



**Programa de las
Naciones Unidas
para el Medio Ambiente**

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/87
5 diciembre 2023



ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL

Nonagésima tercera reunión

Montreal, 15 – 19 de diciembre de 2023

Cuestión 9 d) del orden del día provisional¹

PROPUESTA DE PROYECTO: SUDÁFRICA

Este documento consta de los comentarios y la recomendación de la Secretaría en relación con la siguiente propuesta de proyecto:

Eficiencia energética

- Estrategia de eficiencia energética para el plan de ejecución de Kigali para los HFC

ONUDI

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/1

HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS - PROYECTOS NO PLURIANUALES**SUDÁFRICA****TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO BILATERAL/DE EJECUCIÓN**

a) Estrategia de eficiencia energética del plan de ejecución de Kigali para los HFC	ONUDI
---	-------

OBJETIVO DEL PROYECTO

<p>Este proyecto permitirá sustituir los enfriadores de HCFC y HFC de grandes edificios públicos por sistemas muy eficientes de R-290/R-600a, R-717 y HFO-1233zd(E), lo que permitirá demostrar la disponibilidad, aplicabilidad y viabilidad de las tecnologías de bajo potencial de calentamiento atmosférico en estas aplicaciones; las ventajas de la posible reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, tanto directas como indirectas; y el ahorro de costos y energía para los consumidores en sus facturas de suministros, gracias a la mayor eficiencia de los nuevos sistemas y a la mejora de los estándares de mantenimiento y operación.</p> <p>El proyecto también proporcionará los conocimientos, datos y herramientas para ayudar a los funcionarios y a las partes interesadas del sector de refrigeración y aire acondicionado a aplicar la legislación de edificación existente y servirá como plataforma para desarrollar estándares mínimos de eficiencia energética para enfriadores y sistemas de refrigeración y aire acondicionado para grandes edificios, en línea con el Plan Nacional de Refrigeración.</p>
--

ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN	Dependencia Nacional del Ozono
---	--------------------------------

DATOS MÁS RECIENTES CON ARREGLO AL ARTÍCULO 7 (anexo F)	Año: 2022	3.618 t	8.647.454 toneladas de CO ₂ eq
--	------------------	---------	---

Concepto	Actividades ajenas a la inversión	
	Mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado	
Consumo de HFC en el sector de mantenimiento:	No se dispone de datos (Se está preparando el plan de ejecución de Kigali para los HFC)	
Duración del proyecto:	meses	36
Cantidad inicial solicitada:	\$EUA	5.130.000
Costo final del proyecto:	\$EUA	1.120.000
Subvención solicitada:	\$EUA	1.120.000
Gastos de apoyo del organismo de ejecución:	\$EUA	78.400
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral:	\$EUA	1.198.400
Ahorros de eficiencia energética:	KWh/año	1.730.726
Financiación de contraparte:	Sí/no	Sí
Incluye hitos de seguimiento del proyecto:	Sí/no	Sí
Existen estándares mínimos de eficiencia energética para el sector:	Sí/no	Sí

RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA	Para su consideración individual
---------------------------------------	----------------------------------

ESTRATEGIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL PLAN DE EJECUCIÓN DE KIGALI PARA LOS HFC

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Antecedentes

1. La ONUDI ha presentado, en nombre del Gobierno de Sudáfrica y en línea con la decisión 91/65, una solicitud para un proyecto piloto destinado a mantener o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y los equipos de sustitución en el contexto de la reducción de los HFC por un monto de 5.130.000 \$EUA, más unos gastos de apoyo de los organismos de 359.100 \$EUA, de acuerdo con la comunicación inicial².

Proyecto piloto de eficiencia energética

Marcos institucional, de criterios y legislativo

2. El Gobierno de Sudáfrica ratificó la Enmienda de Kigali el 1 de agosto de 2019. El Ministerio de Recursos Minerales y Energía es el órgano responsable de las cuestiones energéticas en el país. Su Libro Blanco de la Energía (1998) sienta las bases para mejorar la eficiencia energética en el país, mientras que la Ley Nacional de la Energía 33 (2008), entre otras cosas, faculta al Ministerio para establecer unos niveles mínimos de eficiencia energética en cada sector económico; define procedimientos para la aplicación de tecnologías energéticamente eficientes; prescribe sistemas de etiquetado de eficiencia energética para electrodomésticos, dispositivos y vehículos de motor; prohíbe la fabricación, importación o ventas de productos eléctricos y electrónicos, así como de aparatos de combustión con una baja eficiencia energética; y establece estándares de eficiencia energética para determinadas tecnologías, procesos, electrodomésticos, dispositivos, vehículos de motor y edificios.

3. En 2016 entraron en vigor los estándares mínimos de eficiencia energética para aparatos de aire acondicionado de tipo *split* con una capacidad de refrigeración de hasta 7,1 kW, refrigeradores y congeladores mediante la promulgación de las normas nacionales sudafricanas (SANS), que se complementaron con programas de concienciación, directivas para aumentar las tasas de cumplimiento y revisiones que se introdujeron en 2020. Si bien este programa es el más exhaustivo de la región, no incluye estándares para grandes sistemas centralizados, enfriadores ni equipos industriales.

4. El Gobierno ha establecido varias normas nacionales para fomentar la gestión de la energía, entre ellas la SANS 10400-XA, que establece los requisitos del consumo y la demanda máximos anuales por metro cuadrado de los edificios. Aunque la aplicación de esta normativa ha impulsado algunas reformas en edificios, las limitaciones en cuanto a capacidad y destrezas de las autoridades locales, su aplicación no es homogénea. La introducción de normas de eficiencia energética para los enfriadores y sistemas de aire acondicionado de gran tamaño, el desarrollo de materiales educativos y la concienciación de los promotores inmobiliarios y los propietarios de edificios contribuirán a reducir aún más el consumo de energía por metro cuadrado de los edificios.

Objetivo del proyecto

5. El proyecto permitirá sustituir los enfriadores de grandes edificios públicos por sistemas muy eficientes que utilizan refrigerantes con bajo potencial de calentamiento global (PCA), incluidos R-290/R-600a, R-717 y HFO-1233zd(E), lo que redundará en ahorros energéticos como consecuencia de la mayor eficiencia de los nuevos sistemas, los mejores estándares de mantenimiento y operación y, en algunos casos,

² Según la nota del 22 de noviembre de 2023 del Ministerio de Silvicultura, Pesca y Medio Ambiente de Sudáfrica a la ONUDI.

el uso de recuperación de calor para compensar el consumo de carbón de las calderas instaladas en el edificio. Entre sus principales objetivos están:

- a) *Reducción de los HFC:* Demostrar la disponibilidad y aplicabilidad de sistemas de aire acondicionado muy eficientes cargados con refrigerantes de bajo PCA para reemplazar los sistemas actuales de HFC, así como su viabilidad como alternativas a los HFC de alto PCA a la hora de sustituir los sistemas de HCFC-22;
- b) *Eficiencia energética y ahorro de costes para los usuarios* Mostrar las ventajas potenciales de sustituir los sistemas de refrigeración y aire acondicionado actualmente en funcionamiento en los edificios por otros sistemas con tecnologías de bajo PCA que permitirán reducir las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero y generar ahorros para los consumidores, tanto de energía como costos de las facturas de suministros;
- c) *Creación de capacidad:* Proporcionar los conocimientos, datos y herramientas para asistir a los funcionarios y a las partes interesadas de los sectores de construcción y equipos de refrigeración y aire acondicionado en la implantación de la legislación de edificación existente; y crear una plataforma para desarrollar estándares mínimos de eficiencia energética para enfriadores y sistemas de refrigeración y aire acondicionado destinados a edificios grandes en línea con el Plan Nacional de Refrigeración.

6. El proyecto permitirá adoptar tecnologías de bajo PCA en las instalaciones de grandes edificios, que podrán replicarse en todo el sector y beneficiar también al sector de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, así como ayudar al Gobierno a cumplir con las obligaciones que tiene establecidas en la Enmienda de Kigali y a ejecutar las políticas nacionales de eficiencia energética.

Consumo de HFC y antecedentes sobre el sector

7. El nivel básico de consumo de HFC de Sudáfrica se ha establecido en 13.843.139 toneladas de CO₂ equivalentes -(CO₂eq). Una parte del consumo nacional de HCFC-22 ya se ha sustituido por tecnologías que emplean HFC. En el cuadro 1 se presenta el consumo de HCFC y HFC del país.

Cuadro 1. Consumo de HCFC y HFC en Sudáfrica (2018-2022)

Sustancia		2018	2019	2020	2021	2022
HCFC	Toneladas métricas	2.077	2.029	1.779	1.625	1.348
HFC	Toneladas métricas	2.214	4.006	3.118	3.856	3.618
	Toneladas de CO ₂ eq	5.329.096	10.074.432	8.221.905	9.164.240	8.647.454

8. La mayor demanda de refrigerantes de HFC utilizados en el sector de mantenimiento proviene de grandes sistemas comerciales e industriales con cargas de refrigerante relativamente altas. El HCFC-22 sigue siendo el refrigerante más utilizado en los sistemas de refrigeración de los grandes edificios públicos de Sudáfrica. Aunque el sector privado ha eliminado cantidades significativas de HCFC-22, las sustancias alternativas que más se han adoptado son los refrigerantes de alto PCA, como el HFC-134a, el R-410A y el R-407C. Los refrigerantes de bajo PCA, como el HFC-32 o el R-290/R600a, tienen una penetración limitada debido a problemas de seguridad y capacitación.

9. Los edificios propiedad del sector público están equipados con numerosos y diversos sistemas de refrigeración y aire acondicionado y muchos de ellos se acercan o están ya en el fin de su vida útil. Si bien los técnicos de mantenimiento del sector público normalmente reciben capacitación, suelen disponer de poca o ninguna información sobre las últimas tendencias, tecnologías y oportunidades disponibles en el mercado para abordar cuestiones relacionadas con la mejora del rendimiento. Con estas limitaciones, así

como las de tipo presupuestario, es poco probable que voluntariamente se pase a emplear sistemas de bajo PCA de alta eficiencia en los edificios públicos.

10. La refrigeración de los grandes edificios se realiza mediante enfriadores importados (2-2,400 kW), minienfriadores y enfriadores pequeños y medianos (menos de 100 kW) con relaciones de eficiencia energética y coeficientes de rendimiento de 2,68-5,93 y 3,07-3,38 respectivamente.

11. La electricidad destinada a la refrigeración representa el 31 por ciento de toda la electricidad consumida por los edificios y el 16 por ciento del consumo total de electricidad. En el sector comercial, la electricidad destinada a refrigeración representa el 26 por ciento del uso total y hasta la fecha no se ha regulado. Se espera que la aplicación de las normas relativas a las grandes instalaciones de aire acondicionado permita reducir significativamente las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) asociadas con el ahorro energético.

Consumo de HFC por los usuarios finales

12. Para evaluar el nivel de referencia se han seleccionado varias instalaciones. En las visitas a los edificios y la evaluación técnica inicial se ha puesto de manifiesto que, por lo general, los datos de rendimiento de los sistemas y los parámetros técnicos no se comprenden ni registran bien, lo que indica que esta cuestión debería abordarse en el proyecto propuesto. El rendimiento actual de las instalaciones en cuanto a capacidad, eficiencia y parámetros de operación se ha estimado a partir de la limitada información disponible y de las inspecciones de los sistemas realizadas durante la preparación de este proyecto.

13. Se ha observado que la mayoría de los sistemas de refrigeración evaluados son ineficientes, ya sea por su antigüedad, por una limitada disponibilidad de piezas de repuesto o porque no se están supervisando adecuadamente los equipos y procesos. Algunas de las cuestiones comunes que es necesario abordar son la ausencia de procedimientos para mantener registros de eficiencia energética y de fugas, la no existencia de una base de datos de los registros y el hecho de que las reparaciones se efectúan mediante estimaciones.

14. Un análisis prudente indica que podría lograrse un aumento del 30 por ciento en la eficiencia energética combinando la sustitución de los sistemas por otros de alta eficiencia y que empleen refrigerantes de bajo PCA junto con la adopción de mejoras operativas. La aplicación de bombas de calor también podría tener un efecto positivo en aquellos casos en que se utilicen sistemas de agua caliente en el mismo lugar que sistemas de refrigeración, debido a la mala eficiencia de las calderas de vapor existentes.

15. Para la ejecución del proyecto se han seleccionado los siguientes emplazamientos:

- a) Hospital Chris Hani Baragwanath (CHB) de Johannesburgo: Con 3.400 camas y 6.760 empleados, este establecimiento es representativo de los 400 hospitales públicos del país. Entre sus sistemas de refrigeración y aire acondicionado hay enfriadores, aparatos de aire acondicionado de tipo *split* y refrigeradores cargados con HCFC-22, R-410A, R-407C, HFC-134a, R-404A y R-507A;
- b) Centro Internacional de Convenciones de Durban: Este centro cuenta con tres enfriadores de HCFC-22, cada uno con una capacidad de 1.900 kW y una carga de refrigerante de 500-600 kg; todos los enfriadores se instalaron en 1997 y hace falta sustituirlos, probablemente por sistemas de R-410A, puesto que ya se ha realizado un pedido para un enfriador R-410A destinado a otro edificio;

- c) Hospital Militar de Pretoria: Dispone de alrededor de 50 aparatos de aire acondicionado de tipo *split*, cuatro enfriadores de HCFC-22 y un sistema de R-410A de volumen variable de refrigerante que da servicio a las necesidades del edificio. Los enfriadores, cada uno con una carga de 370 kg, se instalaron en 1995 para dar servicio a cuatro quirófanos y es necesario sustituirlos;
- d) Clínica Dental Militar de Pretoria: Este edificio se enfría exclusivamente mediante aparatos de aire acondicionado de tipo *split* (algunos de ellos también funcionan como bombas de calor); el sistema de ventilación del laboratorio de la clínica nunca ha funcionado correctamente; y
- e) Cuartel General del Ejército del Aire de Sudáfrica en Pretoria: El edificio dispone de seis enfriadores en la cubierta del edificio y otros tres enfriadores para enfriar el búnker, incluidos los equipos informáticos. Cada uno de los enfriadores tiene una carga de 40-60 kg de HCFC-22, con una capacidad estimada de 100 kW/año. Los tres enfriadores del búnker actualmente no están operativos, ya que son antiguos, están en mal estado y está previsto sustituirlos (probablemente por sistemas de R-410A).

Tecnología

16. Los enfriadores de los emplazamientos seleccionados se sustituirán por enfriadores y bombas de calor (para aprovechar durante los meses de invierno las ventajas en cuanto a eficiencia del modo de calefacción) de R-290/R-600a muy eficientes. Uno de los proyectos servirá para mostrar el uso de R-717 en combinación con una bomba de calor independiente generadora de vapor y que empleará HFO-1233zd(E).

Actividades propuestas

17. Este proyecto está centrado en los edificios públicos de gran tamaño, que constituyen una proporción significativa de la carga nacional destinada a la refrigeración de edificios. Los sistemas de refrigeración y aire acondicionado que se sustituirán se caracterizan, en general, por su baja eficiencia y una insuficiente capacidad técnica en cuanto a rendimiento y gestión energética. Dado que son muy representativas de otras instalaciones similares de toda Sudáfrica, la probabilidad de que las tecnologías de sustitución sean reproducibles es elevada. Entre las actividades propuestas para este proyecto se incluyen:

- a) Evaluación del rendimiento de los sistemas existentes durante al menos seis meses de funcionamiento;
- b) Diseño de especificaciones e instalación de nuevos sistemas;
- c) Instalación de equipos de supervisión;
- d) Evaluación del rendimiento de los nuevos sistemas durante, al menos, seis meses de funcionamiento;
- e) Redacción de informes de evaluación técnica y estudios de casos; y
- f) Capacitación de 20 técnicos de mantenimiento del sector público.

18. El proyecto también servirá para mostrar el uso de tecnologías de supervisión y evaluación, tanto aplicadas a los sistemas existentes, a fin de establecer un rendimiento de referencia, como integrada en los nuevos equipos, así como métodos de supervisión del caudal volumétrico (agua fría) para determinar con precisión las cargas de refrigeración y el consumo de energía. Este elemento del proyecto es fundamental

para establecer una metodología que permita evaluar otras instalaciones y poder reproducir los sistemas de demostración.

Equipos de sustitución de los enfriadores

19. El proyecto incluye la sustitución de 19 enfriadores en siete emplazamientos, tal como se describe más adelante. En el anexo I del presente documento se presenta información detallada sobre la situación de partida y el impacto esperado de sustituir los enfriadores en estos emplazamientos:

- a) Hospital CHB (dos emplazamientos): Sustitución de cuatro enfriadores de cubierta que emplean HCFC-22 con una capacidad de 231 kW y recuperación de calor para agua caliente (100 kW) por enfriadores de R-290 con modo de bomba de calor e instalaciones de recuperación de calor, lo que generará un ahorro de energía estimado del 30 por ciento (700.000 \$EUA); y sustitución de dos enfriadores de los quirófanos, uno de HCFC-22 y otro de R-404A, por otros de R-290, lo que generará un ahorro de energía estimado del 30 por ciento (360.000 \$EUA);
- b) Centro Internacional de Convenciones (un emplazamiento): Sustitución de tres enfriadores con una capacidad nominal de 1.900 kW por un sistema de R-290 de gran tamaño, lo que generará un ahorro de energía estimado del 30 por ciento (2.020.000 \$EUA);
- c) Hospital Militar (un emplazamiento): Sustitución de cuatro enfriadores de HCFC-22 por cuatro enfriadores de agua fría y sustitución de una caldera de carbón utilizada para suministrar vapor por una bomba de calor a alta presión cargada con R-717 o HFO-1233zd(E), lo que generará un ahorro de energía estimado del 30 por ciento (820.000 \$EUA);
- d) Clínica Dental Militar (un emplazamiento): Sustitución de varios aparatos de aire acondicionado de tipo *split* por un enfriador de agua fría, lo que permitirá obtener un ahorro de energía estimado del 30 por ciento (245.000 \$EUA); y
- e) Ejército del Aire de Sudáfrica (dos emplazamientos): Sustitución de seis enfriadores de HCFC-22 ubicados en el cuartel general por dos nuevos enfriadores, lo que permitirá obtener un ahorro de energía estimado en un 35 por ciento (360.000 \$EUA); y sustitución de tres enfriadores del búnker por otros equipos que podrían configurarse para su funcionamiento como bomba de calor y para la recuperación de calor, lo que generará un ahorro de energía estimado del 30 por ciento (535.000 \$EUA).

Supervisión del rendimiento

20. El componente de supervisión del rendimiento (10.000 \$EUA por enfriador) incluye el seguimiento en tiempo real de los enfriadores sustituidos, recopilando datos que permitan hacer un análisis diario, mensual y anual de la eficiencia de los enfriadores. Entre los parámetros que se medirán están la temperatura de evaporación; temperatura de condensación; temperatura ambiente; temperatura de la sala; temperaturas del agua (entrada/salida del circuito de agua); funcionamiento de válvulas de expansión electrónicas; funcionamiento del compresor; caudal volumétrico/temperatura del agua fría calculado en kWh de refrigeración; consumo de energía (enfriador, bomba); consumo de agua (condensadores de evaporación); diferencia de temperatura de los intercambiadores de calor; porcentaje de carga y eficiencia. El sistema también contará con alarmas por pérdida de refrigerante, fallo de los componentes o variaciones de temperatura.

Evaluación y presentación de informes

21. El componente de evaluación y presentación de informes (10.000 \$EUA por enfriador) consiste en la elaboración de informes una vez ejecutado el proyecto; en ellos se indicará si los sistemas se instalaron correctamente y se documentaron de conformidad con el contrato (componentes, esquemas, pruebas de presión) y si las instalaciones cumplían con los principales parámetros definidos en el contrato (es decir, caída de presión, recuperación de calor, temperaturas) y funcionaban de manera eficiente en comparación con los sistemas anteriores, además de identificar cualquier problema de seguridad observado (por ejemplo, en las evaluaciones de sensores, ventilación y alarmas).

Capacitación

22. La capacitación de 20 técnicos de mantenimiento y responsables de mantenimiento del sector público (80.000 \$EUA) se centrará en la supervisión adecuada del rendimiento y la recopilación de datos relevantes sobre el proyecto de eficiencia energética, así como en el mantenimiento de aplicaciones que emplean R-290 con más de 500 g de carga de refrigerante.

Costo total del proyecto piloto

23. El proyecto se ejecutará en 36 meses. En el cuadro 2 figura un desglose de los costos del proyecto para cada una de las actividades y componentes relacionados en cada uno de los siete emplazamientos.

Cuadro 2. Desglose de los costos de sustitución de 19 enfriadores en siete emplazamientos de Sudáfrica (\$EUA)

Concepto	Hospital CHB		Centro Internacional de Convenciones	Hospital Militar	Clínica Dental Militar	Ejército del Aire de Sudáfrica		
	Cubierta	Quirófano				Cuartel General	Búnker	
Tecnología inicial de referencia	HCFC-22	HCFC-22/R-404A	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	HCFC-22	
Tecnología de sustitución	Bomba de calor de R-290	Enfriador de R-290	Enfriador de R-290	R-717 R-1233zd(E)	Bomba de calor de R-290	Bomba de calor de R-290	Bomba de calor de R-290	
N.º de equipos sustituidos	4	2	3	4	1	2	3	
Costo unitario	150.000	150.000	600.000	150.000	150.000	150.000	150.000	
Costo total de los equipos	600.000	300.000	1.800.000	700.000	200.000	300.000	450.000	
Diseño (10 %)	60.000	30.000	180.000	70.000	20.000	30.000	45.000	
Supervisión del rendimiento	40.000	20.000	30.000	40.000	15.000	20.000	30.000	
Evaluación y elaboración de informes	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	
Costo total (\$EUA)	710.000	360.000	2.020.000	820.000	245.000	360.000	535.000	
Capacitación							80.000	
Suma Total (\$EUA)							5.130.000	

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA**OBSERVACIONES**Coordinación institucional y elaboración de estándares mínimos de eficiencia energética

24. La ONUDI confirmó que en la ejecución del proyecto habría representantes del Ministerio de Recursos Minerales y Energía que colaborarían con la Dependencia Nacional del Ozono. El Gobierno considera que esta colaboración es esencial, dado su papel en el desarrollo del Plan Nacional de

Refrigeración de Sudáfrica y el plan de ejecución de Kigali para los HFC. El proyecto servirá como plataforma para desarrollar unos estándares mínimos de eficiencia energética para enfriadores y sistemas de refrigeración de grandes edificios, en línea con el Plan Nacional de Refrigeración. Uno de los retos a la hora de elaborar los estándares mínimos de eficiencia energética de Sudáfrica es la necesidad de que los sistemas sean eficientes en diferentes climas. Determinados parámetros de Sudáfrica, como las temperaturas ambiente, la humedad o las horas de funcionamiento, son diferentes a los establecidos en los estándares mínimos de eficiencia energética existentes, como la directiva de diseño ecológico de la Unión Europea. La demostración de aplicaciones de enfriadores en diferentes zonas climáticas, incluida una supervisión adecuada de los sistemas, proporcionará información sobre estos parámetros, lo que contribuirá al desarrollo de estándares mínimos de eficiencia energética para los sistemas de aire acondicionado de gran tamaño en Sudáfrica.

Relación con la reducción de los HFC y el plan de ejecución de Kigali para los HFC

25. Observando que la mayoría de los enfriadores incluidos en la demostración empleaban HCFC-22, no HFC, la Secretaría expresó su preocupación por el papel que jugaría este proyecto en el contexto de la reducción de los HFC. La ONUDI explicó que los resultados de este proyecto piloto aportarán información esencial para el KIP de Sudáfrica, que actualmente se está desarrollando y cuya comunicación está prevista para 2024. El objetivo del proyecto piloto es demostrar que puede hacerse la transición a refrigerantes de bajo PCA sin pasar por el uso de HFC de transición, una estrategia clave para el KIP. Las demostraciones ayudarán a frenar el crecimiento de los bancos de equipos de HFC instalados y el correspondiente consumo en tareas de mantenimiento futuras, puesto que permitirán influir sobre los propietarios de edificios para que hagan la transición a tecnologías de bajo PCA cuando vayan a sustituir equipos tanto de HCFC como de HFC. Esto es especialmente importante en el caso de los enfriadores, que generalmente se mantienen operativos durante más de 20 años. El proyecto también facilitará hacer un estudio de casos y desarrollar las capacidades de los técnicos y los propietarios de los edificios, lo que ayudará a hacer la transición descrita en el KIP. La Secretaría considera que, en el contexto de Sudáfrica, dado la considerable cantidad de enfriadores de HCFC-22 que es necesario poner fuera de servicio, la demostración de alternativas de bajo PCA contribuirá a evitar que se instalen nuevos enfriadores que empleen HFC, así como el consumo futuro de esta sustancia en tareas de mantenimiento.

Cuestiones técnicas y de costos

Alcance de la propuesta

26. De acuerdo con la comunicación inicial, el proyecto propone sustituir 19 enfriadores situados en siete emplazamientos por un costo de 5.130.000 \$EUA. Todos los emplazamientos, excepto uno, están utilizando actualmente HCFC en lugar de HFC, y existen varios subproyectos que tienen por objeto mostrar la sustitución de tipos similares de equipos. La ONUDI explicó que, dado que el proyecto estaba concebido para demostrar la adopción de tecnologías de bajo PCA en diversas condiciones y climas, era difícil seleccionar solo unas pocas demostraciones. Sin embargo, teniendo en cuenta los plazos disponibles para la ejecución del proyecto y la naturaleza experimental de los proyectos en el marco de la decisión 91/65, la Secretaría debatió posibles enfoques para seleccionar una muestra piloto representativa de enfriadores que permitiera obtener suficiente información para ayudar a desarrollar estándares mínimos de eficiencia energética y mostrar el ahorro de energía a otros usuarios.

27. La selección final de los proyectos de demostración se hizo a partir de una combinación de parámetros, incluidos los posibles ahorros de eficiencia energética y la relación de costo a eficacia general de la introducción de sistemas que empleen refrigerantes de bajo PCA; el impacto en la reducción de los HFC; la disposición de los usuarios finales para llevar a cabo la inversión y proporcionar cofinanciación; la confirmación de que los equipos iniciales estaban plenamente operativos y que su sustitución generaría ahorros de energía; la reducción total de emisiones en toneladas de CO₂ eq; y el potencial y facilidad de reproducibilidad. Tras deliberar al respecto, la ONUDI convino mantener la sustitución de un enfriador de

R-404A y otro de HCFC-22 del Hospital CHB de Johannesburgo, así como la sustitución de tres enfriadores del Centro Internacional de Convenciones de Durban, como se indica a continuación:

- a) Hospital CHB (hospital): El proyecto financiará una de las cuatro sustituciones de enfriadores propuestas, incluida la recuperación de calor para agua caliente (que actualmente se hace mediante calderas de generación de vapor a partir de carbón). Este proyecto generará uno de los mayores ahorros de energía en kW/h procedentes de la refrigeración y la recuperación de calor, tiene una mejor relación de costo a eficacia que otras sustituciones y su potencial de reproducibilidad en otros hospitales es alto;
- b) Hospital CHB (quirófanos): De los dos enfriadores que se propone sustituir, el proyecto financiará el que utiliza R-404A. Este proyecto tiene como objetivo demostrar el uso de enfriadores de R-290 en condiciones operativas difíciles, ya que los enfriadores que se sustituirán están dentro de recintos cerrados por paredes y tienen mala ventilación, una situación que no es infrecuente en otros edificios. Este proyecto también podría reproducirse en otros hospitales que dispongan de enfriadores de HFC; y
- c) Centro Internacional de Convenciones de Durban: Este emplazamiento se mantendrá debido a la relación de costo a eficacia del proyecto y a su impacto en el ahorro de energía. Observando que el Centro Internacional de Convenciones tiene previsto sustituir sus enfriadores (adoptando una tecnología de R-410A) y proporcionar cofinanciación, el proyecto solo financiará un tercio de los fondos necesarios para efectuar la sustitución completa. Este nivel de financiación es equivalente a la diferencia de costo de sustituir tres enfriadores utilizando R-290 en lugar de R-410A, o al costo de reemplazar uno de los tres enfriadores.

Tecnología

28. Las únicas aplicaciones cargadas con R-290 que se fabrican actualmente en Sudáfrica son pequeños equipos de condensación para supermercados. La ONUDI confirmó que era posible importar enfriadores de R-290 y que se disponía de proveedores.

Supervisión del rendimiento

29. Observando que actualmente no se está supervisando la eficiencia de los enfriadores iniciales de referencia, la Secretaría solicitó a la ONUDI más información sobre cómo se asegurará de que se midan adecuadamente los efectos del proyecto en cuanto a la mejora de la eficiencia energética. La ONUDI explicó que era posible supervisar el consumo de energía midiendo los principales parámetros que sean técnicamente posibles y haciendo cálculos a partir de ellos. Los plazos para hacer estas mediciones serían de al menos seis meses desde el momento en que se inicie el proyecto hasta la entrega e instalación de los nuevos enfriadores. Las mediciones y la supervisión se efectuará por parte expertos externos, mientras que la ONUDI será quien defina los requisitos de los sistemas de medición en cooperación con la Dependencia Nacional del Ozono y los órganos responsables de elaborar los estándares mínimos de eficiencia energética correspondientes.

Costo convenido del proyecto piloto

30. El presupuesto del proyecto se ha ajustado de acuerdo con la priorización de los enfriadores que se incluirán. El ajuste más significativo está relacionado con la reducción de la cantidad de equipos sustituidos, de 19 enfriadores en siete emplazamientos a tres enfriadores en tres emplazamientos. El costo de la capacitación también se ha ajustado de 80.000 \$EUA a 50.000 \$EUA. El costo total revisado de la propuesta es de 1.120.000 \$EUA. En el cuadro 3 se presenta el cálculo revisado de los costos y una

estimación facilitada por la ONUDI de los ahorros que se conseguirían como consecuencia de la eficiencia energética.

Cuadro 3. Costo convenido para el proyecto piloto y ahorros de energía estimados (\$EUA)

Concepto	Hospital CHB		Centro Internacional de Convenciones	Total
	Cubierta	Quirófano		
Tecnología de partida	HCFC-22	R-404A	HCFC-22	
Tecnología de sustitución	Bomba de calor de R-290	Enfriador de R-290	Enfriador de R-290	
Cantidad de enfriadores	1	1	1*	3
Costo unitario	150.000	150.000	600.000	900.000
Costo total de los equipos	150.000	150.000	600.000	900.000
Diseño (10 %)	15.000	15.000	60.000	90.000
Supervisión del rendimiento	10.000	10.000	30.000	50.000
Evaluación y elaboración de informes	10.000	10.000	10.000	30.000
Costo total por emplazamiento	185.000	185.000	700.000	1.070.000
Capacitación				50.000
Total (\$EUA)				1.120.000
Impacto de la eficiencia energética				
Ahorro energético en refrigeración (kWh/año)	86.349	86.349	713.314	886.012
Ahorro energético en calor (kWh/año)	844.714	-	-	844.714
Ahorros totales (kWh/año)	931.063	86.349	713.314	1.730.726

*La conversión en el Centro Internacional de Convenciones incluye tres enfriadores; el proyecto financiará un tercio del costo (el equivalente a un enfriador), mientras que el beneficiario cofinanciará el costo restante.

31. La Secretaría observa que, no existiendo directrices de costos para la reducción de los HFC ni para los proyectos relacionados con la eficiencia energética, esta propuesta se ha examinado caso por caso, teniendo en cuenta la información disponible sobre las actividades realizadas por otros usuarios finales de sistemas de aire acondicionado de gran tamaño y admitiendo que existe un grado de incertidumbre en los costos de la sustitución de enfriadores que varían en tamaño, capacidad y otras características. De acuerdo con la información recibida en el momento del examen, la Secretaría considera que los costos convenidos representan la mejor estimación disponible, señalando que podrían cambiar a medida que se cuente con más información. La Secretaría considera que la aprobación del proyecto en las cuantías propuestas en el texto anterior no ha de sentar precedente.

Sostenibilidad y reproducibilidad

32. En línea con la decisión 91/65 b) v), la ONUDI ha confirmado que los resultados del proyecto de demostración se anunciarán ampliamente en Sudáfrica y la región para alentar a que se reproduzcan. La estrategia de difusión consistirá en: preparar estudios de casos detallando las ventajas técnicas y económicas obtenidas en cada emplazamiento, para después divulgar estos resultados mediante talleres, asociaciones industriales, conferencias y medios de comunicación; aprovechar la visibilidad de algunos emplazamientos como el Centro Internacional de Convenciones de Durban para mostrar los resultados del proyecto a los responsables de las políticas y los posibles usuarios finales; capacitar a técnicos de otros hospitales, edificios comerciales e industria en la instalación, operación y mantenimiento de enfriadores de bajo PCA; apoyar la fabricación local y la disponibilidad de enfriadores, componentes y herramientas de mantenimiento para los refrigerantes alternativos a fin de facilitar su adopción; utilizar los datos y la experiencia obtenidos durante el proyecto para informar el desarrollo de estándares y etiquetas de eficiencia energética para enfriadores e impulsar así la adopción de alternativas con un menor PCA; abogar por la incorporación de alternativas con un menor PCA en las normas nacionales y las políticas de compras utilizando los resultados del proyecto; y explorar el uso de incentivos basados en el rendimiento, como reembolsos y ventajas fiscales para los usuarios finales a fin de fomentar la conversión a enfriadores energéticamente eficientes que empleen tecnologías de bajo PCA.

33. Teniendo en cuenta experiencias anteriores con sustituciones de enfriadores en el marco del Fondo Multilateral, la Secretaría observa que este proyecto puede generar ahorros en las facturas de electricidad del usuario final. La ONUDI ha confirmado que un importante factor que impulsaría que las sustituciones se replicaran sería que la transición tecnológica produjera ahorros significativos de energía y costos. El exhaustivo sistema de supervisión propuesto en el proyecto permitirá cuantificar los ahorros reales de forma que puedan demostrarse a otros propietarios de edificios.

Otros requisitos previstos en la decisión 91/65

34. Se ha recibido confirmación de que, si el Gobierno de Sudáfrica hubiera movilizado o tuviera previsto movilizar fondos de fuentes que no sean las del Fondo Multilateral para componentes de eficiencia energética en la reducción de los HFC, el proyecto no dará lugar a la duplicación de actividades entre las financiadas por el Fondo Multilateral y las financiadas por otras fuentes; que se facilitará, según proceda, información sobre los progresos, los resultados y los aprendizajes clave del proyecto; que la fecha de finalización del proyecto no se fijará en más de 36 meses desde la fecha de aprobación por parte del Comité Ejecutivo; y que se presentará un informe detallado del proyecto al Comité Ejecutivo dentro de los seis meses siguientes a la fecha de finalización del proyecto.

RECOMENDACIÓN

35. El Comité Ejecutivo podría considerar oportuno aprobar el proyecto piloto para mantener o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y los equipos de sustitución en el contexto de la reducción de los HFC en Sudáfrica por un monto de 1.120.000 \$EUA, más unos gastos de apoyo de los organismos de 78.400 \$EUA para la ONUDI, tomando nota de:

- a) Que el Gobierno de Sudáfrica se ha comprometido a cumplir con las condiciones a que se hace referencia en la decisión 91/65 b) iv) b. a b) iv) d.; y
- b) Que el proyecto quedará completado operativamente a más tardar en diciembre de 2026 y que se presentará un informe de proyecto detallado al Comité Ejecutivo en un plazo de seis meses desde la fecha de finalización del proyecto.

Anexo I

ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL DE REFERENCIA Y DEL IMPACTO Y COSTOS PREVISTOS DEL PROYECTO DE ACUERDO CON LA COMUNICACIÓN INICIAL

Concepto	CHB		Centro Internacional de Convenciones	Hospital Militar	Clínica Dental Militar	Ejército del Aire de Sudáfrica	
	Cubierta	Quirófano				Edificio	Búnker
Tecnología de sustitución	Bomba de calor de R-290	R-290	R-290	R-717 HFO	Bomba de calor de R-290	Bomba de calor de R-290	Bomba de calor de R-290
Costo total (\$EUA)	710.000	360.000	2.020.000	820.000	245.000	360.000	535.000
Ahorros de energía en refrigeración							
Coefficiente de rendimiento	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
kW por equipo	230	230	1.900	500	200	300	250
Capacidad de refrigeración (kW)	552	276	3.420	1.200	120	360	450
Carga térmica del espacio (kW)	600			600		300	
Capacidad de agua caliente (kW)	100			100		100	
Capacidad de vapor (kW)				100			
Energía de refrigeración (kWh/año)	1.151.314	575.657	7.133.143	2.502.857	250.286	750.857	938.571
Ahorros estimados (%)	30	30	30	30	30	30	30
Ahorros de refrigeración (kWh/año)	345.394	172.697	2.139.943	750.857	75.086	225.257	281.571
\$EUA/kWh	2,06	2,08	0,94	1,09	3,26	1,60	1,90
Ahorro energético en recuperación de calor							
Energía térmica del espacio (kWh/año)	1.752.000			1.752.000		876.000	
Energía de agua caliente (kWh/año)	876.000			876.000		876.000	
Energía de vapor (kWh/año)				876.000			
<i>Energía térmica total (kWh/año)</i>	<i>2.628.000</i>			<i>3.504.000</i>		<i>1.752.000</i>	
Energía equivalente con bomba de calor (kWh/año)	938.571			1.251.429		625.714	
Ahorros en calor (kWh/año)	1.689.429			2.252.571		1.126.286	
Relación de costo a eficacia total y reproducibilidad							
Ahorros en refrigeración (kWh/año)	345.394	172.697	2.139.943	750.857	75.086	225.257	281.571
Ahorros en calor (kWh/año)	1.689.429			2.252.571		1.126.286	
Ahorros totales (kWh/año)	2.034.823	172.697	2.139.943	3.003.429	75.086	1.351.543	281.571
\$EUA/kWh	0,35	2,08	0,94	0,27	3,26	0,27	1,90
Reproducibilidad	En 400 hospitales públicos	En 400 hospitales públicos	Edificios públicos grandes	Moderada, instalaciones similares	Edificios con aire acondicionado tipo <i>split</i>	Edificios públicos similares	Edificios públicos similares
Factor de reproducibilidad estimado	350	350	30	20	400	100	100
Ahorro energético total con una adopción del 40 %	284.875,2	24.177,6	25.679,3	24.027,4	12.013,7	54.061,7	11.262,8
Reducción de emisiones de CO ₂ a 0,84 kg/kWh (kilotoneladas de CO ₂ eq)	239,3	20,31	21,57	20,18	10,09	45,41	9,46
Carga de refrigerante sustituida (kg)	500	250	2.500	1.480	100	100	350
Eliminación equivalente/toneladas de HFC evitadas (adopción del 40 %)	70	35	30	12	16	4	14