



1.	INTRODUCCIÓN	01
2.1 2.2	ÁMBITO DE APLICACIÓN . QUEDAN EXCLUIDOS DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN . EN LOS SIGUIENTES CASOS, ÚNICAMENTE SERÁ DE APLICACIÓN EL TÍCULO 21.6 (REFERENTE A DOCUMENTACIÓN)	01
3.	FECHAS DE APLICACIÓN	02
4.1	SISTEMA COMPACTO Y SEMICOMPACTO (O PARTIDO) . SISTEMA SEMICOMPACTO O PARTIDO	02
5.	CLASIFICACIÓN DE REFRIGERANTES (NUEVA CATEGORÍA 2L)	03
6.1	CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN . SEGÚN EL MÉTODO DE INTERCAMBIO DE CALOR . SEGÚN EL EMPLAZAMIENTO	04
7.	CLASIFICACIÓN DE LOS LOCALES	05
8. FRIGO	CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES FRIGORÍFICAS Y DE LAS EMPRESAS RISTAS	05
9.	ÁMBITO DE ACTUACIÓN DE LAS EMPRESAS FRIGORISTAS	07
10.	OBLIGACIONES DE LOS TITULARES DE LAS INSTALACIONES FRIGORÍFICAS	07
11. 11. 11.	MÁXIMA CARGA DE REFRIGERANTE ADMISIBLE EN UN SISTEMA 1.MÉTODO DE CÁLCULO (IF-04, APÉNDICE 2) 2.EJEMPLO PRÁCTICO APLICADO A CHILLERS DE R-290 3.NUEVOS LÍMITES DE CARGA EN SISTEMAS DE EXPANSIÓN DIRECTA	07 08 09
12.	SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN INDIRECTOS	11
13.	OTRAS NOVEDADES DEL NUEVO ENTORNO REGLAMENTARIO	12
14.	CONCLUSIONES	12
15.	BIBLIOGRAFÍA	13



PRINCIPALES IMPLICACIONES DEL NUEVO REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA INSTALACIONES FRIGORÍFICAS (RSIF'2019)

Antonio González Cobo Jefe de Producto INTARCON

1. Introducción

El pasado 27 de septiembre de 2019, se aprobaba el nuevo RSIF'2019⁽¹⁾, el cual sustituye y deroga al anterior RSIF'2011⁽²⁾. El texto completo de dicho reglamento, así como sus instrucciones técnicas complementarias, fue publicado un mes más tarde en el <u>BOE nº 256</u>, y al día siguiente, se publicaba una <u>corrección de erratas</u>⁽³⁾ donde se muestran una serie de imágenes que no eran visibles en la edición del citado reglamento.

Este nuevo RSIF'2019 surge de la necesidad de adaptar la normativa española en materia de seguridad en instalaciones frigoríficas al actual marco normativo europeo, intentando homogeneizarse con la Norma EN 378⁽⁴⁾, así como para poder ajustarla a las cada vez más estrictas exigencias medioambientales y de eficiencia energética. Junto con el reglamento F-Gas⁽⁵⁾, aprobado en abril de 2014, el nuevo RSIF'2019 marca el claro propósito de las administraciones española y europea de fomentar alternativas a los actuales gases fluorados y, por tanto, poder minimizar el impacto medioambiental.

2. Ámbito de aplicación:

Se aplicará a las "instalaciones frigoríficas de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones y mantenimiento de éstas y de las ya existentes".

2.1. Quedan excluidos del ámbito de aplicación:

- a) Instalaciones frigoríficas correspondientes a medios de transporte aéreo, marítimo y terrestre (se regirán por las normas de seguridad internacionales y nacionales aplicables).
- b) Sistemas secundarios utilizados en instalaciones de climatización para condiciones de bienestar térmico de las personas en los edificios (se regirán por el RITE⁽⁶⁾).
- c) Los sistemas de refrigeración compactos (sistemas de acondicionamiento de aire portátiles, frigoríficos y congeladores domésticos, etc.) con carga de refrigerante inferior a:

GRUPO	CARGA				
L1	< 2,5 kg				
L2 (excepto A2L) y L3	< 0,5 kg				
A2L	< 6 m3 · LII				
LII = Límite inferior de inflamabilidad (IF-02, Apéndice 1, Tabla A)					

2.2. En los siguientes casos, únicamente será de aplicación el artículo 21.6 (referente a documentación):

- a) Instalaciones por absorción que utilizan BrLi-Agua.
- b) Sistemas de refrigeración no compactos con carga inferior a:

GRUPO	CARGA		
L1	< 2,5 kg		
L2 (excepto A2L) y L3	< 0,5 kg		
A2L	< 6 m3 · LII		
LII = Límite inferior de inflamabilidad (IF-02, Apéndice 1, Tabla A)			



NOTAS:

- La exclusión de los sistemas mencionada en los apartados 3.1.c) y 3.2.b), no significa que el conjunto de la instalación esté excluido de la aplicación del RSIF en cuanto a las condiciones de diseño, seguridad y comunicación a la administración.
- Se regirán por la IF-20 las instalaciones de sistemas indirectos cerrados cuyo circuito primario esté formado por equipos compactos y cuyo circuito secundario utiliza únicamente agua como fluido caloportador, siempre que el instalador no manipule, para su instalación, el circuito refrigerante.

3. Fechas de aplicación:

- 25/10/2019 ⇒ Entrada en vigor para nuevas instalaciones con refrigerantes A2L.
- 02/01/2020 ⇒ Entrada en vigor para los demás casos de aplicación.
- 01/01/2023 ⇒ Fecha límite para inscribir en Industria una instalación existente que no estuviera inscrita con anterioridad a este reglamento.

4. Sistema compacto y semicompacto (o partido)

Al igual que el anterior reglamento, el nuevo RSIF hace una diferenciación inequívoca de lo que se considera un sistema de refrigeración **compacto**, **semicompacto o partido**, o ejecutado *in* **situ**.

La característica diferenciadora en la que se basa el reglamento para definir estos conceptos no es otra que la necesidad o no de realizar uniones de partes que contengan refrigerante, mediante válvulas de interconexión o pequeños tramos de tubería frigorífica. Se deja así de relieve la importancia que se da al control sobre la manipulación de gases refrigerantes en las instalaciones frigoríficas, y por consiguiente a la reducción de la probabilidad de que se produzcan fugas a la atmósfera.

4.1. Sistema semicompacto o partido: "Sistema de refrigeración construido completamente en fábrica, sobre una bancada metálica o en una cabina o recinto adecuado; fabricado y transportado en una o varias partes y en el cual ningún elemento conteniendo fluido frigorígeno sea montado in situ, salvo las válvulas de interconexión y pequeños tramos de tubería frigorífica".

Por ejemplo, un equipo de refrigeración compuesto por una unidad motocondensadora y una unidad evaporadora que incluya sus correspondientes válvulas de servicio constituye un sistema de refrigeración semicompacto según lo definido por el presente reglamento, ya que, sólo es necesario el montaje de las tuberías de interconexión frigorífica entre unidades en el lugar de la instalación para constituir un circuito frigorífico cerrado.

4.2. Sistema compacto: "Sistema semicompacto que ha sido montado, cargado para ser utilizado y probado antes de su instalación y que se instala sin necesidad de conectar partes que contengan refrigerante. Un equipo compacto puede incluir uniones rápidas o válvulas de cierre montadas en fábrica".

Como ejemplos de estos sistemas encontramos los equipos de refrigeración compactos de pared o de techo, puerta o intemperie.



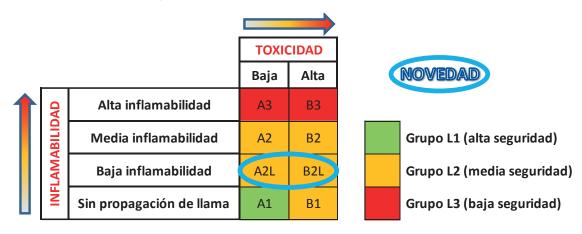


Equipos compactos

Equipos semicompactos

A diferencia de los anteriores, un **sistema ejecutado** *in situ* será aquel sistema no compacto que no se puede considerar semicompacto. Esto es, aquel sistema formado por varias partes que se interconexionan entre sí para formar un circuito frigorífico cerrado de modo que, además de las tuberías frigoríficas, se montan en el lugar de la instalación otros elementos tales como batería condensadora remota, recipiente de líquido, filtro deshidratador, visor de líquido, válvula de expansión y otros elementos que puedan formar parte de un sistema frigorífico.

5. Clasificación de refrigerantes (NUEVA CATEGORÍA 2L)



Con respecto al reglamento anterior, vemos que ahora aparece como principal novedad una *nueva categoría 2L* (A2L y B2L) para los gases ligeramente inflamables, que cumplirán con los requisitos del grupo L2 pero además tienen una "*velocidad de propagación de la llama en aire seco inferior a 10 cm/s*".

Dentro de la categoría 2L tenemos:

- A2L: R-32; R-143a; R-1234yf; R-1234ze; R-444A; R-444B; R-445A; R-446A; R-447A; R-451A; R-451B; R-452B; R-454A; R-454B; R-454C y R-455A
- B2L: R-717



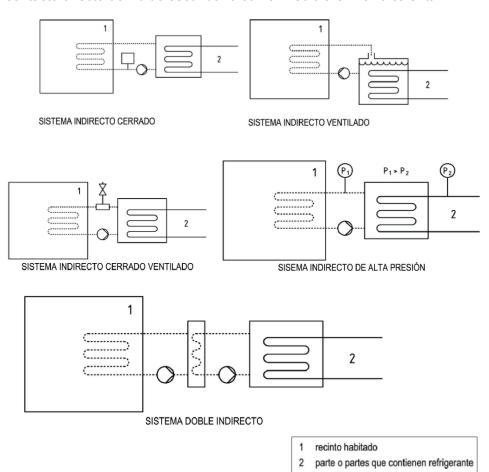
6. Clasificación de los sistemas de refrigeración

6.1. Según el método de intercambio de calor

a) Sistemas directos: Evaporador o condensador en contacto directo con el medio que se enfría o calienta, o sistemas en los que el fluido de transferencia de calor está en contacto directo con partes del circuito primario que contienen refrigerante y el circuito secundario está abierto a un espacio ocupado.



b) **Sistemas indirectos**: Evaporador o condensador situado fuera del local donde se extrae o cede calor al medio a tratar; enfriando o calentando un fluido secundario, sin contacto directo del fluido secundario con el medio a enfriar o calentar.



www.intarcon.es



6.2. Según el emplazamiento

- **Tipo 1**: Todas las partes que contengan refrigerante situadas en un espacio ocupado por personas.
- **Tipo 2**: Compresores, recipientes y condensadores situados en una sala de máquinas no ocupada por personas o al aire libre. Enfriadores, tuberías y válvulas pueden estar situados en espacios ocupados.
- **Tipo 3**: Todas las partes que contengan refrigerante situadas en una sala de máquinas no ocupada por personas o al aire libre.
- **Tipo 4**: Todas las partes que contienen refrigerante situadas en el interior de una envolvente ventilada.

7. Clasificación de los locales

Comparando el actual reglamento con el anterior RSIF'2011, podemos ver que las antiguas categorías "A" y "B", ahora en el nuevo RSIF'2019 se unifican como "Categoría A", pasando por tanto de 4 a 3 categorías de locales.

"Los locales (<u>recintos, edificios o parte de edificios</u>) en los que se ubican las instalaciones frigoríficas se clasifican en las categorías siguientes:"

- Categoría A (acceso general): Las personas tienen limitada su capacidad de movimiento, no se controla el número de personas presentes y puede acceder cualquier persona sin que tenga que conocer las precauciones de seguridad requeridas.
- Categoría B (acceso supervisado): Aforo limitado de personas, algunas de las cuáles deben conocer las precauciones generales de seguridad requeridas del establecimiento, principalmente ubicación de salidas de emergencia y zonas de paso.
- Categoría C (acceso autorizado): Solo tienen acceso personas autorizadas, que conozcan las precauciones de seguridad generales y específicas del establecimiento, principalmente la ubicación de salidas de emergencia y zonas de paso, y en los que se desarrollan actividades de fabricación, procesamiento o almacenamiento de materiales o productos.

NOTAS:

- "En caso de que el acceso a los locales se realice por una entrada principal y un vestíbulo común, todos los locales se considerarán incluidos en la categoría que imponga las prescripciones más restrictivas."
- 2. "Las salas de máquinas específicas, las cámaras frigoríficas y las azoteas con acceso restringido o en propiedades privadas totalmente en el exterior en las que se instalen únicamente equipos compactos, no se considerarán como locales a los efectos de establecer la carga máxima de refrigerante en las instalaciones frigoríficas."

8. Clasificación de las instalaciones frigoríficas y de las empresas frigoristas

El presente reglamento sigue estableciendo una clasificación de las empresas frigoristas basándose en el tipo de instalaciones frigoríficas que pueden ejecutar, poner en servicio, mantener, reparar, modificar y desmantelar.

Como aclaración, indicar que el reglamento denomina "instalaciones frigoríficas" a las instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí que tengan en común alguno de los siguientes elementos:

- a) Equipos ubicados en una misma sala de máquinas o que atienden a un mismo espacio, cómo cámaras frigoríficas, salas de proceso, etc.
- b) Circuito de condensación.



Se establecen dos niveles de instalaciones frigoríficas (en función del riesgo potencial) y, a su vez, dos niveles de empresas frigoristas. En la siguiente tabla se muestran las diferencias entre cada uno de los dos niveles, existiendo algunas diferencias respecto al antiguo RSIF'2011:

	NIVEL 1	NIVEL 2
Composición de la instalación	No podrán dar servicio a cámaras de atmósfera artificial y deberán usar refrigerantes del grupo L1, cumpliendo además alguna de estas dos condiciones: a) Potencia instalada en compresores por cada sistema ≤ 30 kW y ∑Potencias instaladas de todos los sistemas ≤ 100 kW b) Chillers con condensador incorporado de cualquier potencia	Cumplirán alguna de las siguientes condiciones: a) Potencia instalada en compresores por cada sistema > 30 kW b) ∑Potencias instaladas de todos los sistemas > 100 kW c) Enfríen cámaras de atmósfera artificial d) Usen refrigerantes de los grupos L2 o L3
Requisitos de la empresa frigorista	 Documentación que la identifique como empresa frigorista Contar, a lo largo de toda la vida de la empresa, al menos con un instalador frigorista Nivel 1 en plantilla, o que uno de los socios sea instalador Nivel 1 Tener suscrito seguro de responsabilidad civil por importe mínimo de 300000 € por siniestro Disponer de un plan de gestión de residuos Disponer de los medios técnicos que indica la IF-13 	Además de los 5 requisitos exigibles a una empresa frigorista Nivel 1, deberán: 1. Contar, a lo largo de toda la vida de la empresa, al menos con un técnico titulado competente en plantilla, o que uno de los socios posea dicha titulación 2. Tener suscrito seguro de responsabilidad civil por importe mínimo de 900000 € por siniestro
Documentación técnica previa a la ejecución de la instalación	Memoria técnica suscrita por instalador frigorista o técnico titulado competente	Proyecto suscrito por técnico titulado competente, o en el caso de instalaciones con refrigerantes A2L que puedan ser realizadas por instaladoras Nivel 1, sólo precisarán una memoria
Documentación a presentar por el titular, una vez finalizada la instalación y realizadas las pruebas de idoneidad, antes de la puesta en servicio	1. Memoria técnica de la instalación realmente ejecutada 2. Certificado de la instalación suscrito por la empresa frigorista/RITE (acorde con la IF-10) 3. Declaraciones de conformidad de los equipos a presión, del sistema de tuberías y de los accesorios de seguridad o presión 4. Declaraciones de conformidad CE según sea: a) Equipos compactos: CE de la instalación como conjunto b) Resto de equipos: CE de todos los equipos a presión incluidas las tuberías cuando resulte de aplicación	 Para instalaciones con refrigerantes A2L que hayan sido ejecutadas por instaladores Nivel 1 o RITE: Memoria técnica de la instalación ejecutada Análisis de riesgo de la instalación Certificado de la empresa frigorista Certificado de la instalación suscrito por la empresa frigorista Certificado de la instalación eléctrica, incluyendo la parte correspondiente a la instalación frigorifica Declaraciones de conformidad de los equipos a presión, del sistema de tuberías y de los accesorios de seguridad o presión Contrato de mantenimiento con una empresa instaladora frigorista Declaraciones de conformidad CE según sea: a) Equipos compactos: CE de la instalación como conjunto b) Resto de equipos: CE de todos los equipos a presión incluidas las tuberías cuando resulte de aplicación Para el resto de instalaciones de Nivel 2: Proyecto de la instalación realmente ejecutada Certificado de la instalación suscrito por la empresa frigorista y el director de la instalación suscrito por la empresa frigorista y el director de la instalación Certificado de instalación eléctrica, que debe incluir la parte correspondiente a la instalación frigorifica Declaraciones de conformidad de los equipos a presión, del sistema de tuberías y de los accesorios de seguridad o presión Póliza del seguro de responsabilidad civil del titular de la instalación Contrato de mantenimiento con una empresa instaladora frigorista Declaraciones de conformidad CE según sea: a) Equipos compactos: CE de la instalación como conjunto b) Resto de equipos: CE de todos los equipos a presión incluidas las tuberías cuando resulte de aplicación
Libro de registro	"El titular conservará a disposición de la administración c estar debidamente puesto al día por la empresa frigorista	competente el libro de registro del sistema de refrigeración que deberá a responsable del mantenimiento de la instalación."

- Se define como potencia instalada, en el caso de motocompresores herméticos o semiherméticos, la máxima potencia consumida por el motor de accionamiento en el campo de las condiciones de aspiración y descarga permitidos por el fabricante.
- La instrucción técnica complementaria IF-13 indica los medios técnicos mínimos necesarios de los que debe disponer una empresa frigorista en función del nivel al que pertenece.

"No obstante lo anterior, las instalaciones formadas por sistemas indirectos cuyo circuito primario esté formado por equipos compactos, sea cual sea el refrigerante utilizado, se considerarán de Nivel 1 en cuanto a los requisitos que deben cumplirse para su instalación y estarán regidas por la IF-20."



9. Ámbito de actuación de las empresas frigoristas

Las empresas frigoristas solo podrán actuar en instalaciones correspondientes al nivel para el que se encuentren habilitadas o instalaciones de un nivel inferior.

Como excepción, los equipos que utilicen fluidos A2L podrán ser instalados, mantenidos y desmontados por empresas frigoristas de Nivel 1 y, en el caso de instalaciones frigoríficas que formen parte de una instalación térmica incluida en el ámbito de aplicación del RITE, por empresas instaladoras o mantenedoras de instalaciones térmicas en edificios, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que la instalación no tenga sistemas con una potencia eléctrica instalada en los compresores superior a 30 kW, o que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos, de todos los sistemas, no exceda de 100 kW y no enfríe ninguna cámara de atmosfera artificial.
- 2) Que disponga de los medios técnicos necesarios y especificados en la IF-13 para este grupo de refrigerantes.

10. Obligaciones de los titulares de las instalaciones frigoríficas

En instalaciones de Nivel 2:

- "Los titulares deberán tener suscrito un contrato de mantenimiento de la misma con una empresa frigorista de su nivel o con una empresa instaladora de nivel 1 que satisfaga los requisitos exigibles para la clase A2L, en caso de usar estos refrigerantes."
- Con refrigerantes L2 y L3: Los titulares deberán contratar un seguro de responsabilidad civil que cubra los riesgos que pudieran derivarse de la instalación, con cuantía mínima de 500000 €.

Quedan exentos de contratar seguro las instalaciones con refrigerantes A2L que cumplan las siguientes condiciones:

- No sobrepasen los límites máximos de carga conforme a las tablas A y B del Apéndice 1 de la IF-04
- No requieran medidas de protección específicas según el análisis de riesgos, distintas a las medidas adicionales incluidas en el Apéndice 4 de la IF-04

11. Máxima carga de refrigerante admisible en un sistema

Otra gran novedad de este reglamento es que establece un nuevo método de cálculo para estimar la carga máxima de refrigerante admisible en un sistema de refrigeración.

El nuevo cálculo de carga máxima es significativamente más complejo que el del anterior reglamento de seguridad. Ahora, la carga máxima se determina por menor valor admisible por la toxicidad del refrigerante por un lado y por su inflamabilidad por otro, y en función del volumen del local ocupado más pequeño y de la ubicación del sistema de refrigeración.

En general el criterio de la toxicidad exige que la concentración de refrigerante en el aire, en el caso de fuga de la carga de la instalación en local más pequeño de ocupación pública, no sobrepase el límite de toxicidad. Para refrigerantes del tipo B, de alta toxicidad, se establecen además valores máximos absolutos de carga en función de la ubicación del sistema.

Por su parte el criterio general de la inflamabilidad exige que la concentración de refrigerante en el aire no sobrepase el 20% del límite inferior de inflamabilidad. Se establece además unos límites máximos en función de la clase de inflamabilidad del refrigerante y la ubicación del sistema.

Para aplicaciones de climatización de confort, el nuevo reglamento introduce además un método que permite una mayor carga máxima en función de la altura de instalación del aparato.



Finalmente, para refrigerantes de la clase A2L se propone un método alternativo para la gestión del riesgo en locales ocupados, que permite aumentar aún más la carga máxima admisible, con el cumplimiento de ciertos requisitos de seguridad.

En el siguiente apartado se desarrolla el método de cálculo de la carga máxima admisible del sistema de refrigeración, aunque en INTARCON hemos elaborado la siguiente aplicación que facilita enormemente dicho cálculo. Disponible en https://intarcon.calcooling.com/#loadlimit

11.1. Método de cálculo (IF-04, Apéndice 2)

1. Recopilar la siguiente información:

- a) Clasificar tanto el sistema como el local:
 - Clasificar sistema según su emplazamiento (artículo 6.2): Tipo 1, 2, 3 o 4.
 - Clasificar el local según su accesibilidad (artículo 7): Categoría A, B o C.
- b) Para el refrigerante utilizado, determinar en la Tabla A del Apéndice 1 de la IF-02:
 - Categoría de toxicidad (A o B): 1^{er} carácter del campo "Clase de seguridad".
 - Clase de inflamabilidad (1, 2L, 2 o 3): 2º y 3er carácter del campo "Clase de seguridad".
 - LII: Límite inferior de inflamabilidad (kg/m³)
 - Límite de toxicidad (kg/m³): Mayor valor entre ATEL/ODL y "Límite Práctico".

2. Determinar la carga máxima, como la menor entre la "carga máxima basada en la toxicidad" y la "carga máxima basada en la inflamabilidad":

("Para determinar la carga máxima de refrigerante con refrigerantes de la categoría de inflamabilidad 1, no es aplicable.")

a) Carga máxima basada en la toxicidad, será la mayor de:

- i. 20 m³ multiplicados por la carga máxima para toxicidad con sistemas de refrigeración sellados herméticamente.
- ii. 150 g para sistemas de refrigeración herméticamente sellados que utilicen refrigerantes de la clase de toxicidad A.
- iii. Carga máxima a partir de la tabla A del Apéndice 1 de la IF-04:

CATEGORÍA	CATEGORIA DEL LOCAL POR ACCESIBILIDAD		TIPO DE UBICACIÓN DE LOS SISTEMAS			
DE TOXICIDAD			1	2	3	4
	A		Límite toxicidad x volun apéndice 4	nen del local o		
	В	Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos	Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4			
Α		Otros	Sin límites de carga (a)	Sin límites de carga	Sin límites de carga (a)	
	С	Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos	Límite toxicidad x volumen del local o apéndice 4	(a)		Los requisitos de carga por toxicidad
		Otros	Sin límites de carga (a)			
	A		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			tendrán que evaluarse según las categorías de los locales por ubicación
		Plantas superiores sin salidas de emergencia o sótanos	Límite de toxicidad x volumen del local	Carga máx. 25 kg (a)		de los sistemas 1,2 3 dependiendo de ubicación de la
В	В	Densidad de personal inferior a 1 persona por 10m ²	Carga máx. 10 kg	Sin límites de carga (a)	Sin límites de carga (a)	envolvente ventilad
		Otros		Carga máx. 25 kg (a)		
	С	Densidad de personal inferior a 1 persona por 10m ²	Carga no mayor de 50 kg (a) y salidas de emergencia existentes.	Sin límites de carga		
		Otros	Carga máx. 10 kg (a)	Carga máx. 25 kg (a)		



b) Carga máxima basada en la inflamabilidad, será la mayor de:

- m1 x 1,5 para sistemas de refrigeración herméticamente sellados utilizando la categoría de inflamabilidad 2L.
- m1 para sistemas de refrigeración herméticamente sellados, utilizando la ii. categoría de inflamabilidad 2 y 3.
- iii. 150 g para sistemas de refrigeración herméticamente sellados.
- Carga máxima a partir de la tabla B del Apéndice 1 de la IF-04: iv.

Categoría de	Categoría	del local por acc	esibilidad	d Tipo de ubicación de los sistemas				
inflamabilidad				1		2	3	4
	Α	Confort humano		Según apéndice 3 pero no según apéndice 4 pero no s	superior a	a m³ ^b x1,5		
	ť	Otras aplicacion	es	20% x LII x volumen del loc 1,5 o según apéndice 4 y r				
		Confort humano		Según apéndice 3 pero no según apéndice 4 pero no				
2L	В	Otras aplicacion	es	20% x LII x volumen del local pero no más de m2ª x 1,5 o según apéndice 4 y no superior a m3b x 1,5	local y r	LII x volumen del no más de 25 kg° n apéndice 4 pero s de m ₃ bx 1,5	Sin límite de	Carga de refrigerante no superior a m ₃ ºx1,5
		Confort humano		Según apéndice 3 pero no según apéndice 4 pero no			cargaº	
	С	Otras aplicacion	es	20% x LII x volumen del local pero no más de m2ª x 1,5 o según apéndice 4 y no superior a m3b x 1,5	local y r según a	Il x volumen del no más de 25 kg o apéndice 4 pero s de m ₃ bx 1,5		
		Inferior a 1 perso cada 10 m ²	ona por	20% del LII x volumen del local y no más de 50 kg° o según apéndice 4 y no más de m ₃ b x 1,5	Sin lími	ites de carga º		
	Α	Confort hu	mano	Según apéndice 3 pero no	más de r	m ₂ a		
	A Otras aplicaciones		ciones	20% x LII x volumen del local pero máximo m2ª				
	В	Confort hu	mano	Según apéndice 3 pero no más de m ₂ ^a				
	Ь	Otras aplica	aciones	20% x LII x volumen del loc	20% x LII x volumen del local pero máximo m2ª		Sin restricciones	Carga de
2		Confort hu	mano	Según apéndice 3 pero no más de m2ª		c	refrigerante no	
			Sótanos	20% x LII x volumen del loc	cal pero r	máximo m ₂ ª		superior a m ₃ b
	С	Otras aplicaciones	Plantas superiores	20% del LII x volumen del li pero máx 10 kg°	VC	0% del LII x olumen del local ero máx 25 kg°		
a) m ₂ = 26 m ³ x b) m ₃ = 130 m ³ x								

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

Categoría de	Coton	tagaría dal lacal per accacibilidad		Tipo de ubicación de los sistemas			
nflamabilidad	flamabilidad Categoría del local por accesibilidad		1	2	3	4	
		Confort humano		Según apéndice 3 y no o 1,5 kg	Según apéndice 3 y no más del valor mayor de may		
	А	Otras aplicaciones	En sótanos Sobre nivel	local y no más de 1kg Solo sistemas sellados	s 20% x LII x volumen del	No más de 5kg ^c	
		Confort huma	terreno no	local y no más de 1,5kg Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m ₂ o 1,5 kg			
3	В	Otras	En sótanos	20% del LII por volumen del local y no más de 1 kgª No más de kgc		No más de 10 kgc	refrigerante no
		aplicaciones	Sobre nivel terreno	20% del LII por volume 2,5kg	en del local y no más de	mayor de i	
		Confort humano		Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m ₂ o 1,5 kg			
	С	C Otras	En sótanos	20% del LII por volumen del local y no más de 1 kgc		Sin restricciones c	
		aplicaciones	Sobre nivel	20% x LII x volumen del local y no más de 10 kg°	20% x LII x volumen del local y no más de 25 kg°	restrictiones	

 $(m1 = 4m^3 \times LII ; m2 = 26 m^3 \times LII ; m3 = 130 m^3 \times LII)$

11.2. Ejemplo práctico aplicado a Chillers de R-290

En cuanto al tipo de sistema, quizá lo más habitual en un Chiller sea que el emplazamiento del sistema pueda ser:

- Tipo 3: "Todas las partes que contienen refrigerante situadas en una sala de máquinas no ocupada o al aire libre."
- Tipo 4: "Todas las partes que contienen refrigerante situadas en el interior de una envolvente ventilada." Consideraremos para este ejemplo que la envolvente ventilada estará ubicada en una sala de máquinas no ocupada.



En cambio, podemos considerar que un Chiller podría ser instalado en cualquier categoría de local: **A** (general), **B** (acceso supervisado) o **C** (acceso autorizado).

Consultando la Tabla A del Apéndice 1 de la IF-02, para el R-290 obtenemos:

- Categoría de toxicidad: A (baja toxicidad)
- Clase de inflamabilidad: 3 (muy inflamable)
- Límite inferior de inflamabilidad (LII): 0,038 kg/m³
- Límite de toxicidad = 0,09 kg/m³ (ATEL/ODL = 0,09 kg/m³, Límite Práctico = 0,008 kg/m³)
- a) Carga máxima basada en toxicidad, la mayor de:
 - i. $20 \text{ m}^3 \text{ x } 0.09 \text{ kg/m}^3 = 1.8 \text{ kg}$
 - ii. 150 g
 - iii. Carga máxima a partir de la tabla A del Apéndice 1 de la IF-04:

		TIPO DE SISTEMA				
		Tipo 3	Tipo 4			
RÍA AL	Α		Sin límite de carga			
TEGORÍA EL LOCAL	В	Sin límite de carga	(se ha considerado que la envolvente ventilada estará ubicada en una sala			
CA.	С		de máquinas no ocupada)			

Por tanto, la carga máxima basada en toxicidad es "Sin límite de carga" para los tipos de locales y sistemas considerados.

b) Carga máxima basada en la inflamabilidad, la mayor de:

- i. $m1 = 4 \text{ m}^3 \text{ x } 0.038 \text{ kg/m}^3 = 0.152 \text{ kg}$
- ii. 150 g
- iii. Carga máxima a partir de la tabla B del Apéndice 1 de la IF-04:

		TIPO DE SISTEMA		
		Tipo 3	Tipo 4	
RÍA AL	Α	5 kg		
CATEGORÍA DEL LOCAL	В	10 kg	4.94 kg	
	С	Sin restricciones		

Por tanto, la carga máxima basada en inflamabilidad será la indicada en la tabla anterior, en función de la categoría del local y del tipo de sistema.

Concluyendo, la carga máxima admisible en un Chiller de R-290 será la indicada en la tabla siguiente, calculada como la condición más restrictiva entre los apartados a) y b) anteriores:

		TIPO DE SISTEMA		
		Tipo 3	Tipo 4	
RÍA AL	Α	5 kg		
EGOI	В	10 kg	4.94 kg	
CAT	С	Sin límite de carga		



11.3. Nuevos límites de carga en sistemas de expansión directa

El reglamento europeo de gases fluorados impone a partir de 2022 fuertes limitaciones al uso de refrigerantes HFC en centrales de expansión directa y aplicaciones de refrigeración comercial. En efecto, a partir de 40 kW de potencia frigorífica, sólo podrá utilizarse en este supuesto los refrigerantes con Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) inferior a 150.

El nuevo reglamento de Seguridad abre nuevas alternativas a las limitaciones sobre los HFC. Por ejemplo, una instalación frigorífica en un supermercado con una central de expansión directa con el nuevo refrigerante R-454C, de clase A2L, podría contener hasta 56 kg de refrigerante, lo que en la práctica equivaldría tan solo a una potencia frigorífica total de entre 20 y 30 kW. Por su parte, la utilización de un sistema de $\rm CO_2$ en un supermercado permitiría aproximadamente una carga máxima de refrigerante de 200 kg por cada 1000 m² de superficie de local.

Los límites anteriores podrán excederse si se incluyen medidas adicionales de seguridad, tales como aberturas de ventilación natural o sistemas de ventilación mecánica, válvulas de cierre activadas por detectores de fugas, o sistemas de alarma.

12. Sistemas de refrigeración indirectos

En ocasiones, cuando la instalación frigorífica a realizar es de cierta envergadura, puede que la opción más ventajosa ya no sea el tradicional sistema de expansión directa. Las exigencias del nuevo reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, la nueva y necesaria concienciación medioambiental y por supuesto, el cada vez más desorbitado precio que están alcanzando algunos gases fluorados nos invitan a considerar otros sistemas de refrigeración alternativos.

Como alternativa a tener en cuenta y justificada por criterios de seguridad y continuidad del servicio, encontramos en el mercado **sistemas de refrigeración indirectos cerrados** donde el refrigerante primario sería gas fluorado confinado dentro de una máquina compacta y el refrigerante secundario puede, por ejemplo, ser **aqua glicolada**.

Ciertamente, un sistema de refrigeración indirecto presenta algunas desventajas con respecto a un sistema de expansión directa. Una puede ser una inversión inicial en equipos ligeramente superior, aunque este aspecto puede quedar compensado en gran parte con el menor coste de ejecución de un circuito hidráulico con respecto a un circuito frigorífico. Otra desventaja puede ser una eficiencia energética algo inferior en un sistema indirecto con respecto a uno directo. Esto se debe a que para desarrollar una determinada potencia frigorífica la potencia absorbida en un sistema indirecto será algo superior a la absorbida en un sistema directo debido a la energía consumida en el doble intercambio del primero.

Observado lo anterior, cabe destacar las importantes ventajas que puede tener un sistema de refrigeración indirecto:

- Este tipo de sistemas se considera compacto, con las ventajas que el mismo otorga a este tipo de sistemas.
- Según especifica el reglamento, "las instalaciones formadas por sistemas indirectos cuyo circuito primario esté formado por equipos compactos, sea cual sea el refrigerante utilizado, se considerarán de Nivel 1 en cuanto a los requisitos que deben cumplirse para su instalación y estarán regidas por la IF-20."
- Comparando el **TEWI** (Impacto Total Equivalente sobre el Calentamiento Atmosférico) de dos sistemas, uno directo y otro indirecto, de igual potencia frigorífica se observa que el impacto es muy inferior en un sistema indirecto debido a la menor carga de gas fluorado que contiene y a su mayor confinamiento.
- El elevado coste de los **gases fluorados**, supone un punto a favor de los sistemas indirectos. Por ejemplo, para una determinada instalación frigorífica de un tamaño considerable, el realizarla con un sistema directo puede suponer el tener que usar unas



cinco o seis veces más gas fluorado que en un sistema indirecto. Consecuentemente, el coste inicial de carga del sistema será también 5 ó 6 veces superior. Pero no hay que dejar de lado el perjuicio que una fuga puede causar en uno u otro sistema. Efectivamente, en un sistema indirecto la cantidad de refrigerante contenida es menor y la longitud de tuberías frigoríficas es infinitamente más reducida, lo que permite localizar y reparar más rápidamente una **fuga** y con una menor pérdida de refrigerante.

En conclusión, se puede decir que las **plantas enfriadoras de glicol** para refrigeración que se usan comúnmente para enfriar algún elemento dentro de un proceso productivo industrial, como por ejemplo, enfriamiento de aceite de maquinaria industrial, enfriamiento de líquidos alimentarios, etc. se pueden usar también para refrigerar cámaras de conservación o congelados y salas de manipulación en un sistema de refrigeración indirecto usando unidades terminales para el intercambio **agua-aire** con las ventajas que este tipo de sistemas tiene como se ha comentado anteriormente.



Plantas enfriadoras de agua glicolada para refrigeración con R-290

13. Otras novedades del nuevo entorno reglamentario

Es de destacar que el pasado mes de mayo de 2019, el <u>Comité Electrotécnico Internacional</u> (IEC), que regula la construcción de equipos de refrigeración comercial con grupo incorporado, anunciaba la revisión de la norma IEC 60335-2-89⁽⁷⁾ para aumentar a 500 gramos la carga máxima de refrigerante inflamable, como el R-290.

No sólo el reglamento IEC 60335-2-89 amplía de 150 a 500 g la carga admisible en equipos compactos comerciales o de grupo incorporado con R-290, sino que el nuevo Reglamento de Seguridad empezaría a aplicarse solo a partir de dicha carga, a partir de la cual la instalación pasaría a considerarse de Nivel 2. Con este nuevo límite se abre la oportunidad de desarrollo de equipos comerciales compactos y semicompactos que permite cubrir un práctico rango de potencias y aplicaciones.

14. Conclusiones

La entrada en vigor de este nuevo reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas va a potenciar más aún la instalación de sistemas indirectos formados por equipos compactos (chillers), sea cual sea el refrigerante, ya que se consideran de Nivel 1.

Por el contrario, se ven penalizadas las instalaciones de equipos compactos (excepto chillers) cuya potencia instalada por cada sistema supere los 30 kW o que la suma de las potencias instaladas de todos los sistemas supere los 100 kW, pues pasan a considerarse de Nivel 2, mientras que con el anterior reglamento se consideraban de Nivel 1.

La nueva creación de la categoría 2L de refrigerantes, abre la puerta al uso de refrigerantes ligeramente inflamables, considerados de media seguridad.



El método de cálculo de la carga máxima de refrigerante que puede contener un sistema de refrigeración es totalmente distinto al del anterior reglamento.

El nuevo límite de carga de 500 g (antes 150 g) para equipos compactos o de grupo incorporado con R-290 invita a los fabricantes de equipos frigoríficos al desarrollo de equipos comerciales compactos y semicompactos que permitiría cubrir un amplio rango de potencias y aplicaciones, quedando además dichos equipos fuera de la aplicación del actual RSIF'2019.

En vista del nuevo marco normativo, podemos afirmar que otra apuesta de futuro son las instalaciones con gases naturales, tales como el CO₂ (R-744) o amoniaco (R-717), los cuales son respetuosos con el medio ambiente (muy bajo PCA) y no han sido castigados por las nuevas limitaciones de carga establecidas en el presente reglamento de seguridad.

15. Bibliografía

- (1) Real Decreto 138/2011, de 4 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. (RSIF 2011).
- (2) Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias. (RSIF 2019).
- (3) Corrección de erratas del Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- (4) Norma Europea EN 378, la cual consta de cuatro partes, que abarcan las definiciones, el diseño (incluida la fabricación), la instalación (incluida la puesta en marcha) y el funcionamiento (incluidos los requisitos de mantenimiento).
- (5) Reglamento (UE) nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero. "Reglamento F-Gas".
- (6) Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- (7) Comité Electrotécnico Internacional (IEC 60335-2-89). Carga de refrigerante en mobiliario frigorífico.
- Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.
- Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo sobre las sustancias que agotan la capa de ozono.
- Real Decreto 1042/2013, de 27 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento del Impuesto sobre los Gases Fluorados de Efecto Invernadero. Ley 16/2013.
- Ley 6/2018, de 3 de julio, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2018. Artículo 85 (modificación del Real Decreto 1042/2013).