,315	0,345	13,619	25,4	1	0,0334		
101,32	101,32	1.013,25	1,0133	1,0332	14,696	10.332,3	10,332	407,514	760	29,921	1		

Conversión de Unidades Potencia Frigorífica

WAT -> BTU -> Ton -> Kcal/hr				BTU -> WAT -> Ton -> Kcal/hr				Kcal/hr -> WAT -> BTU -> Ton			
WAT	BTU	Ton	Kcal/hr	BTU	WAT	Ton	Kcal/hr	Kcal/hr	WAT	BTU	Ton
300	1.024	0,09	258	1.000	293	0,08	252	300	349	1.190	0,10
400	1.365	0,11	344	2.000	586	0,17	504	400	465	1.587	0,13
500	1.706	0,14	430	3.000	879	0,25	756	500	582	1.984	0,17
600	2.047	0,17	516	4.000	1.172	0,33	1.008	600	698	2.381	0,20
700	2.388	0,20	602	5.000	1.465	0,42	1.260	700	814	2.778	0,23
800	2.730	0,23	688	6.000	1.758	0,50	1.512	800	930	3.175	0,26
900	3.071	0,26	774	7.000	2.051	0,58	1.764	900	1.047	3.571	0,30
1.000	3.412	0,28	860	8.000	2.345	0,67	2.016	1.000	1.163	3.968	0,33
1.500	5.118	0,43	1.290	9.000	2.638	0,75	2.268	1.500	1.745	5.952	0,50
2.000	6.824	0,57	1.720	10.000	2.931	0,83	2.520	2.000	2.326	7.937	0,66
2.500	8.530	0,71	2.150	11.000	3.224	0,92	2.772	2.500	2.908	9.921	0,83
3.000	10.236	0,85	2.580	12.000	3.517	1,00	3.024	3.000	3.489	11.905	0,99
3.500	11.942	1,00	3.009	13.000	3.810	1,08	3.276	3.500	4.071	13.889	1,16
4.000	13.649	1,14	3.439	14.000	4.103	1,17	3.528	4.000	4.652	15.873	1,32
4.500	15.355	1,28	3.869	15.000	4.396	1,25	3.780	4.500	5.234	17.857	1,49
5.000	17.061	1,42	4.299	16.000	4.689	1,33	4.032	5.000	5.815	19.842	1,65
5.500	18.767	1,56	4.729	17.000	4.982	1,42	4.284	5.500	6.397	21.826	1,82
6.000	20.473	1,71	5.159	18.000	5.275	1,50	4.536	6.000	6.978	23.810	1,98
6.500	22.179	1,85	5.589	19.000	5.568	1,58	4.788	6.500	7.560	25.794	2,15
7.000	23.885	1,99	6.019	20.000	5.861	1,67	5.040	7.000	8.141	27.778	2,31
7.500	25.591	2,13	6.449	30.000	8.792	2,50	7.560	7.500	8.723	29.762	2,48
8.000	27.297	2,27	6.879	40.000	11.723	3,33	10.080	8.000	9.304	31.747	2,65
8.500	29.003	2,42	7.309	50.000	14.654	4,17	12.600	8.500	9.886	33.731	2,81
9.000	30.709	2,56	7.739	60.000	17.584	5,00	15.120	9.000	10.467	35.715	2,98
9.500	32.415	2,70	8.169	70.000	20.515	5,83	17.640	9.500	11.049	37.699	3,14
10.000	34.121	2,84	8.598	80.000	23.446	6,67	20.160	10.000	11.630	39.683	3,31
15.000	51.182	4,27	12.898	90.000	26.376	7,50	22.680	15.000	17.445	59.525	4,96
20.000	68.243	5,69	17.197	100.000	29.307	8,33	25.200	20.000	23.260	79.366	6,61
25.000	85.304	7,11	21.496	110.000	32.238	9,17	27.720	25.000	29.075	99.208	8,27
30.000	102.364	8,53	25.795	120.000	35.169	10,00	30.239	30.000	34.890	119.050	9,92
35.000	119.425	9,95	30.095	130.000	38.099	10,83	32.759	35.000	40.705	138.891	11,57
40.000	136.486	11,37	34.394	140.000	41.030	11,67	35.279	40.000	46.520	158.733	13,23
45.000	153.546	12,80	38.693	150.000	43.961	12,50	37.799	45.000	52.335	178.574	14,88
50.000	170.607	14,22	42.992	160.000	46.891	13,33	40.319	50.000	58.150	198.416	16,53
55.000	187.668	15,64	47.291	170.000	49.822	14,17	42.839	55.000	63.965	218.258	18,19
60.000	204.728	17,06	51.591	180.000	52.753	15,00	45.359	60.000	69.780	238.099	19,84
65.000	221.789	18,48	55.890	190.000	55.684	15,83	47.879	65.000	75.595	257.941	21,50
70.000	238.850	19,90	60.189	200.000	58.614	16,67	50.399	70.000	81.410	277.782	23,15
75.000	255.911	21,33	64.488	210.000	61.545	17,50	52.919	75.000	87.225	297.624	24,80
80.000	272.971	22,75	68.788	220.000	64.476	18,33	55.439	80.000	93.040	317.466	26,46
85.000	290.032	24,17	73.087	230.000	67.406	19,17	57.959	85.000	98.855	337.307	28,11
90.000	307.093	25,59	77.386	240.000	70.337	20,00	60.479	90.000	104.670	357.149	29,76
95.000	324.153	27,01	81.685	250.000	73.268	20,83	62.999	95.000	110.485	376.990	31,42
100.000	341.214	28,43	85.985	260.000	76.198	21,67	65.519	100.000	116.300	396.832	33,07
105.000	358.275	29,86	90.284	270.000	79.129	22,50	68.039	105.000	122.115	416.674	34,72
110.000	375.336	31,28	94.583	280.000	82.060	23,33	70.559	110.000	127.930	436.515	36,38
120.000	409.457	34,12	103.181	300.000	87.921	25,00	75.599	120.000	139.560	476.198	39,68
130.000	443.578	36,96	111.780	350.000	102.575	29,17	88.199	130.000	151.190	515.882	42,99
140.000	477.700	39,81	120.378	400.000	117.228	33,33	100.798	140.000	162.820	555.565	46,30
150.000	511.821	42,65	128.977	450.000	131.882	37,50	113.398	150.000	174.450	595.248	49,60
160.000	545.943	45,50	137.575	500.000	146.536	41,67	125.998	160.000	186.080	634.931	52,91
170.000	580.064	48,34	146.174	550.000	161.189	45,83	138.598	170.000	197.710	674.615	56,22
180.000	614.185	51,18	154.772	600.000	175.843	50,00	151.197	180.000	209.340	714.298	59,52
190.000	648.307	54,03	163.371	700.000	205.150	58,33	176.397	190.000	220.970	753.981	62,83
200.000	682.428	56,87	171.969	800.000	234.457	66,67	201.597	200.000	232.600	793.664	66,14
225.000	767.732	63,98	193.465	850.000	249.110	70,83	214.196	225.000	261.675	892.872	74,41
250.000	853.035	71,09	214.961	900.000	263.764	75,00	226.796	250.000	290.750	992.080	82,67
275.000	938.339	78,19	236.457	950.000	278.418	79,17	239.396	275.000	319.825	1.091.288	90,94
300.000	1.023.642	85,30	257.954	1.000.000	293.071	83,33	251.996	300.000	348.900	1.190.496	99,21
325.000	1.108.946	92,41	279.450	1.100.000	322.378	91,67	277.195	325.000	377.975	1.289.704	107,48
350.000	1.194.250	99,52	300.946	1.200.000	351.685	100,00	302.395	350.000	407.050	1.388.912	115,74
375.000	1.279.553	106,63	322.442	1.300.000	380.992	108,33	327.594	375.000	436.125	1.488.120	124,01
400.000	1.364.857	113,74	343.938	1.400.000	410.299	116,67	352.794	400.000	465.200	1.587.328	132,28

Conversión de presión

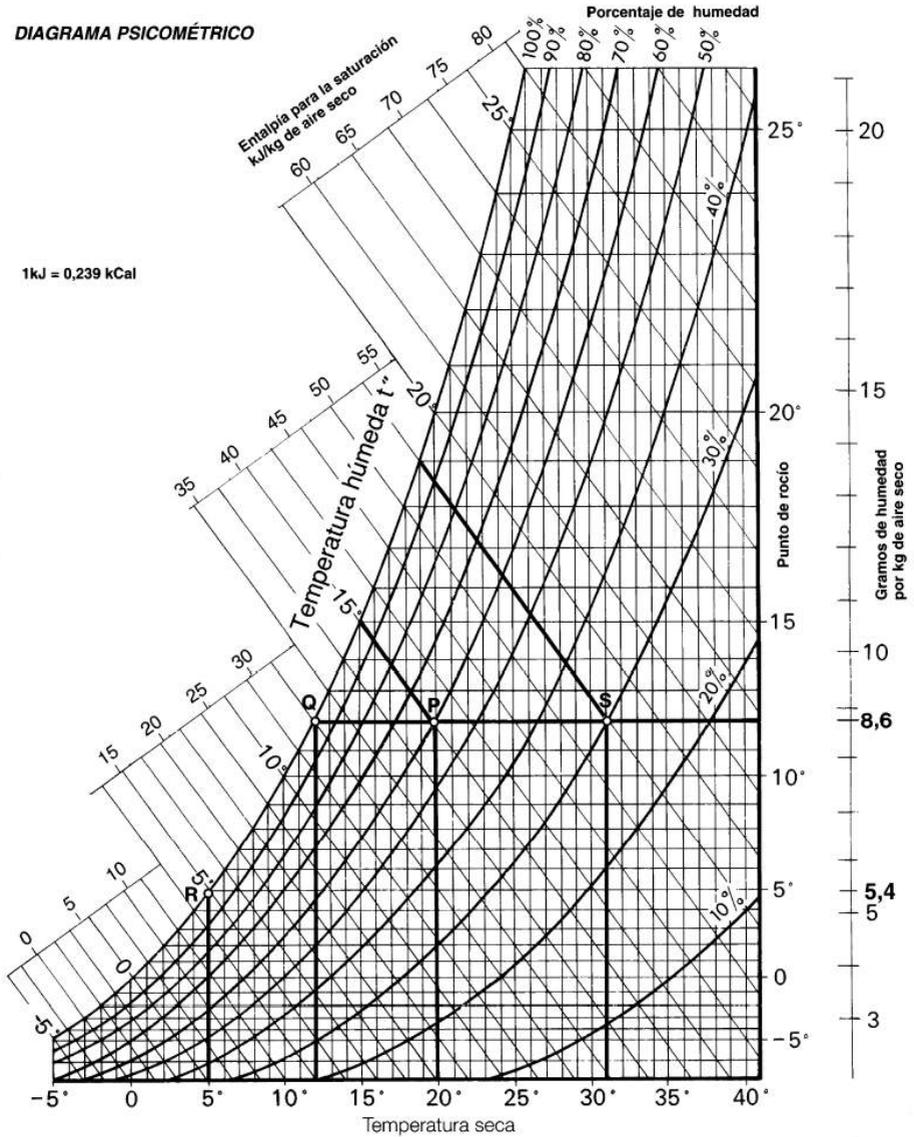
Vacío				Presión						
micrón a Pa a kPa a "Hg				psi a bar a kPa a Kg/cm²				bar a psi a Kg/cm²		
micrón =	Pa	kPa	"Hg	psi =	bar	kPa	Kg/cm²	bar =	psi	Kg/cm²
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1,3333	0,0013	0,00039	1	0,07	6,89	0,07	0,1	1,45	0,10
20	2,6667	0,0027	0,00079	2	0,14	13,79	0,14	0,2	2,90	0,20
25	3,3333	0,00333	0,00098	3	0,21	20,68	0,21	0,3	4,35	0,31
30	4	0,004	0,00118	4	0,28	27,58	0,28	0,4	5,80	0,41
40	5,3333	0,0053	0,00157	5	0,34	34,47	0,35	0,5	7,25	0,51
50	6,6667	0,0067	0,00197	6	0,41	41,37	0,42	0,6	8,70	0,61
60	8	0,008	0,00236	7	0,48	48,26	0,49	0,7	10,15	0,71
70	9,3333	0,0093	0,00276	8	0,55	55,16	0,56	0,8	11,60	0,82
80	10,6667	0,0107	0,00315	9	0,62	62,05	0,63	0,9	13,05	0,92
90	12	0,012	0,00354	10	0,69	68,95	0,70	1	14,50	1,02
100	13,3333	0,0133	0,00394	11	0,76	75,84	0,77	1,1	15,95	1,12
110	14,6667	0,0147	0,00433	12	0,83	82,74	0,84	1,2	17,40	1,22
120	16	0,016	0,00472	13	0,90	89,63	0,91	1,3	18,85	1,33
130	17,3333	0,0173	0,00512	14	0,97	96,53	0,98	1,4	20,31	1,43
140	18,6667	0,0187	0,00551	15	1,03	103,42	1,05	1,5	21,76	1,53
150	20	0,02	0,00591	16	1,10	110,32	1,12	1,6	23,21	1,63
160	21,3333	0,0213	0,00630	20	1,38	137,90	1,41	1,7	24,66	1,73
170	22,6667	0,0227	0,00669	25	1,72	172,37	1,76	1,8	26,11	1,84
180	24	0,024	0,00709	30	2,07	206,84	2,11	1,9	27,56	1,94
190	25,3333	0,0253	0,00748	35	2,41	241,32	2,46	2	29,01	2,04
200	26,6667	0,0267	0,00787	40	2,76	275,79	2,81	2,1	30,46	2,14
210	28	0,028	0,00827	44	3,03	303,37	3,09	2,2	31,91	2,24
230	30,6667	0,0307	0,00906	48	3,31	330,95	3,37	2,4	34,81	2,45
240	32	0,032	0,00945	50	3,45	344,74	3,52	2,5	36,26	2,55
250	33,3333	0,0333	0,00984	52	3,59	358,53	3,66	2,6	37,71	2,65
260	34,6667	0,0347	0,01024	54	3,72	372,32	3,80	2,7	39,16	2,75
270	36	0,036	0,01063	56	3,86	386,11	3,94	2,8	40,61	2,86
280	37,3333	0,0373	0,01102	58	4,00	399,90	4,08	2,9	42,06	2,96
290	38,6667	0,0387	0,01142	60	4,14	413,69	4,22	3	43,51	3,06
300	40	0,04	0,01181	62	4,27	427,48	4,36	3,5	50,76	3,57
310	41,3333	0,0413	0,01221	64	4,41	441,27	4,50	4	58,02	4,08
330	44	0,044	0,01299	68	4,69	468,85	4,78	5	72,52	5,10
340	45,3333	0,0453	0,01339	70	4,83	482,64	4,92	5,5	79,77	5,61
350	46,6667	0,0467	0,01378	75	5,17	517,11	5,27	6	87,02	6,12
360	48	0,048	0,01417	80	5,52	551,58	5,62	7	101,53	7,14
370	49,3333	0,0493	0,01457	85	5,86	586,06	5,98	8	116,03	8,16
380	50,6667	0,0507	0,01496	90	6,21	620,53	6,33	9	130,53	9,18
390	52	0,052	0,01536	95	6,55	655,01	6,68	10	145,04	10,20
400	53,3333	0,0533	0,01575	100	6,89	689,48	7,03	11	159,54	11,22
420	56	0,056	0,01654	110	7,58	758,43	7,73	13	188,55	13,26
430	57,3333	0,0573	0,01693	115	7,93	792,90	8,08	14	203,05	14,28
440	58,6667	0,0587	0,01732	120	8,27	827,38	8,44	15	217,56	15,30
450	60	0,06	0,01772	125	8,62	861,85	8,79	16	232,06	16,32
460	61,3333	0,0613	0,01811	130	8,96	896,32	9,14	17	246,56	17,33
470	62,6667	0,0627	0,01851	140	9,65	965,27	9,84	18	261,07	18,35
480	64	0,064	0,01890	150	10,34	1,034,22	10,55	19	275,57	19,37
490	65,3333	0,0653	0,01929	160	11,03	1,103,17	11,25	20	290,08	20,39
500	66,6667	0,0667	0,01969	170	11,72	1,172,12	11,95	21	304,58	21,41
510	68	0,068	0,02008	180	12,41	1,241,06	12,65	22	319,08	22,43
530	70,6667	0,0707	0,02087	200	13,79	1,378,96	14,06	24	348,09	24,47
550	73,3333	0,0733	0,02166	220	15,17	1,516,86	15,47	25	362,60	25,49
570	76	0,076	0,02244	240	16,55	1,654,75	16,87	26	377,10	26,51
590	78,6667	0,0787	0,02323	260	17,93	1,792,65	18,28	27	391,60	27,53
610	81,3333	0,0813	0,02402	280	19,31	1,930,54	19,68	28	406,11	28,55
630	84	0,084	0,02481	300	20,68	2,068,44	21,09	29	420,61	29,57
650	86,6667	0,0867	0,02559	320	22,06	2,206,34	22,50	30	435,11	30,59
670	89,3333	0,0893	0,02638	340	23,44	2,344,23	23,90	31	449,62	31,61
690	92	0,092	0,02717	360	24,82	2,482,13	25,31	32	464,12	32,63
710	94,6667	0,0947	0,02796	380	26,20	2,620,02	26,71	33	478,63	33,65
730	97,3333	0,0973	0,02874	400	27,58	2,757,92	28,12	34	493,13	34,67
750	100	0,1	0,02953	420	28,96	2,895,82	29,53	35	507,63	35,69

Conversión de Grados Celsius<-->Fahrenheit

-100 a -41			-40 a 19			20 a 79			80 a 139			140 a 199			200 a 259		
°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F	°C	°F		
-73,33	-100	-148	-40	-40	-40	-6,66	20	68	26,66	80	176	60	140	284	93,33	200	392
-72,78	-99	-146,2	-39,44	-39	-38,2	-6,11	21	69,8	27,22	81	177,8	60,56	141	285,8	93,89	201	393,8
-72,22	-98	-144,4	-38,89	-38	-36,4	-5,56	22	71,6	27,78	82	179,6	61,11	142	287,6	94,45	202	395,6
-71,67	-97	-142,6	-38,33	-37	-34,6	-5,00	23	73,4	28,33	83	181,4	61,67	143	289,4	95,00	203	397,4
-71,11	-96	-140,8	-37,78	-36	-32,8	-4,44	24	75,2	28,89	84	183,2	62,22	144	291,2	95,56	204	399,2
-70,56	-95	-139	-37,22	-35	-31	-3,89	25	77	29,44	85	185	62,78	145	293	96,11	205	401
-70	-94	-137,2	-36,67	-34	-29,2	-3,33	26	78,8	30,00	86	186,8	63,33	146	294,8	96,67	206	402,8
-69,44	-93	-135,4	-36,11	-33	-27,4	-2,78	27	80,6	30,56	87	188,6	63,89	147	296,6	97,22	207	404,6
-68,89	-92	-133,6	-35,56	-32	-25,6	-2,22	28	82,4	31,11	88	190,4	64,44	148	298,4	97,78	208	406,4
-68,33	-91	-131,8	-35	-31	-23,8	-1,66	29	84,2	31,66	89	192,2	65	149	300,2	98,33	209	408,2
-67,78	-90	-130	-34,44	-30	-22	-1,11	30	86	32,22	90	194	65,56	150	302	98,89	210	410
-67,22	-89	-128,2	-33,89	-29	-20,2	-0,56	31	87,8	32,78	91	195,8	66,11	151	303,8	99,45	211	411,8
-66,67	-88	-126,4	-33,33	-28	-18,4	0,00	32	89,6	33,33	92	197,6	66,67	152	305,6	100,00	212	413,6
-66,11	-87	-124,6	-32,78	-27	-16,6	0,56	33	91,4	33,89	93	199,4	67,22	153	307,4	100,56	213	415,4
-65,56	-86	-122,8	-32,22	-26	-14,8	1,11	34	93,2	34,44	94	201,2	67,78	154	309,2	101,11	214	417,2
-65	-85	-121	-31,67	-25	-13	1,67	35	95	35,00	95	203	68,33	155	311	101,67	215	419
-64,44	-84	-119,2	-31,11	-24	-11,2	2,22	36	96,8	35,56	96	204,8	68,89	156	312,8	102,22	216	420,8
-63,89	-83	-117,4	-30,56	-23	-9,4	2,78	37	98,6	36,11	97	206,6	69,44	157	314,6	102,78	217	422,6
-63,33	-82	-115,6	-30	-22	-7,6	3,33	38	100,4	36,66	98	208,4	70	158	316,4	103,33	218	424,4
-62,78	-81	-113,8	-29,44	-21	-5,80	3,89	39	102,2	37,22	99	210,2	70,56	159	318,2	103,89	219	426,2
-62,22	-80	-112	-28,89	-20	-4	4,44	40	104	37,78	100	212	71,11	160	320	104,44	220	428
-61,67	-79	-110,2	-28,33	-19	-2,2	5,00	41	105,8	38,33	101	213,8	71,67	161	321,8	105,00	221	429,8
-61,11	-78	-108,4	-27,78	-18	-0,39	5,56	42	107,6	38,89	102	215,6	72,22	162	323,6	105,56	222	431,6
-60,56	-77	-106,6	-27,22	-17	1,4	6,11	43	109,4	39,44	103	217,4	72,78	163	325,4	106,11	223	433,4
-60,00	-76	-104,8	-26,67	-16	3,2	6,67	44	111,2	40,00	104	219,2	73,33	164	327,2	106,67	224	435,2
-59,44	-75	-103	-26,11	-15	5	7,22	45	113	40,56	105	221	73,89	165	329	107,22	225	437
-58,89	-74	-101,2	-25,56	-14	6,8	7,78	46	114,8	41,11	106	222,8	74,44	166	330,8	107,78	226	438,8
-58,33	-73	-99,4	-25	-13	8,6	8,34	47	116,6	41,67	107	224,6	75	167	332,6	108,33	227	440,6
-57,78	-72	-97,6	-24,44	-12	10,4	8,89	48	118,4	42,22	108	226,4	75,56	168	334,4	108,89	228	442,4
-57,22	-71	-95,8	-23,89	-11	12,2	9,44	49	120,2	42,78	109	228,2	76,11	169	336,2	109,44	229	444,2
-56,67	-70	-94	-23,33	-10	14	10,00	50	122	43,33	110	230	76,67	170	338	110,00	230	446
-56,11	-69	-92,2	-22,78	-9	15,8	10,56	51	123,8	43,89	111	231,8	77,22	171	339,8	110,56	231	447,8
-55,56	-68	-90,4	-22,22	-8	17,6	11,11	52	125,6	44,44	112	233,6	77,78	172	341,6	111,11	232	449,6
-55,00	-67	-88,6	-21,67	-7	19,4	11,67	53	127,4	45,00	113	235,4	78,33	173	343,4	111,67	233	451,4
-54,44	-66	-86,8	-21,11	-6	21,2	12,22	54	129,2	45,56	114	237,2	78,89	174	345,2	112,22	234	453,2
-53,89	-65	-85	-20,56	-5	23	12,78	55	131	46,11	115	239	79,44	175	347	112,78	235	455
-53,33	-64	-83,2	-20	-4	24,8	13,33	56	132,8	46,67	116	240,8	80	176	348,8	113,33	236	456,8
-52,78	-63	-81,4	-19,44	-3	26,6	13,89	57	134,6	47,22	117	242,6	80,56	177	350,6	113,89	237	458,6
-52,22	-62	-79,6	-18,89	-2	28,4	14,44	58	136,4	47,78	118	244,4	81,11	178	352,4	114,44	238	460,4
-51,67	-61	-77,8	-18,33	-1	30,2	15,00	59	138,2	48,33	119	246,2	81,67	179	354,2	115,00	239	462,2
-51,11	-60	-76	-17,78	0	32	15,56	60	140	48,89	120	248	82,22	180	356	115,56	240	464
-50,56	-59	-74,2	-17,22	1	33,8	16,11	61	141,8	49,44	121	249,8	82,78	181	357,8	116,11	241	465,8
-50,00	-58	-72,4	-16,67	2	35,6	16,67	62	143,6	50,00	122	251,6	83,33	182	359,6	116,67	242	467,6
-49,44	-57	-70,6	-16,11	3	37,4	17,22	63	145,4	50,56	123	253,4	83,89	183	361,4	117,22	243	469,4
-48,89	-56	-68,8	-15,56	4	39,2	17,78	64	147,2	51,11	124	255,2	84,44	184	363,2	117,78	244	471,2
-48,33	-55	-67	-15	5	41	18,33	65	149	51,67	125	257	85	185	365	118,33	245	473
-47,78	-54	-65,2	-14,44	6	42,8	18,89	66	150,8	52,22	126	258,8	85,56	186	366,8	118,89	246	474,8
-47,22	-53	-63,4	-13,89	7	44,6	19,44	67	152,6	52,78	127	260,6	86,11	187	368,6	119,44	247	476,6
-46,67	-52	-61,6	-13,33	8	46,4	20,00	68	154,4	53,33	128	262,4	86,67	188	370,4	120,00	248	478,4
-46,11	-51	-59,8	-12,78	9	48,2	20,56	69	156,2	53,89	129	264,2	87,22	189	372,2	120,56	249	480,2
-45,56	-50	-58	-12,22	10	50	21,11	70	158	54,44	130	266	87,78	190	374	121,11	250	482
-45,00	-49	-56,2	-11,67	11	51,8	21,67	71	159,8	55,00	131	267,8	88,33	191	375,8	121,67	251	483,8
-44,44	-48	-54,4	-11,11	12	53,6	22,22	72	161,6	55,56	132	269,6	88,89	192	377,6	122,22	252	485,6
-43,89	-47	-52,6	-10,56	13	55,4	22,78	73	163,4	56,11	133	271,4	89,44	193	379,4	122,78	253	487,4
-43,33	-46	-50,8	-10	14	57,2	23,33	74	165,2	56,67	134	273,2	90	194	381,2	123,33	254	489,2
-42,78	-45	-49	-9,44	15	59	23,89	75	167	57,22	135	275	90,56	195	383	123,89	255	491
-42,22	-44	-47,2	-8,89	16	60,8	24,44	76	168,8	57,78	136	276,8	91,11	196	384,8	124,44	256	492,8
-41,67	-43	-45,4	-8,33	17	62,6	25,00	77	170,6	58,33	137	278,6	91,67	197	386,6	125,00	257	494,6
-41,11	-42	-43,6	-7,78	18	64,4	25,56	78	172,4	58,89	138	280,4	92,22	198	388,4	125,56	258	496,4
-40,56	-41	-41,8	-7,22	19	66,2	26,11	79	174,2	59,44	139	282,2	92,78	199	390,2	126,11	259	498,2

DIAGRAMA PSICOMÉTRICO

1kJ = 0,239 kCal



Ejemplo de lectura:

Punto	Qué representa	T seca	T húmeda	Humedad	Observaciones
P	Estado inicial	20°	15°	60%	
Q	Enfriamos hasta este punto	12°	12°	100%	Aire saturado. Se ha quitado calor de 40 a 32 = 8 kJ/kg aire seco.
R	Se sigue enfriando hasta este punto	5°	5°	100%	Aire saturado. Se quita de 32 a 16 = 16 kJ/kg aire seco
S	Calentamos desde el punto P al S.	31°	19°	30 %	y se condensa 8,6 - 5,4 = 3,2 g agua/kg aire seco, Se seca el aire hasta 30% de humedad, manteniendo la misma cantidad de agua 8,6 g/kg aire seco.

Tabla Psicométrica y Diagrama Psicométrico

Ejemplo-		Termómetro seco = 2°C Termómetro húmedo = 1°C		Diferencia = 1° Por tanto humedad = 84 % H																	
Termómetro seco	Diferencia entre el termómetro seco y el húmedo																				
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10
0	100	91	83	74	66	57	49	41	34	26	18	11	4								
1	100	91	83	75	68	60	53	45	37	30	23	15	8	2							
2	100	92	84	77	70	62	55	48	41	33	26	19	13	7	1						
3	100	92	84	76	69	63	57	50	44	37	30	23	17	11	5						
4	100	92	85	78	71	64	57	52	47	40	34	28	22	15	8	4					
5	100	93	86	79	72	65	58	51	45	40	36	30	25	19	14	8	2				
6	100	93	86	79	73	66	60	53	47	41	36	31	27	22	17	10	4				
7	100	93	86	80	74	67	61	55	50	44	38	32	26	18	10	7	5				
8	100	93	87	80	74	68	3	57	51	45	40	34	29	23	18	12	6	3	1		
9	100	94	88	82	76	70	64	58	53	47	41	36	31	26	21	16	12	7	3		
10	100	94	88	82	76	70	65	59	54	49	44	38	33	28	24	19	15	10	5		
11	100	94	88	82	77	71	66	60	55	50	46	41	36	31	27	22	18	14	10	5	1
12	100	94	89	83	78	72	67	62	57	52	48	43	38	34	30	25	21	16	12	8	4
13	100	94	89	84	79	73	68	63	58	53	49	44	40	35	31	27	23	19	15	11	7
14	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	51	46	42	37	33	29	25	21	17	13	10
15	100	95	90	85	80	75	70	65	61	56	52	48	44	40	36	32	28	24	20	16	13
16	100	95	90	85	81	76	72	67	63	58	54	50	46	42	38	34	30	26	22	19	16
17	100	95	91	86	81	76	72	68	64	59	55	51	47	43	39	35	32	28	25	21	18
18	100	95	91	86	82	77	73	69	65	60	56	52	48	45	42	38	34	30	27	23	20
19	100	95	91	86	82	78	74	70	66	61	57	53	50	46	43	39	36	32	29	25	22
20	100	95	91	86	82	78	75	70	66	62	58	54	51	48	45	41	37	34	31	28	25
21	100	96	92	87	83	79	75	71	67	63	60	56	53	49	46	42	39	36	33	29	26
22	100	96	92	87	83	79	76	72	68	64	61	57	54	50	47	44	41	38	35	31	28
23	100	96	92	88	84	80	77	72	68	65	62	58	55	51	48	45	42	39	36	33	30
24	100	96	92	88	84	80	76	73	70	66	63	59	56	53	50	47	44	40	37	34	32
25	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	60	57	53	50	47	45	42	39	36	34
26	100	96	93	89	85	81	78	74	71	67	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37	35
27	100	96	93	89	85	81	78	75	72	68	65	61	58	55	53	50	47	44	42	39	36
28	100	96	93	89	86	82	79	75	72	69	66	63	60	57	54	51	48	45	43	40	37
29	100	96	93	89	86	82	79	76	73	69	66	63	60	57	55	52	49	46	44	41	38
30	100	96	93	89	86	82	79	76	74	70	67	64	61	58	55	52	50	47	45	42	40
31	100	97	94	90	87	83	80	77	74	70	67	64	62	59	56	53	51	48	46	43	41
32	100	97	94	91	88	84	80	77	74	71	68	65	63	60	57	54	52	49	47	45	43
33	100	97	94	91	88	84	81	78	75	71	68	65	63	60	57	55	53	50	47	45	43
34	100	97	94	91	88	85	82	78	75	72	69	66	64	61	58	56	54	51	48	46	44
35	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	70	67	64	61	59	56	54	51	49	47	45
36	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	52	50	48	46
37	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	71	68	66	63	60	57	55	53	51	49	47
38	100	97	94	91	88	85	82	79	76	73	71	69	67	64	61	59	57	54	52	49	47
39	100	97	94	91	88	85	83	80	77	74	71	69	67	64	62	59	57	55	53	50	48
40	100	97	94	91	89	86	83	80	78	75	72	69	67	65	63	60	57	55	54	51	48
41	100	97	94	91	89	86	83	80	78	75	72	69	67	65	63	60	58	56	54	51	49
42	100	97	94	91	89	86	83	80	78	75	72	69	67	65	63	60	58	56	54	52	50
43	100	97	94	91	89	86	83	80	78	75	73	70	68	66	64	61	58	56	55	53	51
44	100	97	94	92	90	87	84	81	78	75	73	70	68	66	64	61	59	57	55	53	52
45	100	97	94	92	90	87	84	81	78	76	74	71	69	67	65	62	59	57	55	53	52
46	100	97	95	92	90	87	84	81	79	76	74	71	69	67	65	62	60	57	55	53	52
47	100	97	95	92	90	87	84	81	79	76	74	72	70	68	66	63	61	58	56	54	53
48	100	97	95	92	90	87	84	81	79	77	75	72	70	68	66	63	61	58	56	54	53
49	100	97	95	92	90	87	85	82	80	77	75	72	70	68	67	64	62	59	57	55	54
50	100	97	95	92	90	87	85	82	80	77	75	72	70	68	67	64	62	60	58	56	55



## **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 bujemy 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, yeas, taponos, 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 <sup>2</sup>
		SOLIDO	LIQUIDO		AGUA	VAPOR	
40:60	40% estaño 60% plomo	183 °C	238 °C	100 °C	8 kg/cm <sup>2</sup>	---	9.3
50:50	50% estaño 50% plomo	183 °C	216 °C	120 °C	10 kg/cm <sup>2</sup>	0.5 kg/cm <sup>2</sup>	8.85
95:5	95% estaño 5% antimonio	232 °C	238 °C	155 °C	18 kg/cm <sup>2</sup>	1.0 kg/cm <sup>2</sup>	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/cm<sup>2</sup>). Existen soldaduras de cobre fosforado con contenido de 5% de plata, lo que le da mayor resistencia (más de 2,900 kg/cm<sup>2</sup>).

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:

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

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

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

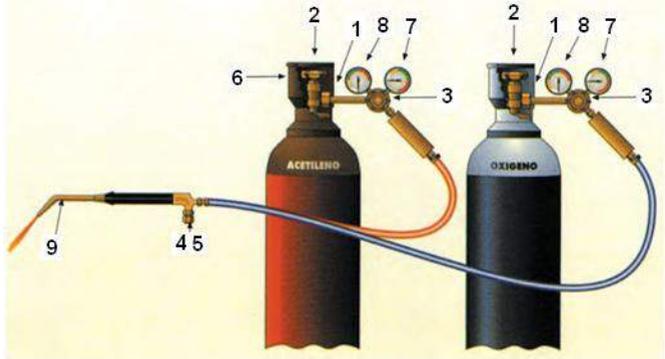
4. Abrir las válvulas del soplete (4 y 5), hasta comprobar que las agujas indicadoras de presión de los reguladores (7 y 8) están a cero y entonces cerrarlas.

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.



**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 CO<sub>2</sub>
- Corte por plasma

**Aire**

- Tratamientos médicos por oxigenoterapia
- Equipos de buceo



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

## ■ Características Físico/Químicas

DATOS	OXÍGENO	AIRE
<b>Fórmula</b>	O <sub>2</sub>	79% N <sub>2</sub> + 21% O <sub>2</sub>
<b>Densidad del gas (aire = 1)</b>	1,105	1,00
<b>Densidad del líquido (agua = 1)</b>	1,14 a -183° C	1,04 a -194,3° C
<b>Temperatura de licuación</b>	-183° C	-194,3° C
<b>Temperatura y presión crítica</b>	-118,6° C a 49,77 atm.	-140,6° C a 37,25 atm.
<b>Estabilidad química</b>	Estable en condiciones normales	Estable
<b>Incompatibilidades</b>	Materias combustibles e inflamables, asfalto, maderas, restos de productos orgánicos y, en especial, grasas y aceites	Ninguna
<b>Reacciones peligrosas</b>	Ninguna	Ninguna
<b>Condiciones que deben evitarse</b>	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
<b>Colores de las botellas</b>	<b>Cuerpo</b> Negro <b>Ojiva</b> Blanca	Negro Blanca y negra
<b>Conexión de acoplamiento</b>	W 5/8 gas x 14 hilos/pulgada, derecha	M 30 x 1,75, derecha

## 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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>
Densidad del gas (aire = 1)	0,90	0,069
Temperatura de licuación	-84º C	-252,77º C
Temperatura y presión crítica	35,2º C a 61,10 atm.	-239,75º 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 350º y 500ºC se produce polimerización, formándose hidrocarburos aromáticos. A partir de 500ºC se produce descomposición química, formándose moléculas de C, H <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> . 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	299º C	520º C
Límites de inflamabilidad en el aire	Inferior	2,4%
	Superior	88% (*)
Colores de las botellas	Cuerpo	Rojo
	Ojiva	Marrón
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/cm<sup>2</sup> y la fuente de ignición tiene energía suficiente, el límite superior llega a 100%. Entonces se producirá 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.)

### Hidrógeno

- Hidrogenación de grasas y aceites comestibles

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

- 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.)

## 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.

• Cortar 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 (sobrexigenación).

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 -183º 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**

Características Soldaduras	Aplicaciones	Composición					Auto deca-pante	Ø varilla mm	Tº fijación °C	Intervalo de fusión °C	Modelo	Bolsas de	
		Ag	Cu	P	Zn	Sn							
Sin cadmio	Cu-cu sin decapante	-	92,8	7,2	-	-	-	2	710	710-790	<b>CALUZ-P</b>	0,5 Kg	
	Aplicaciones para sobre y sus aleaciones (con P)	Cu-cu sin decapante Cu - latón con decapante FUN-AG	5	89	6	-	-	NO	2	650	650-810	<b>AG-6 P</b>	0,5 Kg 1 Kg 5 Kg
		Cu-cu sin decapante Cu - latón con decapante FUN-AG	18	75,75	7,25	-	-	NO	2	640	643	<b>AG-18 P</b>	0,2 Kg 0,6 Kg
Sin cadmio	Uniones: Cu / latón / hierro. Acero con decapante FUN-AG	25	40	-	32	2	NO	2	680	680-760	<b>AG-25</b>	0,2 Kg 0,6 Kg	
		34	36	-	27	3	NO	2	630	630-730	<b>AG-34</b>	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	<b>AG-34 U</b>	0,2 Kg 0,6 Kg
		Igual con autodecapante	60	30	-	-	10	NO	2	615	615-650	<b>AG-60</b>	0,2 Kg
Características Soldaduras	Aplicaciones	Composición					Auto deca-pante	Ø varilla mm	Tº fijación °C	Intervalo de fusión °C	Modelo	Bolsas de	
Ag	Cu	P	Zn	Sn									
Con cadmio	Uniones: Cu / latón / hierro / acero con decapante FUN-AG peligro, cadmio	22	35	-	28	15	NO	1,5	620	620-730	<b>AG-22</b>	0,2 Kg 1 Kg 5 Kg	

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

### **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 utilizara 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 humedad 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  $-10^{\circ}$  C.

g) Las aleaciones de estaño para soldaduras blandas a temperaturas de servicio inferiores a  $-10^{\circ}$  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 férreo.**

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  $535^{\circ}$ 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 férreos 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.º 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.º 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 máquinas**

<b>Material</b>	<b>Espesor en cm.</b>
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.**

#### **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 1, 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
<b>Grupo segundo:</b>			
R-40	Cloruro de metilo	CH <sub>3</sub> Cl	90
R-160	Cloruro de etilo	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> Cl	51,8
R-611	Formiato de metilo	HCOOCH <sub>3</sub>	58,8
R-1130	1,2-Dicloroetileno	CHCl = CHCl	122
<b>Grupo tercero:</b>			
R-170	Etano	CH <sub>3</sub> -CH <sub>3</sub>	21,45
R-290	Propano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	23,65
R-600	Butano	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	23,35
R-600a	Isobutano	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	23,35
R-1150	Etileno	CH <sub>2</sub> = CH <sub>2</sub>	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/m<sup>2</sup> (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.

### 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.

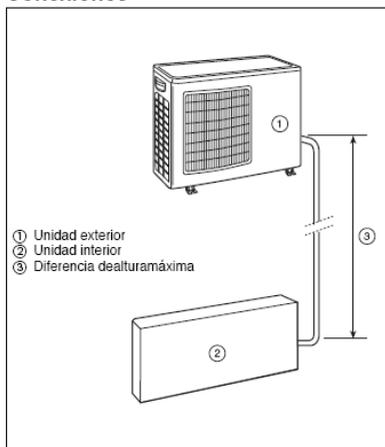
• La máquina es conforme a las Directivas Baja Tensión (CEE/73/23) y Compatibilidad Electromagnética (CEE/89/336).

- 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.

- 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.

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

**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.

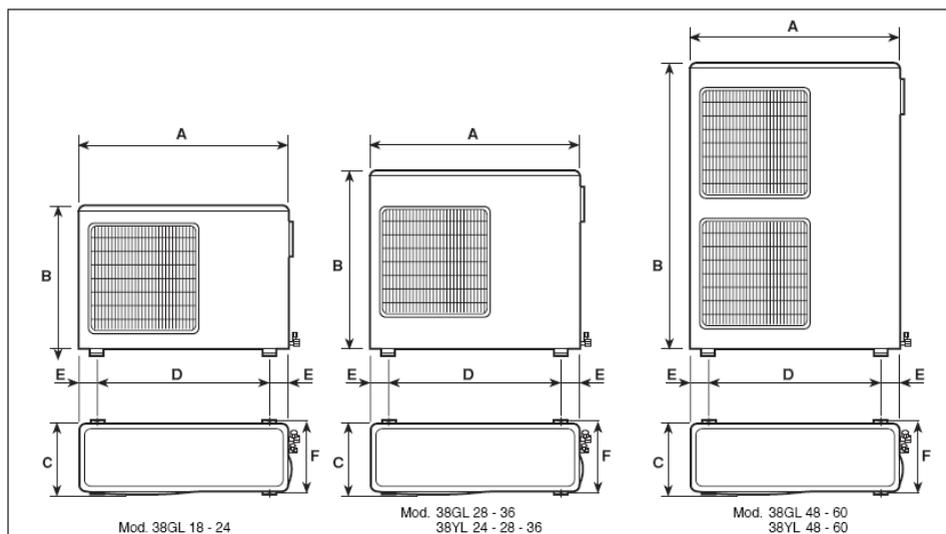
Dimensiones de la unidad	Tipo de aceite	Cantidad en cm <sup>3</sup>	Secador ya instalado sobre la línea del fluido de la unidad
18 - 24	POE	1120	SI
28 - 36 - 48	POE	1250	SI
60	POE	1950	SI

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	42HVV018	40GKX018	42VKX018	42VKG018	40JX018
38GLS-24G-903EC-40	—	42HWS024	42HVV024	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
$\frac{A}{kg}$	45	51	65	65	92	94	52	67	68	94	96

**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 funcionamiento 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.

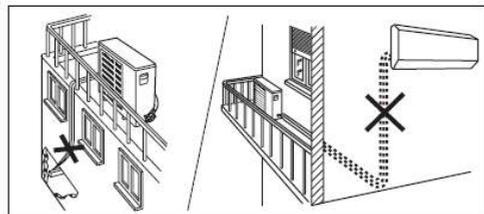
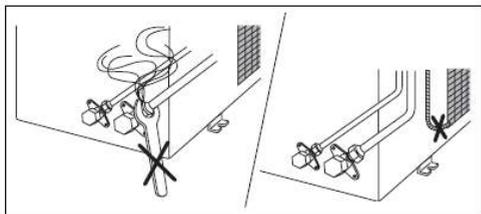
**Recomendaciones:**

- 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.



38BC/BH



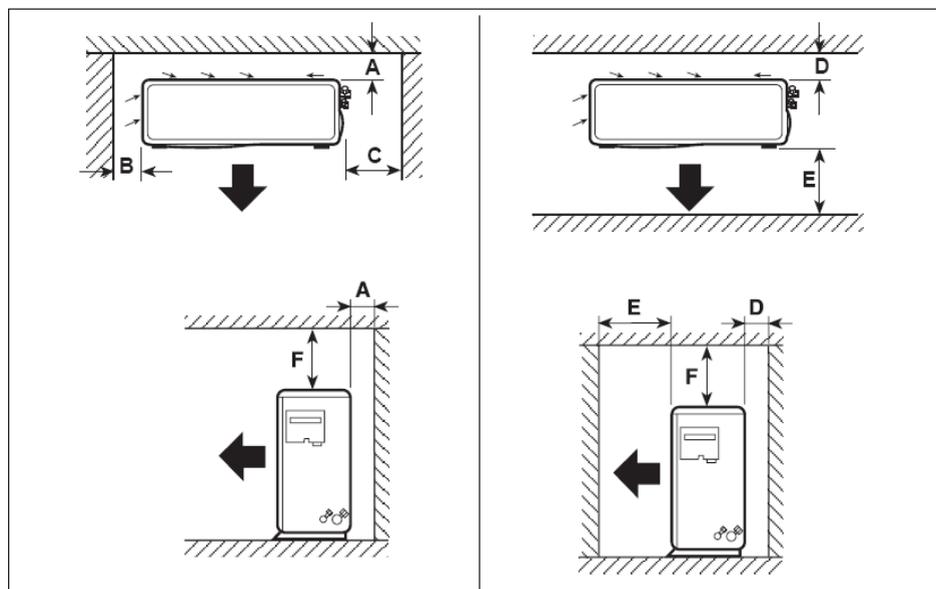
38GL/YY



SOLUTIONS FOR A FRESHER WORLD.

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

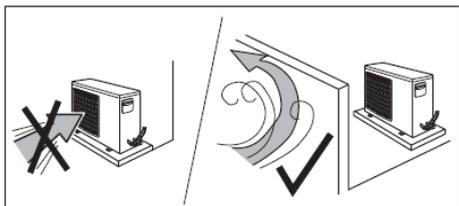
Carga del sistema

	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

**3.3.6 Advertencias: evitar**

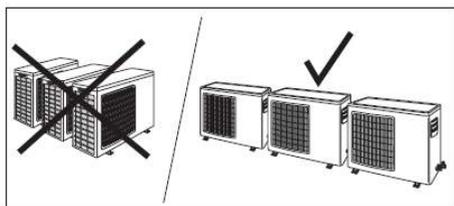
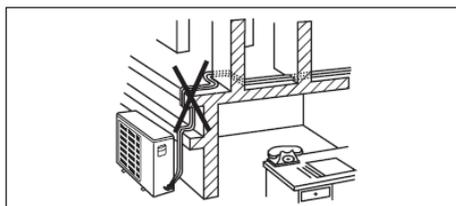
Abrir las conexiones del refrigerante después de la instalación: esto ocasionará fugas. Vaciar el condensado interior en la unidad conectando un tubo de drenaje a la unidad.

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



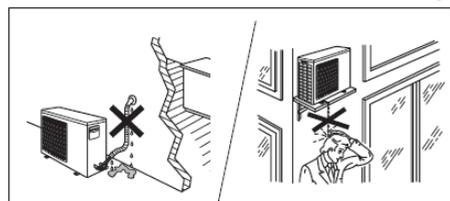
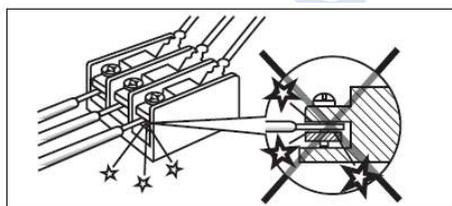
Vientos contrarios predominantes.

Curvas y codos innecesarios en la tubería de conexión.



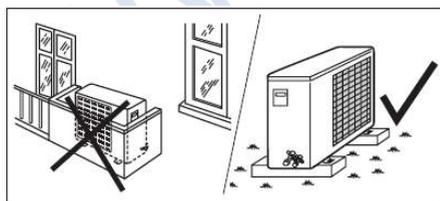
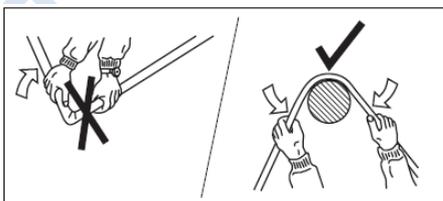
La instalación múltiple con las unidades una delante de la otra.

Cualquier flojedad en las conexiones eléctricas.



Aislar sólo parcialmente los tubos de conexión, que ocasionarán goteo indeseable. Que la unidad pueda gotear sobre pasadizos.

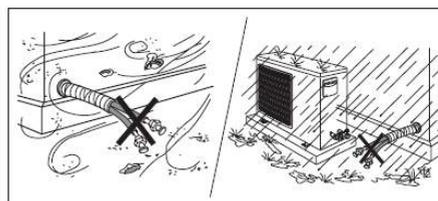
Aplastar o comprimir los tubos del refrigerante o las tuberías del condensado.



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.

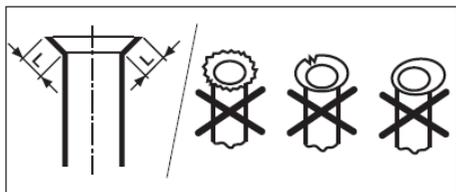
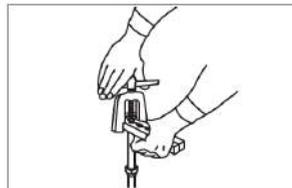
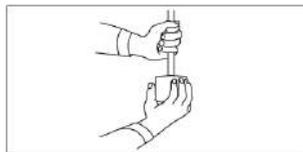
Mantener siempre cerradas las extremidades de los tubos durante la instalación.

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.

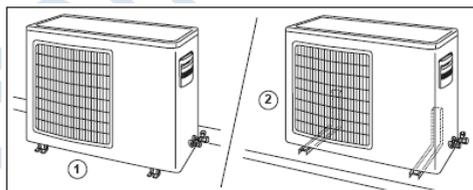
Hacer la avellanadura con una máquina para avellanar.

La avellanadura no debe tener rebabas ni imperfecciones.



La longitud de las paredes avellanadas debe ser uniforme.

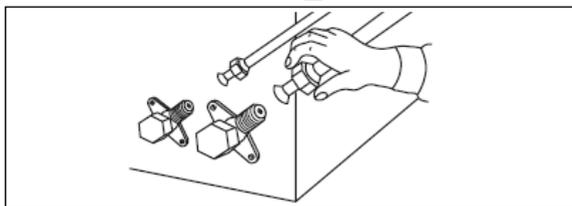
La unidad puede instalarse:



\_ 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.

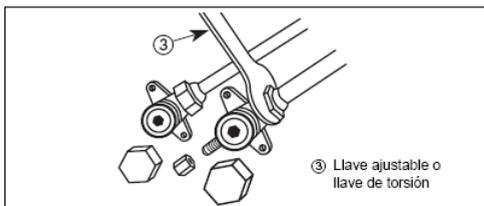
Añadir una carga adicional

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.

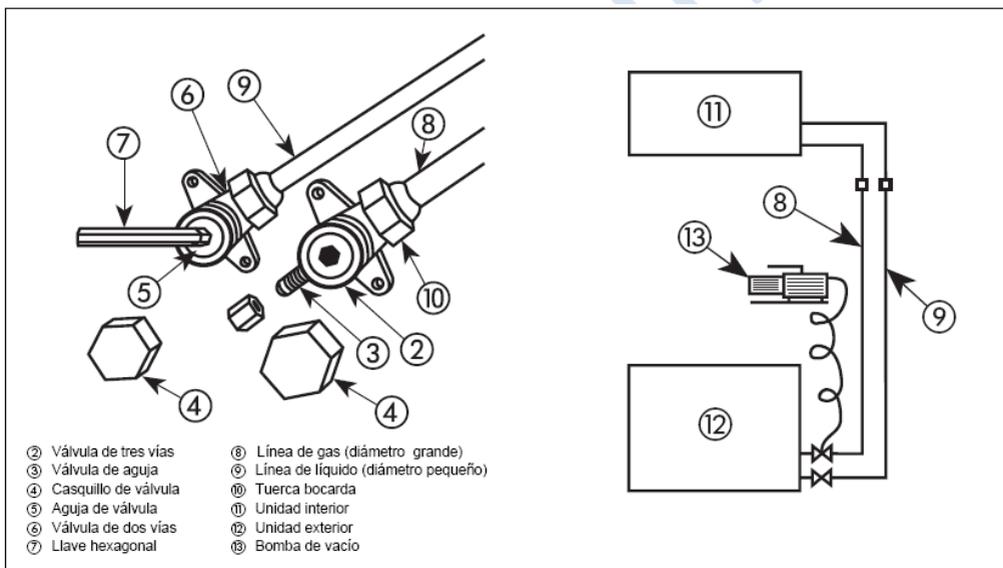


③ Llave ajustable o llave de torsión

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

Válvula	Tuerca bocardada		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 y esta **TOTALMENTE PROHIBIDO**.

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

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

Comprobar que se mantiene el vacío y 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

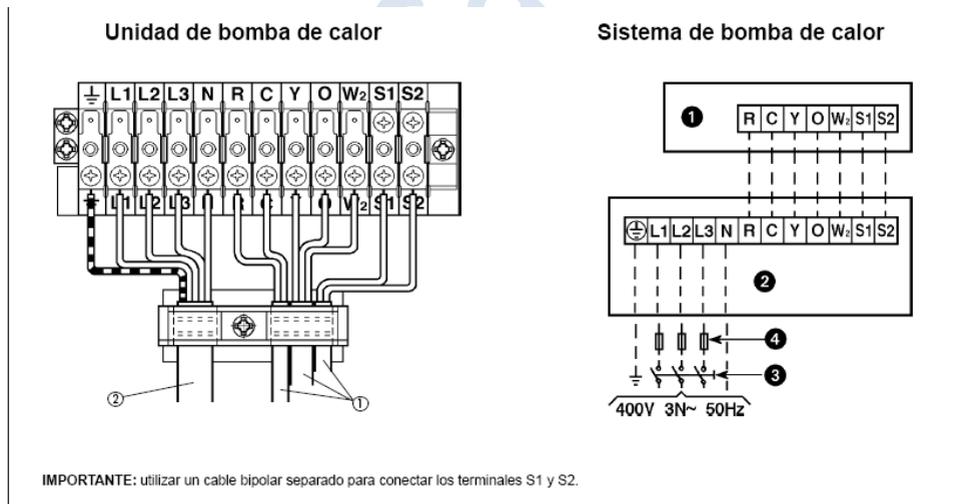
- Notas:**
1. Los datos se refieren a la unidad exterior solamente.
  2. Según las normas ISO 5151.2/T1.
  3. Según las normas ISO 5151.2/High+.
  4. Las unidades 38GLS están provistas de un sistema de control de la presión máxima utilizable hasta una temperatura ambiente de -15°C.

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.

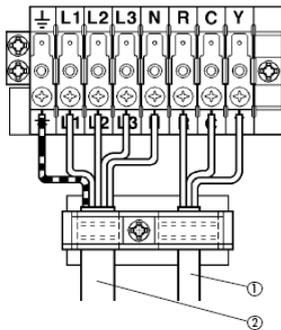
**3.3.12 Conexiones eléctricas**



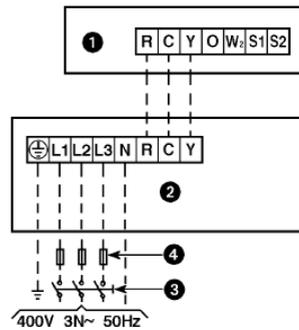
- Realizar las conexiones refrigerantes antes de las conexiones eléctricas. Cuando se realiza la desconexión, desconectar las conexiones eléctricas antes de las conexiones refrigerantes.
- Hacer las conexiones eléctricas entre las unidades antes de proceder a la conexión del suministro principal de la 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**

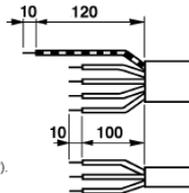


**Sistema sólo refrigeración**



**Legenda 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-externo.
- C Neutro, conexión unidades interior-externo.
- 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-externo (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:**

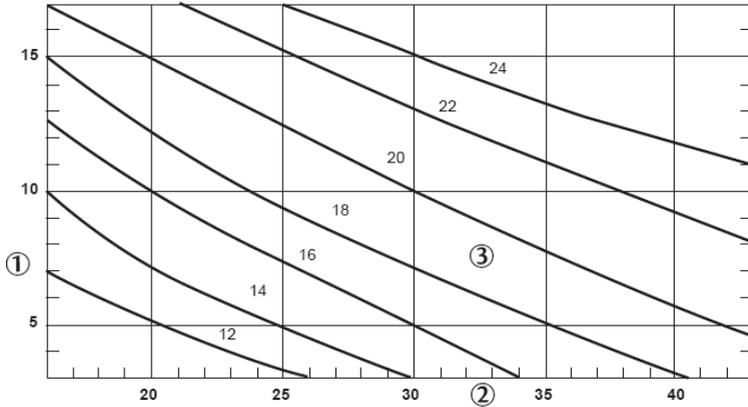
**Todas las conexiones eléctricas en la obra son responsabilidad del instalador.**

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**



① Sobrecalentamiento °C  
 ② Temperatura bulbo seco del aire de entrada al condensador °C  
 ③ Temperatura bulbo húmedo del aire de entrada al evaporador °C

**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 replaza 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  $\pm 2^{\circ}\text{C}$** .

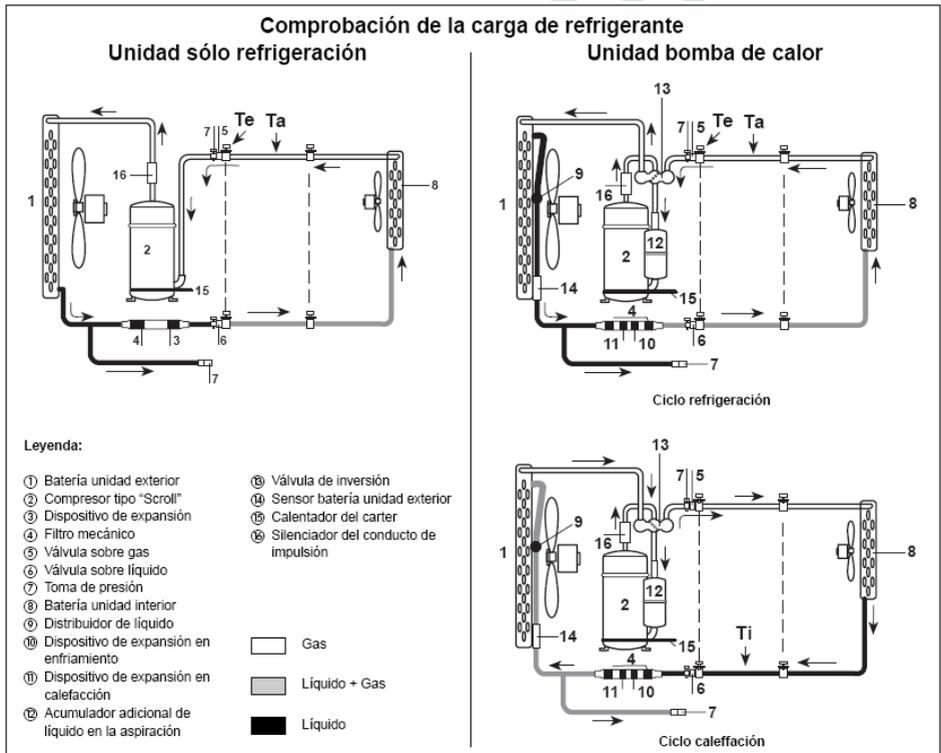
Si el sobrecalentamiento es superior a los límites indicados, proceder de la siguiente manera:

- 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



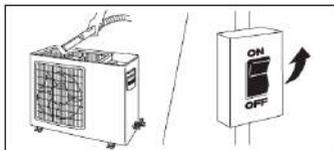
### 3.3.16 Mantenimiento de la unidad

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, agarrotado 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 u 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.
- Serpentín 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:**

- Capacitador 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.

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

Temperatura de saturación Dt para otras capacidades y longitudes equivalentes i.e.

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

- (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. "	Líneas de aspiración Dt = 1,2 K											
	Temperatura de aspiración						Longitud de tubería					
	-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	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	6,27	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. "	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. "	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
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
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.

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

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

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

- (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						Temperatura de aspiración						
	-40°C		-30°C		-20°C		-5°C		-5°C		+5°C		
	Cp=0,55 PSJ		Cp=0,77 PSJ		Cp=1,1 PSJ		Cp=1,6 PSJ		Cp=1,6 PSJ		Cp=2,1 PSJ		
	60 m	120 m	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	45,6	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 nos 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

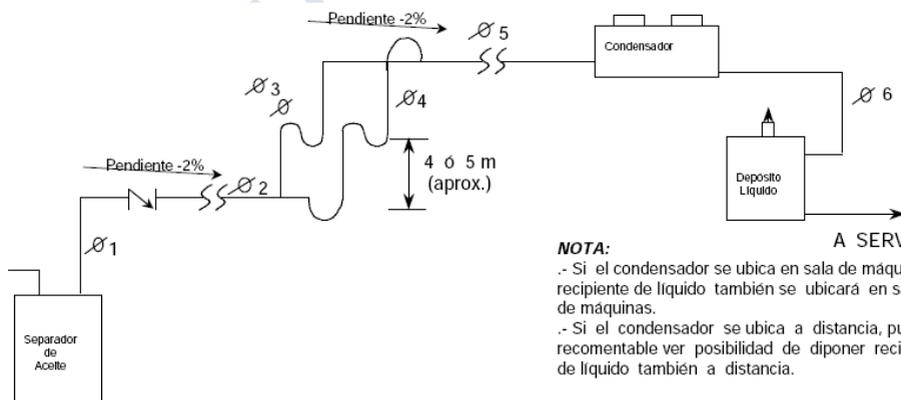
Velocidad máxima en tramo recipiente líquido a evaporadores 1 m/s

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**

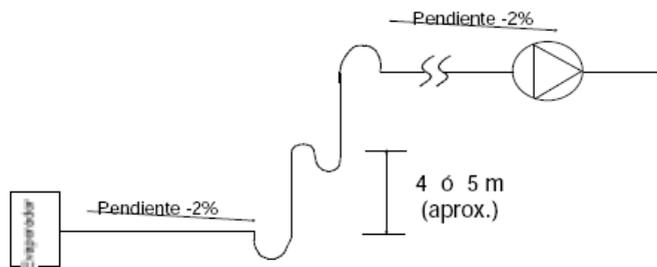
POTENCIA	Evap -12°C / Cond +45°C			Evap -35°C / Cond. +45°C		
	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP (bar/m)	DIAMETRO	VEL.(m/s)	AP (bar/m)
3 kW	3/8"	7,75	0,056	3/8"	9,07	0,076
	1/2"	4,14	0,012	1/2"	4,85	0,016
	5/8"	2,46	0,003	5/8"	2,88	0,004
6 kW	1/2"	8,28	0,044	1/2"	9,69	0,056
	5/8"	4,92	0,012	5/8"	5,76	0,016
	3/4"	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	3/4"	10,87	0,042	3/4"	12,73	0,057
		7,72	0,018	7/8"	9,04	0,024
		4,47	0,005	1 1/8"	5,24	0,006
		3	0,002	1 3/8"	3,51	0,002
					1 5/8"	2,46
30 kW	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	2 1/8"	2,17	0,001
		8,95	0,017	1 1/8"	10,47	0,023
		6	0,006	1 3/8"	7,03	0,008
		4,2	0,003	1 5/8"	4,91	0,003
		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

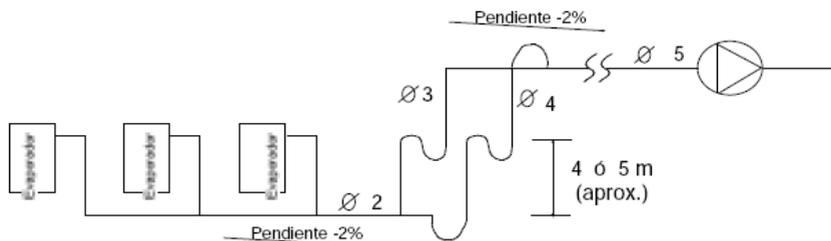
### 3.4.4 Líneas de aspiración

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.

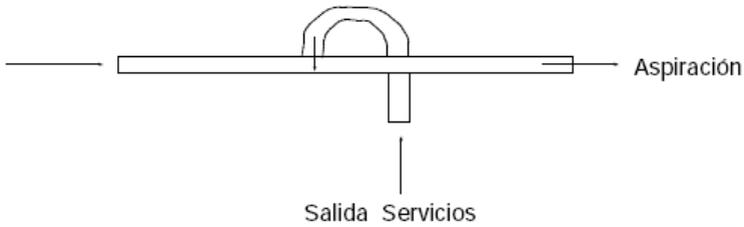
### 3.4.5 Servicios individuales.



### 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	DIAMETRO	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)

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
12 kw	2 5/8"	4,49	0,0002	0,01	0,0026	0,13
	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
15 kw	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
	1 5/8"	19,4	0,0054	0,27	0,0694	3,47
20 kw	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
30 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
40 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)

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 anterior)

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

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	0,00188	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
	3 5/8"	5,14	0,00015	0,0075	0,0019	0,095
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

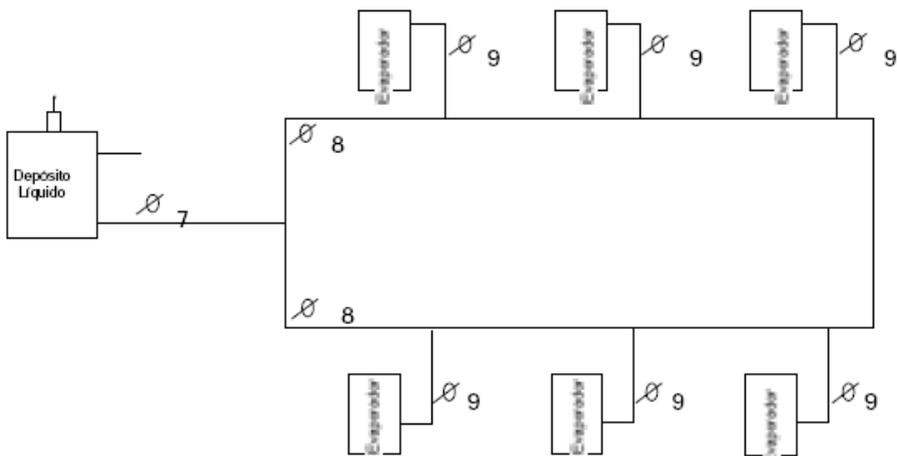
(5 - 10 m/s)

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

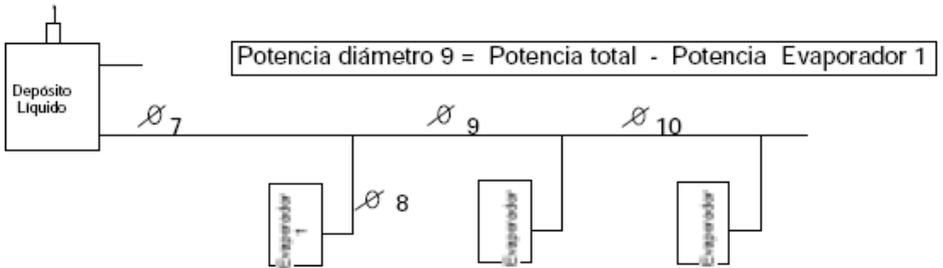
### 3.4.8 Líneas de líquido.

.- 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 servicio 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: prueba de estanqueidad realizada en una instalación

