



tech 4 klima
one step beyond®

centauro



BOLETIM TÉCNICO TECHNICAL BULLETIN BOLETÍN TÉCNICO

REFRIGERANTES

REFRIGERANTS

REFRIGERANTES

Por / By / Por António Granjeira

R290 (Propano) e Refrigerantes Grupo A3 Conforme a EN378 (Elevada inflamabilidade)

R290, um refrigerante natural alternativo de futuro e com futuro?

O R290 possui um ODP de 0 e GWP de 3 encontrando-se em linha com o esforço da indústria para reduzir o impacto ambiental, direto e indireto, da indústria/setor da refrigeração e de ar condicionado.

O R290 num sistema frigorífico tem um caudal mássico baixo quando comparado com o R22 (cerca de 55% a 60%), trabalhando com:

Níveis de pressão equivalentes ao R22;

Capacidades equivalentes ao R22;

Temperaturas equivalentes ao R134a.

Existe legislação de segurança aplicável a sistemas com cargas inferiores ou iguais a 150 g, o que corresponde a aproximadamente 300/350 g de R22, nomeadamente normas de segurança elétrica:

IEC 60335-2-24 – Linhas brancas, frio doméstico – carga máxima de 150 g;

IEC 60335-2-34 – Compressores;

IEC 60335-2-89 – Armários frigoríficos BT e TN – carga máxima de 150 g;

IEC 60335-2-40 – Bombas de calor, ar condicionado e desumidificadores.

Não existem normas para sistemas com mais de 150 g, levando a que a maioria das aplicações esteja limitada a este valor. Existem tentativas de alargamento a “chillers” mas, e de acordo com a legislação geral de cada país no que respeita a fluidos com elevada inflamabilidade (grupo A3 conforme a EN378), de um modo geral têm de ser utilizados componentes à prova de chama e até mesmo em conformidade com a diretiva 94/9/EC (ATEX). Recomenda-se nestes casos, e até que exista legislação específica, solicitar a colaboração de uma entidade notificada independente tanto para o acompanhamento do projeto como para a formação e homologação de técnicos, instalação e assistência.

No que respeita a compressores abertos, é considerada zona de risco 1, sendo necessários componentes elétricos à prova de chama (flameproof). Compressores herméticos e semi-herméticos estão avaliados em zona de risco 2 – perigo ocasional e de curta duração.

R290 (Propane) and A3 Safety Group Refrigerants According to EN378 (Highly Flammable)

R290, an alternative natural refrigerant for the future but with a future?

R290 has no ODP and a value of 3 for GWP trying to meet the industry effort on reducing, direct and indirect, environmental impact on the refrigeration and air conditioning industry/sector.

In a cooling system, R290 has a low mass flow when compared to R22 (around 55% to 60%), working with:

Pressure levels equivalent to R22;

Capacities equivalent to R22;

Temperatures equivalent to R134a.

There are safety legislations applicable for systems operating with or less than 150 g, the equivalent of 300/350 g of R22, and some related to electrical safety norms:

IEC 60335-2-24 – White lines, domestic refrigeration – maximum charge of 150 g;

IEC 60335-2-34 – Compressors;

IEC 60335-2-89 – LT and NT cooling cabinets – maximum charge of 150 g;

IEC 60335-2-40 – Heat pumps, air conditioning and dehumidifiers.

There are no norms for systems with over 150 g, leading most applications to be limited to this value. There are some efforts in order to use R290 in chillers but, and according to the legislation of each country for highly flammable refrigerants (A3 group according to the EN378), in a general way, ignition proof components must be used and even be according the directive 94/9/EC (ATEX). In this cases it's recommended to ask for the collaboration of an external entity not only for the follow up of the project but also for the training and homologation of the technical staff, installation and assistance – at least until there is specific legislation for this cases.

When it comes to open compressors, it is considered zone risk 1, making it necessary to use electrical flameproof components. Hermetic and semi-hermetic compressors are evaluated under zone risk 2 – short period occasional danger.

R290 (Propano) y Refrigerantes Grupo A3 conforme con la EN378 (Elevada inflamabilidad)

¿R290, un refrigerante natural alternativo de futuro y con futuro?

El R290 posee un ODP de 0 y GWP de 3 encontrándose en línea con el esfuerzo de la industria para reducir el impacto ambiental, directo e indirecto, de la industria/sector de la refrigeración y de aire acondicionado.

O R290 en un sistema frigorífico tiene caudal mássico bajo cuando comparado con el R22 (cerca de 55% a 60%), trabajando con:

Niveles de presión equivalentes al R22;

Capacidades equivalentes al R22;

Temperaturas equivalentes al R134a.

Existe legislación de seguridad aplicable a sistemas con cargas inferiores o iguales a 150 g, lo que corresponde a aproximadamente 300/350 g de R22, nombradamente normas de seguridad eléctrica:

IEC 60335-2-24 – Líneas blancas, frio doméstico – carga máxima de 150 g;

IEC 60335-2-34 – Compresores;

IEC 60335-2-89 – Armarios frigoríficos BT y TN – carga máxima de 150 g;

IEC 60335-2-40 – Bombas de calor, aire acondicionado y deshumidificadores.

No existen normas para sistemas con más de 150 g, llevando a que la mayoría de las aplicaciones esté limitada a este valor. Existen tentativas de alargamiento a “chillers” pero, y de acuerdo con la legislación general de cada país no que respeta a fluidos con elevada inflamabilidad (grupo A3 conforme la EN378), de un modo general tiene de ser utilizados componentes a prueba de llama y hasta mismo en conformidad con la directiva 94/9/EC (ATEX). Recomendase en estés casos, y hasta que exista legislación específica, solicitar la colaboración de una entidad notificada independiente tanto para el acompañamiento del proyecto como para la formación y homologación de técnicos, instalación y asistencia.

En lo que respecta a compresores abiertos, es considerada zona de riesgo 1, siendo necesarios componentes eléctricos a prueba de llama (flameproof). Compresores herméticos y semi-herméticos están evaluados en zona de riesgo 2 – peligro ocasional y de corta duración.

Os regimes mais habituais de funcionamento em regime tropical (43 °C de temperatura ambiente) são:

The most common working conditions in “tropical” conditions (43 °C ambient temperature) are:

Los regímenes más habituales de funcionamiento en régimen tropical (43 °C de temperatura ambiente) son:

		Temperatura de evaporação Evaporation temperature Temperatura de evaporación	Temperatura de condensação Condensing temperature Temperatura de condensación	Temperatura do gás de aspiração Suction gas temperature Temperatura del gas de aspiración
Baixa temperatura Low temperature Baja temperatura	BT	-35°C	+50°C	+20°C
Média temperatura Normal temperature Média temperatura	TN	-10°C	+55°C	+20°C

Nestas condições podemos comparar e avaliar o desempenho de diferentes refrigerantes:

Under these circumstances it's possible to compare and evaluate the performance with different refrigerants:

En estas condiciones podremos comparar y evaluar el desempeño de diferentes refrigerantes:

	R134a	R404A	R600a	R22	R290
Pressão Pressure Presión	A	A	B	M	B
Rácio pressão (BT) Pressure ratio (LT) Proporción presión (BT)	A	B	M	A	M
Temperatura de descarga Discharge temperature Temperatura de descarga	M	B	B	B	B
Capacidade volumétrica Volumetric capacity Capacidad volumétrica	B	B	M	B	M
COP COP COP	A	A	A	M	B

B - Bom Good Bueno

A - Aceitável Acceptable Acceptable

M - Mau Bad Malo

Notas:

- O R290 pode ser misturado com R600a ou com R170;
- O R600a (isobutano) puro normalmente só se utiliza em frio doméstico para aplicações típicas R12;
- O R1270 (propileno) é também de inflamabilidade elevada (grupo 3 segundo a norma EN378) mas devido à maior capacidade volumétrica aparece como alternativa ao R290 para médias e baixas temperaturas. Em particular para “chiller” apesar de possuir níveis de temperatura e pressão cerca de 20% superiores quando comparados com o propano. O enquadramento legal e técnico é similar ao do R290, inclusivamente no que diz respeito ao caudal mássico.

Conclusão:

Operar com fluidos do grupo A3 não é tecnicamente fácil para cargas superiores a 150 g, devido ao perigo real e “psicológico” de possuir uma instalação de grandes dimensões e cargas elevadas de propano ou outro fluido de inflamabilidade alta. Serão assim de esperar barreiras técnicas e legais neste tipo de instalações.

Notes:

- R290 can be mixed with R600a or R170;
- R600a (isobutene) pure it's usually just used for domestic refrigeration for typical R12 applications;
- R1270 (propylene) it's also highly flammable (A3 safety group according to EN378) but due to its higher volumetric capacity it is listed as an alternative for the R290 on medium and low temperature applications. In particular for chillers besides the fact that the pressure and temperatures levels are 20% superior when compared to propane. The legal and technical issues are similar to R290, including mass flow values.

In conclusion:

Working with A3 safety group refrigerants it's technically hard for systems charged with over 150 g due to real and “psychological” danger of having a large scale plant with high quantities of propane or other highly flammable fluid. Technical and legal barriers are then expected for these plants.

Notas:

- O R290 puede ser misturado con R600a o con R170;
- O R600a (isobutano) puro normalmente solo se utiliza en frio doméstico para aplicaciones típicas R12;
- O R1270 (propileno) es también de inflamabilidad elevada (grupo 3 según la norma EN378) pero debido a la mayor capacidad volumétrica surge como alternativa al R290 para medias y bajas temperaturas. En particular para “chiller” además de poseer niveles de temperatura y presión cerca de 20% superiores cuando comparados con el propano. El encuadramiento legal y técnico es similar al del R290, inclusivamente en lo que dice respecto al caudal mássico.

Conclusión:

Trabajar con fluidos del grupo A3 no es técnicamente fácil para cargas superiores a 150 g, debido al peligro real y “psicológico” de tener una instalación de grandes dimensiones y elevadas cargas de propano u otro fluido de inflamabilidad alta. Siendo de esperar barreras técnicas y legales a este tipo de instalaciones.

REFRIGERANTES

Uma visão prática

O regulamento F-Gas está em revisão e aponta cada vez mais para, a longo termo, um “phase out” dos HFC. Até que chegue esse momento, passa por uma opção clara de utilização de HFCs com baixo valor de GWP e uso progressivo de refrigerantes sem halogéneo (naturais), HFOs e fluidos secundários.

Porquê optar por um baixo GWP?

Seja pela meta da EU de reduzir em 80 a 95% as emissões de carbono até 2050, seja pelas conclusões da conferência RIO+2 que apontam claramente para um “phase out” preconizado pelo regulamento F-Gas, o caminho aponta de facto para uma redução do GWP dos refrigerantes que neste momento se situa de uma modo geral entre os 1430 do R134a e os quase 4000 dos R404A e R507A.

1) Refrigerantes inflamáveis, grupo de segurança A3 (EN378) – R290, R600a e R1270
(Livres de halogéneo, ODP = 0 e GWP = 3)

Como referido no artigo dedicado a estes refrigerantes, existe regulamentação para sistemas com cargas até 150 g. Posteriormente existem ensaios e trabalho feito mas em muitos casos há que garantir a conformidade com a diretiva 94/9/EC-ATEX o que obriga a procedimentos e homologações muitos especiais e de custos elevados. Mesmo em países ou regiões onde a conformidade ATEX não é obrigatória, o risco real e “psicológico” de conviver com um instalação de refrigeração com elevada carga de propano ou equivalente, não facilita a questão em termos de homologação de projeto, produtos, instalação, assistência técnica e relacionamento com as entidades seguradoras. Já existem casos onde é obrigatória a acessória de uma entidade independente e notificada bem como a homologação de todo o pessoal técnico. Existem requisitos muito especiais para os equipamentos elétricos (flameproof/à prova de chama). Para a refrigeração comercial e industrial é difícil, ficando o cenário mais fácil e regulamentado para o frio doméstico/linha branca (menos de 150 g).

REFRIGERANTS

A practical approach

The F-Gas regulation is under revision and it's pointing more and more, on the long term, for a HFC phase out. Until that time comes, choices must be made looking for HFCs with low GWP and the progressive use of halogen free refrigerants (natural), HFOs and secondary refrigerants.

Why choose a low GWP refrigerant?

The EU goal of reducing in 80 to 95% de carbon emissions until 2050 and the conclusions of the RIO+2 summit that point to a clear phase out based on the F-Gas regulation lead the way towards a GWP reduction. At the moment and in a general way, the values are between the 1430 of R134a and the almost 4000 of the R404A and the R507A.

1) Flammable refrigerants, safety group A3 (EN378) – R290, R600a and R1270
(Halogen free, ODP = 0 and GWP = 3)

As it was mentioned on the article concerning these refrigerants, there is legislation for charges up to 150 g. In many cases there are trials and work done in conformity with the directive 94/9/EC-ATEX, which leads to special mandatory homologations and procedures with high costs. Even in countries and regions where ATEX conformity is not mandatory, the real and “psychological” risk of dealing with a refrigeration installation with large amounts of propane or equivalent doesn't make the project, products, plant, technical assistance and relations with the insurance companies easy. There are existing cases where the assessment of an independent and official entity is required and the homologation of all technical staff.

There are very special demands for the electric equipments (ignition proof).

For the commercial and industrial refrigeration it's hard, the reality is easier for domestic refrigeration/white line (charges under 150 g).

REFRIGERANTES

Una mirada práctica sobre el tema

El reglamento F-Gas está en revisión y apunta cada vez más para, a longo término, un “phase out” de los HFC. Hasta que llegue ese momento, pasa por una opción clara de utilización de los HFCs con bajo valor de GWP y uso progresivo de refrigerantes sin halógeno (naturales), HFOs y fluidos secundarios.

¿Por qué optar por un bajo GWP?

Sea por la meta da la EU de reducir en 80 a 95% las emisiones de carbono hasta 2050, sea por las conclusiones de la conferencia RIO+2 que apuntan claramente para un “phase out” preconizado por el reglamento F-Gas, el camino apunta de facto para una reducción del GWP de los refrigerantes que en este momento se sitúa de un modo general entre los 1430 del R134a y los casi 4000 de los R404A y R507A.

1) Refrigerantes inflamables, grupo de seguridad A3 (EN378) – R290, R600a y R1270
(Libres de halógeno, ODP = 0 y GWP = 3)

Como referido en el artículo dedicado a estos refrigerantes, existe reglamentación para sistemas con cargas hasta 150 g. Posteriormente existen ensayos y trabajo echo pero en muchos casos hay que garantizar la conformidad con la directiva 94/9/EC-ATEX lo que obliga a procedimientos y homologaciones muy especiales y de costes elevados. Mismo en países o regiones donde la conformidad ATEX no es obligatoria, el riesgo real y “psicológico” de convivir con una instalación de refrigeración con elevada carga de propano o equivalente, no facilita la cuestión en términos de homologación de proyecto, productos, instalación, asistencia técnica y relacionamiento con las entidades seguradoras. Ya existen casos donde es obligatoria la asesoria de una entidad independiente y notificada bien como la homologación de todo lo personal técnico. Existen requisitos muy especiales para los equipos eléctricos (flameproof/ a prueba de llama). Para la refrigeración comercial e industrial es difícil, quedándose el senario más fácil y reglamentado para el frío doméstico/línea blanca (menos de 150 g).



2) Amoníaco – R717

(Libre de halogéneo, ODP = 0 e GWP = 0)

Trata-se de um refrigerante usado desde sempre em instalações industriais. Como é tóxico e infamável, sendo considerado pela EN378 como pertencente ao grupo de segurança B2, obriga a mais certificações e homologações que as necessárias para a maioria dos HFC. Existem zonas em que a carga de R717 é limitada ou mesmo proibida, conforme as legislações nacionais ou regionais.

Contudo continua a ser “o” fluido do frio industrial e estão a aparecer instalações com carga reduzida (“chillers” até 50 kg) ou confinadas a zonas com fácil deteção de fugas devidamente equipadas com meios necessários para enfrentar um incidente que possa ocorrer.

O amoníaco é utilizado em sistemas híbridos com fluidos secundários – R744, R718 e água glicolada ou em cascata com R744.

Devido à reduções de custos, procura-se neste momento migrar para sistemas de expansão direta mas no que diz respeito ao evaporados não aconselhamos para temperaturas de evaporação inferiores a -18 °C.

3) Água – R718

(Libre de halogéneo, fluido secundário)

Normalmente utilizada como fluido secundário, compõe muitos sistemas de AVAC ou processos industriais especiais uma vez que o ponto de congelação é de 0 °C.

A acumulação de energia pelo gelo em bolsas de água gelada continua a ser uma forma de poupança energética, mas para tentar ser rentável devem ser definidos os consumos de frio e tempos durante o dia.

Para temperaturas de ar típicas de refrigerados, a água terá de ser misturada com um anticongelante, sendo os mais utilizados o monoetileno glicol (MEG) e o monopropileno glicol (MPG). Existem países em que o MEG se encontra proibido para uma grande percentagem de aplicações para a indústria alimentar.

Relativamente ao trocador de calor e a poupança energética nas bombas de recirculação, o MEG é mais favorável que o MPG (alimentar) – sendo esta uma das principais razões para que seja a primeira opção em alguns países.

Cada vez mais estão a aparecer novos fluidos secundários que permitem descer até temperaturas de congelação, mas têm de ser avaliadas as perdas de carga nos trocadores de calor e nas linhas (energia necessária para as bombas de recirculação) bem como as possíveis corrosões ao nível do trocador, linhas e bombas.

2) Ammonia – R717

(Halogen free, ODP = 0 and GWP = 0)

Ammonia is being used in industrial plants since always. Because it's toxic and flammable, safety group B2 by the EN378, its use requires more certifications and homologations than most HFC. There are areas where the charge of R717 is limited or even forbidden, depending on the national and regional laws.

Besides all that, it's still “the” refrigerant for industrial refrigeration and it's starting to grow the amount of installations with small charges (chillers up to 50 kg) or confined to areas with easier leak detection and properly equipped with the means necessary to face an incident that might occur.

Ammonia is used in hybrid systems with secondary fluids – R744, R718 and glycol. Also in R744 cascade.

Due to cost reductions, a migration for direct expansion systems is wanted, but in what concerns the evaporator, we don't recommend evaporating temperatures below -18 °C.

3) Water – R718

(Halogen free, secondary fluid)

Usually used as a secondary fluid, it's widely used on many AVAC systems and special industrial procedures because of its 0 °C freezing point.

The accumulation of energy by freezing water in ice packages is still a form of energy saving solution, but in order to be profitable the

For the typical medium temperatures applications, the water must be mixed with an anti-freezing solution – the widely used monoethylene glycol (MEG) and monopropylene glycol (MPG). There are countries where the MEG is forbidden for a large percentage of applications in the food industry.

Concerning the heat exchanger and the energy saving on the recirculation pumps, MEG is better than MPG (food industry) – this is the main reason why MEG is the first choice in many countries.

New secondary fluids that lower the freezing point of the solution are appearing more and more, but the pressure drop on the heat exchangers and circuit lines (recirculation pumps energy) and the possible corrosion of the exchanger, lines and pumps must be carefully evaluated.

2) Amoníaco – R717

(Libre de halógeno, ODP = 0 e GWP = 0)

Se trata de un refrigerante utilizado desde siempre en instalaciones industriales. Como es tóxico e inflamable, siendo considerado por la EN378 como perteneciente al grupo de seguridad B2, obliga a más certificaciones y homologaciones que las necesarias para la mayoría de los HFC. Existen zonas en que la carga de R717 es limitada o mismo prohibida, conforme las legislaciones nacionales o regionales.

Sin embargo continua a ser “el” fluido del frio industrial y están surgiendo instalaciones con carga reducida (“chillers” hasta 50 kg) confinadas a zonas con fácil detección de fugas debidamente equipadas con medios necesarios para enfrentar un incidente que pueda ocurrir.

El amoníaco es utilizado en sistemas híbridos con fluidos secundarios – R744, R718 y agua con glicol o en cascada con R744.

Debido a reducciones de coste, se está intentando migrar para sistemas de expansión directa pero en lo que dice respecto a los evaporados, no aconsejamos para temperaturas de evaporación inferiores a -18 °C.

3) Agua – R718

(Libre de halógeno, fluido secundario)

Normalmente utilizada como fluido secundario, compone muchos sistemas de AVAC o procesos industriales especiales una vez que el punto de congelación es de 0 °C.

La acumulación de energía por el hielo en bolsas de agua helada continua a ser una forma de ahorro energético, pero para intentar ser rentable deben ser definidos los consumos de frio y tiempos durante el día.

Para temperaturas de aire típicas de refrigerados, la agua tendrá de ser mezclada con un anticongelante, siendo los más utilizados el monoetileno glicol (MEG) y el monopropileno glicol (MPG). Existen países en que el MEG se encuentra prohibido para una grande porcentaje de aplicaciones para la industria alimentaria.

En términos de intercambiador de calor y el ahorro de energía en las bombas de recirculación, el MEG es más favorable que el MPG (alimentario) – siendo esta una de las principales razones para que sea la primera opción en algunos países.

Cada vez más surgen nuevos fluidos secundarios que nos permiten trabajar en temperaturas de congelación, pero tienen de ser evaluadas las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor y en las líneas (energía necesaria para las bombas de recirculación) bien como las posibles corrosiones al nivel del intercambiador, líneas y bombas.

Sempre que se utilizam “glicóis” deve ser garantida uma verificação regular da composição da mistura sob a pena de obter graves problemas ao nível do trocador de calor. Por outro lado, fluidos fechados nas linhas do evaporador em câmaras sem trabalhar estão sujeitos a um aumento de temperatura do regime à temperatura ambiente, o que provoca uma expansão que gera enormes aumentos de pressão e a destruição/rebentamento das linhas e/ou coletores.

4) Dióxido de Carbono CO2 – R744

(Livre de halogéneos, ODP = 0 e GWP = 1)

Refrigerante em sistema bombado, expansão direta ou fluido secundário

O CO2 é utilizado há muitos anos (Séc. IX) mas com o aparecimento no Séc. XX dos CFC (refrigerantes “seguros”) foi sendo abandonado.

O R744 possui características muito especiais, nomeadamente:

Elevadas pressões de funcionamento. Já existem pedidos em alguns países para PS = 55 bar para otimização energética da cascata em sistemas sub-críticos e aumento do tempo de intervenção em caso de avaria sem fazer disparar as válvulas de segurança. O normal seria de 32 a 40 bares;

Ponto crítico a +31 °C/73,83 bar;

R134a a 101,2 °C/40,7 bar, R404A a +72 °C/37,7 bar e R717 a +132,4 °C/113 bar).

Ponto triplo a -56,6 °C/5,18 bar;

R134a a -103 °C/0,004 bar, R404A a -100 °C/0,028 bar e R717 a -77,7 °C/0,06 bar).

Conforme a norma EN378, é contudo um refrigerante L1 no grupo de segurança. Não é inflamável (é utilizado em extintores) e não tem efeitos nocivos até uma determinada concentração no ar (o ar atmosférico possui uma concentração de CO2 de 0,04%). Considera-se como limite de exposição, mesmo por curtos espaços de tempo, 8%, sendo que até 18% é muito perigoso e a partir de 30% é fatal.

Atenção:

Como o CO2 é incolor em gás e sem odor, não é fácil a sua deteção pelo ser humano. Como é 1,5 vezes mais denso que o oxigénio, em espaços fechados e com uma altura baixa, uma fuga deslocará o oxigénio para o topo enquanto que o CO2 ficaria em baixo – câmaras de supermercados e talhos são exemplos. Por isso é uma boa prática, que será oficialmente regulamentada, equipar estes espaços fechados/câmaras com detetores de fugas ou com ventilação forçada. Para uma correta análise de risco é muito importantes considerar estas recomendações e fazer uma cuidada avaliação do projeto técnico, da formação específica e prática do pessoal técnico da instalação, arranque e assistência.

When glycols are used, a regular verification of the composition of the blend must be assured otherwise serious problems might occur on the heat exchanger. On the other hand, fluids closed on the evaporator lines in not working cold rooms are susceptible of an increase on the regime at ambient temperature, that leads to an expansion that generates huge pressure increases and the destruction/bursting of lines and/or collectors.

4) Carbon Dioxide CO2 – R744

(Halogen free, ODP = 0 and GWP = 1)

Pumped system, direct expansion and secondary fluid

CO2 has been used for many years (9th century) but with the arising of the CFC on the 20th century (“safe” refrigerants) it was abandoned.

R744 has very special features, including:

High working pressures. In some countries the request for working pressures of 55 bar is a reality in order to optimize the sub-critical cascade systems and to increase the intervention time in case of failure without setting off the safety valves. The normal working pressures would be from 32 to 40 bar;

Critical point at +31 °C/73,83 bar;

R134a at 101,2 °C/40,7 bar, R404A at +72 °C/37,7 bar e R717 at +132,4 °C/113 bar).

Triple point at -56,6 °C/5,18 bar;

R134a at -103 °C/0,004 bar, R404A at -100 °C/0,028 bar e R717 a -77,7 °C/0,06 bar).

According to EN378, R744 is filed under safety group L1. It's not flammable (it's used on extinguishers) and has no harmful effects up to a certain concentration (atmospheric air has a CO2 concentration of 0,04%). The limit of exposure, even for short periods of time, it's 8% but it becomes very dangerous at 18% and from 30% it's fatal.

Attention:

Because CO2 is colorless and has no odor, the detection for a human being is not easy. Since it's 1,5 times densest than oxygen, in closed spaces and a small height, a leak will dislocate the oxygen to the top while the CO2 would stay in the bottom – supermarket cold rooms and butchers are good examples. So, a good practice that will be officially regulated, is to equip all these closed areas/cold rooms with leak detectors and forced ventilation. For a correct risk analysis it's very important to consider all this recommendations and make a careful evaluation of the technical project, specific and practical training of the technical staff of the installation, start up and assistance.

Siempre que se utilizan “glicoles” se debe garantizar una verificación regular de la composición de la mixtura para que se evite graves problemas al nivel del intercambiador de calor. Por otro lado, fluidos cerrados en la tubería del evaporador en câmaras sin trabajar están sujetos a un incremento de temperatura del régimen a la temperatura ambiente, lo que provoca una expansión que genera enormes aumentos de presión y la destrucción/ruptura de las líneas y/o colectores.

4) Dióxido de Carbono CO2 – R744

(Libre de halógenos, ODP = 0 e GWP = 1)

Refrigerante em sistema bombeado, expansão directa o fluido secundário

El CO2 se utiliza hace muchos años (Siclo IX) pero con el surgimiento en el Siclo XX de los CFC (refrigerantes “seguros”) fue siendo abandonado.

El R744 posee características muy especiales, a saber:

Elevadas presiones de funcionamiento. Ya existen pedidos en algunos países para PS = 55 bar para optimización energética de la cascada en sistemas sub-críticos y aumento del tiempo de intervención en caso de avería sin hacer disparar las válvulas de seguridad. Lo normal sería de 32 a 40 bares;

Punto crítico a +31 °C/73,83 bar;

R134a a 101,2 °C/40,7 bar, R404A a +72 °C/37,7 bar e R717 a +132,4 °C/113 bar).

Punto triplo a -56,6 °C/5,18 bar;

R134a a -103 °C/0,004 bar, R404A a -100 °C/0,028 bar e R717 a -77,7 °C/0,06 bar).

Conforme la norma EN378, é todavía en el grupo de seguridad, un refrigerante L1. No inflamable (es utilizado en extintores) y no tiene efectos nocivos hasta una determinada concentración en el aire (el aire atmosférico posee una concentración de CO2 de 0,04%). Se considera como limite de exposición, mismo por cortos espacios de tiempo, 8%, siendo que hasta 18% es muy peligroso y a partir de 30% es fatal.

Atención:

Como el CO2 es incoloro en gas y sin olor, no es fácil la detección por el ser humano. Como es 1,5 veces más denso que el oxígeno, en espacios cerrados y con una baja altura, una fuga dislocará el oxígeno para el topo mientras que el CO2 se quedaria en bajo – câmaras de supermercados y carnicerías son ejemplos. Por eso es una buena práctica, que será oficialmente reglamentada, equipar estes espacios cerrados/câmaras con detectores de fugas o con ventilación forzada. Para una correcta analise de riesgo es muy importante considerar estas recomendaciones y hacer una cuidada evaluación do proyecto técnico, de formación específica y práctica del personal técnico da instalación, arranque y asistencia.

5) Refrigerantes HFC

É recomendável uma cuidadosa leitura das características de cada refrigerante a ter em conta para cada determinada aplicação. O ideal não existe e o que temos como seguro é que tudo pode ser mudar neste campo pelo que se aconselha uma cuidadosa ponderação de todas as implicações das opções em análise.

5.1) R134a – OPD = 0

Existe uma tendência atual em potenciar o R134a como substituto do R12 e R22 (com a exceção da BT). Os fabricantes de compressores redesenham-nos para a otimização do seu funcionamento com este refrigerante devido ao “baixo” GWP de 1430.

Devido à baixa capacidade volumétrica quando comparada com o R22, os compressores deverão ter um maior volume deslocado, as linhas um diâmetro superior e os evaporadores e condensadores devem ser reavaliados para as condições de trabalho devido ao aumento da perda de carga nos circuitos.

Substituto do R407C, R22, R4010A e outros refrigerantes do grupo A1.

5.2) Misturas Azeotrópicas - Sem glide

O R507 é a mais conhecida (ODP = 0, GWP = 3900) e é utilizada atualmente como substituto do R22 e R502 em refrigeração (grupo de segurança A1). Fala-se em ser substituído entre outros pelo R407A, R407F e agora ainda também pelo R434A. Outras dos refrigerantes falado é o R32 (ODP = 0, GWP = 675), grupo de segurança A2 (L).

5.3) Misturas “Semi-azeotrópicas” – Glide < 1 K, ODP = 0

R404A (ODP = 0, GWP = 3900) com glide de 0,7 K a ser substituído, entre outros, pelo R407A, R407F e agora também pelo R434A.

R410A (ODP = 0, GWP = 2000) com glide inferior a 0,2 K mas com elevadas pressões a 50 °C, correspondendo a 30 bar.

5) HFC Refrigerant

It is recommendable a careful analysis of the characteristics of each refrigerant that is being considered for each applications. There is no “perfect solution” and what we know for sure is that in this area anything can change so it is advisable to take weighing of all the implications of each option.

5.1) R134a – OPD = 0

There is a current trend to potentiate R134a as a substitute for R12 and R22 (except for LT). Compressors manufacturers have redesigned the compressors for a better performance with this “low” GWP refrigerant (1430).

Due to the low volumetric capacity when comparing with R22, compressors must have a bigger displacement, the size of the lines must increase and the evaporators and condensers must be reevaluated for the working conditions due to the increase on the pressure drop of the circuits.

Substitute for R407C, R22, R4010A and other group A1 refrigerants.

5.2) Azeotropic blends – Without glide

R507 is the more known (ODP = 0, GWP = 3900) and it's used today as replacement of R22 and R502 in refrigeration (safety group A1). There's a possibility of being replaced amongst others by the R407A, R407F and now even by the R434A. Another possible refrigerant is the R32 (ODP = 0, GWP = 675), safety group A2 (L).

5.3) “Semi-azeotropic” Blends – Glide < 1 K, ODP = 0

R404A (ODP = 0, GWP = 3900) with 0,7 K glide might be replaced, amongst other, by the R407A, R407F and now also by the R434A.

R410 (ODP = 0, GWP = 2000) with a glide lower than 0,2 K but with high pressures – at 50 °C the pressure is 30 bar.

5) Refrigerantes HFC

Es recomendable una cuidadosa lectura de las características de cada refrigerante a tener en cuenta para cada determinada aplicación. Lo ideal no existe y lo que tenemos seguro es que todo puede cambiar en este campo por lo que se aconseja una cuidadosa ponderación de todas las implicaciones de las opciones en analice.

5.1) R134a – OPD = 0

Existe una tendencia actual en potenciar el R134a como substituto del R12 y R22 (con la excepción de la BT). Los fabricantes de compresores los rediseñaran para optimización de su funcionamiento con este refrigerante debido al “bajo” GWP de 1430.

Debido a la baja capacidad volumétrica cuando comparada con el R22, los compresores deberán tener un mayor volumen desplazado, las líneas un diámetro superior y los evaporadores y condensadores deben ser reevaluados para las condiciones de trabajo debido al incremento de la pérdida de carga en los circuitos.

Substituto del R407C, R22, R4010A y otros refrigerantes grupo A1

5.2) Mixturas Azeotrópicas - Sin glide

El R507 es el más conocido (ODP = 0, GWP = 3900) utilizado actualmente como substituto del R22 y R502 en refrigeración (grupo de seguridad A1). Se habla en ser substituído entre otros por el R407A, R407F y ahora sin embargo, también por el R434A. Otros de los refrigerantes hablado es el R32 (ODP = 0, GWP = 675), grupo de seguridad A2 (L).

5.3) Mixturas “Semi-azeotrópicas” – Glide < 1 K, ODP = 0

R404A (ODP = 0, GWP = 3900) con glide de 0,7 K a ser substituído, entre otros, por el R407A, R407F y ahora también por el R434A.

R410A (ODP = 0, GWP = 2000) con glide menor que a 0,2 K elevadas presiones condensando a 50 °C, correspondiendo a 30 bar.

5.4) Misturas Zeotrópicas – Glide > 1 K, ODP = 0, Grupo de Segurança A1
Algumas das mais discutidas

Os glides elevados das misturas zeotrópicas têm implicações na avaliação do sobreaquecimento à saída do evaporador, na aspiração do compressor e no sub-arrefecimento à saída do condensador. O cálculo dos trocadores de calor em resultados destes glides elevados tem procedimentos e soluções especiais.

5.4) Zeotropic Blends – Glide > 1 K, ODP = 0, Safety Group A1
Some of the most debated

High glide values in zeotropic blends have some implications on the evaluation of the superheating at the exit of the evaporator, compressor suction gas and subcooling at the exit of the condenser. The calculation of the heat exchangers requires special procedures and solutions when dealing with these glide values.

5.4) Misturas Zeotrópicas – Glide > 1 K, ODP = 0, Grupo de Seguridad A1
Algunas de las más discutidas.

Los glides elevados de las mixturas zeotrópicas tienen implicaciones en la evaluación del sobrecalentamiento a la salida del evaporador, en la aspiración del compresor y en su subenfriamiento a la salida del condensador. El cálculo de los trocadores de calor en resultados de estés glides elevados tienen procedimientos y soluciones especiales.

Refrigerante	GWP	Glide [K]
R407C	1700	7,4
R407A	2000	6,6
R407F	1750	6,4
R422A	3100	2,5
R422D	2600	4,5
R417A	2300	5,6
R434A	3131	1,8

6) Alguns refrigerantes com ODP = 0 e com GWP muito baixo (Potenciais substitutos de R134a)

6) Some refrigerants with ODP = 0 and very low GWP (Possible replacements for R134a)

6) Algunos refrigerantes con ODP = 0 y con GWP muy bajo (Potenciales sustitutos del R134a)

Refrigerante	GWP	Glide [K]	Grupo de segurança
HFO 1234 yf	4	0	A2(L)
HFO 1234 e	6	0	A2(L)
OPTEON XP-10	< 600	0	A1
SOLISTICEN N-13	< 600	0,4	A1

MUITO IMPORTANTE

Como referido, esta apresentação trata-se de uma visão prática e resumida sobre a temática de refrigerantes e fluidos secundários para a refrigeração. A consulta cuidadosa das informações dos fabricantes dos refrigerantes é fundamental para uma completa definição de cada possível solução aqui referida.
O “Refrigerante Report 17” da Bitzer (www.bitzer.de) é um auxiliar importante e muito completo em termos de análise comparativa de vantagens e desvantagens das várias soluções disponíveis no mercado.

VERY IMPORTANT

As it was mentioned, this paper is a practical and summarized approach concerning refrigerants and secondary fluids for refrigeration. For a complete definition of the solutions mentioned above, it is recommended to consult the information provided by the refrigerants’ manufacturers.
Bitzer’s “Refrigerant Report 17” (www.bitzer.de) is an important document and very complete approach in terms of advantages and disadvantages of the solutions available in the market.

MUY IMPORTANTE

Como referido, esta presentación se trata de una visión práctica y resumida sobre la temática de refrigerantes y fluidos secundarios para la refrigeración. La consulta cuidadosa de las informaciones de los fabricantes de los refrigerantes es fundamental para una completa definición de cada posible solución aquí referida.
El “Refrigerante Report 17” de Bitzer (www.bitzer.de) es un auxiliar importante y muy completo en términos de análisis comparativa de ventajas y desventajas de las varias soluciones disponibles en el mercado.