

## Calculo teórico de cargas de refrigerante en instalaciones

| Refrigerante | (l/kg)Volumen gas a presión= 0°C temper=10°C | (l/kg)Volumen gas a presión= 40°C temper. descarga | (kg/l)Volumen liquido a presión= 40°C |
|--------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| R-22         | 49,5                                         | 18                                                 | 1,13                                  |
| R-404A       | 34,3                                         | 11,1                                               | 0,96                                  |
| R-134a       | 71,7                                         | 21,5                                               | 1,15                                  |
| R-410A       | 34,3                                         | 12,3                                               | 0,98                                  |
| R-407C       | 52,8                                         | 16,8                                               | 1,07                                  |
| R-507        | 32,4                                         | 10,5                                               | 0,97                                  |

Volúmenes ocupados (datos sacados de los diagramas entálpicos)

## Calculo volumen interior de una tubería



$$S = \pi * R^2$$

1 pulgada = 25,4mm

$$V_{interior} = l * S_{interior}$$

$$S = \pi * (D/2)^2$$

$$\text{Kg de refrigerante} = \frac{V(\text{litros})}{V'(\text{litros/kg})}$$

Sacado de  
programas  
informaticos

## Calculo teórico de cargas de refrigerante en instalaciones

| Refrigerante                                                    | (l/kg) Volumen ocupado por refrigerante | (l) Volumen | Kg de refrigerante |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|--------------------|
| Línea descarga                                                  |                                         |             |                    |
| Línea líquido                                                   |                                         |             |                    |
| Línea aspiración                                                |                                         |             |                    |
| Elementos baja presión<br>(compresor+%evaporador+separador)     |                                         |             |                    |
| Elementos descarga (separador<br>aceite + %condensador)         |                                         |             |                    |
| Elementos líquido<br>(%condensador, %recipiente<br>%evaporador) |                                         |             |                    |

## 1. Generalidades.

Cuando en una instalación frigorífica se utilicen refrigerantes de diferentes grupos se deberán aplicar los requisitos correspondientes a cada uno de estos grupos. Se **prohíben las descargas deliberadas** a la atmósfera de refrigerantes nocivos para el medio ambiente.

**Cuando se elija un refrigerante** se deberá tener en cuenta su influencia sobre el efecto invernadero y el agotamiento de la capa de ozono estratosférico.

Los refrigerantes serán únicamente **manipulados por empresas habilitadas**.



## 2. Criterios para la selección del refrigerante.

- a) Efectos medioambientales (medio ambiente global).
- b) Carga de refrigerante.
- c) Aplicación del sistema de refrigeración.
- d) Diseño del sistema de refrigeración.
- e) Construcción del sistema de refrigeración.
- f) Cualificación profesional.
- g) Mantenimiento.
- h) Eficiencia energética.
- i) Seguridad e higiene, por ejemplo, toxicidad, inflamabilidad (entorno local).

Está **prohibido** el empleo de refrigerantes **CFC y HCFC** en instalaciones nuevas o existentes



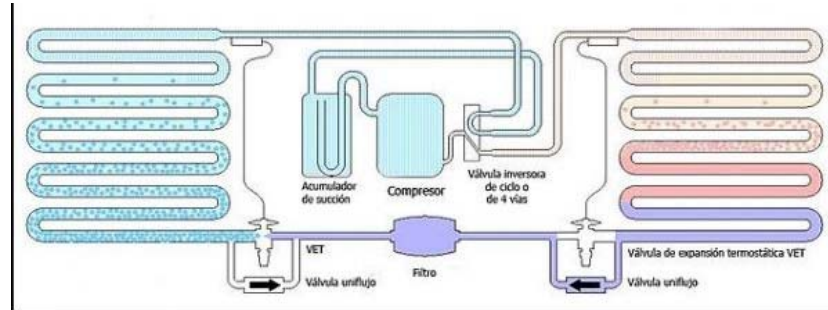
Si el calentamiento atmosférico es el único impacto medio ambiental, cuando el requisito de máxima eficacia energética no pueda cumplirse simultáneamente con el de menor carga de refrigerante se deberá **valorar** cual es el criterio preferente mediante el análisis del ciclo de vida o análisis **TEWI** recogido en IF-02.



### 3.Utilización de los refrigerantes en función del emplazamiento de la instalación.

Tablas A y B del apéndice 1 → El método se desarrolla en el apéndice 2

Algunos equipos o instalaciones frigoríficas y de acondicionamiento de aire funcionan tanto para enfriar como para calentar, invirtiendo el flujo entre el compresor y los intercambiadores de calor, por medio de una válvula inversora especial (bomba de calor reversible, desescarche por inversión de ciclo, por gases calientes, etc.). En estos casos los sectores de alta y baja presión del sistema podrán cambiar dependiendo del modo en que opere la unidad.



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 protegidas por un tubo o conducto rígido de metal.**



### 3.Utilización de los refrigerantes en función del emplazamiento de la instalación.

#### El Apéndice 3 desarrolla el método en sistemas de acondicionamiento por inflamabilidad

Los sistemas que utilicen **refrigerantes inflamables** se construirán de forma que cualquier pérdida de refrigerante no pueda fluir o **estancarse** de modo que pueda ocasionar un riesgo de incendio o explosión en áreas que contengan equipos, componentes o aparatos que sean potenciales fuentes de ignición y puedan estar funcionando en el momento de la fuga.

La **temperatura de las superficies** que puedan estar expuesta, en caso de fuga de los refrigerantes pertenecientes a las clases A2, A2L, B2L, A3, B2, B3, no será superior a la temperatura de auto-ignición del refrigerante en cuestión, **reducida en 100 K**. Las temperaturas de autoignición se indican en la tabla A de la IF-02.



IF4-RSF





### 3.3.1.2 Protección del sistema de refrigeración o calefacción secundario.

Si es posible que en un intercambiador de calor circuito primario/circuito secundario, queden cerradas válvulas en el lado del secundario, de forma que pueda producirse un incremento de presión en el intercambiador, deberá protegerse este por medio de un dispositivo de alivio de presión fijado a una presión no superior a PS del lado secundario.

Si la carga de refrigerante del sistema es **superior a 500 kg**, deberán tomarse medidas para **detectar** e informar sobre la presencia de refrigerante en cualquier circuito asociado que contenga agua u otros fluidos secundarios (p.e. un detector de refrigerante).



Cuando el fluido empleado pertenezca a las clases de **seguridad B1, A2L, A2, B2, B2L, A3 o B3 y la carga sea superior a 500 kg**, se tomarán las disposiciones adecuadas para impedir que una fuga de refrigerante se difunda a áreas servidas por el fluido de transferencia de calor secundario debido a un fallo de la pared del evaporador o condensador.

*Ejemplo de medidas:*

*Separadores de aire, doble pared; mayor presión en el circuito secundario*



### 3.3.2 Sistema frigorífico ubicado en el exterior.

Los sistemas situados a la intemperie se situarán de forma que en caso de escape, el refrigerante no penetre en edificios colindantes **para evitar refrigerante del escape que fluye en un edificio** o pongan en peligro a las personas y bienes. El refrigerante de escape no deberá ser capaz de penetrar en orificios de aireación, puertas, trampillas o aberturas similares. Para los sistemas de refrigeración instalados en exteriores en los que haya la posibilidad que el gas descargado pueda estancarse, p.e en un subterráneo, la instalación deberá cumplir con los **requisitos para la detección de gases y ventilación** de las salas de máquinas. Para los refrigerantes de las categorías 2L, 2 y 3 se deberán tener en consideración los requisitos relativos a las fuentes de ignición.



IF4-RSF

### 3.3.3 Requisitos para envolventes ventiladas.

Cuando se empleen envolventes ventiladas para contener sistemas que usen refrigerantes inflamables pertenecientes a las clases de seguridad A2L, B2L, A2, B2, A3 y B3,

Se deberá **proporcionar un flujo de aire entre la envolvente ventilada y el exterior.**

Se deberá especificar el tamaño del conducto de ventilación y número de curvas, además de la máxima caída de presión en Pascal (Pa).

No habrá fuentes de ignición ubicadas en el conducto como motores, elementos de control que pueda producir chispas.

Se mantendrá una depresión en el interior de la envolvente de 20 Pa como mínimo y el caudal de aire al exterior, no deberá ser restringido por cualquiera de los componentes, y vendrá dado por:

$$Q_{\min} \text{ (m}^3\text{/h)} = 15 \times S \text{ (4 factor seg.)} \times (mc \text{ (kg refr.)} / \rho \text{ (densidad refr.kg/m}^3\text{)}) \geq 2 \text{ m}^3\text{/h,}$$



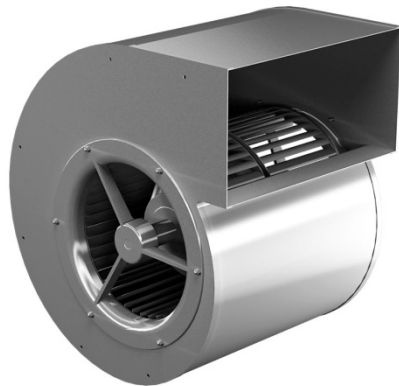
### 3.3.3 Requisitos para envolventes ventiladas.

El sistema de ventilación debe operar de acuerdo **con una de las siguientes opciones:**

a) **Funcionará permanentemente**, monitorizándose continuamente el caudal de aire y el sistema de refrigeración será puesto en modo seguro dentro de los 10 segundos posteriores al descenso del caudal por debajo del mínimo. El modo seguro (garantiza que no se producirá una explosión) se mantendrá hasta que se restablezca el flujo de aire.

b) El sistema de ventilación se pondrá en marcha mediante un **sensor de gas refrigerante** antes de que se alcance el 25% del LII (véase Tabla A de la IF-02). El sensor estará adecuadamente colocado atendiendo a la densidad del refrigerante. La función del sensor y la ventilación se verificará a intervalos regulares de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando se detecte un fallo, se dará la alarma correspondiente y el sistema pasará a modo seguro quedando el ventilador conectado hasta que el fallo se haya resuelto.

**Se deberá llevar a cabo un ensayo de tipo o ensayos individuales para evaluar el cumplimiento de los requisitos para el sistema de ventilación.**



### 3.3.4 Bases de cálculo del volumen de locales ocupados.

El espacio en cuestión será todo local en el cual se ubique cualquier parte del sistema de refrigeración conteniendo refrigerante o al que pueda llegar el refrigerante en caso de fugas. Para el cálculo de las cantidades máximas de refrigerante **se usará el volumen ocupado cerrado más pequeño.**

Para determinar la citada carga máxima también se podrá emplear como volumen de cálculo, el **volumen total de todos los locales** en donde se emplacen componentes del sistema frigorífico que contengan refrigerante, **siempre y cuando se utilice aire** para su calefacción y refrigeración y que el caudal de este aire de impulsión **a cada uno de los locales** sea en todo momento **igual o superior al 25% del nominal.**

Si el local o locales disponen de **sistemas de ventilación mecánica** y se garantiza que estén en funcionamiento cuando haya **presencia de personas**, se podrá considerar el efecto de la renovación del aire para determinar el volumen del cálculo.

Espacios múltiples con **aperturas apropiadas** (que no puedan ser cerradas) entre los diferentes espacios individuales o que estén intercomunicados por sistemas comunes de ventilación, retorno o extracción de aire, en donde no se encuentren ni evaporador ni condensador, se tratarán como un solo espacio.



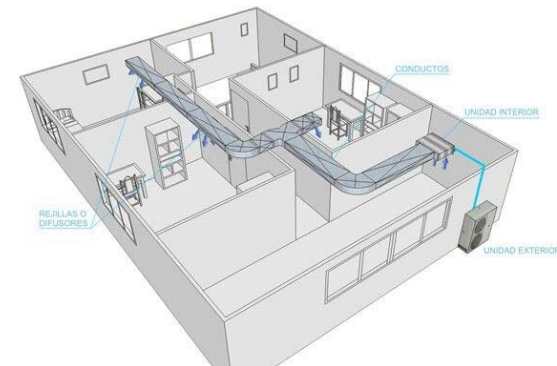
Donde el evaporador o condensador estén situados dentro de un conducto de aire que atiende a varios espacios, se usará para el cálculo el volumen del menor de estos espacios.

Si el suministro de aire a un determinado espacio **no puede reducirse por debajo del 10 % de su caudal máximo** mediante un reductor de caudal adecuado, este espacio será el que se debe de tomar como el menor de los espacios ocupados por humanos.

### 3.3.4 Bases de cálculo del volumen de locales ocupados.

Para los refrigerantes de la clase de seguridad A1 se tomara como volumen de cálculo la totalidad de los locales o espacios enfriados o calentados por aire procedente de un sistema, si el suministro de aire a cada local no puede reducirse por debajo del 25% de su caudal nominal a plena marcha: Con refrigerantes del grupo de seguridad A1, el efecto debido a la renovación de aire pueden ser considerados en el cálculo del volumen si el espacio dispone de un sistema de ventilación mecánico que funcione siempre que el espacio este ocupado.

Cuando el evaporador o el condensador estén montados dentro de una red de conductos de suministro de aire y el sistema alimente a un edificio de varios pisos sin particiones, se considerará el volumen de la planta más pequeña. Cuando los espacios anexos a los de posible ocupación humana no son, por construcción o diseño, estancos al aire deben considerarse como parte del espacio ocupado por personas. **Por ejemplo: falsos techos**, pasadizos de acceso, conductos, tabiques móviles y puertas con rejillas de ventilación.



Donde la unidad interior o tuberías de refrigerante relacionadas con ella, estén emplazadas en un local en el cual **la carga total exceda la máxima permitida**, se tomarán **medidas especiales** para asegurar al menos el mismo nivel de seguridad. Véase **apéndice 4** de esta IF-04.

#### 4.1 Utilización de sistemas directos de refrigeración en locales industriales.

En edificios con locales de diferentes clasificaciones, cuando los locales industriales estén situados en pisos distintos del primero y de la planta baja, **cuando contengan algún sistema directo de refrigeración deberán estar totalmente separados del resto del edificio** por construcciones resistentes y puertas de seguridad, y dotados de suficientes salidas de emergencia directas al exterior. En caso contrario serán considerados como locales comerciales.





## 4.2 Instalación de equipos frigoríficos que no requieran sala de máquinas.

4.2.1 Cuando en caso de fuga de refrigerante la concentración del mismo en el local en que esté emplazado el equipo **no supere los límites prácticos** indicados en el apéndice 1 tabla A de la IF-02, y la potencia de accionamiento de los motores de los compresores sea **inferior a 100 kW**, será admisible la instalación de los equipos **fuera de una sala de máquinas**, en cuyo caso se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- En **pasillos y vestíbulos** de locales no industriales, cuando se utilicen refrigerantes del grupo L1, sólo podrán colocarse **equipos frigoríficos compactos y semicompactos**.
- Todos los equipos frigoríficos deberán estar provistos de **carcasas de protección** o estarán ubicados de tal forma que sean inaccesibles a personas no autorizadas.
- Queda prohibida la instalación de equipos frigoríficos en los pasillos, escaleras, y sus rellanos, entradas y salidas de edificios, siempre que **dificulten la libre circulación de las personas**.
- Los componentes frigoríficos situados a la intemperie deberán ser apropiados para ello. Estos no deberán estar accesibles a personas no autorizadas. Cuando los componentes frigoríficos vayan instalados **sobre cubierta se deberá prestar especial cuidado para que el refrigerante en caso de escape no penetre en el edificio** ni ponga en peligro a las personas.

IF4-RSF





## 4.2 Instalación de equipos frigoríficos que no requieran sala de máquinas.

4.2.2 Cuando la carga específica sea superior a la permitida, además de cumplir lo establecido en el 4.2.1, **se podrá colocar el equipo en una sala de máquinas no específica**, debiendo en tal caso cumplirse además las condiciones que se detallan a continuación:

- a) El local esté separado mediante puertas estancas del resto.
- b) Se limite el acceso al personal autorizado.
- c) **Se disponga de un detector de refrigerante.**
- d) No haya en el entorno superficies caldeadas a temperaturas superiores a 400 °C.
- e) Exista un sistema de ventilación forzada.

**En éste local se podrán emplazar otros equipos si son compatibles con los requisitos de seguridad del sistema de refrigeración y tendrá la consideración de sala de máquinas.**

En las salas de máquinas específicas solo se podrán ubicar el sistema de refrigeración al completo o partes del mismo.



#### 4.3 Sistemas situados en envolventes ventilados colocados en espacio ocupado.

Los equipos situados en el interior de envolventes ventilados dispondrán de un conducto construido de acuerdo con las especificaciones indicadas por el fabricante del sistema. Construidos de metal de acuerdo con la UNE-EN 1507 y soportados según la UNE-EN 12236. Una vez montados se sellarán todas las costuras y juntas para evitar posibles escapes de gas. La resistencia al fuego del conducto y de la envolvente será la misma que la exigida para los materiales, espesores y ejecución de los cerramientos y puertas de las salas de máquinas, por el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, aprobado por Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre. **El volumen del local en el cual se coloque el sistema con envolvente deberá ser al menos 10 veces superior al de la envolvente** y disponer de suficientes entradas de aire para garantizar la renovación del aire sin contaminación procedente del exterior. Asimismo, el aire extraído del interior de la envolvente se evacuará al exterior, de forma que no haya la posibilidad de que sea aspirado nuevamente al interior del local.



IF4-RSF



## Apéndice 1 Tablas A y B

### Artículo 6. Clasificación de los sistemas de refrigeración.

Atendiendo a **critérios de seguridad**, los sistemas de refrigeración se clasifican en los siguientes tipos, según cuál sea su emplazamiento:

**Tipo 1:** Sistema de refrigeración con todas las partes del mismo que contienen refrigerante **situados en un espacio ocupado**.



**Tipo 2:** Sistema de refrigeración con los **compresores, recipientes y condensadores situados en una sala de máquinas no ocupada o al aire libre**. Enfriadores, tuberías y las válvulas pueden estar situados en espacios ocupados.



**Tipo 3:** Sistema de refrigeración con **todas las partes** que contienen refrigerante situadas en una **sala de máquinas no ocupada o al aire libre**.



**Tipo 4:** Sistema de refrigeración en el que **todas las partes** que contienen refrigerante están situadas en el interior de una **envolvente ventilada**.



## Apéndice 1 Tablas A y B

### Artículo 7. Clasificación de los locales según su accesibilidad.

Atendiendo a criterios de seguridad, los locales (recintos, edificios o parte de edificios) en los que se ubican las instalaciones frigoríficas se clasifican en las categorías siguientes:

**Categoría A Acceso general:** hospitales, tribunales, prisiones, cines, teatros, supermercados, escuelas, salas de conferencias, terminales de transporte público, hoteles, viviendas, restaurantes

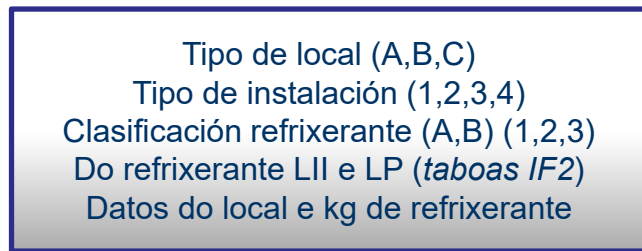


**Categoría B Acceso supervisado:** oficinas, despachos profesionales, laboratorios, locales de fabricación en general y en los que trabajan personas



**Categoría C Acceso autorizado:** centros de producción, industrias químicas o alimentarias, fábricas de hielo, de helados, refinerías, almacenes frigoríficos, industrias lácteas, mataderos, o áreas restringidas de supermercados





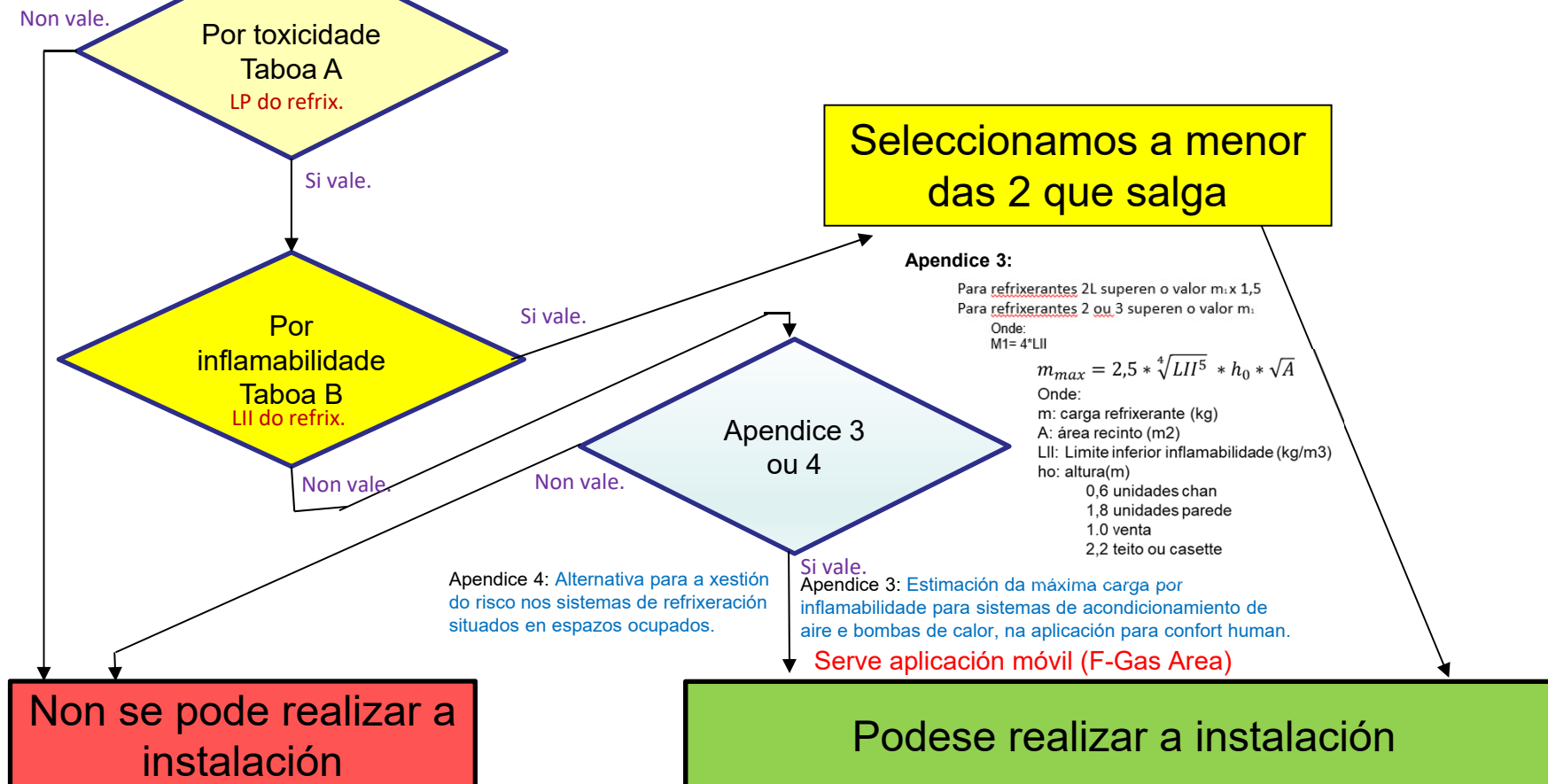
A hospitais, supermercados, vivendas  
 B oficinas (acceso supervisado)  
 C industrias (acceso autorizado)

Tipo 1: situados nun espacio ocupado.  
 Tipo 2: partes principais en sala de máquinas ou o aire ceibe.  
 Tipo 3: todaslas partes sala de máquinas ou o aire ceibe.  
 Tipo 4: todaslas partes en envolvente ventilada.

## IF4 RSF Apéndice 2 Estimación da máxima carga admisible

(Grafico de procedemento aclaratorio )

**CIFP** Valentin Paz Andrade  
 Centros Integrados Formación Profesional  
 Curso "Novos refrigerantes 2020"





# INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS DEL REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTAS E INSTALACIONES FRIGORIFICAS

## IF4: UTILIZACIÓN DE LOS DIFERENTES REFRIGERANTES

En IF2 localizamos para el refrigerante (limite practico)TOXICIDAD y (limite inf.inflam.) INFLAMABILIDAD

| Clasificación |                   | Nº de Refrigerante (2) | DENOMINACION<br><br>(composición = % peso) | Fórmula                                 | Masa Molecular (3)<br><br>kg/kmol | Densidad de vapor a 25°C a 101,3 kPa<br><br>kg/m³ | Practico (4)<br><br>kg/m³ | Ebulición 101,3 kPa (5)<br><br>°C | ATEL/ODL (6)<br><br>(kg/m³) | Inflamabilidad         |                                         | Potencial de calentamiento atmosférico (7)<br>PCA 100 | Potencial agotamiento de la capa de ozono (8)<br>PAO | Clasif. según: (9)<br>REP |
|---------------|-------------------|------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|
| Grupo 1       | Caso de seguridad |                        |                                            |                                         |                                   |                                                   |                           |                                   |                             | Temp. Auto-ignición °C | Límite inferior de inflamabilidad kg/m³ |                                                       |                                                      |                           |
| 1             | A1/A1             | R-401C                 | R-22/152a/124 (33/15/52)                   | CHClF2+ CHF2CH3+ CF3CHClF (10;11)       | 101                               | 4.13                                              | 0.24                      | -28.9 a -23.3                     | 0.083                       | ND                     | NF                                      | 932.6                                                 | 0.03                                                 | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-402A                 | R-125/290/22 (60/2/38)                     | CF3CHF2+ C3H8+ CHClF2 (10;11)           | 101.5                             | 4.16                                              | 0.33                      | -49.2 a -47.0                     | 0.27                        | 723                    | NF                                      | 2788                                                  | 0.021                                                | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-402B                 | R-125/290/22 (38/2/60)                     | CF3CHF2+ C3H8+ CHClF2 (10;11)           | 94.7                              | 3.87                                              | 0.32                      | -47.2 a -44.8                     | 0.24                        | 641                    | NF                                      | 2416                                                  | 0.033                                                | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-403A                 | R-290/22/218 (5/75/20)                     | C3H8+CHClF2+ C3F8 (10;11)               | 92                                | 3.76                                              | 0.33                      | -47.7 a -44.3                     | 0.24                        | ND                     | 0.80                                    | 3124                                                  | 0.041                                                | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-403B                 | R-290/22/218 (5/56/39)                     | C3H8+CHClF2+ C3F8 (10;11)               | 103.3                             | 4.22                                              | 0.41                      | -49.1 a -46.84                    | 0.29                        | ND                     | NF                                      | 4457                                                  | 0.031                                                | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-404A                 | R-125/143a/134a (44/52/4)                  | CF3CHF2+ CF3CH3+ CF3CH2F (11)           | 97.6                              | 3.99                                              | 0.52                      | -46.5 a -45.7                     | 0.52                        | 728                    | NF                                      | 3 922                                                 | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-405A                 | R-22/152a/142b/C318 (45/7/5.5/42.5)        | CHClF2+ CHF2CH3+ CH3CClF2+ C4F8 (10;11) | 111.9                             | 4.58                                              | ND                        | -32.8 a -24.4                     | 0.26                        | ND                     | ND                                      | 5328                                                  | 0.028                                                | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-407A                 | R-32/125/134a (20/40/40)                   | CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F (11)            | 90.1                              | 3.68                                              | 0.33                      | -45.2 a -38.7                     | 0.31                        | 685                    | NF                                      | 2107                                                  | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-407B                 | R-32/125/134a (10/70/20)                   | CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F (11)            | 102.9                             | 4.21                                              | 0.35                      | -46.8 a -42.4                     | 0.33                        | 703                    | NF                                      | 2804                                                  | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-407C                 | R-32/125/134a (23/25/52)                   | CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F (11)            | 86.2                              | 3.53                                              | 0.31                      | -43.8 a -36.7                     | 0.29                        | 704                    | NF                                      | 1774                                                  | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-407D                 | R-32/125/134a (15/15/70)                   | CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F (11)            | 90.9                              | 3.72                                              | 0.41                      | -39.4 a -32.7                     | 0.25                        | ND                     | NF                                      | 1627                                                  | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-407E                 | R-32/125/134a (25/15/60)                   | CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F (11)            | 83.8                              | 3.43                                              | 0.40                      | -42.8 a -35.6                     | 0.27                        | ND                     | NF                                      | 1552                                                  | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-407F                 | R-32/125/134a (30/30/40)                   | CH2F2+ CF3CHF2+ CF3CH2F (11)            | 82.1                              | 3.36                                              | 0.32                      | -46.1 a -39.7                     | 0.32                        | ND                     | NF                                      | 1825                                                  | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1/A1             | R-407H                 | R-32/125/134a (32.5/15.0/52.5)             | CH2F2 / CHF2-CF3 / CF3-CH2F(11)         | 79,099                            | 42.03                                             | 0,300                     | -44,7 a -37,6                     | 0,298                       | ND                     | NF                                      | 1495,13                                               | 0                                                    | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-408A                 | R-125/143a/22 (7/46/47)                    | CF3CHF2+ CF3CH3+ CHClF2 (10;11)         | 87.0                              | 3.56                                              | 0.41                      | 44.6 a -44.1                      | 0.33                        | ND                     | NF                                      | 3152                                                  | 0.026                                                | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-409A                 | R-22/124/142b (60/25/15)                   | CHClF2+ CF3CHClF+ CH3CClF2 (10;11)      | 97.5                              | 3.98                                              | 0.16                      | -34.7 a -26.3                     | 0.12                        | ND                     | NF                                      | 1 585                                                 | 0.048                                                | 2                         |
| 1             | A1 / A1           | R-409B                 | R-22/124/142b (65/25/10)                   | CHClF2+ CF3CHClF+ CH3CClF2 (10;11)      | 96.7                              | 3.95                                              | 0.17                      | -35.8 a -28.2                     | 0.12                        | ND                     | NF                                      | 1 560                                                 | 0.048                                                | 2                         |

Tabla A. Requisitos de límite de carga para refrigerantes basados en su toxicidad

| CATEGORIA DE TOXICIDAD   | CATEGORIA DEL LOCAL POR ACCESIBILIDAD |                                                                                                                             | TIPO DE UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS <i>Envolvente</i>                                                                                                                     |                          |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|--------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                          |                                       |                                                                                                                             | 1                                                                                                                                                                       | 2 <i>Partida</i>         | 3                        | 4                                                                                                                                                                                            |  |  |
| A<br><br><i>Ej R-32</i>  | A <i>Vivienda</i>                     |                                                                                                                             | Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4                                                                                                                       |                          | Sin límites de carga (a) | Los requisitos de carga por toxicidad tendrán que evaluarse según las categorías de los locales por ubicación de los sistemas 1,2 o 3 dependiendo de la ubicación de la envolvente ventilada |  |  |
|                          | B<br><i>Oficina</i>                   | Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos                                                                      | Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4                                                                                                                       | Sin límites de carga (a) |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          |                                       | Otros                                                                                                                       | Sin límites de carga (a)                                                                                                                                                |                          |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          | C<br><i>Industria</i>                 | Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos                                                                      | Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4                                                                                                                       |                          |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          |                                       | Otros                                                                                                                       | Sin límites de carga (a)                                                                                                                                                |                          |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
| B<br><br><i>Ej R-717</i> | A <i>Vivienda</i>                     |                                                                                                                             | Para sistemas de absorción o adsorción sellados: límite de toxicidad x volumen del local y no más de 2,5 kg. Resto de sistemas: límite de toxicidad x volumen del local |                          | Sin límites de carga (a) |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          | B<br><i>Oficina</i>                   | Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos                                                                      | Límite de toxicidad x volumen del local                                                                                                                                 | Carga máx. 25 kg (a)     |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          |                                       | Densidad de personal inferior a 1 persona por 10m <sup>2</sup>                                                              | Carga máx. 10 kg                                                                                                                                                        | Sin límites de carga (a) |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          |                                       | Otros                                                                                                                       |                                                                                                                                                                         | Carga máx. 25 kg (a)     |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          | C<br><i>Industria</i>                 | Densidad de personal inferior a 1 persona por 10m <sup>2</sup>                                                              | Carga no mayor de 50 kg (a) y salidas de emergencia existentes.                                                                                                         | Sin límites de carga (a) |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          |                                       | Otros                                                                                                                       | Carga máx. 10 kg (a)                                                                                                                                                    | Carga máx. 25 kg (a)     |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |
|                          |                                       | a) Para aire exterior aplicar límite de toxicidad por volumen del local punto 3.3.2 de IF-04 y para salas de máquinas IF-07 |                                                                                                                                                                         |                          |                          |                                                                                                                                                                                              |  |  |

IF4-RSF

A hospitales, supermercados, viviendas  
B oficinas (acceso supervisado)  
C industrias (acceso autorizado)

Tipo 1: situados en un espacio ocupado.  
Tipo 2: partes principales en sala de máquinas o al aire libre.  
Tipo 3: todas las partes sala de máquinas o al aire libre.  
Tipo 4: todas las partes en envolvente ventilada.



Tabla B. Requisitos de límite de carga para refrigerantes basados en su inflamabilidad

| Categoría de inflamabilidad                                                                                                                                                                                                 | Categoría del local por accesibilidad |                                                             | Tipo de ubicación de los sistemas                                                                                     |                                                                                                                   |                                  | Envolvente                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       |                                                             | 1                                                                                                                     | 2 <i>Partida</i>                                                                                                  | 3                                | 4                                                      |
| 2L<br><br><i>Ej R-32</i>                                                                                                                                                                                                    | <i>Vivienda</i><br><br>A              | Confort humano                                              | Según apéndice 3 pero no superior a $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 pero no superior a $m_3^b \times 1,5$       |                                                                                                                   | Sin límite de carga <sup>c</sup> | Carga de refrigerante no superior a $m_3^b \times 1,5$ |
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Otras aplicaciones                                          | 20% x LII x volumen del local pero no más de $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 y no superior a $m_3^b \times 1,5$ |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             | <i>Oficina</i><br><br>B               | Confort humano                                              | Según apéndice 3 pero no superior a $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 pero no superior a $m_3^b \times 1,5$       |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Otras aplicaciones                                          | 20% x LII x volumen del local pero no más de $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 y no superior a $m_3^b \times 1,5$ | 20% x LII x volumen del local y no más de 25 kg <sup>c</sup> o según apéndice 4 pero no más de $m_3^b \times 1,5$ |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             | <i>Industria</i><br><br>C             | Confort humano                                              | Según apéndice 3 pero no superior a $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 pero no superior a $m_3^b \times 1,5$       |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Otras aplicaciones                                          | 20% x LII x volumen del local pero no más de $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 y no superior a $m_3^b \times 1,5$ | 20% x LII x volumen del local y no más de 25 kg o según apéndice 4 pero no más de $m_3^b \times 1,5$              |                                  |                                                        |
| 2<br><br><i>Ej R-152a</i>                                                                                                                                                                                                   | A                                     | Confort humano                                              | Según apéndice 3 pero no más de $m_2^a$                                                                               |                                                                                                                   | Sin restricciones <sup>c</sup>   | Carga de refrigerante no superior a $m_3^b$            |
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Otras aplicaciones                                          | 20% x LII x volumen del local pero máximo $m_2^a$                                                                     |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             | B                                     | Confort humano                                              | Según apéndice 3 pero no más de $m_2^a$                                                                               |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Otras aplicaciones                                          | 20% x LII x volumen del local pero máximo $m_2^a$                                                                     |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             | <i>Industria</i><br><br>C             | Confort humano                                              | Según apéndice 3 pero no más de $m_2^a$                                                                               |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             |                                       | Otras aplicaciones                                          | Sótanos                                                                                                               | 20% x LII x volumen del local pero máximo $m_2^a$                                                                 |                                  |                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                             | Plantas superiores                    | 20% del LII x volumen del local pero máx 10 kg <sup>c</sup> |                                                                                                                       |                                                                                                                   |                                  |                                                        |
| a) $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times \text{LII}$<br>b) $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times \text{LII}$<br>c) Para áreas exterior aplicar límite de toxicidad por volumen del local punto 3.3.2 de IF-04 y para salas de máquinas IF-07 |                                       |                                                             |                                                                                                                       |                                                                                                                   |                                  |                                                        |

Tipo 1: situados en un espacio ocupado.

Tipo 2: partes principales en sala de máquinas o al aire libre.

Tipo 3: todas las partes sala de máquinas o al aire libre.

Tipo 4: todas las partes en envolvente ventilada.

A hospitales, supermercados, viviendas

B oficinas (acceso supervisado)

C industrias (acceso autorizado)

Tabla B. Requisitos de límite de carga para refrigerantes basados en su inflamabilidad

| Categoría de inflamabilidad | Categoría del local por accesibilidad |                    |                     | Tipo de ubicación de los sistemas                                      |                                                              |                                |                                                                | Envolvente |
|-----------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------|
|                             |                                       |                    |                     | 1                                                                      | 2 <i>Partida</i>                                             |                                | 3                                                              | 4          |
| 3<br><i>Ej R-290</i>        | A<br><i>Vivienda</i>                  | Confort humano     |                     | Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m <sub>2</sub> o 1,5 kg   |                                                              | No más de 5kg <sup>c</sup>     | Carga del refrigerante no mayor de m <sub>3</sub> <sup>b</sup> |            |
|                             |                                       | Otras aplicaciones | En sótanos          | Solo sistemas sellado: 20% x LII x volumen del local y no más de 1kg   |                                                              |                                |                                                                |            |
|                             |                                       |                    | Sobre nivel terreno | Solo sistemas sellados 20% x LII x volumen del local y no más de 1,5kg |                                                              |                                |                                                                |            |
|                             | B<br><i>Oficina</i>                   | Confort humano     |                     | Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m <sub>2</sub> o 1,5 kg   |                                                              | No más de 10 kg <sup>c</sup>   |                                                                |            |
|                             |                                       | Otras aplicaciones | En sótanos          | 20% del LII por volumen del local y no más de 1 kg <sup>a</sup>        |                                                              |                                |                                                                |            |
|                             |                                       |                    | Sobre nivel terreno | 20% del LII por volumen del local y no más de 2,5kg                    |                                                              |                                |                                                                |            |
|                             | C<br><i>Industria</i>                 | Confort humano     |                     | Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m <sub>2</sub> o 1,5 kg   |                                                              | Sin restricciones <sup>c</sup> |                                                                |            |
|                             |                                       | Otras aplicaciones | En sótanos          | 20% del LII por volumen del local y no más de 1 kg <sup>c</sup>        |                                                              |                                |                                                                |            |
|                             |                                       |                    | Sobre nivel terreno | 20% x LII x volumen del local y no más de 10 kg <sup>c</sup>           | 20% x LII x volumen del local y no más de 25 kg <sup>c</sup> |                                |                                                                |            |

a) m<sub>2</sub> = 26 m<sup>3</sup> x LII

b) m<sub>3</sub> = 130 m<sup>3</sup> x LII

c) Para aire exterior aplicar límite de toxicidad por volumen del local punto 3.3.2 de IF-04 y para salas de máquinas IF-07

### Apendice 3. Máxima carga admisible por inflamabilidad para AIRE ACONDICIONADO

Usamos las siguientes fórmulas:

Para refrigerantes 2L superen el valor  $m_1 \times 1,5$

Para refrigerantes 2 o 3 superen el valor  $m_1$

Donde:

$M1 = 4 \times LII$

Ejemplos de LII: R-32 (0,307kg/m<sup>3</sup>) R-600a (0,043kg/m<sup>3</sup>):

R-32 ==>  $4 \times LII \times 1,5 = 1,84\text{kg}$

R-600a ==>  $4 \times LII = 0,172\text{ kg}$

#### LA CARGA MAXIMA PARA UN LOCAL SE CALCULA:

$$m_{max} = 2,5 * \sqrt[4]{LII^5} * h_0 * \sqrt{A}$$

#### LA SUPERFICIE MÍNIMA PARA UN EQUIPO SE CALCULA:

$$A_{min} = \left( \frac{m}{2,5 * \sqrt[4]{LII^5} * h_0} \right)^2$$

Donde:

m: carga refrigerante (kg)

A: área recinto (m<sup>2</sup>)

LII: Limite inferior inflamabilidad (kg/m<sup>3</sup>)

ho: altura(m)

0,6 unidades suelo

1,8 unidades pared

1.0 ventana

2,2 techo o cassette

## APLICACION PARA MOVIL F-Gas AREA

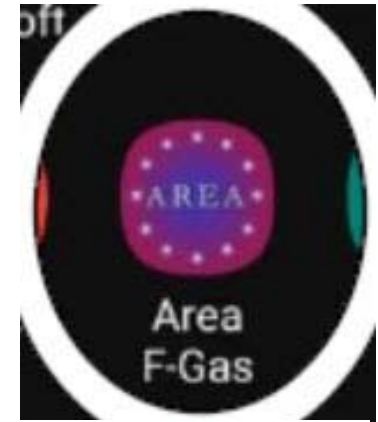


Calculadora de toneladas equivalentes de CO2 para determinar la frecuencia del control de fugas

- ✓ Refrigerante
- ✓ PCA
- ✓ Carga (kg)

ABRIR CALCULADORA

*Calculas los periodos de revisiones de fugas para equipos y datos para etiquetas de equipos*



Calculadora de límites de seguridad según la norma EN378

- ✓ Volumen del recinto incluido el techo
- ✓ Carga (Kg)
- ✓ Tipo de refrigerante

ABRIR CALCULADORA

*Verificamos si podemos instalar un equipo en función del local y dimensiones*

**FEMPA**  
FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MOVILIDAD

Contiene gases fluorados de efecto invernadero

Designación comercial:  PCA

Designación (Química):

**Kg** **Tn CO2**

1 =

2 =

1 + 2 =

☐ Sellado herméticamente (si procede)

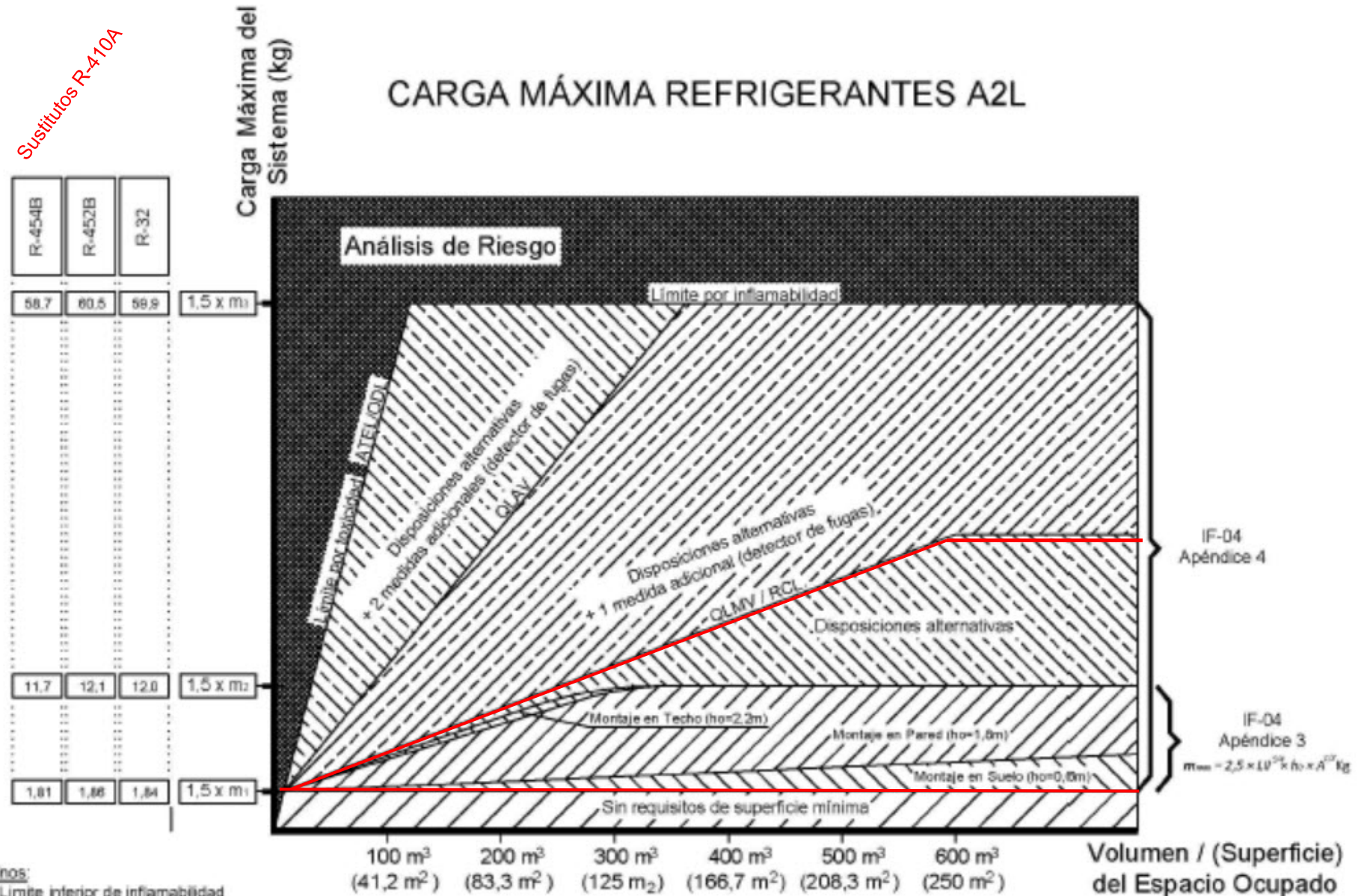
No liberar a la atmósfera



# Nuevos refrigerantes de bajo PCA100 nuevos cambios normativos RD 552/2019

Sustitutos R-410A

## CARGA MÁXIMA REFRIGERANTES A2L



### Términos:

- LIL: Límite inferior de inflamabilidad
- ho: Factor de altura
- QLMV: Carga límite con mínima ventilación
- RCL: Límite concentración refrigerante
- QLAV: Carga límite con ventilación adicional
- ATEL: Exposición la toxicidad aguda
- ODL: Privación de oxígeno

### Factores de Tope

- m<sub>1</sub> = 4 x LIL
- m<sub>2</sub> = 26 x LIL
- m<sub>3</sub> = 130 x LIL

## Apendice 4. Alternativa para la gestión del riesgo de refrigeración situados en espacios ocupados



## Apendice 5. Aplicación práctica tablas A y B del apéndice 1 de esta instrucción