

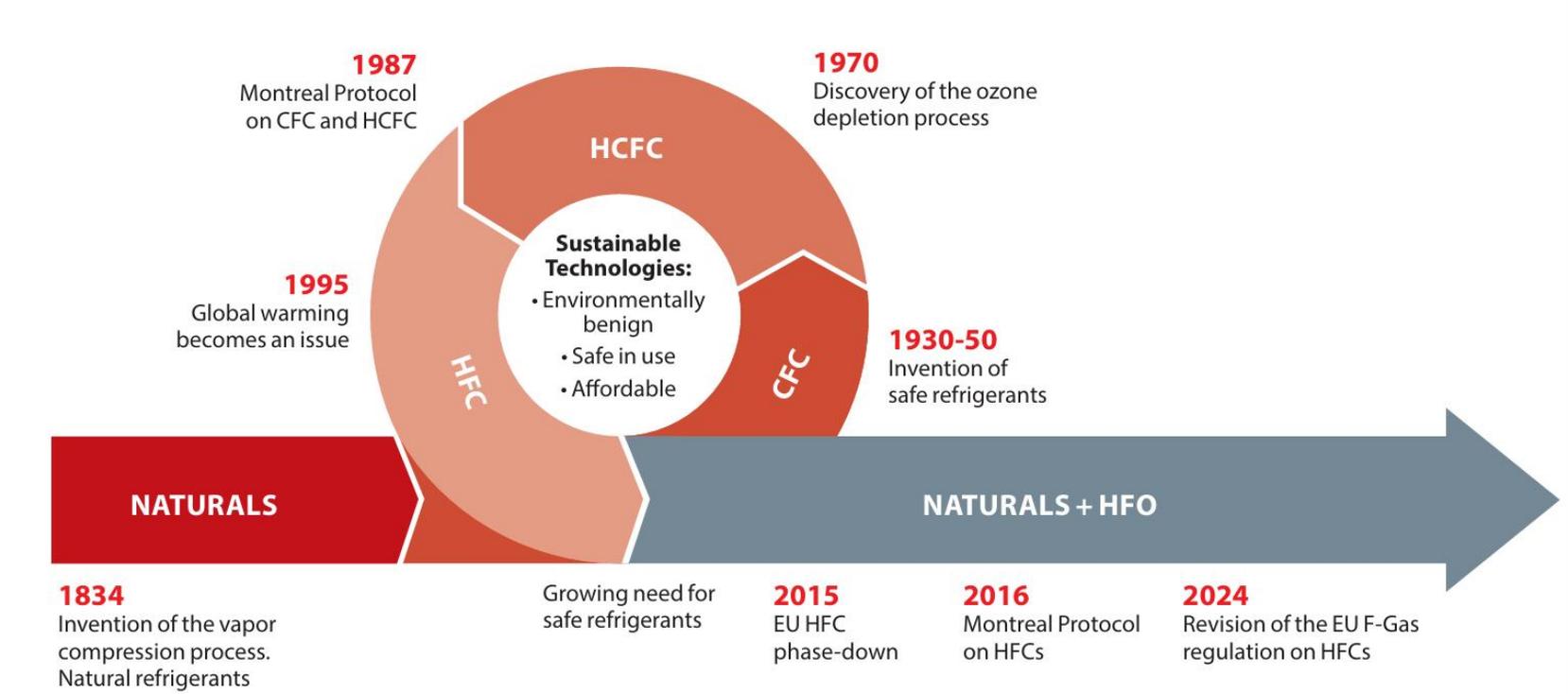
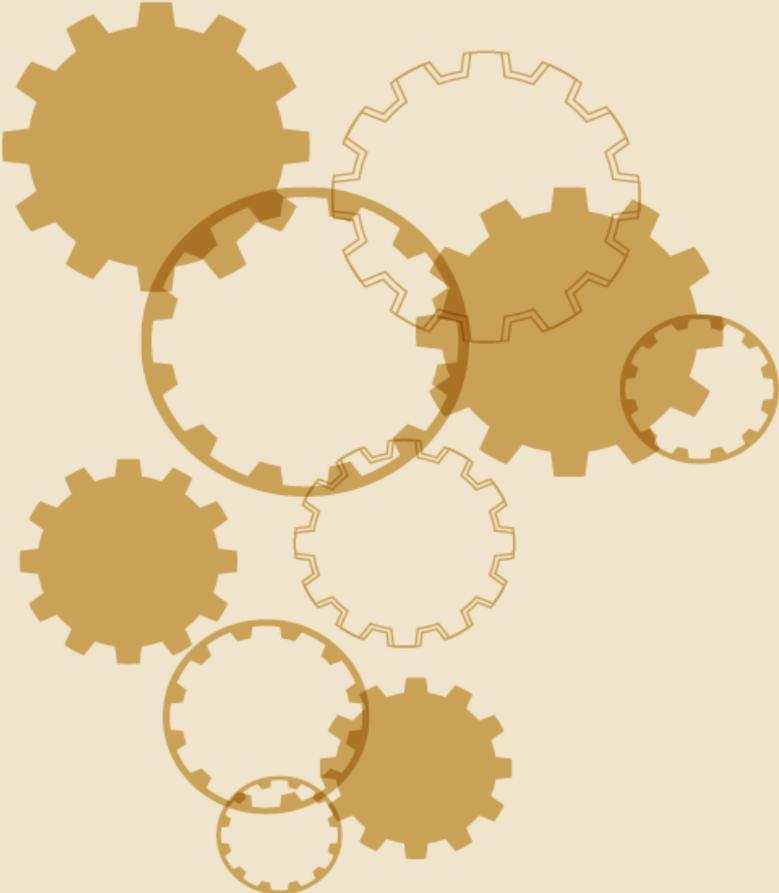


Evolución de la refrigeración hacia un futuro sostenible

Ing. Aldo Danilo Frias Muñoz

Consulting Engineer – Proyectos Generales de Refrigeración EIRL

¿Cómo ha sido la evolución de los refrigerantes?



Una línea de tiempo nos da un panorama, hitos y tendencias de uso de los refrigerantes naturales

Refrigerant options now and in the future 2024. Danfoss white paper



¿Qué son los PFAS?

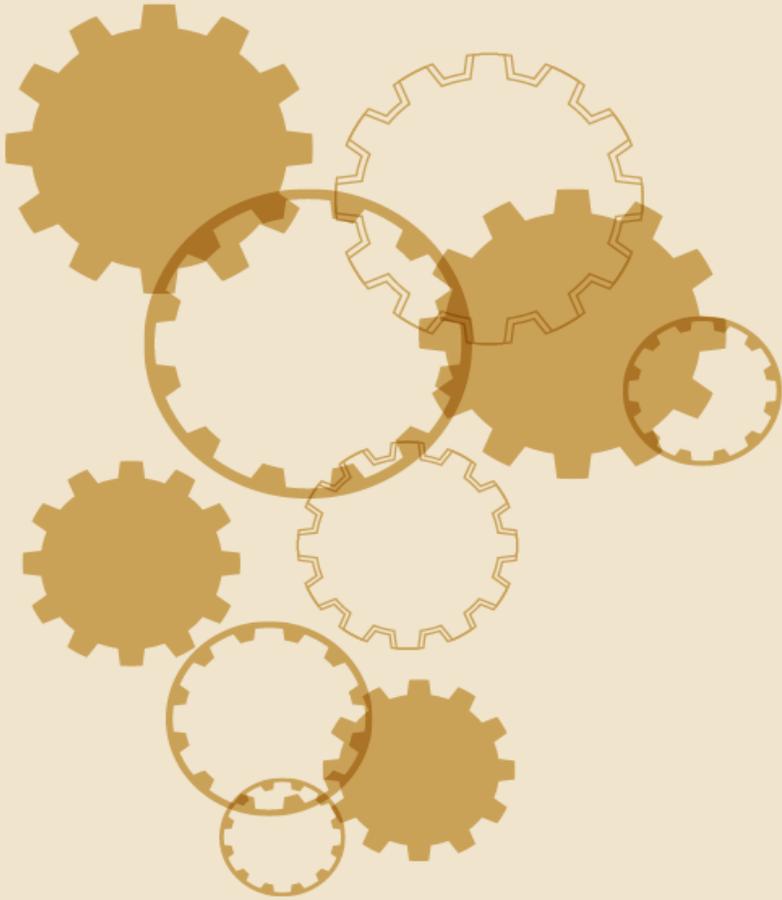
Los PFAS o bien llamados, los químicos eternos por su persistencia en el medio ambiente.

Por su nombre de las siglas en inglés Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances (perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas)

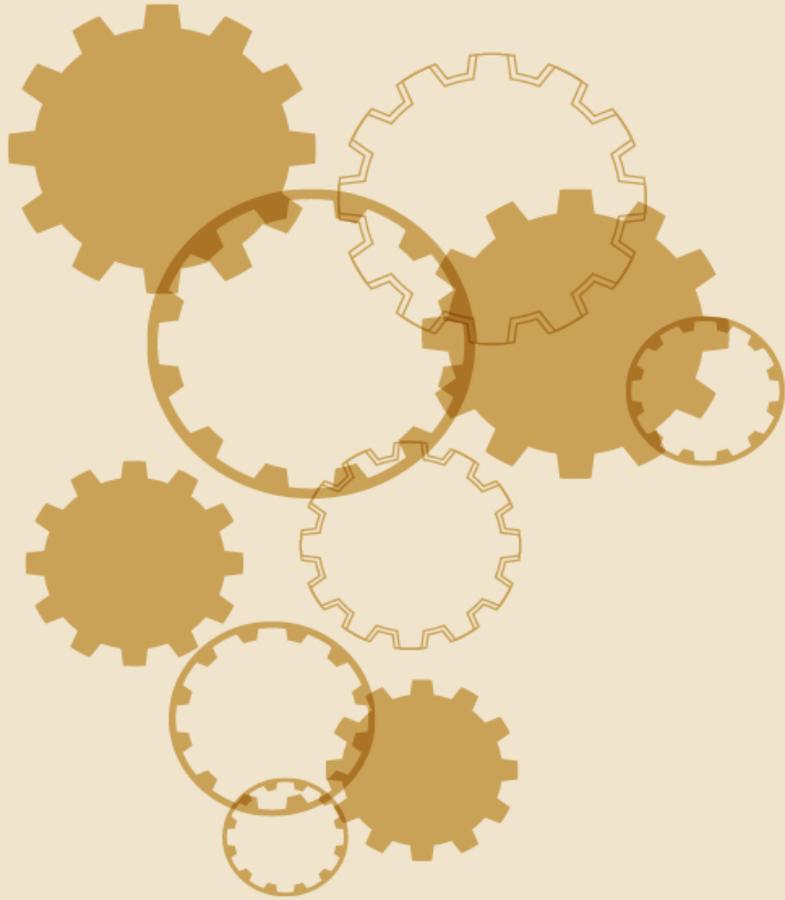
Sustancias presentes en materiales y refrigerantes como en los HFC y HFO, este último de bajo potencial de calentamiento global (GWP)

Se presenta un nuevo reto en los nuevos refrigerantes modernos de bajo GWP a parte de su baja inflamabilidad, A2L

La tendencia a uso de refrigerantes naturales marca un hito en la refrigeración, propano, isobutano, dióxido de carbono, amoníaco, propileno, hexano; algunos de ellos de alta inflamabilidad o, en el caso del CO2 no inflamable. El amoníaco, refrigerante usado en el sector industrial, pero limitado por su toxicidad



Breve resumen de las enmiendas



Protocolo de Kyoto.- Compromete a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

https://unfccc.int/es/kyoto_protocol

Protocolo de Montreal.- Es un acuerdo multilateral medioambiental para proteger la capa de ozono eliminando sustancias que la agotan. Ha sido enmendado en 5 oportunidades (Londres, Copenhague, Montreal, Beijing y Kigali)

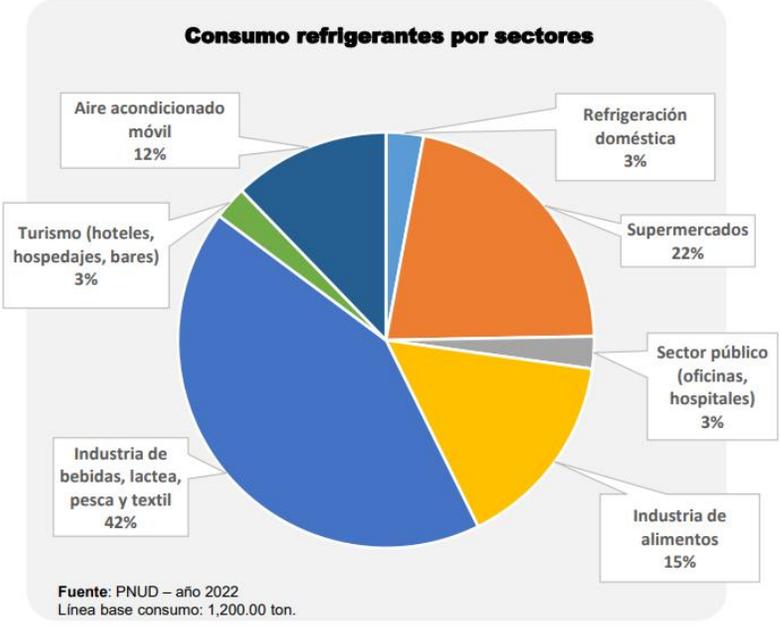
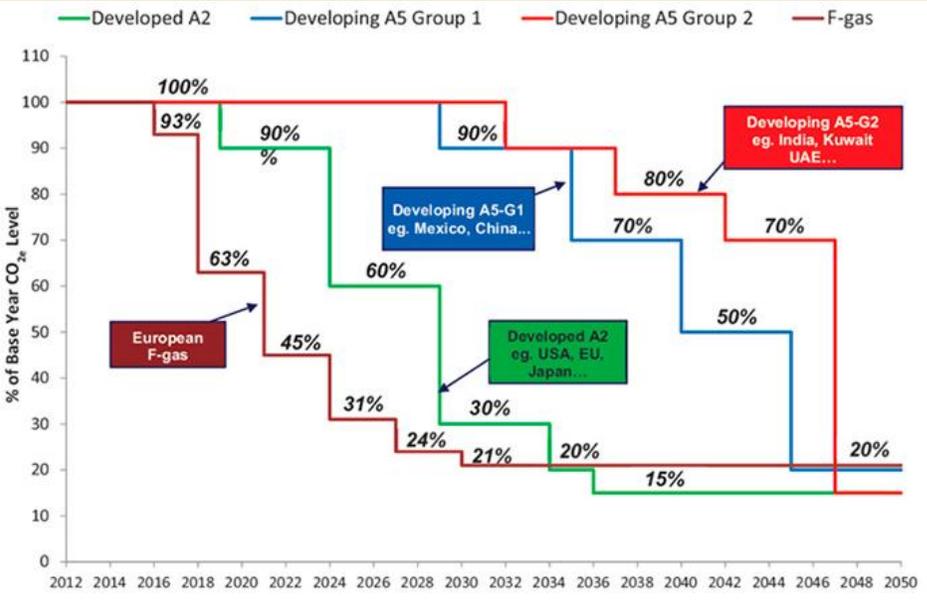
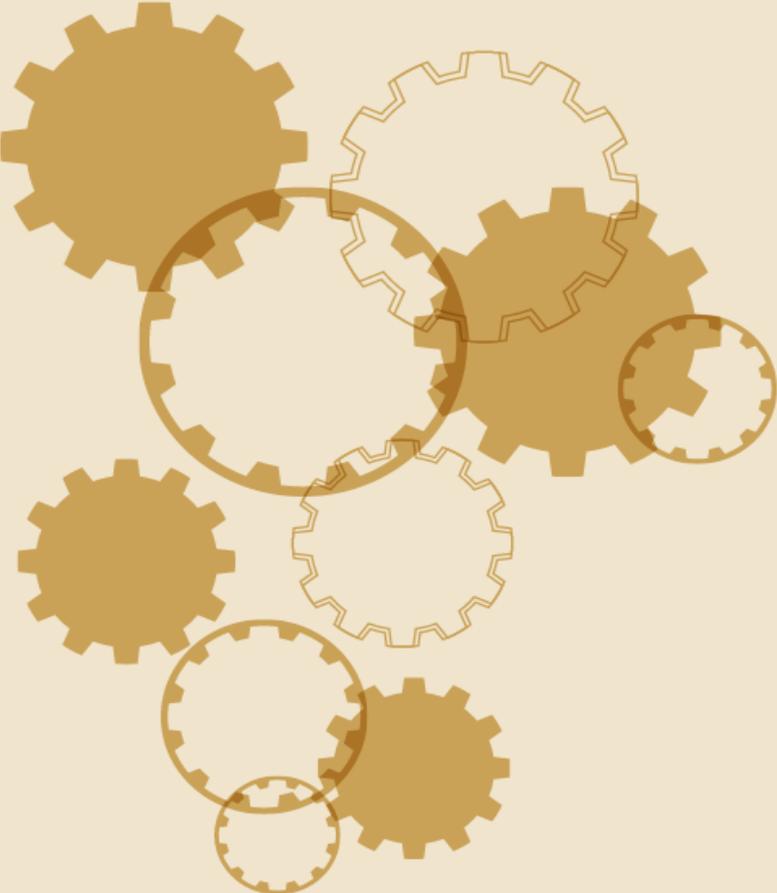
<https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development/environment-and-natural-capital/montreal-protocol.html>

Enmienda de Kigali.- Es una de las cinco enmiendas del protocolo de Montreal. Busca eliminar la producción y el consumo de Sustancias Agotadoras de la capa de Ozono; y reducir la producción y consumo de los hidrofluorocarbonos (HFC), que son potentes gases de efecto invernadero.

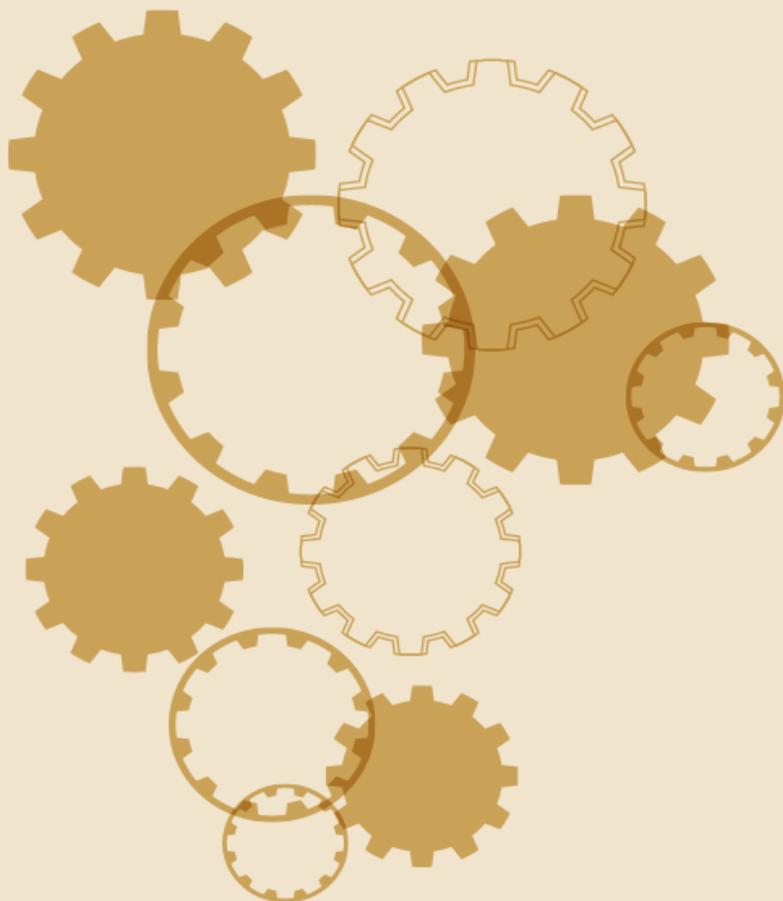
<https://ozono.mma.gob.cl/enmienda-de-kigali/>



Calendarios de salida de refrigerantes y el impacto en el sector del HVAC-R



Calendarios en el Perú según PRODUCE



En implementación el calendario de eliminación de los HCFC
(agotan la capa de ozono)

Calendario de eliminación gradual de los HCFC	Medida de Control
Promedio 2009 - 2010	Línea Base
Para el año 2013	Congelamiento
Para el año 2015	Reducción 10%
Para el año 2020	Reducción 35%
Para el año 2025	Reducción 67.5%
Para el año 2030	Reducción 97.5%
Para el año 2040	Eliminación total

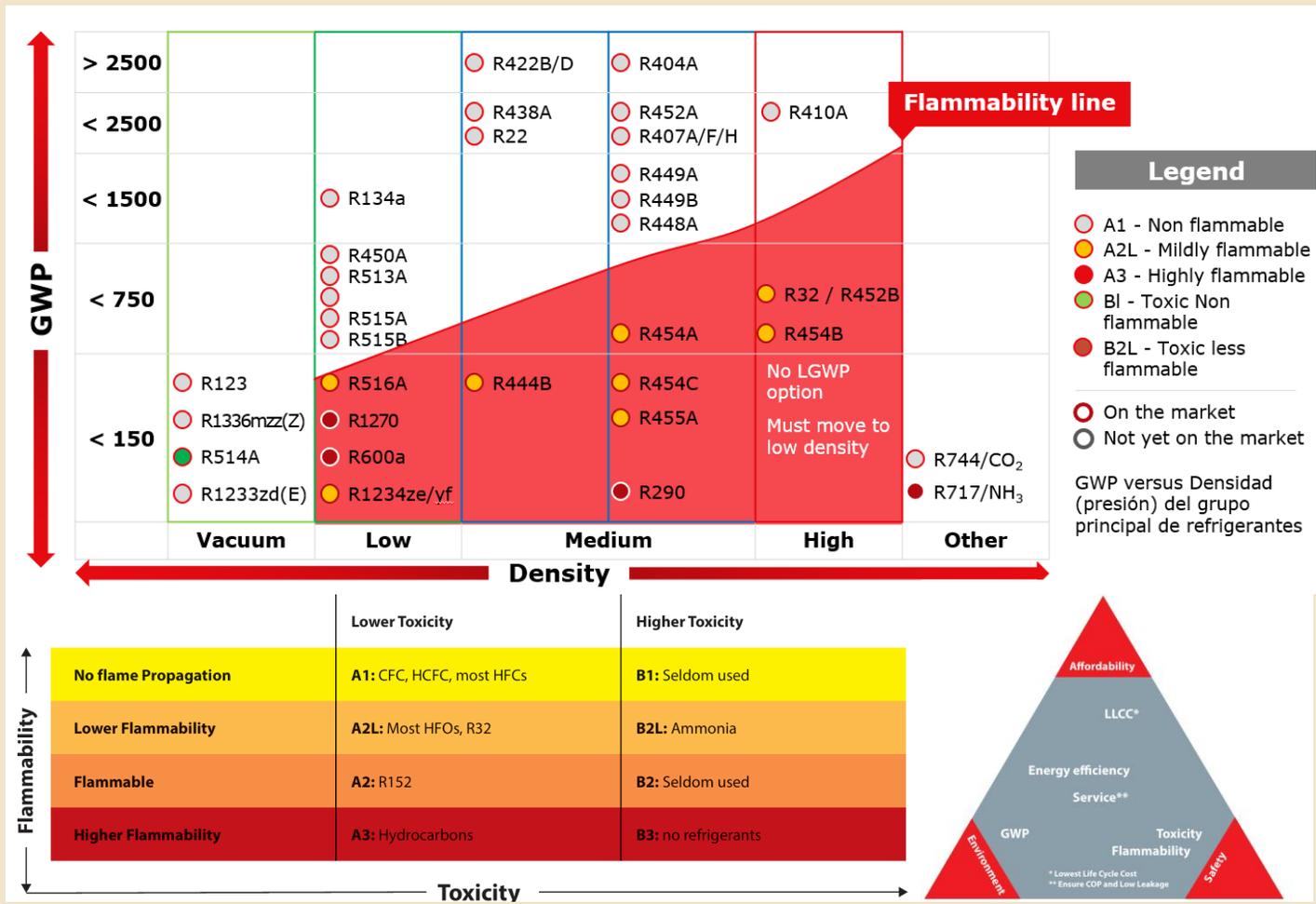
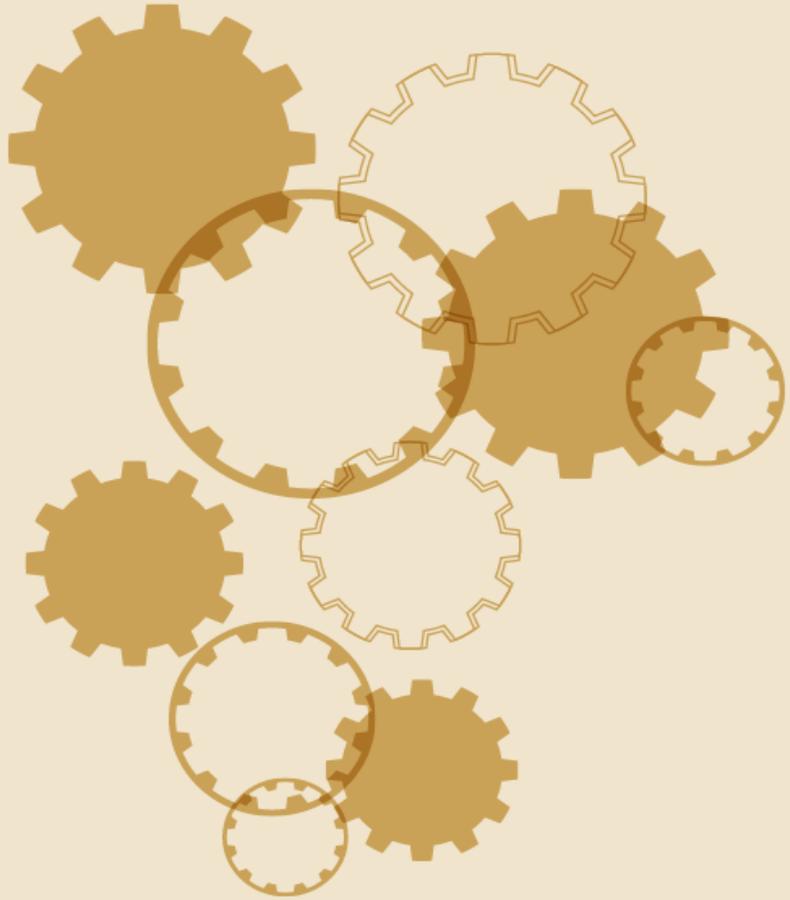
Se ha iniciado la implementación del calendario de reducción de los HFC
(contribuyen al calentamiento global)

Calendario de reducción gradual de los HFC	Medida de Control
Promedio consumo 2020 - 2022 + 65% Línea base de los HCFC	Línea Base
Para el año 2024	Congelamiento
Para el año 2029	Reducción 10%
Para el año 2035	Reducción 30%
Para el año 2040	Reducción 50%
Para el año 2045	Reducción 80%

Presentación PRODUCE



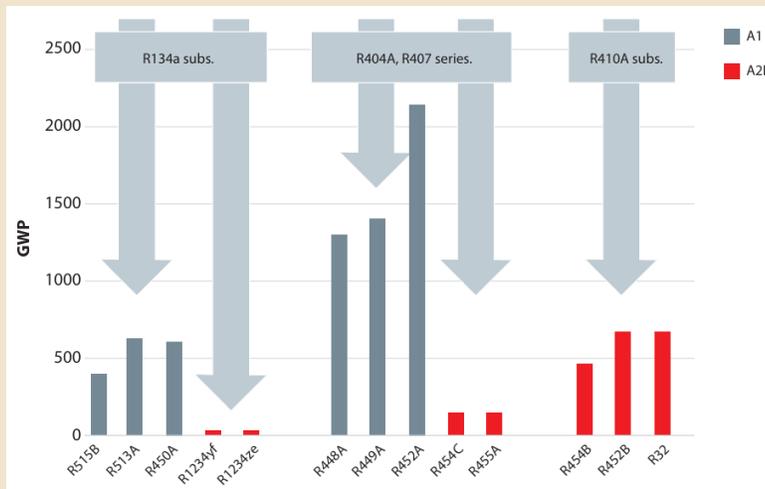
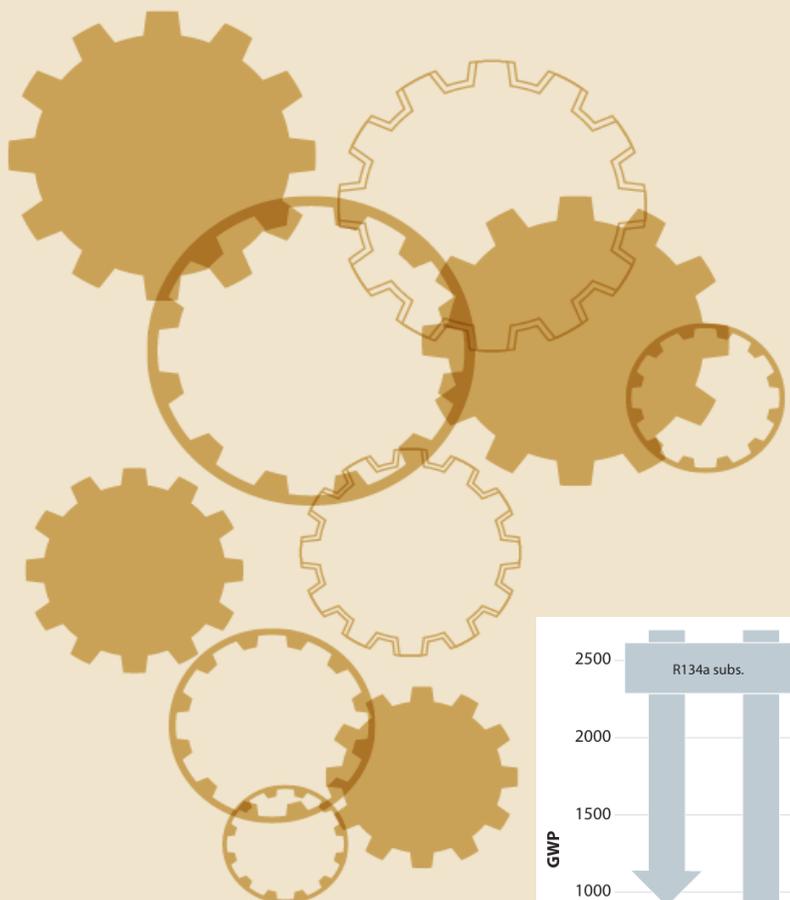
Los refrigerantes de reemplazo y los retos que traen



Refrigerant options now and in the future 2024. Danfoss white paper



Los refrigerantes de reemplazo y los retos que traen



Refrigerant options now and in the future 2024. Danfoss white paper

Table 3B Refrigerant Environmental Properties

Refrigerant	Atmospheric Lifetime, years ^a	ODP ^b	GWP ₁₀₀ ^a
CFC-11	45	1	4660
CFC-12	100	0.73	10 800
CFC-13	640	1	13 900
CFC-113	85	0.81	5820
CFC-114	190	0.50	8590
CFC-115	1020	0.26	7670
HCFC-22	11.9	0.034	1760
HCFC-123	1.3	0.01	79
HCFC-124	5.9	0.02	527
HCFC-142b	17.2	0.057	1980
HCFO-1233zd(E)	0.071	0.00034	1
HE-E170	0.015 ^b	0.00	1 ^b
HFC-23	222	0.00	12 400 (11 700) ^c
HFC-32	5.2	0.00	677 (650) ^c
HFC-125	28.2	0.00	3170 (2800) ^c
HFC-134a	13.4	0.00	1300 (1300) ^c
HFC-143a	47.1	0.00	4800 (3800) ^c
HFC-152a	1.5	0.00	138 (140) ^c
HFC-227ea	38.9	0.00	3350 (2900) ^c
HFC-236fa	242	0.00	8060 (6300) ^c
HFC-245fa	7.7	0.00	858
HFO-1234yf	0.029	0.00	<1
HFO-1234ze(E)	0.045	0.00	<1
HFO-1336mzz(Z)	0.07	0.00	2
PFC-116	10 000	0.00	11 100 (9200) ^c
PFC-218	2600	0.00	8900 (7000) ^c
C318	3200	0.00	9540 (8700) ^c
HC-290	0.034 ^b	0.00	5 ^b
HC-600		0.00	4 ^b
HC-600a	0.016 ^b	0.00	~20 ^b
HC-601a	0.009 ^b	0.00	~20 ^b
HC-1270	0.001 ^b	0.00	1.8 ^b
R-717		0.00	
R-744		0.00	1 (1) ^c

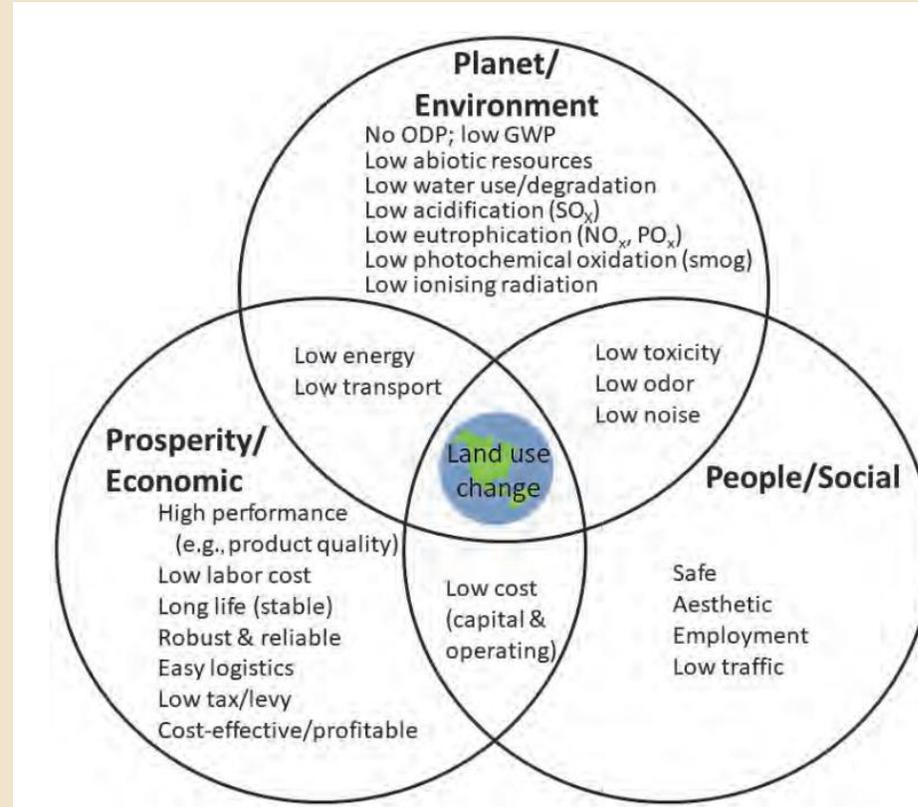
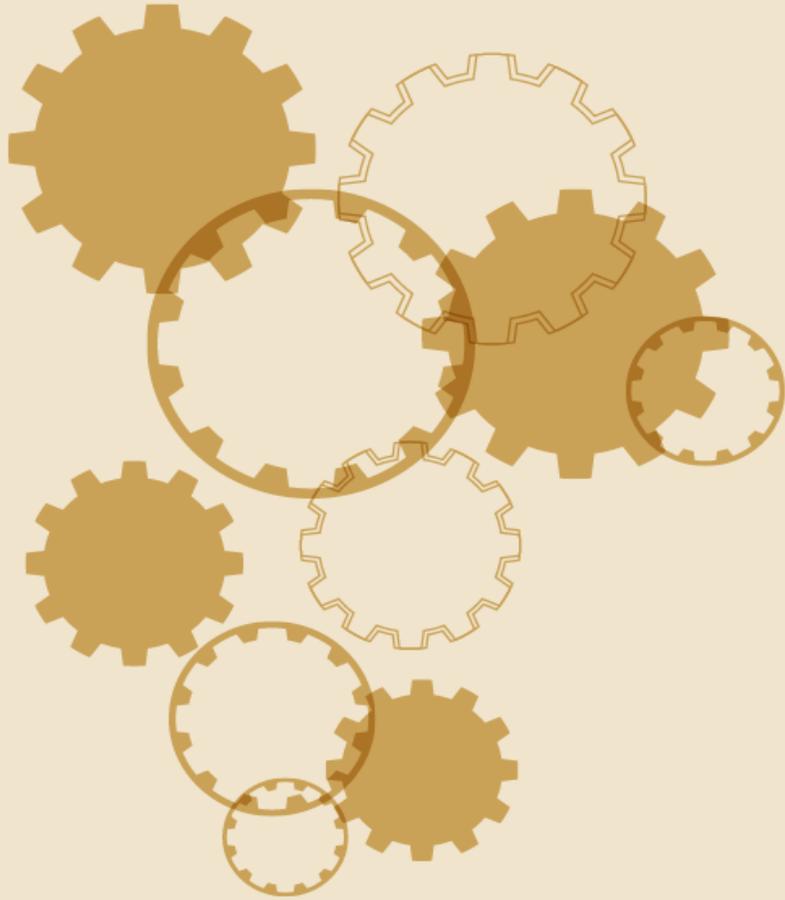
Table 4 Environmental Properties of Refrigerant Blends; based on Montreal Protocol Reporting ODP and IPCC AR4 and AR5 GWP₁₀₀ of Components

Refrigerant	ODP ^a	GWP ₁₀₀ ^a		Refrigerant	ODP ^a	GWP ₁₀₀ ^a	
		AR4	AR5			AR4	AR5
401A	0.02	1180	1130	428A	0.00	3610	3120
401B	0.03	1290	1240	429A	0.00	19	20
401C	0.02	933	876	430A	0.00	99	110
402A	0.01	2790	2570	431A	0.00	38	44
402B	0.02	2420	2260	432A	0.00	2	2
403A	0.03	3120	3100	433A	0.00	3	4
403B	0.02	4460	4460	433B	0.00	3	5
404A	0.00	3920	3940	433C	0.00	3	4
405A	0.02	5330	4970	434A	0.00	3250	3080
406A	0.04	1940	1780	435A	0.00	26	28
407A	0.00	2110	1920	436A	0.00	11	12
407B	0.00	2800	2550	436B	0.00	11	12
407C	0.00	1770	1620	437A	0.00	1810	1640
407D	0.00	1630	1490	438A	0.00	2260	2060
407E	0.00	1550	1420	439A	0.00	1980	1830
407F	0.00	1820	1670	440A	0.00	144	156
408A	0.02	3150	3260	441A	0.00	5	5
409A	0.03	1580	1480	442A	0.00	1890	1750
409B	0.03	1560	1470	443A	0.00	2.5	4
410A	0.00	2090	1920	444A	0.00	93	89
410B	0.00	2230	2050	444B	0.00	296	295
411A	0.03	1600	1560	445A	0.00	135	118
411B	0.03	1710	1660	446A	0.00	461	461
412A	0.04	2290	2170	447A	0.00	584	572
413A	0.00	2050	1950	448A	0.00	1390	1360
414A	0.03	1480	1380	449A	0.00	1400	1280
414B	0.03	1360	1270	449B	0.00	1410	1300
415A	0.03	1510	1470	450A	0.00	605	547
415B	0.009	546	544	451A	0.00	150	133
416A	0.008	1080	975	451B	0.00	164	146
417A	0.00	2350	2130	452A	0.00	2140	1950
417B	0.00	3030	2740	453A	0.00	1770	1640
418A	0.03	1740	1690	454A	0.00	239	238
419A	0.00	2970	2690	454B	0.00	466	467
420A	0.007	1540	1380	500	0.50	8080	8010
421A	0.00	2630	2380	501	0.29	4080	4020
421B	0.00	3190	2890	502	0.20	4660	4790
422A	0.00	3140	2850	503	0.60	14 600	13 300
422B	0.00	2530	2290	504	0.10	4140	4300
422C	0.00	3090	2800	507A	0.00	3990	3990
422D	0.00	2730	2470	508A	0.00	13 200	11 600
423A	0.00	2280	2270	508B	0.00	13 400	11 700
424A	0.00	2440	2210	509A	0.01	5740	5760
425A	0.00	1510	1430	510A	0.00	3	3
426A	0.00	1510	1370	511A	0.00	3	5
427A	0.00	2140	2020	512A	0.00	189	196
				513A	0.00	631	573

ASHRAE HANDBOOK. Fundamentals

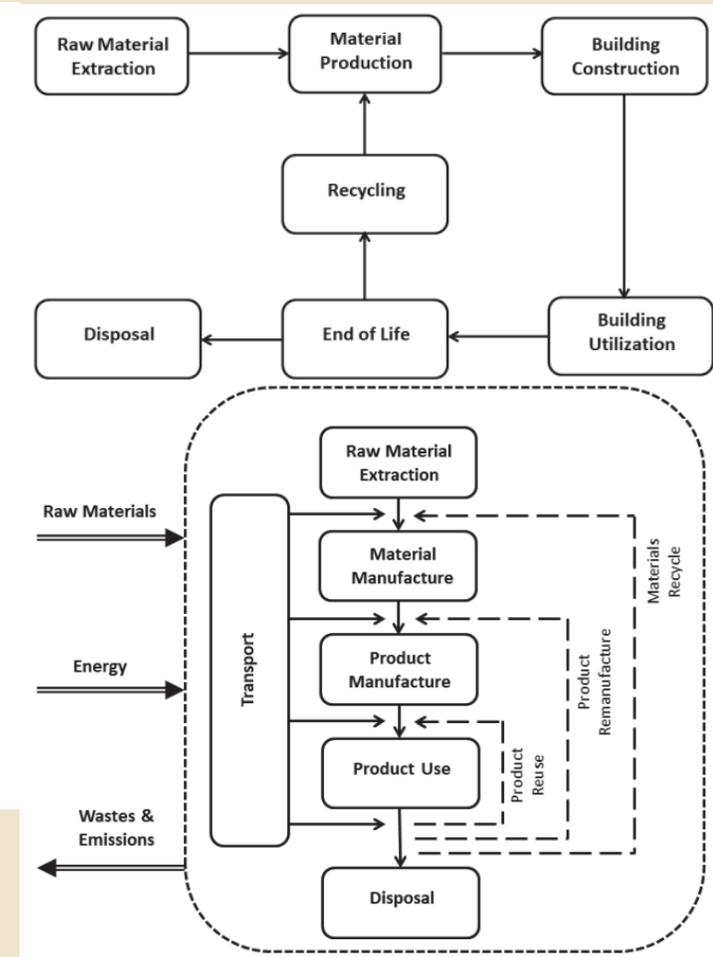


¿Qué hacer para que una instalación de refrigeración y HVAC sea sostenible y reduzca el impacto ambiental?



Dimensions of sustainability for refrigerated facilities and refrigeration systems, with examples of aspects and metrics for assessment

ASHRAE guide for Sustainable Refrigerated Facilities and Refrigeration Systems



Life cycle assessment framework for (a) a building and (b) a product.



El equilibrio de lo económico y cultural marca la viabilidad de los proyectos de refrigeración a corto y largo plazo. No siempre un proyecto sostenible a largo plazo es económico en el corto plazo



Algunos indicadores de huella de carbono

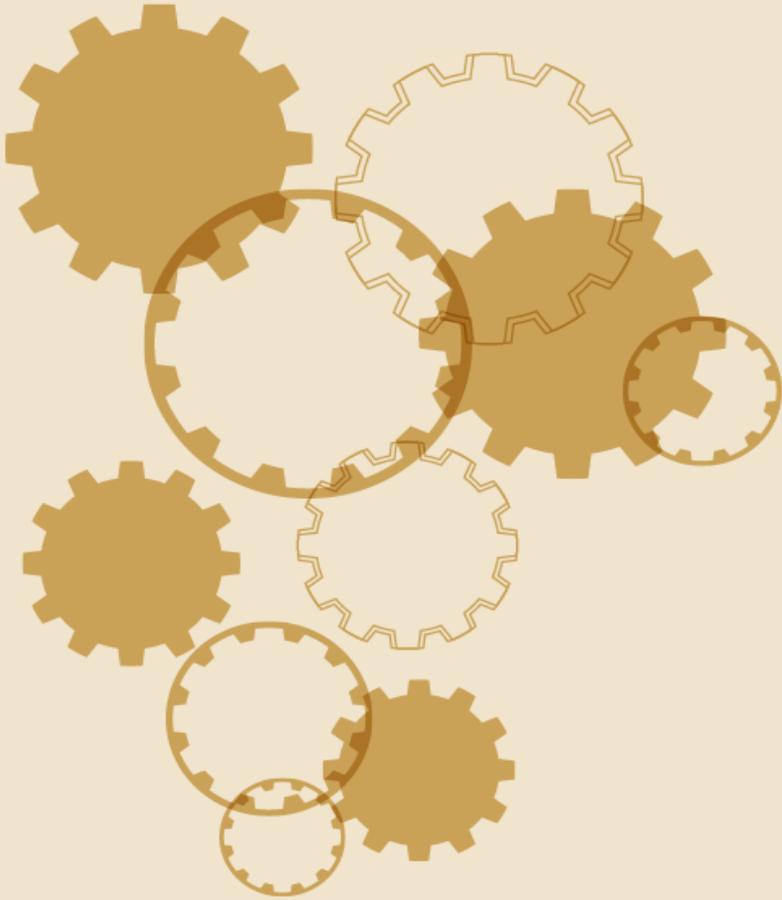


Table 2.5 Carbon Footprints for Reference Refrigerated Facility and Alternative Scenario Over 15-Year Lifetime (SI)

Component	Reference Facility (Pump-Circulated R-717)		Alternative Scenario (DX R-507A)	
	Amount or Annual Consumption	CF (% of total), kg CO _{2eq}	Amount or Annual Consumption	CF (% of total), kg CO _{2eq}
Direct Emissions				
Refrigerant leakage				
Annual	2% per year of 3400 kg	$3400 \times 2\% \times 15 \times 0 = 0$	10% per year of 2900 kg	$2900 \times 10\% \times 15 \times 3985 = 17,334,800$
End of life	5% of 3400 kg	$3400 \times 5\% \times 0 = 0$	5% of 2900 kg	$2900 \times 5\% \times 3985 = 577,800$
Total direct emissions		0 (0%)		17,912,600 (16.3%)
Total indirect emissions		62,938,300 (100%)		92,171,800 (83.7%)
Total emissions		62,938,300 (100%)		110,084,400 (100%)

ASHRAE guide for Sustainable Refrigerated Facilities and Refrigeration Systems



Algunos indicadores de huella de carbono

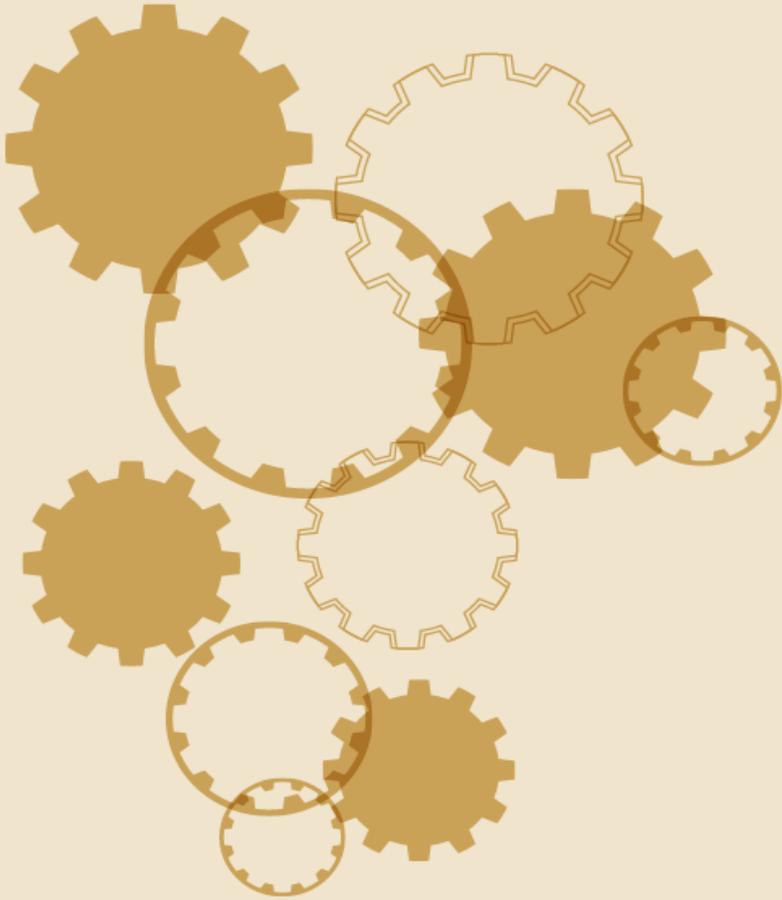


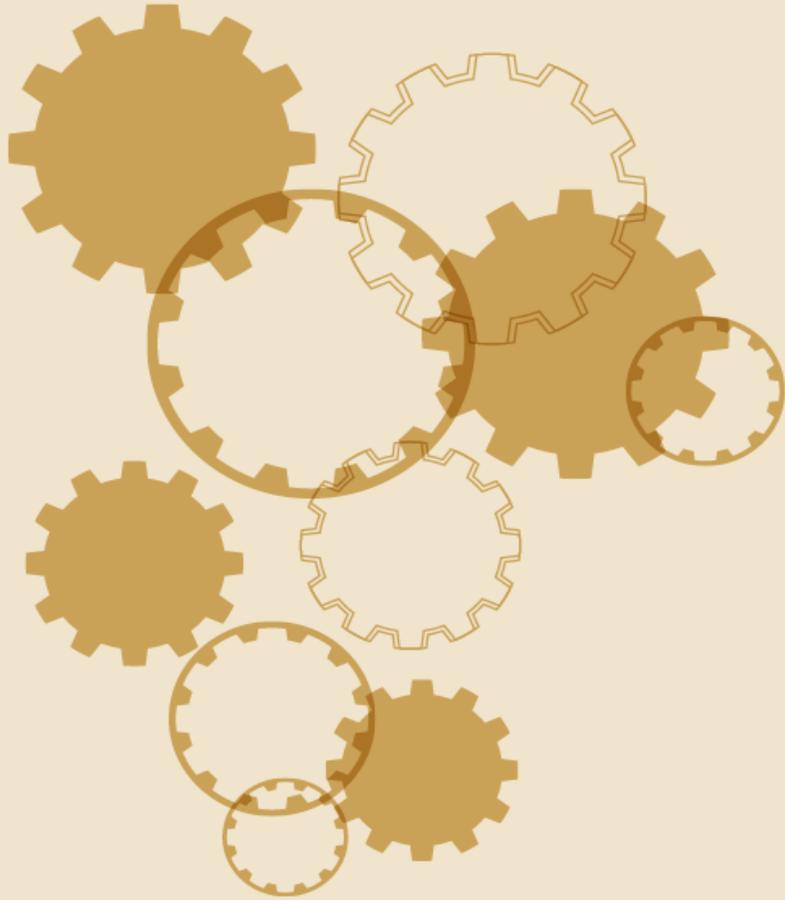
Table 2.4 Indicative Embodied Specific Carbon Footprints for Materials and Resources Commonly Used in Refrigerated Facilities and Associated Equipment¹

Material	Embodied CF, kg CO _{2eq} /kg (lb _m CO _{2eq} /lb _m)	Source and Comments
Water	0.0006; 0.001	ECLA (2016) (groundwater); Hammond and Jones (2011)
Transport (freight)	kg CO _{2eq} /ton-km (lb _m CO _{2eq} /ton-mi)	
• Road (truck)	0.05–0.13 (0.161–0.418)	EPLCA (2016)
• Rail	0.02 (0.064)	Burke (2016); EPLCA (2016)
• Shipping (container)	0.014 (0.045)	Burke (2016)
• Air	2.09 (6.727)	EPLCA (2016)
Food products (to farm gate)		Sonesson et al. (2010)
• Red meat (beef/lamb)	29/23	EPLCA (2016)
• Pork	6.7	EPLCA (2016)
• Poultry	3.4	EPLCA (2016)
• Fish	3.4	EPLCA (2016)

ASHRAE guide for Sustainable Refrigerated Facilities and Refrigeration Systems



Comparación. Uso de HFC



Análisis en R404

Operating conditions

Capacity: Cooling capacity: 22500 BTU/h, Mass flow in line: 6.426 lb/min, Heating capacity: 36.62 kBTU/h

Evaporation: Dew point temperature: -7.0 °C, Useful superheat: 6.0 K, Additional superheat: 18.0 K

Condensation: Bubble point temperature: 25.0 °C, Subcooling: 3.0 K, Additional subcooling: 0 K

Additional: Discharge temperature: 94.7 °C

Condenser

Selection: Copper pipe ANSI 1/2 NS

Selected	Type	NS	DP [psi]	DT_sat [K]	DP [°F/ft]	Velocity, in [m/s]	Velocity, out [m/s]	Result
<input type="radio"/>	ANSI 1/4	6.35 (1/4")	20.82	4.5	0.249	2.51	3.18	⚠
<input type="radio"/>	ANSI 5/16	7.92 (5/16")	5.36	1.1	0.062	1.47	1.47	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/8	9.53 (3/8")	1.78	0.4	0.020	0.93	0.93	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 1/2	12.7 (1/2")	0.35	0.1	0.004	0.48	0.48	✓
<input type="radio"/>	ANSI 5/8	15.88 (5/8")	0.11	0.0	0.001	0.29	0.29	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/4	19.05 (3/4")	0.04	0.0	0.000	0.20	0.20	✓
<input type="radio"/>	ANSI 7/8	22.23 (7/8")	0.02	0.0	0.000	0.15	0.15	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/8	28.58 (1 1/8")	0.01	0.0	0.000	0.09	0.09	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 3/8	34.93 (1 3/8")	0.00	0.0	0.000	0.06	0.06	✓

DP distribution: 100%

Length [m]: 10.00

Angle [deg]: 0

DP [psi]: 0.35

DT_sat [K]: 0.1

Velocity, in [m/s]: 0.48

Valve state: -

Connection: OK

Result: ✓

Evaporator

Selection: Copper pipe ANSI 1 1/8 NS

Selected	Type	NS	DP [psi]	DT_sat [K]	DP [°F/ft]	Velocity, in [m/s]	Velocity, out [m/s]	Result
<input type="radio"/>	ANSI 1/2	12.7 (1/2")	12.67	5.8	0.320	23.55	29.12	⚠
<input type="radio"/>	ANSI 5/8	15.88 (5/8")	3.58	1.6	0.086	14.52	15.36	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/4	19.05 (3/4")	1.30	0.6	0.031	9.68	9.88	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 7/8	22.23 (7/8")	0.64	0.3	0.015	7.26	7.33	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 1 1/8	28.58 (1 1/8")	0.17	0.1	0.004	4.26	4.27	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 3/8	34.93 (1 3/8")	0.06	0.0	0.001	2.80	2.80	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 5/8	41.28 (1 5/8")	0.03	0.0	0.001	1.98	1.98	✓
<input type="radio"/>	ANSI 2 1/8	53.98 (2 1/8")	0.01	0.0	0.000	1.14	1.14	✓
<input type="radio"/>	ANSI 2 5/8	66.68 (2 5/8")	0.00	0.0	0.000	0.74	0.74	✓

DP distribution: 100%

Length [m]: 10.00

Angle [deg]: 0

DP [psi]: 0.64

DT_sat [K]: 0.3

Velocity, in [m/s]: 7.26

Valve state: -

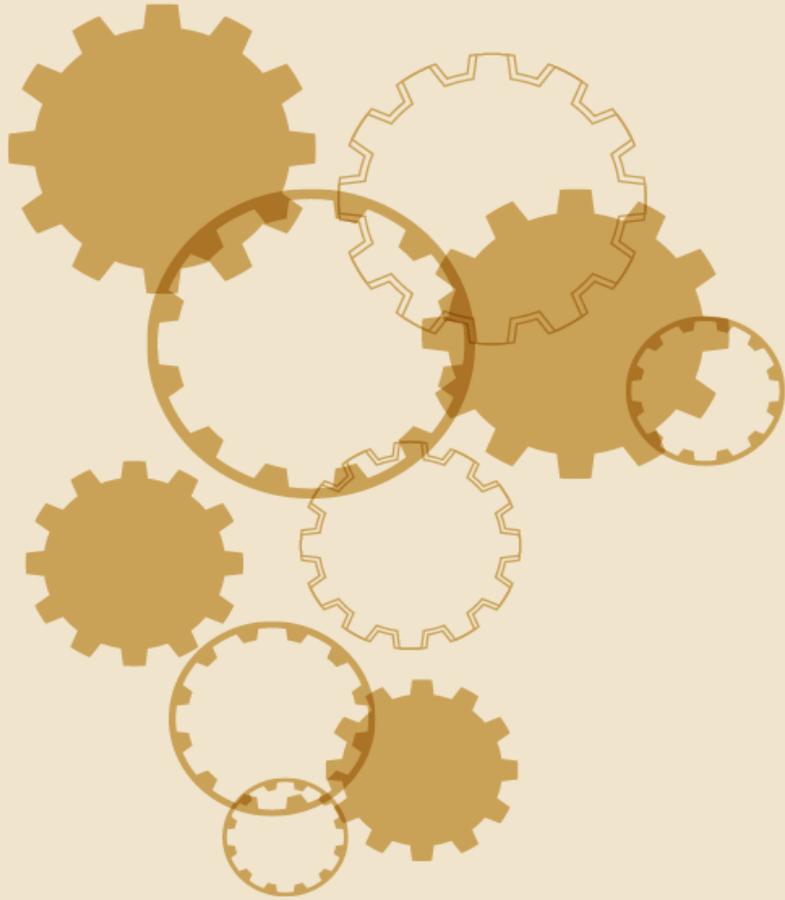
Connection: OK

Result: ✓



Comparación. Uso de amoniaco

Análisis en R717



Operating conditions

Capacity: Cooling capacity: 22500 BTU/h Evaporation: Temperature: -7.0 °C Condensation: Temperature: 25.0 °C Additional: Discharge temperature: 94.7 °C

Mass flow in line: 0.7472 lb/min Useful superheat: 6.0 K Subcooling: 3.0 K

Heating capacity: 26.35 kBTU/h Additional superheat: 18.0 K Additional subcooling: 0 K

Condenser

Steel pipe ANSI 1/8

DP distribution: 100%

Length [m]: 10.00

Angle [deg]: 0

DP [psi]: 0.52

DT_sat [K]: 0.1

Velocity, in [m/s]: 0.39

Valve state: -

Connection: OK

Result: ✓

Operating conditions

Capacity: Cooling capacity: 22500 BTU/h Evaporation: Temperature: -7.0 °C Condensation: Temperature: 25.0 °C Additional: Discharge temperature: 94.7 °C

Mass flow in line: 0.7472 lb/min Useful superheat: 6.0 K Subcooling: 3.0 K

Heating capacity: 26.35 kBTU/h Additional superheat: 18.0 K Additional subcooling: 0 K

Evaporator

Steel pipe ANSI 1

DP distribution: 100%

Length [m]: 10.00

Angle [deg]: 0

DP [psi]: 0.05

DT_sat [K]: 0.0

Velocity, in [m/s]: 5.05

Valve state: -

Connection: OK

Result: ✓

Selection: Steel pipe ANSI 1/8

Selected	Type	NS	DP [psi]	DT_sat [K]	DP [°F/ft]	Velocity, in [m/s]	Velocity, out [m/s]	Result
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 1/8	6 (1/8")	0.52	0.1	0.006	0.39	0.39	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1/4	8 (1/4")	0.10	0.0	0.001	0.20	0.20	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/8	10 (3/8")	0.02	0.0	0.000	0.10	0.10	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1/2	15 (1/2")	0.01	0.0	0.000	0.06	0.06	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/4	20 (3/4")	0.00	0.0	0.000	0.03	0.03	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1	25 (1")	0.00	0.0	0.000	0.02	0.02	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/4	32 (1 1/4")	0.00	0.0	0.000	0.01	0.01	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/2	40 (1 1/2")	0.00	0.0	0.000	0.01	0.01	✓
<input type="radio"/>	ANSI 2	50 (2")	0.00	0.0	0.000	0.00	0.00	✓

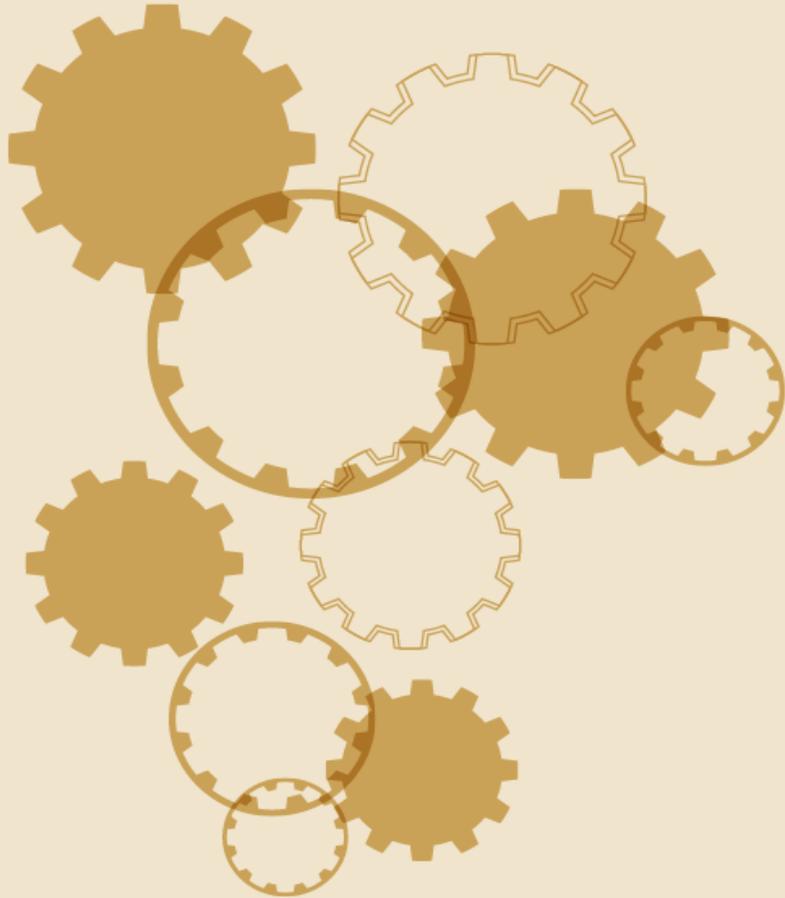
Selection: Steel pipe ANSI 1

Selected	Type	NS	DP [psi]	DT_sat [K]	DP [°F/ft]	Velocity, in [m/s]	Velocity, out [m/s]	Result
<input type="radio"/>	ANSI 1/4	8 (1/4")	25.47	17.9	0.981	50.86	109.7	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/8	10 (3/8")	3.48	1.9	0.104	26.07	28.13	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1/2	15 (1/2")	0.90	0.5	0.026	15.58	15.88	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 3/4	20 (3/4")	0.18	0.1	0.005	8.37	8.40	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 1	25 (1")	0.05	0.0	0.001	5.05	5.06	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/4	32 (1 1/4")	0.01	0.0	0.000	2.83	2.83	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/2	40 (1 1/2")	0.01	0.0	0.000	2.05	2.05	✓
<input type="radio"/>	ANSI 2	50 (2")	0.00	0.0	0.000	1.08	1.08	✓
<input type="radio"/>	ANSI 2 1/2	65 (2 1/2")	0.00	0.0	0.000	0.76	0.76	✓



Comparación. Uso de refrigerantes naturales

Análisis en R744



Operating conditions

Capacity: Cooling capacity: 22500 BTU/h, Mass flow in line: 3.521 lb/min, Heating capacity: 25.74 kBTU/h

Evaporation: Temperature: -7.0 °C, Useful superheat: 8.0 K, Additional superheat: 18.0 K

Condensation: Temperature: 0.3 °C, Subcooling: 1.0 K, Additional subcooling: 0 K

Additional: Discharge temperature: 36.5 °C

Condenser

Selection: Copper pipe ANSI 5/16 NS

DP distribution: 100%

Length [m]: 10.00

Angle [deg]: 0

DP [psi]: 1.95

DT_sat [K]: 0.1

Velocity, in [m/s]: 0.92

Valve state: -

Connection: OK

Result: ✓

Evaporator

Selection: Copper pipe ANSI 1/2 NS

DP distribution: 100%

Length [m]: 10.00

Angle [deg]: 0

DP [psi]: 1.33

DT_sat [K]: 0.1

Velocity, in [m/s]: 4.36

Valve state: -

Connection: OK

Result: ✓

Evaporator

Selection: Copper pipe ANSI 3/8

Selected	Type	NS	DP [psi]	DT_sat [K]	DP [°F/ft]	Velocity, in [m/s]	Velocity, out [m/s]	Result
<input type="radio"/>	ANSI 1/4	6.35 (1/4")	7.08	0.5	0.029	1.56	1.56	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 5/16	7.92 (5/16")	1.95	0.1	0.008	0.92	0.92	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 3/8	9.53 (3/8")	0.65	0.0	0.003	0.58	0.58	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1/2	12.7 (1/2")	0.13	0.0	0.001	0.30	0.30	✓
<input type="radio"/>	ANSI 5/8	15.88 (5/8")	0.04	0.0	0.000	0.18	0.18	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/4	19.05 (3/4")	0.02	0.0	0.000	0.12	0.12	✓
<input type="radio"/>	ANSI 7/8	22.23 (7/8")	0.01	0.0	0.000	0.09	0.09	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/8	28.58 (1 1/8")	0.00	0.0	0.000	0.05	0.05	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 3/8	34.93 (1 3/8")	0.00	0.0	0.000	0.04	0.04	✓

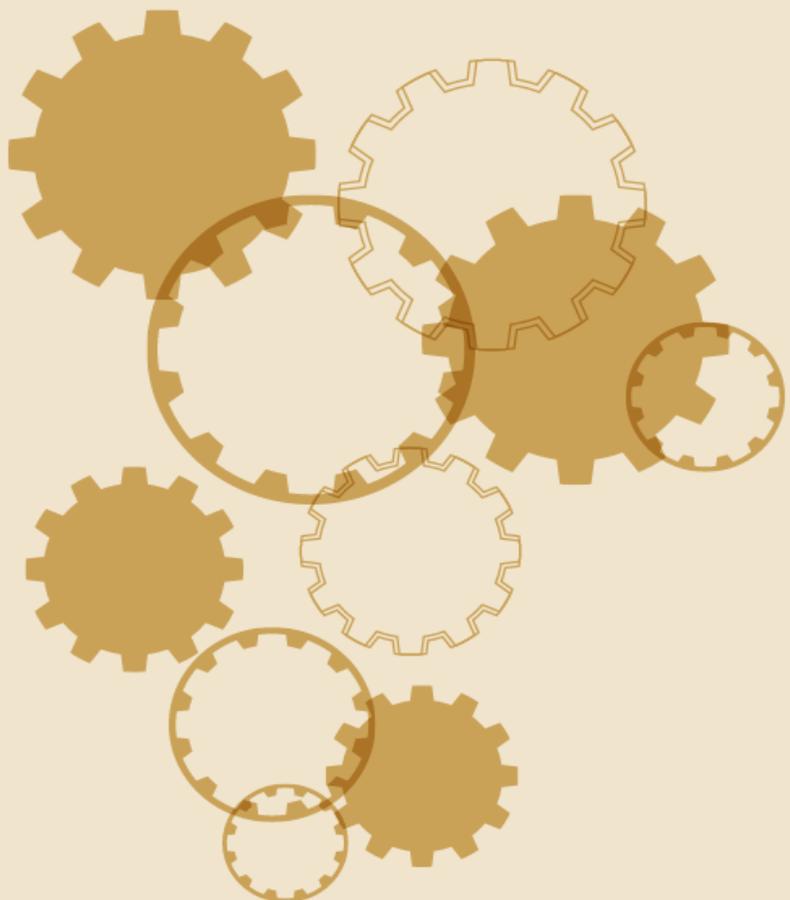
Evaporator

Selection: Copper pipe ANSI 1/4

Selected	Type	NS	DP [psi]	DT_sat [K]	DP [°F/ft]	Velocity, in [m/s]	Velocity, out [m/s]	Result
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 1/4	6.35 (1/4")	92.84	8.7	0.479	22.95	29.74	✓
<input type="radio"/>	ANSI 5/16	7.92 (5/16")	22.38	2.0	0.108	13.49	14.28	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/8	9.53 (3/8")	7.05	0.6	0.033	8.55	8.71	✓
<input checked="" type="radio"/>	ANSI 1/2	12.7 (1/2")	1.33	0.1	0.006	4.36	4.37	✓
<input type="radio"/>	ANSI 5/8	15.88 (5/8")	0.41	0.0	0.002	2.69	2.69	✓
<input type="radio"/>	ANSI 3/4	19.05 (3/4")	0.15	0.0	0.001	1.79	1.79	✓
<input type="radio"/>	ANSI 7/8	22.23 (7/8")	0.08	0.0	0.000	1.34	1.34	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 1/8	28.58 (1 1/8")	0.02	0.0	0.000	0.79	0.79	✓
<input type="radio"/>	ANSI 1 3/8	34.93 (1 3/8")	0.01	0.0	0.000	0.52	0.52	✓



Comparación. Uso de refrigerantes naturales



Line 1 x + New

Dry - Suction line

Refrigerant: R-448A

Connections: All

Function Templates

Control and regulatin... Solenoid valves Check valves Stop and shut o... Constant DP Filters and strainers

Filter driers Sight glasses Piping ICF valve station

Product families:

Operating conditions

Capacity:	Evaporation:	Condensation:
Cooling capacity: 1320 kBTU/h	Dew point temperature: -32.0 °F	Dew point temperature: 105.0 °F
Mass flow in line: 378.2 lb/min	Useful superheat: 10.0 °F	Subcooling: 3.6 °F
Heating capacity: 2450 kBTU/h	Additional superheat: 35.0 °F	Additional subcooling: 0 °F

Evaporator

Steel pipe ANSI 10

DP distribution: 100%

Length [ft]:	32.81	
Angle [deg]:	0	
DP [psi]:	0.03	0.03
DT_sat [°F]:	0.1	0.1
Velocity, in [ft/s]:	36.15	
Valve state:	-	
Connection:	OK	
Result:	✓	✓

Compressor

Total

Los diámetros están relacionados al tipo de material, cantidad de refrigerante, soportería, cordones de soldadura y riesgo de fugas.

Line 1 **Line 2** x + New

Transcritical - Suction line, LT

Refrigerant: R,744 (CO2)

Connections: All

Function Templates

Control and regulatin... Solenoid valves Check valves Stop and shut o... Constant DP Filters and strainers

Piping

Product families:

- Copper expander ANSI
- Copper pipe ANSI K65
- Copper bend 45 ANSI K65
- Copper bend 90 ANSI K65
- Copper reducer ANSI K65

Operating conditions

Capacity:	Evaporation, LT:	Evaporation, MT:
Cooling capacity, LT: 1320 kBTU/h	Temperature: -32.0 °F	Temperature: 24.0 °F
Cooling capacity, MT: 1.000 kBTU/h	Useful superheat: 10.0 °F	Useful superheat: 10.0 °F
Cooling capacity, AC: 0 kBTU/h	Additional superheat: 35.0 °F	Additional superheat: 15.0 °F
Heating capacity: 2437 kBTU/h	Efficiency, internal HX: 0.30 -	
Mass flow in line: 201.9 lb/min	Discharge temperature: 186.0 °F	Discharge temperature: 284.0 °F

Internal HX

Steel pipe ANSI 3

DP distribution: 100%

Length [ft]:	32.81	
Angle [deg]:	0	
DP [psi]:	0.66	0.66
DT_sat [°F]:	0.2	0.2
Velocity, in [ft/s]:	41.68	
Valve state:	-	
Connection:	OK	
Result:	✓	✓

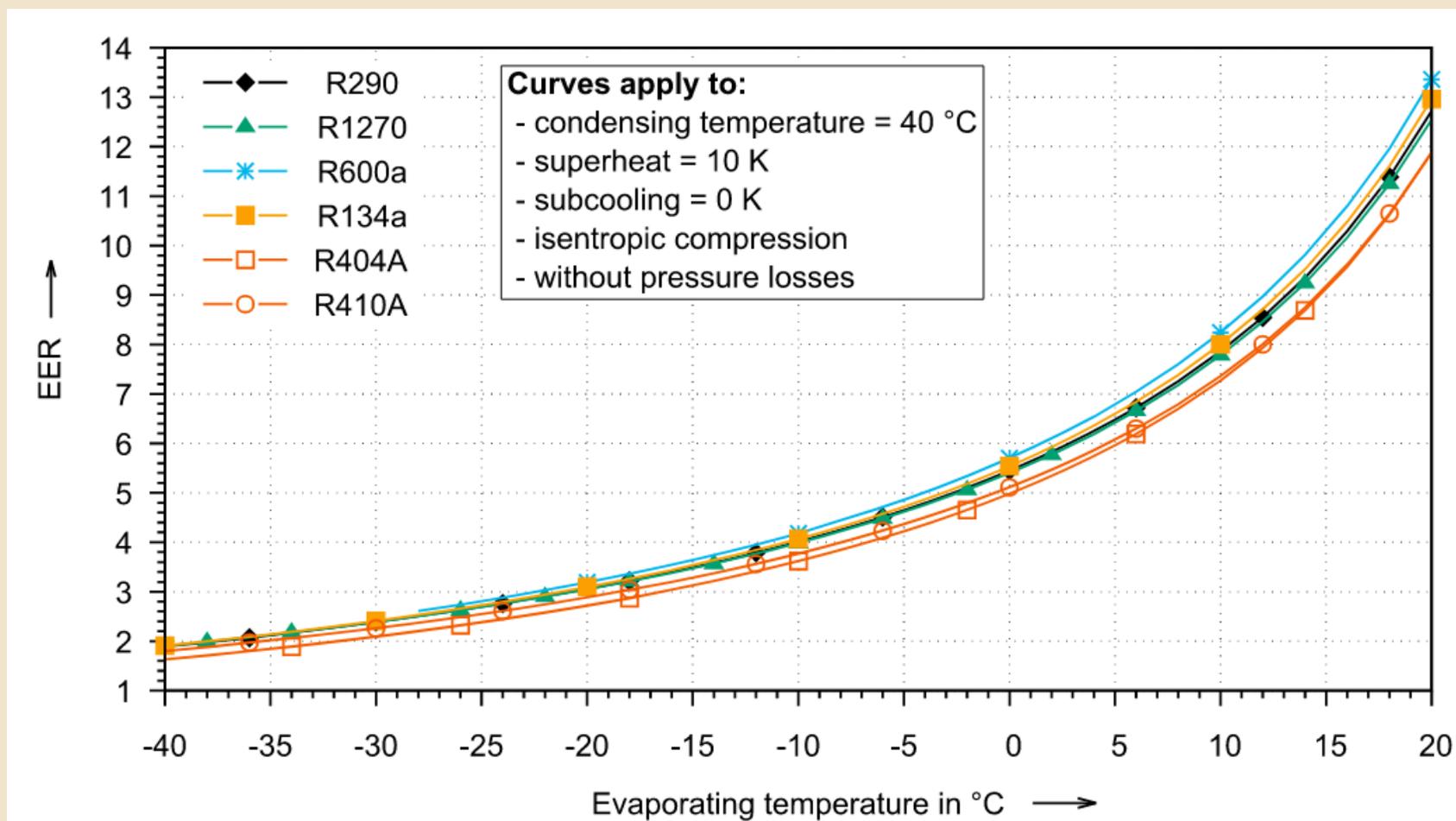
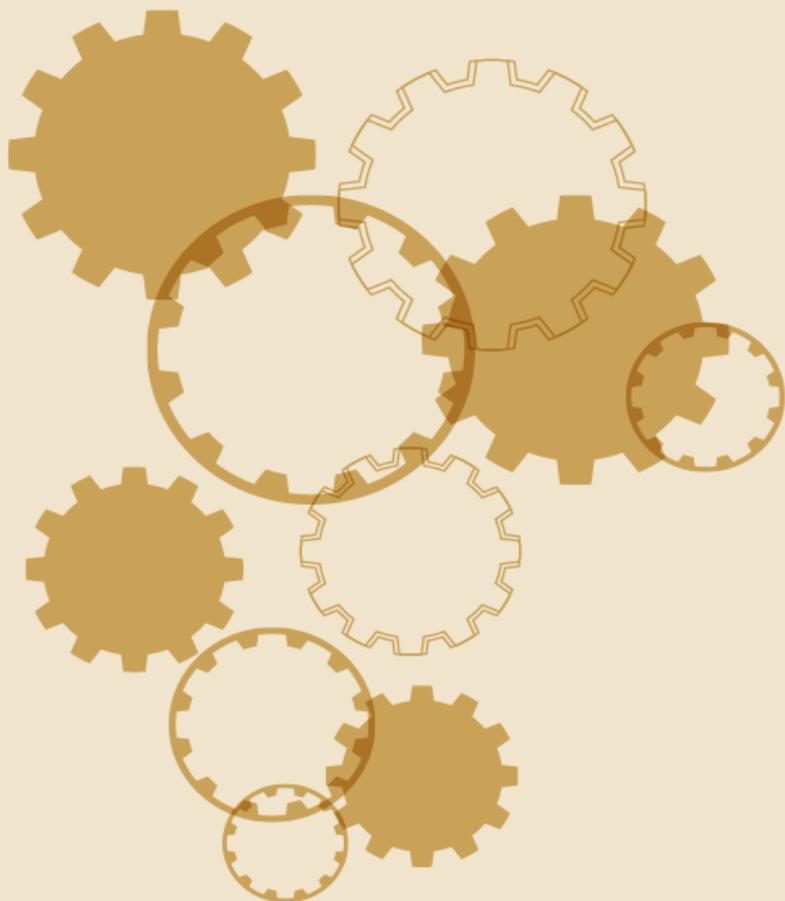
Compressor

Total

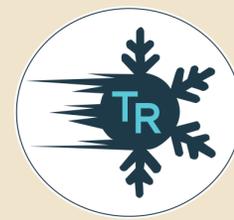
Los diámetros están relacionados al tipo de material, cantidad de refrigerante, soportería, cordones de soldadura y riesgo de fugas.



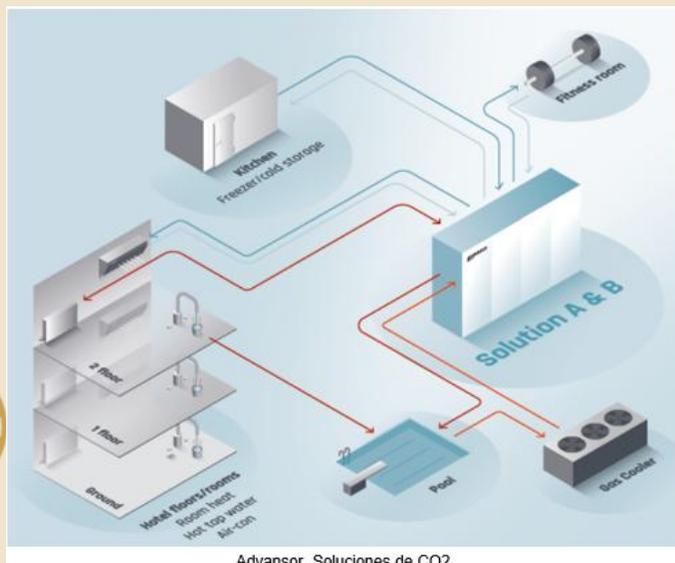
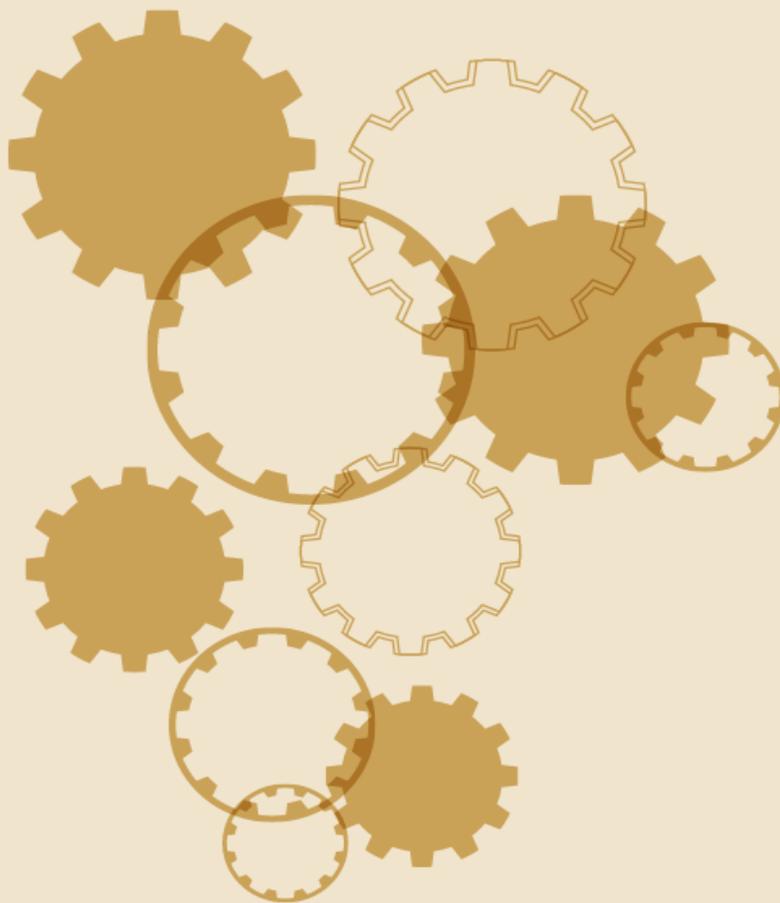
Comparación. Uso de refrigerantes naturales



Ref: Natural Refrigerants Application and Practical Guidelines



La recuperación de calor como calefacción o para procesos



Advansor. Soluciones de CO2

Se puede utilizar la recuperación del calor para:

Calefacción

Con agua caliente

Calentamiento de agua

Para servicios

Tratamiento de aire en manejadoras

Con glicol caliente

Con serpentín de alta presión para CO2



Danfoss. Esquema de recuperación de calor con un rack de CO2

La recuperación del calor en una instalación frigorífica es una forma de reducir el consumo de energía eléctrica o el consumo de hidrocarburos para el calentamiento de agua para uso de servicios o calefacción.

La recuperación de calor, es una manera de hacer una instalación sostenible y reducir la huella de carbono.

El CO2, para aplicaciones industriales, comerciales y retail se ha vuelto muy usado por su trabajo por encima de su punto crítico (zona transcítica) ya que tiene mayor porcentaje de utilización de calor de rechazo.

Bombas de calor

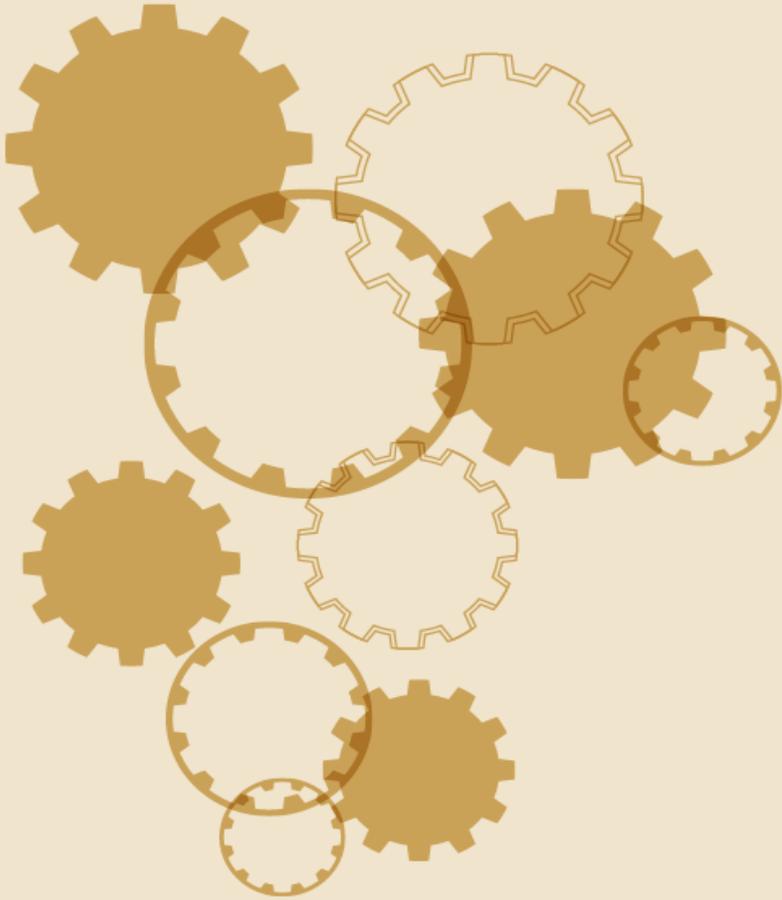


Table 1. Efficiency of CO₂ and NH₃ heat pumps.

Return, °C	Supply, °C												Return, °F
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	
20	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	CO2	CO2	CO2	CO2	CO2	68
25	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	CO2	CO2	CO2	CO2	77
30	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	NH3	CO2	CO2	CO2	CO2	86
35		NH3	CO2	CO2	95								
40			NH3	104									
45				NH3	113								
50					NH3	122							
55						NH3	131						
	95	104	113	122	131	140	149	158	167	176	185	194	

Single stage NH3
Two stage NH3
Single stage CO2

Technical Paper #5 CO₂ Heat Pumps: System Solutions and Applications Mapping.
Ivan Rangelov, Industrial Heat Pumps Business Development Manager, Danfoss
Mazyar Karampour, Sustainable Applications Expert, Danfoss
Thomas Lund, Industrial Refrigeration and Heat Pumps Expert, Danfoss

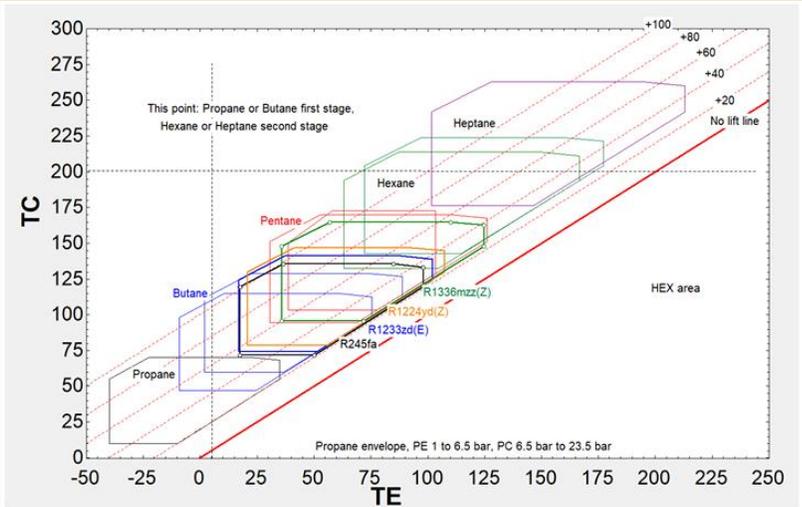
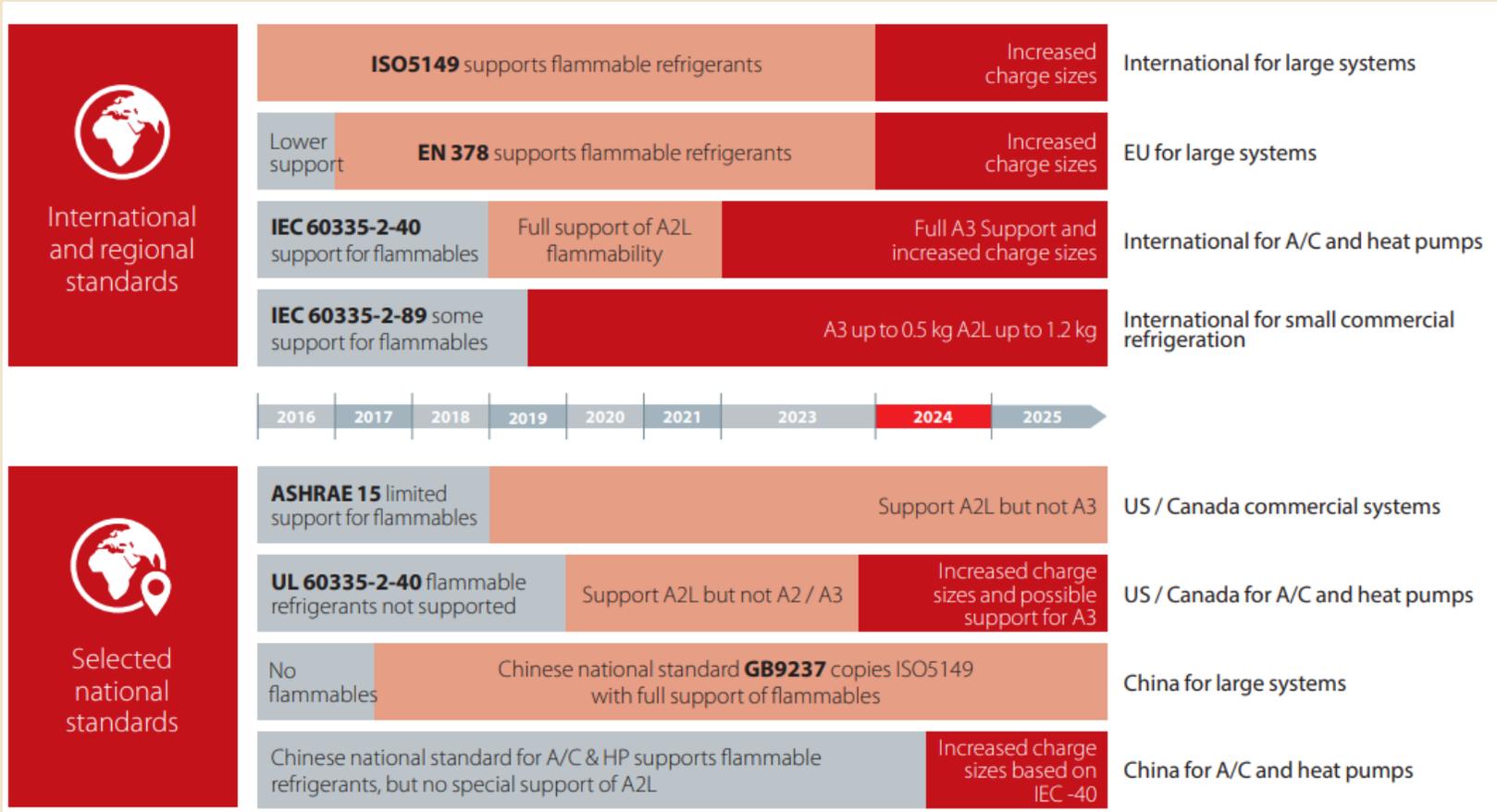
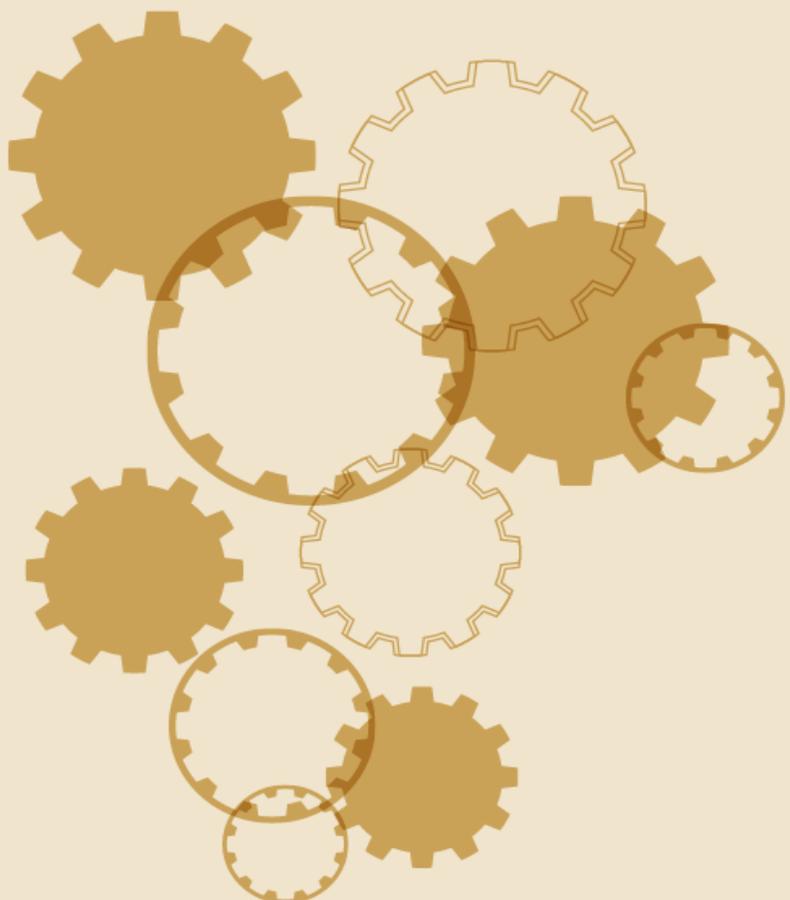


Figure 4: One-stage systems in cascade (Lund, Simulation tool for High temperature applications mapping, 2023)

Connecting Cooling and Process Heating in Industrial Applications with Natural Refrigerants. IIAR Arizona 2025
Felix St-Germain, Refrigeration Engineer, Laporte Engineering
Ivan Rangelov, Business Development Manager, Industrial Heat Pumps, Danfoss



Las restricciones de cargas de refrigerantes



Refrigerant options now and in the future 2024. Danfoss white paper



Las restricciones de cargas de refrigerantes

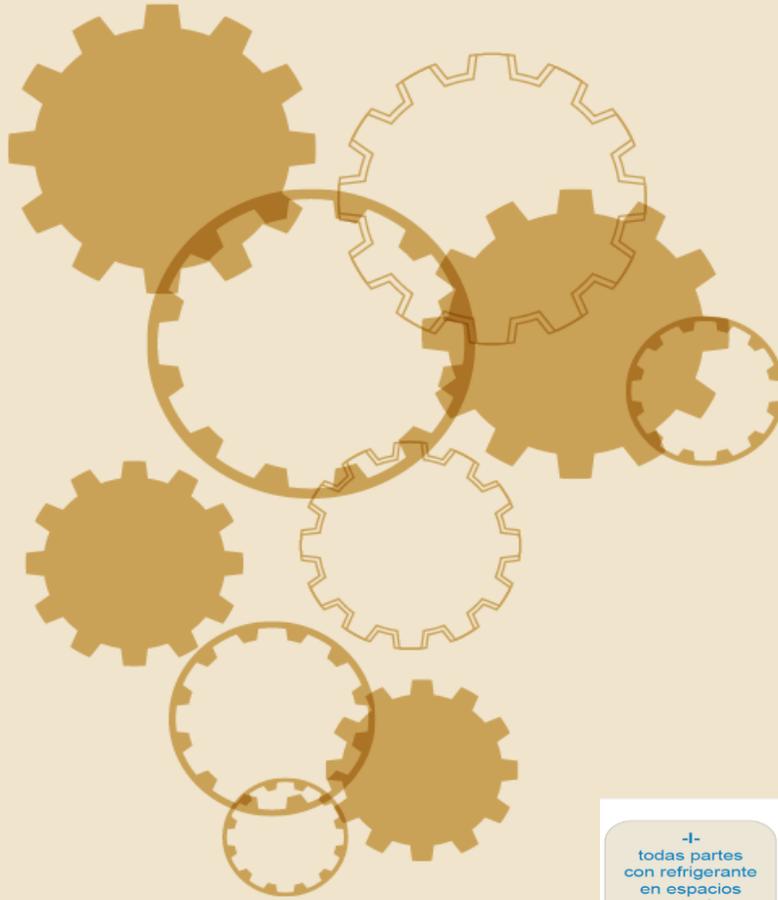


Tabla B. Requisitos de limite de carga para sistemas de refrigeración basados en la inflamabilidad

Categoría de inflamabilidad	Categoría del local por accesibilidad		Tipo de ubicación de los sistemas				
			1	2	3	4	
2L	A	Confort humano	Según apéndice 3 pero no superior a $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 pero no superior a $m_3^b \times 1,5$				
		Otras aplicaciones	$20\% \times LII \times$ volumen del local pero no más de $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 y no superior a $m_3^b \times 1,5$				
	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	$20\% \times LII \times$ volumen del local pero no más de $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 y no superior a $m_3^b \times 1,5$	$20\% \times LII \times$ volumen del local y no más de 25 kg^c o según apéndice 4 pero no más de $m_3^b \times 1,5$	Sin limite de carga ^a		Carga de refrigerante no superior a $m_3^b \times 1,5$
	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	$20\% \times LII \times$ volumen del local pero no más de $m_2^a \times 1,5$ o según apéndice 4 y no superior a $m_3^b \times 1,5$	$20\% \times LII \times$ volumen del local y no más de 25 kg^c o según apéndice 4 pero no más de $m_3^b \times 1,5$	Sin limites de carga ^c		
2	A	Confort humano	Según apéndice 3 pero no más de m_2^a				
		Otras aplicaciones	$20\% \times LII \times$ volumen del local pero máximo m_2^a				
	B	Confort humano	Según apéndice 3 pero no más de m_2^a				
		Otras aplicaciones	$20\% \times LII \times$ volumen del local pero máximo m_2^a				
	C	Confort humano	Según apéndice 3 pero no más de m_2^a				
		Otras aplicaciones	Sótanos $20\% \times LII \times$ volumen del local pero máximo m_2^a	Plantas superiores 20% del LII x volumen del local pero máx 10 kg^c	20% del LII x volumen del local pero máx 25 kg^c	Sin restricciones ^c	

a) $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times LII$
 b) $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times LII$
 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

Tabla B (continuación)

Categoría de inflamabilidad	Categoría del local por accesibilidad		Tipo de ubicación de los sistemas				
			1	2	3	4	
3	A	Confort humano	Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m_2 o $1,5 \text{ kg}$				
		Otras aplicaciones	En sótanos	Solo sistemas sellado: $20\% \times LII \times$ volumen del local y no más de 1 kg			No más de 5 kg^c
	B	Confort humano	Sobre nivel terreno	Solo sistemas sellados $20\% \times LII \times$ volumen del local y no más de $1,5 \text{ kg}$			
		Otras aplicaciones	En sótanos	20% del LII por volumen del local y no más de 1 kg^a			No más de 10 kg^c
	C	Confort humano	Sobre nivel terreno	20% del LII por volumen del local y no más de $2,5 \text{ kg}$			
		Otras aplicaciones	En sótanos	Según apéndice 3 y no más del valor mayor de m_2 o $1,5 \text{ kg}$			Sin restricciones ^c
Otras aplicaciones	Sobre nivel terreno	20% del LII por volumen del local y no más de 1 kg^a					
			Sobre nivel terreno	$20\% \times LII \times$ volumen del local y no más de 10 kg^c			$20\% \times LII \times$ volumen del local y no más de 25 kg^c

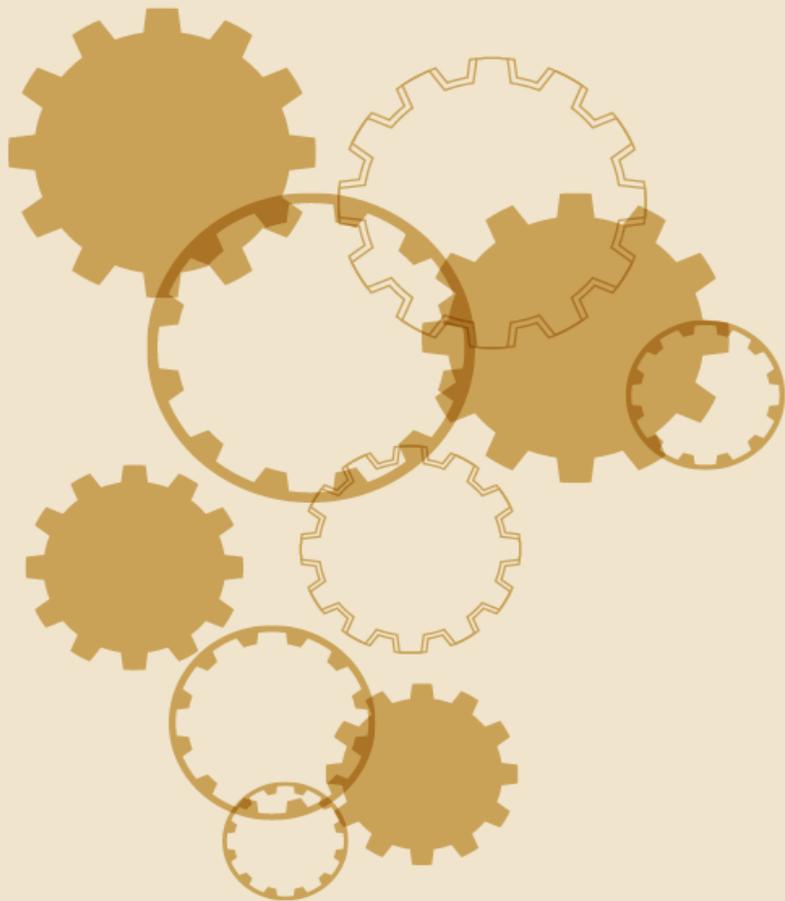
a) $m_2 = 26 \text{ m}^3 \times LII$
 b) $m_3 = 130 \text{ m}^3 \times LII$
 c) Para aire exterior aplicar límite de toxicidad por volumen del local punto 3.3.2 de IF-04 y para salas de máquinas IF-07

<p>-I- todas partes con refrigerante en espacios ocupados</p> <p>Frigoríficos, portátiles, botellero</p>	<p>-II- compresor o parte instalación sala máquinas o exterior (parcial)</p> <p>split, multi, VRV, Sky, ZEAS</p>	<p>-III- todo en sala de máquinas o en el exterior</p> <p>Enfriadoras</p>	<p>-IV- Envolvente ventilada</p> <p>Productos diseñados especialmente</p>
---	---	--	--

<p>-a- Acceso general</p> <p>Hospitales, juzgados, prisiones, teatros, supermercados, escuelas, bibliotecas, terminales de autobuses, viviendas, hoteles, restaurantes.</p>	<p>-b- Acceso supervisado</p> <p>Oficinas, laboratorios,...en general, centros de trabajo en los que no se fabrique</p>	<p>-c- Acceso autorizado</p> <p>Centros de fabricación (p.ej. Industrias químicas, alimentarias, bebidas, áreas restringidas de los supermercados,...)</p>
--	--	---



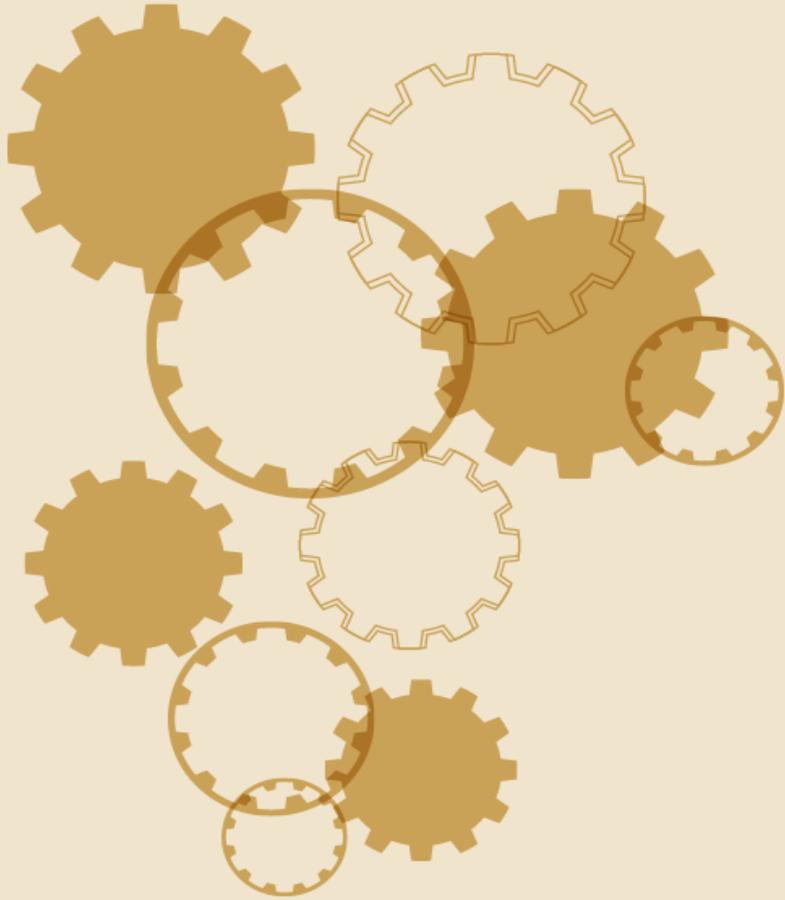
Medidas a tomar según el ministerio de la producción del Perú



Proyecto “Plan de Gestión de Eliminación de los Hidroclorofluorocarbonos (HCFC) – PGEH Fase II para el Perú”



Medidas a tomar según el ministerio de la producción del Perú



NTP-ISO 5149-1:2020

Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales.

Parte 1: Definiciones, clasificación y criterios de selección

Parte 2: Diseño, construcción, ensayo, mercado y documentación

Parte 3: Sitio de instalación

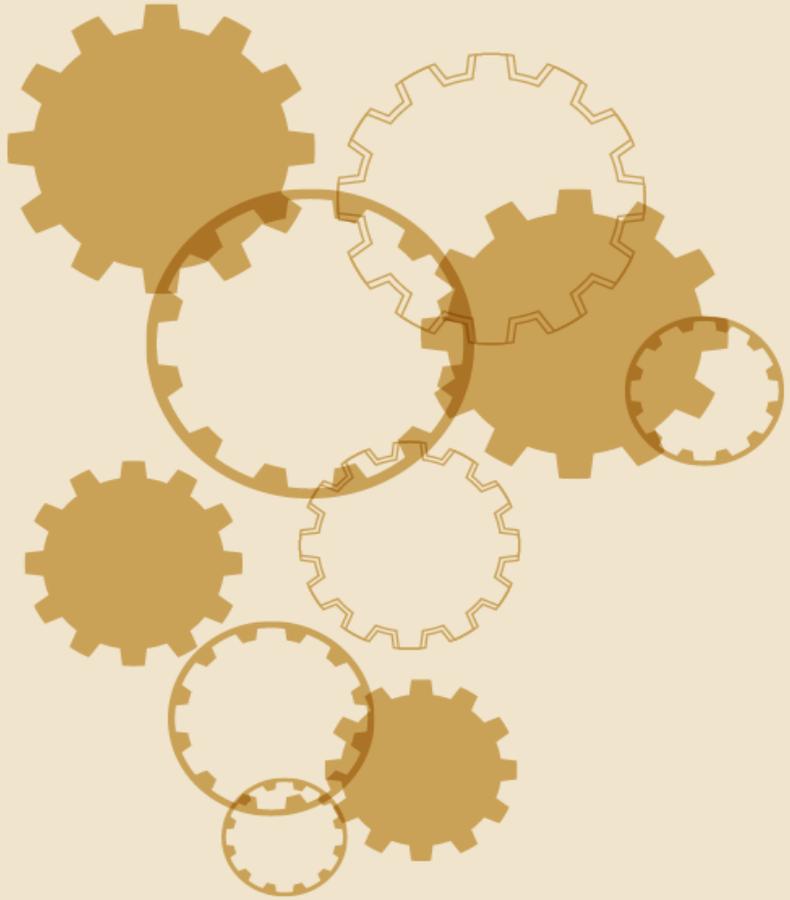
Parte 4: Funcionamiento, mantenimiento, reparación y recuperación

NTP-ISO 817:2022 Refrigerantes. Designación y clasificación de seguridad

NTP-ISO 11650:2023 Desempeño del equipo de recuperación y/o reciclaje de refrigerantes



Medidas a tomar según el ministerio de la producción del Perú



Promover la recuperación y reciclaje de refrigerantes

ESTÁ IMPLEMENTANDO 5 CENTROS DE RECUPERACIÓN Y RECICLAJE A NIVEL NACIONAL

- PIURA**
Piura Mega Service EIRL
☎ 073-303087 / 969541105
✉ cchira@megaservicepiura.com
- LIMA**
Luxus Import & Service SAC
☎ 989857866
✉ karismendiz@lexus.com.pe
- LIMA**
Import & Service Industrial SAC
☎ 947220108 / 946051458
✉ importserviceindustrial@gmail.com
- LIMA**
Amico Servizi Generali EIRL
☎ 943398070
✉ amero.amico@amicosg.com
- AREQUIPA**
Refriksur SAC
☎ 054-463814 / 985703857 / 961710824
✉ proyectos@refriksur.com

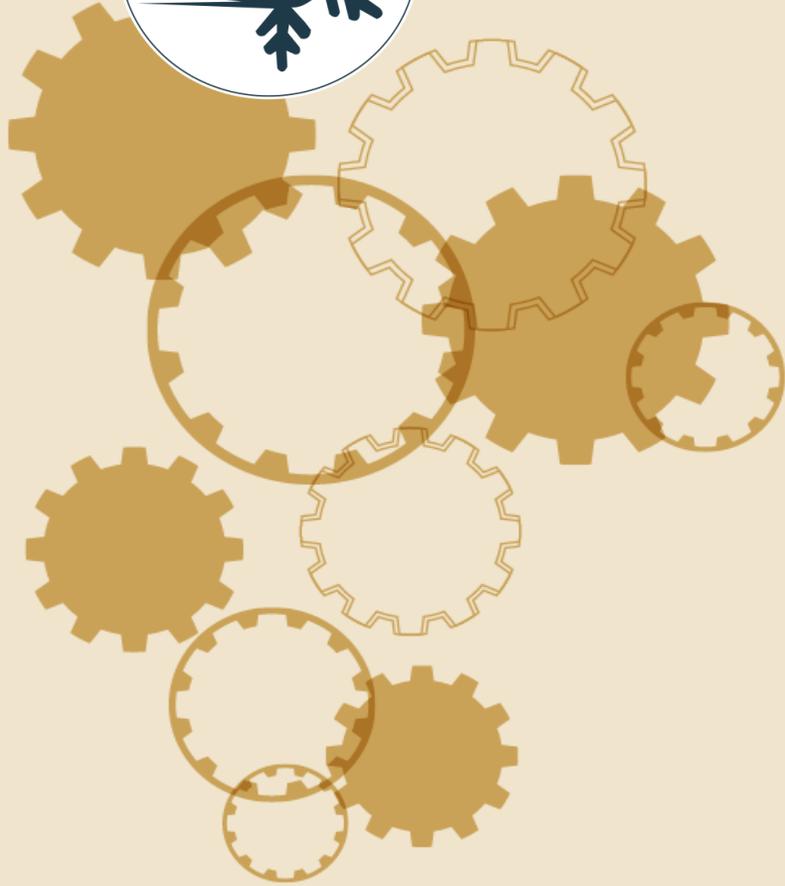
IMPLEMENTACIÓN DE CENTROS DE RECUPERACIÓN Y RECICLAJE DE REFRIGERANTES EN EL PERÚ

EL CAMINO HACIA UN PAÍS SOSTENIBLE

PERU Ministerio de la Producción | UTA UPEL | 100 ANOS PERÚ 2021

https://drive.google.com/file/d/1XqhLNfpcjNhC4GukELISgV9VIBaeXVu_/view?usp=sharing





Gracias