

Opciones de descarbonización de procesos industriales

Estudio desarrollado por Climate Lead Group con el apoyo de la Alianza Empresarial para el Desarrollo (AED), por encargo del Proyecto NDC Action el cual es financiado por la iniciativa IKI del Ministerio Federal de Economía y Protección del Clima de Alemania (BMWK) y es ejecutado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Abril, 2021

Contexto actual:

- El Inventario Nacional de GEI publicado en 2019 indica que las emisiones de la actividad industrial fueron de 2,40 MtCO₂eq en 2015, representando un 22% de las emisiones totales del país. Donde, la refrigeración y los aires acondicionados contabilizaron cerca del 45,71% del total de emisiones del sector.
- Los gases refrigerantes son utilizados como gases de cambio en equipos electrodomésticos nuevos, como gases sustitutos en sistemas recientemente instalados, o para abastecer el refrigerante en los sistemas existentes que han perdido el refrigerante por fugas. Las fugas durante el uso, mantenimiento, reparación y disposición final de equipos es el momento cuando ocurre la liberación de estos gases a la atmósfera.
- Dos de los indicadores utilizados para cuantificar el impacto ambiental de los gases refrigerantes son el potencial de agotamiento de ozono (PAO) y el potencial de calentamiento global (PCG).

El PCG es usado para comparar la capacidad de diferentes GEI de atrapar calor de la atmósfera respecto a una referencia.

El PAO es la relación del impacto sobre el ozono que posee una sustancia química comparada con el impacto de una sustancia establecida como referencia. El uso de hidrofluorocarbonos (HFC) con un PAO igual a cero no supone una reducción en las emisiones de GEI, por lo que existe la necesidad de encontrar alternativas con PAO nulo y un PCG reducido o cero.

Supported by:

¿Qué hicimos?

Evaluamos opciones para la descarbonización de los procesos industriales enfocándose en el proceso de refrigeración y aires acondicionados (RAC), mediante estudios de viabilidad técnica y costo-beneficio, para generar curvas de costos marginales de abatimiento¹ de CO₂eq, que fueron la base para la creación de escenarios de reducción de emisiones, con un horizonte al 2050.

¿Qué resultados obtuvimos?

- Identificamos cinco opciones para sustituir los gases refrigerantes con alto PCG considerando en el análisis alternativas con PAO igual a cero y PCG menor a cinco:

Tabla 1. Opciones de descarbonización identificadas para el sector RAC.

Opción de descarbonización	Subsector	Tecnologías	Refrigerante convencional
Propano (R290)	Aire Acondicionado Unitario	A/A autocontenido	R22, R134a, R404A, R407C, R410A
		Split sin ducto	R22, R410A, R32
		Split con ducto	R22, R407C, R410A
		Paquete (rooftop)	R22, R134a, R407C, R410A
		Multi-splits	R22, R407C, R410A
	Chillers	Chillers de proceso	R134a, R404A, R407C
		Chillers de A/A	R22, R134a, R407C, R410A
	Refrigeración Comercial	Equipos autónomos (stand-alone)	R134a, R404A
		Unidades de condensación	R22, R134a, R404A
		Sistemas centralizados para supermercados	R22, R134a, R404A
Refrigeración Industrial	Unidades de condensación industriales	R22, R134a, R404A	
Transporte Refrigerado	Camiones/tráileres refrigerados	R134a, R404A, R407C, R410A	
Isobutano (R600a)	Refrigeración Doméstica	Refrigeración doméstica	R134a
	Refrigeración Comercial	Equipos autónomos (stand-alone)	R134a, R290, R404A
Amoníaco (R717)	Chillers	Chillers de A/A	R22, R134a, R407C, R410A
	Refrigeración Comercial	Sistemas centralizados para supermercados	R22, R134a, R404A
	Refrigeración Industrial	Unidades de condensación industriales	R22, R134a, R404A
Dióxido de Carbono (R744)	Sistemas Móviles de Aire Acondicionado	A/A en vehículos grandes	R134a
	Refrigeración Comercial	Unidades de condensación	R22, R134a, R404A
	Refrigeración Industrial	Unidades de condensación industriales	R22, R134a, R404A

¹ Las curvas de costos marginales de abatimiento (MACC, por sus siglas en inglés), establecen una relación entre la cantidad de emisiones GEI, en toneladas equivalentes de dióxido de carbono (CO₂eq) que pueden mitigarse según las opciones de descarbonización identificadas; y su costo marginal de abatimiento unitario (el costo de cada acción para reducir una tonelada de GEI y se expresa en unidades monetarias/tCO₂eq). Consulte la metodología utilizada en: <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15398/desarrollo-de-una-metodologia-para-la-construccion-de-curvas-de-abatimiento-de>

Hidrofluoroolefinas (HFO-1234yf o R1234yf)	Sistemas Móviles de Aire Acondicionado	A/A en vehículos	R134a
	Sistemas Móviles de Aire Acondicionado	A/A en vehículos grandes	R134a
	Transporte Refrigerado	Camiones/tráileres refrigerados	R134a, R404A, R407C, R410A

- Realizamos un análisis costo – beneficio (CBA, por sus siglas en inglés) del cambio de refrigerantes de alto a bajo PCG, a través de una herramienta en Microsoft Excel® que se construyó para automatizar los cálculos. A partir del análisis identificamos las siguientes seis tecnologías que resultan más económicas si se sustituye el refrigerante de alto PCG por una alternativa de bajo PCG. Las restantes poseen costos ligeramente superiores (no mayores a un 5%).

- Sistemas de aires acondicionados móviles para vehículos.
- Sistemas de aires acondicionados móviles para vehículos grandes.
- Refrigeración doméstica.
- Sistemas centralizados para supermercados.
- Unidades industriales de condensación.
- Transporte refrigerado.

- Generamos curvas de costos marginales de abatimiento, para lo cual tomamos como base el gas refrigerante de alto PCG y los contrastamos con su homólogo de bajo PCG. De las 67 posibilidades de cambio de refrigerantes evaluadas, 28 pueden ahorrar costos al querer reducir emisiones haciendo inversiones en tecnologías que operan con refrigerantes de bajo PCG. Se muestra el MACC para refrigeración industrial.

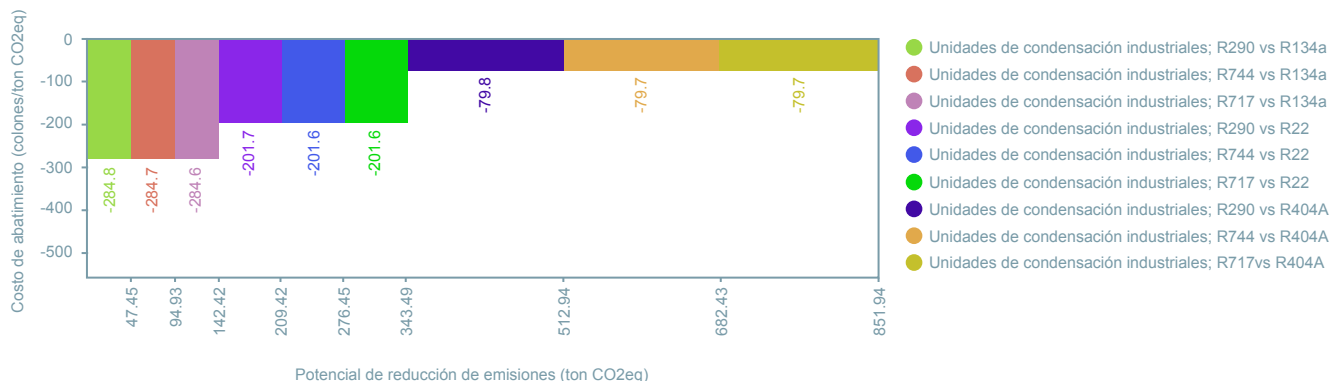


Figura 1. Curva de costos marginales de abatimiento de refrigeración industrial.

- Modelamos el sector RAC en la herramienta OSeMOSYS evaluando escenarios de reducción de emisiones de GEI con un horizonte 2050, considerando las opciones de descarbonización identificadas y una línea base comparativa para cada uno de estas, y determinamos que:

- En un escenario tendencial, o también llamado business – as – usual (BAU), las emisiones crecen hasta 2035 y luego sufren una reducción leve producto de mejoras tecnológicas que aumentan la relación de eficiencia energética (REE) de las tecnologías existentes. Bajo un escenario de mitigación que sustituye tecnologías con alto PCG a tecnología de menor PCG, las emisiones se reducen a partir de 2030 hasta lograr el valor más bajo posible.

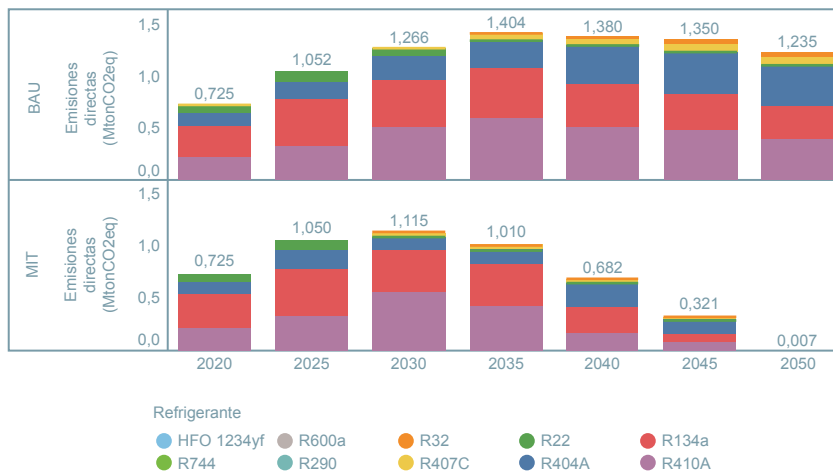


Figura 2. Trayectorias de emisiones para los escenarios del sector RAC.

- Implementar el escenario de mitigación brindaría ahorros para el sector de aproximadamente US\$580 millones. Implementar el escenario BAU conlleva a inversiones que acumulan en el periodo unos US\$5 370 millones. El escenario de mitigación requiere de US\$480 millones adicionales para un total de US\$5 850 millones en el periodo. Los costos operativos (fijos y variables) en el escenario de mitigación se reducen en US\$1 060 millones en el periodo de estudio.

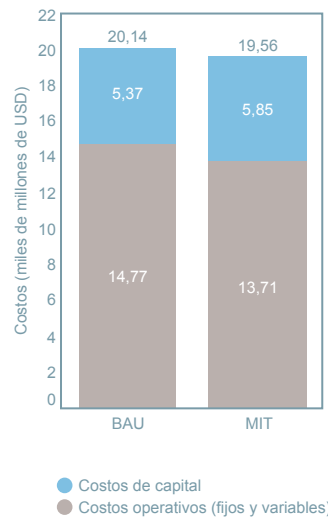


Figura 3. Impacto financiero de la descarbonización del sector RAC