



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

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/96/31
27 de abril de 2025

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Nonagésima sexta reunión
Montreal, 26-30 de mayo de 2025
Punto 9 d) del orden del día provisional¹

PROPUESTA DE PROYECTO: CUBA

Este documento contiene los comentarios y la recomendación de la Secretaría del Fondo sobre la siguiente propuesta de proyecto:

Eficiencia energética

- Proyecto piloto para mantener y/o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y equipos de sustitución en el contexto de la eliminación progresiva de los HFC (actividades sin inversión) Introducción de tecnología de refrigeración eficiente desde el punto de vista energético y con bajo potencial de calentamiento atmosférico (PCA) en refrigeradores comerciales del sector turístico.

PNUD

Para
consideración
particular

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom//96/1

Los documentos previos al período de sesiones del Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal no van en perjuicio de cualquier decisión que el Comité Ejecutivo pudiera adoptar después de la emisión de los mismos.

HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTO – PROYECTO NO PLURIANUAL**Cuba****TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO DE EJECUCIÓN**

Proyecto piloto para mantener y/o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y equipos de sustitución en el contexto de la eliminación progresiva de los HFC (actividades sin inversión) Introducción de tecnología de refrigeración eficiente desde el punto de vista energético y con bajo PCA en refrigeradores comerciales del sector turístico.	PNUD
--	------

OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto piloto pretende demostrar la disponibilidad y viabilidad de tecnologías ecoenergéticas con bajo PCA en el sector turístico mediante la sustitución de refrigeradores comerciales a base de HFC en grandes instalaciones hoteleras por sistemas basados en R-290 y HFO-1234ze. Destaca los beneficios de las posibles reducciones de gases de efecto invernadero, al tiempo que se consiguen ahorros de gastos y energía para los usuarios finales gracias a la mayor eficiencia de los nuevos sistemas y a los menores costos de mantenimiento y funcionamiento, en consonancia con el programa nacional de reducción del consumo de HFC. El objetivo general del proyecto es apoyar los esfuerzos de Cuba para lograr reducciones graduales en el consumo de HFC, con el matiz adicional de sustituir los sistemas basados en HFC por tecnologías de bajo PCA y ecoenergéticas.
--

ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN	Oficina Técnica del Ozono, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
---	---

DATOS MÁS RECIENTES CON ARREGLO AL ARTÍCULO 7 (anexo F)	Año: 2024	339,16 tm	671.021 tons. de CO ₂ equivalente
--	------------------	-----------	--

Particularidades	Actividades sin inversión
Duración del proyecto:	36 meses
Cantidad inicial solicitada:	USD 700.000
Costos finales del proyecto:	USD 455.000
Donación solicitada:	USD 360.000
Gastos de apoyo del organismo de ejecución:	USD 25.200
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral:	USD 385.200
Cofinanciación:	USD 95.000
Ahorro ecoenergético (kWh/año)	*578.200
Estado de la financiación de la contraparte (S/N):	S
Hitos de supervisión del proyecto incluidos (S/N):	S
Normas mínimas de eficiencia energética disponibles para el sector correspondiente (S/N):	**N

*Suponiendo un ahorro de al menos el 20 % en el consumo de energía de dos refrigeradores comerciales a base de HFC sustituidos por tecnología HC/HFO

**Las normas mínimas de eficiencia energética actuales sólo cubren los acondicionadores de aire residenciales y las unidades de refrigeración domésticas y comerciales autónomas.

RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA	Para consideración particular
---------------------------------------	-------------------------------

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Antecedentes

1. En nombre del Gobierno de Cuba, el PNUD ha presentado, de conformidad con la decisión 91/65, una solicitud de proyecto piloto para mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y equipos de sustitución en el contexto de la reducción de los HFC (actividades sin inversión), por un importe de USD 700.000, más unos gastos de apoyo al organismo de USD 49.000, tal como se presentó originalmente².

Proyecto piloto sobre eficiencia energética

2. Cuba ratificó la Enmienda de Kigali el 20 de junio de 2019. El sistema de licencias y cuotas está en vigor, y desde el 1 de enero de 2024 se asignan cuotas de HFC a los importadores. En virtud de la etapa I del Plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (PAK), aprobado en la 93ª reunión³, Cuba se comprometió a reducir su consumo de referencia de HFC en un 10 % antes del 1 de enero de 2029.

Marco político, normativo e institucional

3. El Ministerio de Energía y Minas se encarga de proponer, dirigir y controlar las políticas del Estado y del Gobierno en el sector energético. La Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (ONURE), adscrita al Ministerio de Energía y Minas, es la institución encargada de regular, controlar e inspeccionar los procesos de explotación y uso eficiente de la energía. La ONURE emite instrucciones y recomendaciones relacionadas con la eficiencia energética en el sector de la refrigeración y el aire acondicionado (RAC) de los hoteles. El proyecto será ejecutado por la Oficina Técnica del Ozono (OTOZ), en coordinación con la ONURE y el Ministerio de Turismo. Cuba ha establecido unas normas mínimas de eficiencia energética (MEPS) para los aparatos de aire acondicionado, los refrigeradores domésticos y los aparatos de refrigeración comercial de pequeña capacidad.

Consumo de HFC e información básica por sectores

4. La base de consumo de HFC para Cuba se ha establecido en 1.030.662 tons. de CO₂ equivalente. El cuadro 1 presenta el consumo total de HFC del país de 2020 a 2024.

Cuadro 1. Consumo de HCFC en Cuba (datos para 2020-2024 en virtud del artículo 7)

	2020	2021	2022	2023	2024
tm	376,27	289,99	439,53	687,14	339,16
Tons. de CO ₂ equivalente	739.658	519.644	882.672	1.368.669	671.021

5. El descenso del consumo de HFC en 2021, atribuido en gran medida al impacto de la pandemia de COVID-19, fue seguido de un aumento gradual durante 2022 y 2023. En 2023, el consumo superó la base de referencia establecida para los HFC debido a la recuperación económica y al consiguiente consumo adicional en el mantenimiento e instalación de equipos de RAC. En 2024, el consumo de HFC volvió a disminuir.

6. La demanda de sistemas de RAC en Cuba está creciendo en todos los subsectores, incluido el turismo. El HFC-134a sigue siendo el refrigerante más utilizado en el sector turístico, seguido del R-407C. La mayor demanda de HFC en el sector de los servicios procede de los grandes sistemas de aire acondicionado con elevadas cargas de refrigerante. El consumo de HFC para aplicaciones de refrigerantes

² Según carta de 11 de febrero de 2025 del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba al PNUD.

³ Decisión 93/59

comerciales en 2023 fue de 10 tm, lo que no refleja la demanda real, ya que muchos hoteles que habían cerrado durante la pandemia de COVID-19 aún no habían reabierto en ese momento.

7. En términos de consumo de electricidad, el sector de RAC representa aproximadamente el 20 % del uso total nacional, con casi el 13 % del consumo total del sector de RAC en el turismo.

Descripción y objetivo del proyecto

8. Los beneficiarios del proyecto piloto de sustitución de cinco refrigeradores comerciales a base de HFC-134a por sistemas basados en HFO-1234ze y R-290 representan una gama de emplazamientos, tipos y tamaños de hoteles, con distintos planteamientos y procedimientos, y equipados con refrigeradores comerciales que varían en cuanto a capacidad, ubicación (en el tejado o en el suelo) y tipo de tecnología (agua o aire). El proyecto se concibió para demostrar la adopción de tecnologías de bajo PCA en dichos establecimientos y proponer diferentes opciones de eficiencia energética, garantizando al mismo tiempo su replicabilidad en todo el sector turístico de Cuba. Los cuatro hoteles seleccionados se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Características de los hoteles seleccionados para el proyecto piloto

	Hotel Nacional	Villa Cuba	Princesa del Mar	Meliá Las Dunas
Ubicación	La Habana	Varadero, Matanzas	Varadero, Matanzas	Cayo Santa María, Santa Clara
Tipo de hotel	Edificio urbano vertical de 472 habitaciones	Estructura horizontal con 365 habitaciones	Hotel de playa con 630 habitaciones repartidas entre el edificio principal, bungalows, villas y edificios comunes	Hotel de playa con 925 habitaciones repartidas entre el edificio principal, bungalows y edificios comunes
Estructura y capacidad del aire acondicionado (TR)	4 refrigeradores comerciales de 125-220 TR	3 refrigeradores comerciales de 140 TR	10 refrigeradores comerciales de 80 TR 2 refrigeradores comerciales de 65 TR	14 refrigeradores comerciales de 65 TR
Conversión propuesta	Sustituir 2 refrigeradores comerciales (125 y 220 TR) por refrigeradores comerciales basados en HFO-1234ze, con levitación magnética y condensación por agua.	Sustituir 1 refrigerador comercial por uno basado en R-290, con condensación por aire	Sustituir 1 refrigerador comercial por uno basado en R-290, con condensación por aire	Sustituir 1 refrigerador comercial por uno basado en R-290, con condensación por aire
Refrigerante y carga utilizados actualmente	HFC-134a (177 kg) HFC-134a (245 kg)	HFC-134a (255 kg)	HFC-134a (169 kg)	HFC-134a (138 kg)
Ahorro ecoenergético (kWh/año)	228.200 382.200	196.000	130.200	106.400

9. Para la supervisión, el proyecto propuesto incluye analizadores para la medición y el registro de la energía. El proyecto demostrará el uso de técnicas de supervisión y evaluación, tanto aplicadas a los sistemas existentes para establecer el rendimiento de referencia, como integradas en los nuevos equipos.

10. El ahorro energético conseguido gracias al proyecto fomentará el interés por replicar la experiencia en todo el sector turístico de Cuba, que presenta una gran demanda de grandes sistemas de aire

acondicionado. Los resultados serán difundidos y promovidos entre las partes intervinientes del sector turístico a través de actividades realizadas por instituciones como la OTOZ, el Instituto de Refrigeración y Aire Acondicionado y la ONURE, dirigidas a técnicos en refrigeración, instituciones académicas, responsables de las decisiones, diseñadores, inversionistas y público en general a través de materiales técnicos, promoción en medios de comunicación y giras tecnológicas. La ONURE regulará y fomentará las tecnologías ecoenergéticas y se encargará del establecimiento de normas mínimas de eficiencia energética para refrigeradores comerciales a través de los procesos pertinentes.

Actividades propuestas

11. Tal y como se presentó inicialmente, el PNUD solicitó USD 700.000 para la adquisición de cinco refrigeradores comerciales y cinco dispositivos para controlar su rendimiento en tiempo real, tal y como se detalla en los cuadros 3 y 4.

Cuadro 3. Desglose de costos de un proyecto de sustitución de cinco refrigeradores comerciales en cuatro hoteles de Cuba

	Hotel Nacional		Villa Cuba	Princesa del Mar	Meliá Las Dunas	Total
Nº de refrigeradores comerciales sustituidos	1	1	1	1	1	5
Capacidad del refrigerador comercial (TR)	125	220	140	80	65	n/a
Tecnología de sustitución	HFO-1234ze		R-290	R-290	R-290	n/a
Costo por refrigerador comercial (USD)	145.000	240.000	140.000	80.000	70.000	675.000
Costo unitario del dispositivo de medición del rendimiento (USD)	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	25.000
Total (USD)	150.000	245.000	145.000	85.000	75.000	700.000

12. Como se muestra en el cuadro 4, el Gobierno de Cuba cofinanciaría las mediciones del consumo de energía que se realizarían antes y durante el proyecto, así como el diseño y la instalación de los nuevos sistemas, el montaje de los equipos y las obras de construcción de las instalaciones, las tuberías y los materiales, la capacitación de 20 técnicos y gestores de mantenimiento en materia de supervisión del rendimiento, recopilación de datos y mantenimiento de los sistemas cargados con refrigerantes inflamables, y la promoción de tecnologías eficientes mediante la difusión de los resultados del proyecto y la distribución de material técnico sobre tecnologías de sustitución para lograr una alta replicabilidad.

Cuadro 4. Presupuesto total del proyecto y desglose de las fuentes de financiamiento, tal y como se ha presentado (USD)

Componente	Total	Financiamiento del FML	Cofinanciamiento
Adquisición de refrigeradores comerciales (5)	675.000	675.000	0
Adquisición de dispositivos de medición del rendimiento (5)	25.000	25.000	0
Medición del consumo de energía	33.750	0	33.750
Diseño e instalación del sistema	101.250	0	101.250
Montaje de equipos y trabajos de construcción	101.250	0	101.250
Capacitación del personal técnico y logístico	67.500	0	67.500
Fomento de tecnologías de sustitución eficientes	13.500	0	13.500
Total	1.017.250	700.000	317.250

Total de costos del proyecto piloto

13. El proyecto, con un costo total de USD 700.000, más los gastos de apoyo al organismo, como se ha presentado inicialmente, se ejecutará entre julio de 2025 y junio de 2028 y se espera que se haya completado durante los 36 meses siguientes a la aprobación. El Gobierno de Cuba aportará un cofinanciamiento de USD 317.250, como se indica en el cuadro 4.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES DE LA SECRETARÍA

OBSERVACIONES

14. La Secretaría ha revisado la propuesta de proyecto a la luz de las actividades descritas en las decisiones 89/6 y 91/65, así como las que se están llevando a cabo en el marco de la etapa I del PAK.

Relación con la reducción de los HFC y el Plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC

15. Ante la petición de que se aclararan los vínculos entre el PAK y el proyecto piloto, el PNUD afirmó que el proyecto apoyaría las medidas adoptadas por el país para cumplir con la reducción del 10 % de la base de referencia para el año 2029, centrándose en el sector de servicios de RAC. En particular, este proyecto estará vinculado al componente 1 del PAK (Apoyo al desarrollo de un contexto institucional para promover el uso adecuado de sustancias de bajo PCA en el marco de la aplicación de la Enmienda de Kigali), que contribuirá a desarrollar mecanismos de coordinación interinstitucional para facilitar la aplicación de los acuerdos de la Enmienda de Kigali, así como la difusión y sensibilización a escala nacional sobre el uso de refrigerantes de bajo PCA. También está vinculado al componente 3 del PAK (Desarrollo de actividades para facilitar la reducción de la demanda de HFC de alto PCA), a través de la capacitación y la sensibilización de los usuarios finales para promover y adoptar nuevas tecnologías de bajo PCA. El proyecto complementará la adopción de tecnologías de bajo PCA, la capacidad de las entidades nacionales para gestionar tecnologías alternativas y promoverá el establecimiento de normas y reglamentos para fomentar la adopción de nuevas tecnologías.

16. De conformidad con la decisión 91/65(b)(iv), se ha recibido confirmación del Gobierno de Cuba.

Marco político, normativo e institucional y desarrollo de normas mínimas de eficiencia energética

17. En respuesta a diversas preguntas, el PNUD explicó que, aunque en la actualidad no existían normas mínimas de eficiencia energética para aparatos comerciales de aire acondicionado en Cuba, la participación e implicación de la ONURE en el desarrollo y ejecución de este proyecto piloto ayudaría a establecer dichas normas para refrigeradores comerciales y otros sistemas comerciales de aire acondicionado, e introduciría un paquete normativo para el cumplimiento obligatorio de las normas mínimas de eficiencia energética en el sector turístico, que podría aplicarse posteriormente a otros sectores en los que se utilicen sistemas similares de aire acondicionado de gran tamaño.

18. En cuanto a la replicabilidad de los resultados del proyecto, el PNUD informó a la Secretaría de que, debido a la participación de la ONURE, es decir, la institución que aprueba las nuevas inversiones en el país y está a cargo de la aplicación de normas mínimas de eficiencia energética, los resultados del proyecto contribuirían a las instrucciones y reglamentos de las políticas ambientales y energéticas pertinentes en consonancia con los objetivos del proyecto piloto con respecto a la reducción de las emisiones de CO₂ mediante el uso de tecnologías de sustitución eficientes. ONURE utilizará los resultados para fomentar las inversiones en tecnologías ecoenergéticas basadas en refrigerantes de bajo PCA en el sector turístico y en otras aplicaciones de refrigeradores comerciales. El rendimiento de esta tecnología se daría a conocer en la región a través de la cooperación sur-sur y otros actos regionales pertinentes.

Cuestiones técnicas y de costos

19. En respuesta a una pregunta sobre la disponibilidad y viabilidad de las tecnologías propuestas (R-290 y HFO-1234ze), el PNUD informó a la Secretaría de que los refrigerantes de hidrocarburos (HC), como el R-290 y el R-600a, se utilizaban ampliamente en Cuba para la refrigeración doméstica y comercial; y que con el apoyo técnico adecuado sobre las operaciones y el mantenimiento seguros de los refrigeradores comerciales basados en HC, los equipos podrían funcionar de manera eficiente. Aunque la tecnología basada en hidrofluoroolefinas (HFO) aún no se ha utilizado en Cuba, el PNUD afirmó que el personal técnico del país y los ingenieros que trabajan en el sector de mantenimiento de RAC estaban formados y eran capaces de manejar las nuevas tecnologías; con el apoyo de los proveedores de tecnología, los equipos pueden funcionar de forma eficiente. El PNUD añadió que los importadores y distribuidores de refrigerantes disponían de las condiciones y los conocimientos necesarios para comercializar HFO en caso necesario. En cuanto al cofinanciamiento en los cálculos de costos, el PNUD informó de que se consideraba como porcentaje del costo del equipo.

20. La Secretaría preguntó por los motivos por los que era necesario demostrar dos tecnologías diferentes en lugar de una. El PNUD explicó que, para introducir en el país las últimas tecnologías en refrigeradores comerciales, era esencial considerar tanto las opciones de HC como las de HFO. Según el PNUD, mientras que los refrigeradores comerciales a base de HC son adecuados para aplicaciones más pequeñas utilizadas en complejos turísticos debido a su eficiencia y ventajas medioambientales, pueden plantear problemas de seguridad en instalaciones de mayor capacidad. Por otro lado, los refrigeradores comerciales con HFO son ideales para edificios más grandes por sus menores riesgos de seguridad, pero conllevan costos más elevados. Por lo tanto, no es factible elegir sólo una tecnología; una combinación de HC para aplicaciones más pequeñas y HFO para edificios más grandes garantiza la preparación para futuros cambios sin limitaciones. Dado que la demostración de la tecnología puede realizarse eficazmente mediante la selección de dos emplazamientos (uno para el R-290 y otro para el HFO-1234ze), tras las conversaciones mantenidas entre la Secretaría y el PNUD, se acordó que el número de emplazamientos se reduciría de cinco a dos. El PNUD confirmó además que los equipos sustituidos serían desmantelados y eliminados.

21. El presupuesto del proyecto se ajustó en función de la priorización de los refrigeradores comerciales que debían incluirse. El ajuste más significativo se refiere a la reducción del número de sustituciones de demostración, de cinco refrigeradores comerciales en cuatro emplazamientos a dos refrigeradores comerciales en dos emplazamientos. La Secretaría consultó al PNUD sobre el cofinanciamiento, basándose en otros proyectos similares. El costo total revisado de la propuesta asciende a USD 455.000, como se indica en el cuadro 5.

Cuadro 5. Presupuesto total del proyecto y desglose de las fuentes de financiamiento (USD)

Componente	Total	Financiamiento del FML	Cofinanciamiento
Adquisición de refrigeradores comerciales (2)	350.000	350.000	0
Adquisición de dispositivos de medición del rendimiento (2)	10.000	10.000	0
Medición del consumo de energía	14.000	0	14.000
Diseño e instalación del sistema	20.000	0	20.000
Montaje de equipos y trabajos de construcción	50.000	0	50.000
Capacitación del personal técnico y logístico	7.000	0	7.000
Fomento de tecnologías de sustitución eficientes	4.000	0	4.000
Total	455.000	360.000	95.000

Mejoras de la eficiencia energética y estimaciones preliminares del ahorro de electricidad

22. El PNUD estimó que se obtendría un ahorro energético de al menos el 20 % (578.200 kWh) con la sustitución de dos refrigeradores comerciales por sistemas de alta eficiencia que utilizan refrigerantes de bajo PCA. A una tarifa de USD 0,20 por kWh, se calcula que el ahorro anual en costos de electricidad ascenderá a USD 115.640.

Sostenibilidad del proyecto piloto y evaluación de los riesgos

23. Se llevó a cabo un análisis de riesgos para identificar los factores que podrían afectar al proyecto o ser generados por su ejecución. El proyecto se enfrenta a varios riesgos, entre ellos las demoras en la adquisición de refrigeradores comerciales debido a los diversos procesos de aprobación de los hoteles y a las decisiones gubernamentales sobre la asignación de fondos. También preocupan los problemas de seguridad y la disponibilidad de tecnologías alternativas en el mercado. Para mitigar estos riesgos y minimizar el impacto de los factores externos, el proyecto planificará las adquisiciones con antelación, sensibilizará sobre el uso seguro de refrigerantes inflamables, garantizará una capacitación adecuada en materia de seguridad y supervisará de cerca las modalidades de ejecución, la disponibilidad en el mercado de productos a base de HC y HFO y el presupuesto para las actividades. Unas conversaciones desde el primer momento y una información clara garantizarán el compromiso y asegurarán una planificación informada.

RECOMENDACIÓN

24. El Comité Ejecutivo podría considerar la aprobación del proyecto piloto para mantener y/o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y equipos de sustitución en el contexto de la reducción de los HFC (actividades sin inversión): Introducción de tecnología de refrigeración ecoenergética con bajo PCA en refrigeradores comerciales del sector turístico, por un importe de USD 360.000, más USD 25.200 en concepto de gastos de apoyo al organismo, para el PNUD:

- (a) Que el Gobierno de Cuba se ha comprometido a cumplir las condiciones mencionadas en la decisión 91/65(b)(iv) b. a d.; y
 - (b) Que el proyecto se completará operativamente a más tardar el 30 de junio de 2028, y que se presentaría un informe detallado del proyecto al Comité Ejecutivo en un plazo de seis meses a partir de la fecha de terminación del proyecto.
-