



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA COMPRA PÚBLICA SUSTENTABLE DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



Especificaciones Técnicas para la Compra Pública Sustentable de Equipos de Aire Acondicionado Energéticamente Eficientes

EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO PORTATILES, EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADOS SPLIT, EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO VENTANA,
EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO CON DUCTOS

© 2022 Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Esta publicación puede ser reproducida en su totalidad o en parte y en cualquier forma para servicios educativos o sin fines de lucro sin permiso especial del titular de los derechos de autor, siempre que se haga el reconocimiento de la fuente. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente agradecería recibir una copia de cualquier publicación que utilice este documento como fuente.

No se podrá hacer uso de esta publicación para la reventa o cualquier otro propósito comercial sin el permiso previo por escrito del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Las solicitudes para la autorización, con una declaración del propósito y el alcance de la reproducción, deben dirigirse al director de la División de Comunicaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, P. O. Box 30552, Nairobi 00100, Kenya.

Cláusula de Exoneración de responsabilidad

Las denominaciones y la información utilizadas en este documento no representan una opinión particular por parte de la Secretaría de las Naciones Unidas sobre la condición jurídica de ningún país, territorio o ciudad o zona o sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de cualquier empresa comercial o producto en este documento no implica la aprobación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente o de los autores. No se permite el uso de la información de este documento con fines publicitarios. Los nombres y símbolos de marcas comerciales se utilizan de manera editorial sin intención de infringir las leyes de marcas comerciales o derechos de autor.

Las opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Lamentamos cualquier error u omisión que pueda haberse cometido involuntariamente.

© Mapas, fotos e ilustraciones según se especifique

Cita sugerida: United for Efficiency (U4E) del PNUMA (2021). Especificaciones Técnicas para la Compra Pública Sustentable de Equipos de Aire Acondicionado Energéticamente Eficientes. Nairobi Producción: United for Efficiency (U4E) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Para obtener más información, póngase en contacto con:

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - Iniciativa Unidos por la Eficiencia

División de Economía

Subdivisión de Energía, Clima y Tecnología

1 Rue Miollis, Edificio VII,

75015, París FRANCIA

Teléfono: +33 (0)1 44 37 14 50

Fax: +33 (0)1 44 37 14 74

Correo electrónico: unep-u4e@un.org

<http://united4efficiency.org/>

AGRADECIMIENTOS

Estas Especificaciones Técnicas para Compras Públicas Sustentables fueron desarrolladas por la iniciativa United for Efficiency (U4E) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

PNUMA-U4E desea agradecer a los numerosos expertos, socios y colegas que contribuyeron al desarrollo y revisión de este documento, especialmente a One Planet Network (www.oneplanetnetwork.org) por su significativa contribución.

Compilado por: Miquel Pitarch Mocholi, PNUMA-U4E

Edición: Paul Kellett y Soledad Garcia, PNUMA-U4E

Diseño de portada: Fabrice Belaire



TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	v
1. PREFACIO.....	1
2. ALCANCE DE ESTA GUÍA	4
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES	6
4. CRITERIOS DE ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO	8
4.1 CONSUMO DE ENERGIA.....	8
4.1.1 Tipo y tamaño del aire acondicionado	9
4.1.2 Requisitos de eficiencia energética	11
4.1.3 Compresores de velocidad variable frente a compresores de velocidad fija.....	16
4.1.4 Sensores de ocupación y limitación de temperatura	16
4.1.5 Unidades reversibles: refrigeración y calefacción en una sola unidad	17
4.2 REFRIGERANTE.....	19
4.2.1 Tipo de refrigerante	19
4.2.2 Fugas de refrigerante.....	20
4.3 NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA.....	21
4.4 REQUISITOS DE SEGURIDAD	21
4.5 DURABILIDAD DEL PRODUCTO (REPARABILIDAD).....	22
4.5.1 Disponibilidad de piezas de repuesto.....	22
4.5.2 Acceso a la información para reparación y mantenimiento	23
4.5.3 Garantía	23
4.6 GESTIÓN AMBIENTAL	24
4.7 CRITERIOS SOCIALES	27
REFERENCIAS.....	28
Anexo 1: Resumen - Criterios para equipos de aires acondicionados	29
Anexo 2: Herramienta de hoja de cálculo de Excel para CPS	30
Anexo 3: Costos y emisiones del ciclo de vida	33
A3.1 Impacto económico	33
A3.1.1 Coste del ciclo de vida (CCV)	33
A3.1.2 Reemplazo anticipado (costo).....	34
A3.2 Emisiones de GEI	35
A3.2.1 Emisiones durante la etapa de uso y refrigerantes	35
A3.2.2 Reemplazo anticipado (emisiones)	36
A3.3 Potencia	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Consumo y ahorro potencial de energía en 156 países para aires acondicionados residenciales considerando diferentes niveles de ambición para los estándares mínimos de rendimiento energético	2
Figura 2: Tipos de aires acondicionados incluidos en el alcance	5
Figura 3: Implementación paso a paso de medidas de eficiencia energética en viviendas existentes en México	9
Figura 4: Distribución del mercado de eficiencia energética de etiquetas proyectada hasta 2030 para refrigeradores en la Unión Europea	13
Figura 5: Herramienta de hoja de cálculo en Excel para SPP de aires acondicionados: pestaña "Entrada de país"	30
Figura 6: Herramienta de hoja de cálculo Excel para SPP de aires acondicionados: pestaña "Costo y Emisiones" – comparación de nuevas unidades	31
Figura 7: Herramienta de hoja de cálculo Excel para SPP de aires acondicionados: pestaña "Costo y Emisiones" – comparación para el reemplazo anticipado	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Alto nivel de eficiencia basado en las directrices de regulación del modelo U4E para diferentes climas	15
Tabla 2: Nivel de eficiencia intermedio basado en las Directrices del Reglamento Modelo U4E para diferentes climas.....	16
Tabla 3: Requisitos de PCA y PAO en función del tipo y tamaño del aire acondicionado	19
Tabla 4: Requisito de nivel de potencia acústica según el tipo y el tamaño del aire acondicionado	21

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CA	Consumo anual de energía
FEA	Factor de eficiencia anual
FEEE	Factor de eficiencia estacional de enfriamiento
CE	Costo de energía
EE	Eficiencia energética
FVU	Fin de vida útil
REP	Responsabilidad extendida del productor
EER	del inglés, Energy efficiency ratio (Ratio de eficiencia energética)
PBI	Producto bruto interno
FMMA	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GWP	del inglés, Global Warming Potential (Poder de Calentamiento Global)
FREEC	Factor de rendimiento estacional de calefacción
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
OUN	Organización Internacional de Normalización
CCV	Coste del ciclo de vida
CM	Costo de mantenimiento
MEPS	del inglés, Minimum Energy performance Standards (Estándares Mínimos de Eficiencia Energética)
ODP	del inglés, Ozone Depletion Potential (Potencial de agotamiento de la capa de ozono)
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos
REEE	Ratio de eficiencia energética estacional
CPS	Compras públicas sustentables
PTD	Pérdidas de transmisión y distribución
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
U4E	Unidos por la eficiencia
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

1. PREFACIO

El Sector Público se destaca por su capacidad de ejercer un enorme poder de compra, representando el 12% del PBI en los países de la OCDE y hasta el 30% en los países en desarrollo. Esto demuestra el considerable potencial que tiene la contratación pública como medio para impulsar la economía de una nación hacia una economía más verde y sostenible.

Las compras públicas se refieren a la compra realizada por los gobiernos, las empresas estatales y semiestatales de bienes, servicios y obras. Dado que la contratación pública representa una parte sustancial del dinero de los contribuyentes, se espera que los gobiernos la lleven a cabo de manera eficiente y con altos estándares de conducta para garantizar la prestación de servicios de alta calidad y salvaguardar el interés público¹. Además, las Compras Públicas Sustentables (CPS, o SPP, por sus siglas en inglés), o Contratación Pública Verde, como a menudo también se le llama, permite a los gobiernos servir como un modelo ejemplar y enviar una fuerte señal al mercado para lograr múltiples beneficios como la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la mejora de la seguridad energética y la competitividad económica, la eficiencia de los recursos o la circularidad.

Las prácticas de CPS tienen la capacidad de transformar los mercados aprovechando el poder de las compras públicas para impulsar los mercados hacia la sostenibilidad, reduciendo la huella ambiental de los gobiernos y contribuyendo significativamente al logro de una reducción considerable de las emisiones de GEI, mientras que al mismo tiempo conduce a ahorros financieros

significativos para las entidades estatales y semiestatales debido a un menor consumo de energía. Estimular las CPS puede ayudar a orientar el gasto público hacia la sostenibilidad, pero también puede fomentar el cambio de comportamiento del sector privado y de los consumidores, permitiendo la transición general hacia una economía verde y sostenible. Al adquirir de manera sostenible productos y servicios energéticamente eficientes, los gobiernos y las autoridades públicas en general también pueden impactar en las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CND, o NDC por sus siglas en inglés) de sus países de diferentes maneras e intensidad, así como contribuir al logro de los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible: n° 7 "Energía asequible y limpia", n° 12 "Consumo y producción responsables" y n° 13 "Acción climática".

Por lo tanto, como efecto secundario de las CPS, los mercados pueden estar listos para implementar estándares mínimos de rendimiento energético (MEPS, de sus siglas en inglés) más estrictos y requisitos de diseño ecológico para todos los aparatos que ingresan al mercado (por ejemplo, uso de refrigerantes de bajo GWP), lo que lleva a un mayor ahorro de energía y reduce el impacto ambiental. Figura 1 muestra el consumo de energía y el ahorro potencial de energía en 156 naciones para los equipos de aire acondicionados residenciales considerando diferentes escenarios de ambición para los estándares de rendimiento energético. Considerando solo los equipos de aire acondicionados [y excluyendo los ahorros adicionales disponibles por controles de

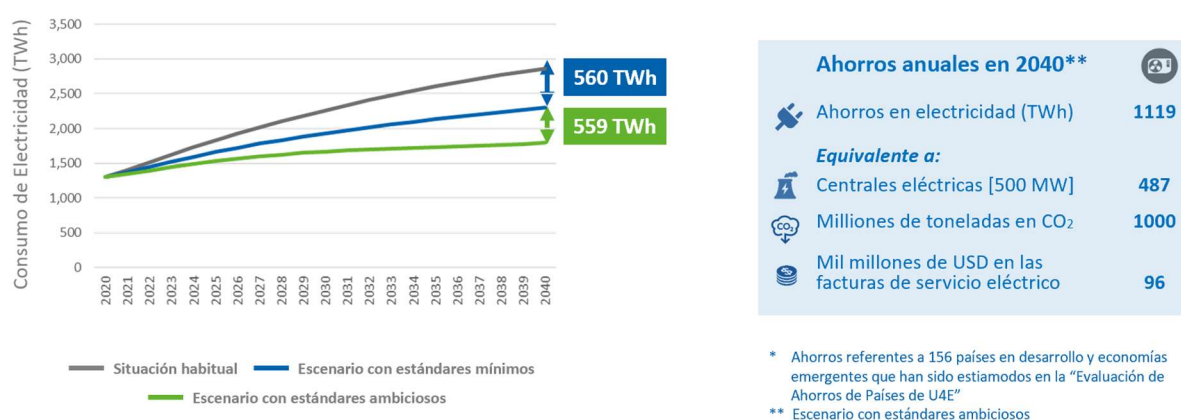
¹ <https://www.oecd.org/gov/public-procurement/>

ocupación / carga], si se implementan MEPS de alta ambición en 2020, el ahorro anual de energía esperado para el 2040 es de más de \$ 100 mil millones por año en comparación con el escenario base, y equivalente a la producción anual de 500 grandes centrales eléctricas de 500 MW cada una. Los

beneficios de los controles modernos del aire acondicionado y los controles de ocupación del edificio pueden proporcionar ahorros adicionales para el consumidor, además de gestionar mejor la demanda de potencia y grandes ahorros en los costos de la red eléctrica.

Figura 1: Consumo y ahorro potencial de energía en 156 países para equipos de aire acondicionados residenciales considerando diferentes niveles de estándares mínimos de eficiencia energética

Potencial de Ahorros en Equipos de Aire Acondicionados para 2040*



Fuente: Evaluaciones de ahorros de países de U4E

Actualmente, las CPS no está suficientemente integradas en las políticas sectoriales y las estrategias generales de desarrollo sostenible, lo que resulta en una falta de preparación para el mercado y capacidad de respuesta de los gobiernos para comprar productos y alternativas de servicios sostenibles y ecológicos. El desempeño relativamente pobre de las CPS conduce a su vez al apalancamiento insuficiente de la contratación pública, lo que resulta en:

- Transformación limitada del mercado,
- Alto impacto ambiental y social de los actores estatales, y
- Mitigación insuficiente del cambio climático e impacto limitado a otros objetivos de sostenibilidad.

En este contexto, la iniciativa United for

Efficiency (U4E) del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente ha desarrollado una serie de Guías sobre las Compras Sustentables para proporcionar un conjunto de especificaciones técnicas para que los países desarrollen sus requisitos para adquirir productos de mayor eficiencia energética y, por lo tanto, complementen y fortalezcan sus procesos de transformación del mercado en iluminación, electrodomésticos y equipos mucho más ecológicos. Si los países se centran en los principales productos eléctricos, que generalmente son adquiridos en grandes cantidades por entidades estatales y semiestatales, instigan y aceleran la penetración en el mercado de productos eléctricos de mayor rendimiento e impacto

positivo como iluminación, electrodomésticos (refrigeradores y aires acondicionados) y equipos (motores eléctricos y transformadores de distribución de energía), productos que en conjunto representan más de un tercio del consumo mundial de energía. Esta guía incluye un enfoque paso a paso sobre cómo aplicar los mejores criterios técnicos actuales de adquisición para los productos seleccionados de acuerdo con las mejores prácticas regulatorias, sociales y ambientales internacionales e introduce la justificación que deben adoptar los profesionales de adquisiciones al seleccionar estos productos entre un conjunto.

Las Especificaciones de Compras Públicas Sustentables de U4E son un instrumento estratégico clave destinado a los compradores públicos, el personal técnico y

los funcionarios relacionados, con la expectativa de que estas recomendaciones se integren en sus actividades diarias de contratación. También están destinadas a apoyar las decisiones de los responsables políticos relacionadas con el desarrollo de políticas de contratación pública para apoyar su implementación de CPS en las muchas instituciones relevantes, así como para dirigirse a aquellos interesados en crear conciencia sobre las oportunidades significativas de compras respetuosas con el clima y energéticamente eficientes. Estas Especificaciones de Compras Públicas Sustentables son un complemento a las Guías de Regulación Modelo de U4E y otras herramientas internacionales ya disponibles, guías de reglamentos e informes del portafolio de U4E.

SOBRE UNITED FOR EFFICIENCY

U4E (united4efficiency.org/) es una iniciativa mundial liderada por el PNUMA, apoyada por empresas y organizaciones líderes con el interés común de transformar los mercados de iluminación, electrodomésticos y equipos, alentando a los países a implementar un enfoque de política integrada para productos energéticamente eficientes a fin de lograr una transformación duradera, sostenible y económica del mercado.

El enfoque se centra en el mercado de usuarios finales y se dirige a los cinco componentes principales de la cadena de valor para un mercado energéticamente eficiente:

1. **Normas y reglamentos.**
2. **Políticas de apoyo, incluida la educación, la información y la capacitación.**
3. **Vigilancia y cumplimiento de mercado (MVE).**
4. **Mecanismos financieros y de ejecución financiera, incluidos incentivos y compras públicas.**
5. **Gestión ambientalmente racional y salud.**



U4E proporciona a los países un apoyo técnico personalizado a los países a través de sus expertos internacionales y socios especializados, para aprovechar al máximo su electricidad, acelerando la adopción generalizada de productos energéticamente eficientes, permitiendo ahorros monetarios en las facturas de electricidad de los consumidores, ayudando a las empresas a prosperar a través de una mayor productividad, permitiendo a las empresas eléctricas satisfacer las crecientes demandas de electricidad y ayudando a los gobiernos a alcanzar sus objetivos económicos y ambientales. Actualmente la iniciativa está presente en más de 30 países en todo el mundo. Basado en las circunstancias de cada país, U4E trabaja con cualquiera de los siguientes productos: iluminación, refrigeradores, equipos de aire acondicionado, motores eléctricos y transformadores de distribución de potencia - los cinco productos que en su conjunto consumen un tercio de la electricidad a nivel mundial. Ese apoyo está disponible en tres niveles: global, regional y nacional; proporcionando herramientas y

recursos y apoyando a las partes interesadas con las mejores prácticas internacionales, las hojas de ruta de políticas regionales y recomendaciones de los procesos de armonización a través de guías y publicaciones, como guías de políticas de eficiencia energética, guías de regulaciones modelo globales, especificaciones para las compras públicas y guías de financiación, entre otros. Además, la iniciativa proporciona desarrollo de capacidades y educación, herramientas de políticas y recursos técnicos que incluyen las evaluaciones de ahorros potenciales para más de 155 países que muestran los importantes beneficios financieros, ambientales, energéticos y sociales disponibles que son posibles por una transición completa a productos eléctricos más eficientes energéticamente. Este creciente conjunto de herramientas y recursos, equipa a los responsables de la formulación de políticas a comprender las oportunidades significativas y los pasos necesarios para comenzar a transformar los mercados de electrodomésticos y equipos ecoeficientes.


+33 (0)1 44 37 14 50

unep-u4e@un.org


UN ENVIRONMENT PROGRAMME
United for Efficiency
ECONOMY DIVISION,
Energy and Climate Branch


1 Rue Miollis, Building VII, 75015, Paris, FRANCE

For more information about

UNITED FOR EFFICIENCY

PLEASE VISIT **united4efficiency.org**

2. ALCANCE DE ESTA GUÍA

Estas especificaciones se aplican a los equipos de aire acondicionado aire-aire (incluidas las unidades reversibles) alimentados por red eléctrica. Esto incluye:

- a) Aires Acondicionados portátiles,
- b) Aires Acondicionados tipo "Split" y "multi-split",
- c) Aires Acondicionados tipo ventana, y
- d) Aire acondicionado con ductos.



ESTA GUÍA NO APLICAN PARA:

- a) Chiller (aire-agua o agua-agua),
- b) Ventiladores de confort, o
- c) Aire acondicionado aire-aire de tejado (tipo "packaged").

LOS PRINCIPALES CRITERIOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES PARA LA COMPRA DE LOS APARATOS INCLUIDOS EN EL ALCANCE SON:

1. Consumo de energía,
2. Tipo de Refrigerante,
3. Nivel de potencia acústica,
4. Durabilidad del producto (reparabilidad),
5. Gestión ambientalmente racional, y
6. Criterios sociales.

En algunos casos, la Guía de Regulación Modelo² de U4E u otros reglamentos y programas, se utilizan como referencia para establecer recomendaciones sobre los criterios CPS. Sin embargo, debido a la diversidad de situaciones, como las normas de ensayo, las regulaciones de eficiencia energética, las condiciones del mercado, etc., cada país deberá adaptar las recomendaciones de esta guía a sus propias necesidades. Además, si bien algunas especificaciones pueden utilizarse como requisito mínimo, otras pueden aplicarse como límites para una mayor puntuación que influirán en la decisión de adquisición.

Esta guía ofrece recomendaciones sobre las especificaciones técnicas que deben tenerse en cuenta durante el proceso de CPS e incluye una metodología para calcular los costes del ciclo de vida del producto y las emisiones equivalentes de CO₂ (Anexo 3). Esta guía va acompañada de una herramienta de hoja de cálculo Excel para ayudar a los licitadores a tomar decisiones más informadas al comparar entre diferentes ofertas.

² *Guías de regulación modelo de U4E para equipos de aire acondicionado, publicadas en septiembre de 2019.*
<https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-refrigerating-appliances/>

Figura 2: Tipos de equipos de aire acondicionados incluidos en el alcance de esta Guía



3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

A. DECLARACIÓN JURADA: Una declaración escrita, en este caso del fabricante o proveedor del aparato de aire acondicionado, declarando que el producto que se ofrece cumple con un requisito específico (o todos) en la licitación.

B. OFERTA: Una oferta o propuesta de bienes y/o servicios presentada en respuesta a la solicitud de adquisición (sostenible) de la entidad gubernamental pertinente.

C. COSTES:

Coste del fin de la vida útil: Se refiere al coste de la correcta gestión del producto cuando éste llega al fin de su vida útil, de acuerdo con los requisitos legales. En el caso de los productos que se ajusten a un régimen de política de responsabilidad extendida del productor (EPR), el productor ³ es responsable de la gestión requerida al final de la vida útil y este coste puede incluir requisitos relacionados con el reciclado y/o la preparación para la reutilización. Por lo general, el productor o proveedor de electrodomésticos cobra este coste a su cliente como parte del precio inicial del producto.

Coste externo: Se refiere al costo social relacionado con las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), es decir, los efectos del cambio climático. Por ejemplo, el aumento de las inundaciones y las tormentas, la

propagación de enfermedades, el aumento del nivel del mar, el aumento de la inseguridad alimentaria, etc. Este valor generalmente se expresa en USD por tonelada de contaminación equivalente de dióxido de carbono liberada a la atmósfera. Aunque los GEI emitidos por un país tienen un efecto a nivel mundial, aún no hay consenso para este valor o rango (véase el Anexo 3, Costes y emisiones del ciclo de vida, para obtener más información).

Coste inicial: Se refiere al precio del producto en el momento de la adquisición. En algunos casos, partes de otros tipos de costes pueden incluirse en el precio inicial, por ejemplo, el coste al final de la vida útil.

Coste de mantenimiento: Se refiere al coste de reparación y mantenimiento del aparato. En algunos casos, se puede contratar con el proveedor de la tecnología mensual o anualmente.

Coste de operación: Se refiere al coste de operación, principalmente el coste de la electricidad utilizada por los aparatos.

D. AIRE ACONDICIONADO CON DUCTOS:

Significa un aire acondicionado donde el aire enfriado (o aire caliente) se transporta a través de ductos (conductos) a las áreas objetivo (por ejemplo, habitaciones).

³ Productor se refiere a cualquier persona que, independientemente de la técnica de venta utilizada, pone el producto en el mercado (fabricante, minorista o importador).

E. EMISIONES:

Emisiones directas: Emisiones causadas por los refrigerantes cuando se liberan a la atmósfera.

Emisiones indirectas: Emisiones causadas en las centrales eléctricas para producir la electricidad que se utiliza para hacer funcionar los aparatos de refrigeración.

F. NIVELES MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (MEPS): Se refiere al nivel mínimo de eficiencia energética requerido para ingresar un producto en el mercado. Estos requisitos se aplican a todos los productos que entran en el mercado, por lo tanto, los requisitos para CPS deben ser más estrictos que los MEPS.

G. GUÍAS DE REGULACIÓN MODELO: Se refiere a las directrices U4E utilizadas para apoyar a las economías en la implementación o actualización de MEPS.

H. LICITACIÓN: Documento emitido por el gobierno solicitando ofertas de bienes o servicios. Este documento contiene las especificaciones y los requisitos mínimos que deben cumplirse. Por ejemplo, los requisitos de sostenibilidad sugeridos en esta guía.

I. AIRE ACONDICIONADO SPLIT: Un tipo de aire acondicionado o bomba de calor que se compone de una unidad interior y una unidad exterior.

J. AIRE ACONDICIONADO MULTI-SPLIT: Un tipo de aire acondicionado o bomba de calor que se compone de varias unidades interiores que funcionan con una unidad exterior.

K. AIRE ACONDICIONADO COMPACTO (VENTANA): Un aire acondicionado autónomo (todos los componentes en una unidad) que generalmente se instala a través de la pared o ventana.

L. AIRE ACONDICIONADO PORTÁTIL: Un aire acondicionado autónomo (todos los componentes en una unidad) que no se instala en una ubicación específica y no está incorporado en la estructura del edificio o en el acabado del edificio.

4. CRITERIOS DE ADQUISICIÓN DE EQUIPOS DE AIRE ACONDICIONADO

En este capítulo se describen los principales parámetros que se deben tenerse en cuenta durante las compras públicas sustentables (CPS) de los equipos de aire acondicionados definidos en el Capítulo 2. Además de las consideraciones incluidas en estas directrices, los productos también deben cumplir con todos los demás requisitos y certificados específicos sobre el producto vigentes en el país, como MEPS, etiquetas de eficiencia energética, normas de seguridad, restricciones de sustancias peligrosas y metales pesados, etc.

4.1 CONSUMO DE ENERGÍA

Cuanto menor sea el consumo de energía, menores serán los costes operativos y menores serán las emisiones indirectas. Para el acondicionamiento del aire en edificios, tres factores principales son los que definen su consumo de energía:

- **Eficiencia del edificio:** La eficiencia del edificio en cuanto a tipo de construcción, tamaño, materiales, etc. afectará a la energía necesaria para enfriar un espacio determinado. Cuanto menor sea la demanda de enfriamiento, menor será la energía necesaria para el enfriamiento y, por lo tanto, menor será la capacidad del equipo de enfriamiento necesario.
- **Eficiencia del aire acondicionado:** Cuanto mayor sea la eficiencia del aparato, menor será el consumo de energía para una demanda de refrigeración determinada.
- **Uso eficiente:** La forma en que el usuario utiliza el equipo juega un papel crítico en la reducción de la demanda de refrigeración. Por ejemplo, se puede hacer un uso más eficiente del equipo cerrando ventanas y puertas para evitar el exceso de infiltración de aire caliente, estableciendo la temperatura objetivo

para ahorrar energía, pero manteniéndola en niveles de confort (alrededor de 25,5°C), y configurando controles para permitir temperaturas más altas (o apagar) durante períodos sin presencia humana/necesidad de enfriamiento del espacio.

Aunque esta guía se trata de comprar aires acondicionados verdes, es importante tener en cuenta también la importancia de la eficiencia energética del edificio; reducir la demanda de refrigeración siempre que sea posible y priorizar la refrigeración natural (por ejemplo, mediante el uso de mejores niveles de aislamiento de la envolvente del edificio y persianas para reducir el exceso de radiación solar).

Los fabricantes declararán el consumo de energía del aparato en función al método de ensayo aplicado localmente. Por lo tanto, todos los productos presentados a la licitación deben ser ensayados con la norma de ensayo aplicable en cada país.

Las siguientes subsecciones proporcionarán detalles sobre los parámetros que influyen en el consumo de energía del equipo de aire acondicionado y que deben tenerse en cuenta al preparar la licitación para su compra:

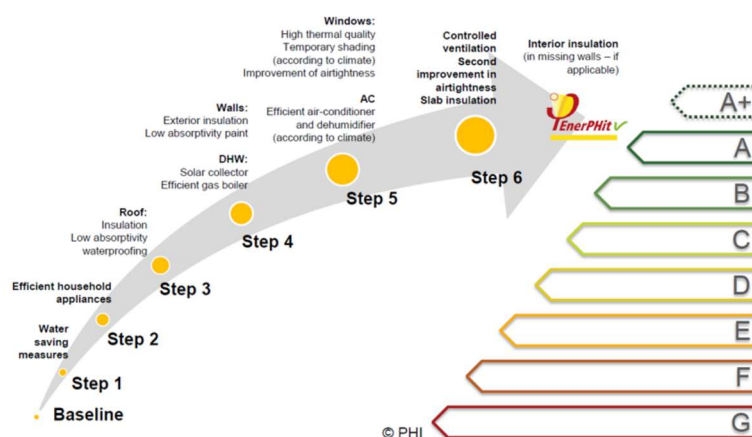
- Tipo y tamaño [capacidad] del aire acondicionado.
- Requisitos de eficiencia energética.
- Compresores variables (inversores) vs. de velocidad fija.
- Controles especiales para ahorrar energía.
- Unidades reversibles.

La información necesaria para verificar estos requisitos se puede encontrar en la etiqueta energética, que generalmente incluye el consumo de energía, la capacidad y el nivel de eficiencia energética. La información para otros parámetros, como los compresores inverter, se puede obtener de la información técnica del aire acondicionado (manuales) y/o de una declaración jurada del fabricante/proveedor.

4.1.1 Tipo y tamaño del aire acondicionado

El tipo y tamaño del aire acondicionado depende de la aplicación. Los acondicionadores de aire sobredimensionados darán como resultado un mayor consumo de energía y, por lo tanto, la capacidad del aparato debe seleccionarse cuidadosamente de acuerdo con la demanda de enfriamiento necesaria. La demanda de refrigeración depende de diferentes factores, como la envolvente del edificio, el tipo de ventanas y puertas, la orientación del edificio, el tipo de clima del país/región, el tamaño de la habitación que necesita enfriarse, y el tipo de actividad dentro del edificio. Si esta información no está disponible, se recomienda consultar las regulaciones de construcción relevantes y/o un experto independiente en energía o aparatos de enfriamiento para calcular la capacidad de enfriamiento necesaria. Además, el experto puede identificar otras medidas de eficiencia energética que se pueden aplicar al edificio para reducir la demanda de refrigeración, como las que se muestran en Figura 3a continuación.

Figura 3: Implementación paso a paso de medidas de eficiencia energética en viviendas existentes en México



Fuente: NAMA Vivienda Existente; Autores: Passive House Institute, IZN Friedrichsdorf, GOPA Consultants; Revisión y supervisión: CONAVI, Infonavit, GiZ

Se debe tener precaución al especificar ciertos tipos de aire acondicionado. Por ejemplo, los acondicionadores de aire portátiles generalmente tienen un nivel de consumo de energía más alto, pero esto podría no mostrarse en la etiqueta de eficiencia energética, ya que utilizan ⁴ diferentes ecuaciones (métricas) y métodos de ensayo para definir su eficiencia energética. Por lo tanto, la eficiencia energética declarada de un aire acondicionado portátil puede no ser comparable con otros tipos de acondicionadores de aire (por ejemplo, acondicionadores de aire tipo split), y no se recomiendan para CPS (a menos que lo requiera la aplicación).

Los acondicionadores de aire de ventana (o a través de la pared) necesitan atención especial cuando se instalan en edificios. De no hacerlo correctamente, puede haber pérdidas significativas al exterior, y el aire acondicionado consumirá más electricidad de la esperada. Además, las regulaciones de algunos países utilizan diferentes etiquetas y métricas de eficiencia energética para definir los niveles de eficiencia energética de los acondicionadores de aire de ventana, lo que dificulta la comparación justa entre otros tipos de acondicionadores de aire (por ejemplo, acondicionadores de aire tipo split). Esto no sería el caso si se utilizan las mismas métricas y métodos de ensayo para todos los tipos⁵.

4.1.2 Requisitos de eficiencia energética

Los requisitos de eficiencia energética para los aparatos deben actualizarse regularmente para tener en cuenta las mejoras en el mercado, de modo que solo los equipos de aire acondicionado de mayor eficiencia se consideren durante el proceso de CPS. Los requisitos de eficiencia energética de CPS deben considerar productos que estén por encima de la eficiencia promedio en el mercado si desean incentivar a la industria para acelerar la transición a tecnologías más sostenibles. Se recomienda que las licitaciones establezcan límites de energía que apunten a alrededor del 20% de acondicionadores de aire más eficientes del mercado.

La adquisición de aparatos más eficientes también puede justificarse con el método de análisis de costes del ciclo de vida (LCC, de sus siglas en inglés), que tendrá en cuenta los costes iniciales, los costes operativos y los costes externos debidos a las emisiones de CO₂, por lo tanto, cuanto mayor sea el consumo de energía, mayores serán los costes operativos y las emisiones (véase el Anexo 3, Costes y emisiones del ciclo de vida, para más información).

La eficiencia energética de un equipo de aire acondicionado dependerá de las condiciones exteriores durante el año. Dependiendo de las

⁴ La discusión principal sobre los ensayos de laboratorio para equipos de aire acondicionado portátiles, es cómo tener en cuenta el impacto de las pérdidas de calor del conducto y la infiltración de aire en el rendimiento de la unidad, así como usar una métrica estacional para tener en cuenta los cambios ambientales reales en la unidad portátil, ya que en este caso toda la unidad se coloca dentro del

edificio y la interacción del calor con el exterior dependerá del tipo de unidad.

⁵ La eficiencia estacional toma los beneficios de un compresor de velocidad variable durante todo el año, lo que lo convierte en una comparación más justa con los compresores de velocidad fija si su eficiencia también se calcula con el método estacional.

regulaciones locales, las métricas de eficiencia energética empleadas pueden tener en cuenta las variaciones estacionales o no. Normalmente, la eficiencia de enfriamiento estacional se conoce con las siglas⁶ CSPF (del inglés, Rendimiento Estacional de Enfriamiento) usadas por la norma ISO, o el índice de eficiencia energética estacional, conocido como SEER (o REEE) en muchos países. El término típico usado para la eficiencia de enfriamiento medida a una única temperatura ambiente (un punto de medición) es la relación de eficiencia energética (REE). Además, en algunos países utilizan eficiencias estacionales (REEE) para algunos tipos de productos y eficiencias a una única temperatura ambiente (REE) dependiendo del tipo de producto (compresores de velocidad variable o fija). Es recomendable⁷ usar métricas de rendimiento estacional para comparar todos los tipos de aire acondicionado independientemente del tipo de clima e independientemente de si son de velocidad fija o variable.

Es importante tener en cuenta que las eficiencias estacionales (CSPF o SEER) no se pueden comparar directamente con las eficiencias de condición única (EER). Además, dado que las eficiencias estacionales dependen del tipo de clima utilizado para el cálculo (y otros parámetros en el estándar de

prueba), deben calcularse sobre la misma base para ser comparables, es decir, todos los productos deben declarar eficiencias de acuerdo con la regulación local⁸.

Si existen etiquetas de eficiencia energética, el uso de una clase de eficiencia energética como requisito mínimo podría ser una forma simple y efectiva de establecer los requisitos de CPS. Se recomienda que las clases de eficiencia objetivo representen alrededor del 20% de los modelos más eficientes del mercado.

A modo de ejemplo, la Figura 4 muestra la evolución de la distribución de clases de eficiencia energética para refrigeradores (este ejemplo sigue siendo válido para los aires acondicionados) en Europa con la etiqueta hasta 2021 (A+++ a G) y con la nueva etiqueta proyectada desde 2021 hasta 2030 (A a G). En este caso, para la nueva etiqueta, se espera que la eficiencia Clase D o superior tenga una participación de alrededor del 30% del mercado en 2021, mientras que la Clase C o superior tendrá una participación de alrededor del 5% del mercado. Por lo tanto, apuntar a la Clase D o superior (Clase A, B, C and D) podría ser el requisito de las CPS para 2021. Tomar una eficiencia mínima como Clase C o superior como requisito obligatorio podría ser demasiado ambicioso, dejando la licitación sin ninguna oferta, o con un mayor costo del ciclo de vida.

⁶ Otros países pueden utilizar otros términos. Los mismos pueden ser comparables o no dependiendo de los métodos de ensayo y las condiciones climáticas utilizadas para el cálculo de la eficiencia energética en cada país. Dos países que usan el mismo término para las métricas de eficiencia energética no garantizan que sean comparables si usan diferentes métodos de ensayo y/o condiciones climáticas.

⁷ Si los valores de EER se utilizan para clasificar la eficiencia energética del aire acondicionado en el país, se recomienda considerar la migración a factores estacionales de rendimiento energético.

Mientras tanto, los valores EER se pueden utilizar para definir los requisitos de CPS de la misma manera que los valores de rendimiento estacionales.

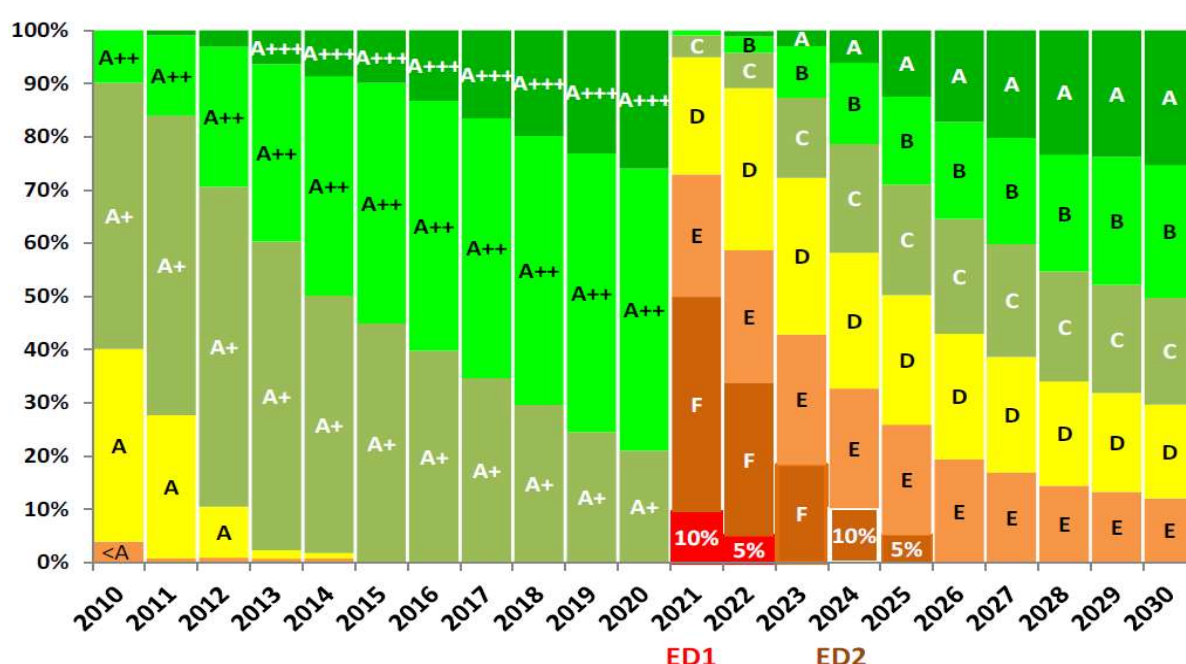
⁸ ISO tiene una herramienta de cálculo CSPF aprobada de acuerdo con ISO 16358-1: 2013 / AMD 1: 2019. Esta herramienta puede ser utilizada por responsables políticos y expertos técnicos que necesitan calcular el CSPF y/o comparar el valor del CSPF en diferentes climas. La herramienta está disponible en:

<https://standards.iso.org/iso/16358/-1/ed-1/en/amd/1/>

Sin embargo, se espera que el número de modelos de eficiencia energética aumente en el futuro. Por ejemplo, se estima que los modelos de Clase A a Clase C representen alrededor del 30% del mercado en 2023. Por lo tanto, el requisito podría aumentarse a Clase C o superior en 2023. Luego, el requisito se puede actualizar nuevamente a Clase B o superior en 2025, y a Clase A en 2028. Por lo

tanto, los requisitos de eficiencia energética para las CPS deben actualizarse periódicamente. Esto debe tenerse en cuenta al establecer la base jurídica para evitar barreras administrativas al actualizar los requisitos mínimos de eficiencia en el futuro. De lo contrario, estos podrían quedar obsoletos en pocos años.

Figura 4: Distribución del mercado de eficiencia energética de etiquetas proyectada hasta 2030 para refrigeradores en la Unión Europea



Fuente: Borrador del nuevo etiquetado del Reglamento de la UE [1]

La misma lógica utilizada en el ejemplo anterior para establecer el requisito de eficiencia para CPS según la etiqueta europea (Clase A a Clase G) se puede aplicar con cualquier otro tipo de etiqueta comparativa. Por ejemplo, la etiqueta de 5 estrellas en la India, o la etiqueta de porcentaje de ahorro en México. El aspecto más importante es conocer la eficiencia en el mercado para establecer un objetivo ambicioso, pero realista para las CPS.

Si la etiqueta está obsoleta, es decir, cuando más del 30% de los modelos se encuentran en

la clase de eficiencia energética superior, se debe exigir un nivel de eficiencia energética más estricto para considerar solamente los mejores modelos del mercado. Por lo tanto, los requisitos pueden especificarse con un límite de eficiencia energética que no coincide necesariamente con el límite de una de las clases de la etiqueta. Además, la eficiencia energética puede depender de la capacidad de la unidad. Esto a veces se considera en los requisitos de las normas mínimas de eficiencia energética (MEPS), pero no en la etiqueta de eficiencia energética. En este sentido, se

pueden aplicar diferentes requisitos de CPS en eficiencia energética para diferentes capacidades, incluso si no coinciden con los niveles de la etiqueta.

Si no se dispone de datos de mercado adecuados, se pueden utilizar índices de referencia internacionales para establecer estos requisitos mínimos de eficiencia energética. En este caso, se recomienda utilizar los niveles de rendimiento energético más altos indicados en las Guías de Regulación Modelo de U4E para equipos de aire acondicionado, que indica niveles de alta eficiencia para productos que están disponibles en el mercado global.⁹

Como ejemplo del uso de referencias internacionales para fijar los requisitos de eficiencia energética en CPS, la Tabla 1 muestra los niveles mínimos de alta eficiencia (CSPF) considerados en las Guías de Regulación Modelo de U4E para dos climas

diferentes y para diferentes rangos de capacidad (y el requisito ajustado para capacidades superiores a 16 kW). Consulte las Guías de Regulación Modelo de U4E [2] para otros climas. Dichas Guías solo consideran a los aires acondicionados compactos y tipo split simple (con una única unidad interior). Sin embargo, si se utilizan las mismas condiciones estacionales y de ensayo para calcular¹⁰ el CSPF para otros tipos ¹¹ de aires acondicionados (aire-aire), como los multi-split, los niveles de eficiencia U4E también se pueden utilizar para estos tipos de acondicionadores de aire (excluyendo los acondicionadores de aire portátiles).

Las Guías de Regulación Modelo de U4E también contienen niveles de eficiencia energética para equipos de aire acondicionado reversibles, que utilizan la métrica del factor de rendimiento anual (APF, de sus siglas en inglés).

⁹ Algunos países con un mercado de equipos de aire acondicionado de baja eficiencia energética pueden tener pocos o ningún modelo que cumplan con el nivel de rendimiento alto de U4E. En este caso, es posible que sea necesario ajustar los requisitos o considerar la importación de productos que sí cumplan con estos requisitos.

¹⁰ Por ejemplo, la ISO 16358 [5] se puede utilizar para calcular el CSPF de diferentes tipos de aire acondicionado, que puede combinarse con

diferentes estándares de ensayo según el tipo de equipo (por ejemplo, ISO 5151 [6], ISO 13253 [7] o ISO 15042 [8])

¹¹ La normativa europea no hace diferencia de los MEPS según los diferentes tipos de equipos de aire acondicionado aire-aire (ventana, split simple, multisplit, conductos, etc.) en el mismo rango de capacidad, a excepción de los aires acondicionados portátiles.

Tabla 1: Nivel de eficiencia alto basado en las Guías de regulación modelo de U4E para diferentes climas

Niveles altos de eficiencia para el modo de refrigeración (CSPF)		
Rango de capacidad	Clima 3C ^(a)	Clima 0B ^(b)
De 0 a 4,5 kW	7.9	5.9
4,5 a 9,5 kW	7.5	5.6
9,5 a 16 kW	7.0	5.3
> 16 kW ^(c)	6.1	4.6

a) Clima marino cálido (3C) según las Guías de Regulación Modelo U4E [2]

b) Clima extremadamente cálido-seco (0B) según las Guías de Regulación Modelo U4E [2]

c) El Reglamento Modelo U4E no incluye requisitos para los aires acondicionados con capacidades de refrigeración superiores a 16 kW. Para establecer los requisitos a estas capacidades, los valores recomendados en U4E para capacidades entre 9,5 kW y 16 kW se pueden multiplicar por el factor 0,872 (degradación de capacidad-eficiencia basadas en la normativa de la UE [3], [4])

Siguiendo el ejemplo de la Tabla 1, las recomendaciones de alto nivel de eficiencia de las Guías de Regulación Modelo de U4E ¹² del se pueden utilizar para establecer los requisitos de CPS sobre eficiencia energética para diferentes climas (se dan recomendaciones para 17 climas diferentes). Sin embargo, la información del mercado es importante para considerar los productos locales más eficientes y actualizar los requisitos en el futuro. Además, se debe tener en cuenta que la calificación de eficiencia energética local solo sería comparable a las Guías de Regulación Modelo de U4E si se utiliza la misma norma de ensayos¹³ y las mismas ecuaciones de eficiencia energética con las mismas tablas climáticas.

Si los niveles más altos de eficiencia de las Guías de U4E que se muestran en la Tabla 1 son demasiado ambiciosos para ser implementados como requisitos de CPS en un determinado mercado, los niveles intermedios de eficiencia pueden utilizarse como un requisito temporal hasta que el mercado esté listo para usar otros más estrictos. La Tabla 2 muestra los niveles mínimos de eficiencia (CSPF) intermedia considerados por las Guías de Regulación Modelo de U4E en dos climas diferentes y para diferentes rangos de capacidad (y el requisito ajustado para capacidades superiores a 16 kW). Consulte el Reglamento Modelo U4E [2] para otros climas.

¹² Disponible en: <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners/>

¹³ No se garantiza que la distribución temperatura-horas utilizada en el Reglamento Modelo U4E para

los diferentes países para el cálculo del CSPF sea el mismo utilizado en las regulaciones reales del país. Por lo tanto, antes de adoptar los requisitos de alto nivel de eficiencia del Reglamento Modelo U4E [2], debe comprobarse la compatibilidad del cálculo del CSPF.

Tabla 2: Nivel de eficiencia intermedio basado en las Guías de Regulación Modelo de U4E para diferentes climas

Niveles intermedios de eficiencia para el modo de refrigeración (CSPF)		
Rango de capacidad	Clima 3C ^(a)	Clima 0B ^(b)
De 0 a 4,5 kW	7.0	5.3
4,5 a 9,5 kW	6.3	4.8
9,5 a 16 kW	5.8	4.5
> 16 kW ^(c)	5.1	3.9

a) Clima marino cálido (3C) según las Guías de Regulación Modelo U4E [2]

b) Clima extremadamente cálido-seco (0B) según las Guías de Regulación Modelo U4E [2]

c) El Reglamento Modelo U4E no incluye requisitos para los aires acondicionados con capacidades de refrigeración superiores a 16 kW. Para establecer los requisitos a estas capacidades, los valores recomendados en U4E para capacidades entre 9,5 kW y 16 kW se pueden multiplicar por el factor 0,872 (degradación de capacidad-eficiencia basadas en la normativa de la UE [3], [4])

Finalmente, algunos países utilizan etiquetas específicas para identificar solo a los equipos de mayor eficiencia del mercado [etiquetas de certificación independiente], por ejemplo, energy star en Estados Unidos o PROCEL en Brasil. Las etiquetas de endoso independientes o otros tipos de certificación de productos eficientes son una manera fácil de identificar los mejores productos del mercado. Sin embargo, se recomienda que se comprueben los requisitos de la etiqueta/certificación de endoso para garantizar que no estén obsoletos y que se dirijan efectivamente a las mejores alternativas del mercado (alrededor del 20% superior). De lo contrario, estas etiquetas deberán actualizarse antes de que puedan usarse como referencia en el proceso de CPS.

4.1.3 Compresores de velocidad variable frente a compresores de velocidad fija

Los acondicionadores de aire con compresores de velocidad variable (unidades inverter) pueden ajustar su capacidad de enfriamiento cuando hay variaciones de las condiciones externas, lo que resulta en una mayor eficiencia energética en comparación con la misma unidad que funciona a una sola velocidad.

Si la regulación local utiliza el EER (basado en una sola condición exterior), ya sea para velocidad fija o para todos equipos de aire acondicionado, se recomienda la inclusión de unidades de velocidad variable solamente como requisito para el proceso de CPS. Esto se debe a que las métricas EER, en general, no permiten una comparación justa del rendimiento estacional entre los equipos de velocidad variable y fija.

Sin embargo, si las regulaciones locales utilizan una métrica de eficiencia energética estacional para todos los aires acondicionados, estas métricas se pueden usar para comparar de manera justa los aires acondicionados de velocidad variable y fija.

4.1.4 Sensores de ocupación y limitación de temperatura

Sensores de ocupación

Los controles de ocupación se utilizan para detectar la presencia de una persona con el fin de encender y apagar automáticamente el equipo de refrigeración en las horas desocupadas, lo que puede suponer un ahorro energético superior al 50% en algunos espacios.

Dado que estos detectores pueden reducir significativamente el consumo de energía, deben considerarse para su inclusión en las especificaciones siempre que sea posible y relevante. La detección de presencia se lleva a cabo a través de la detección infrarroja o detección de movimiento. Algunos detectores ahora están integrados en el aparato o sistema de aire acondicionado de forma estándar o puede ser opcional.

La ventaja de los aires acondicionados modernos con control de ocupación incorporado es su capacidad de detección de presencia para ahorrar energía fácilmente, usando al equipo solo cuando y donde se necesita, y sin la necesidad de colocar detectores cuidadosamente separados y diseñar el cableado o el sistema inalámbrico para controlar el grupo de aires acondicionados.

Nota: La colocación de sensores es un tema complejo, y se recomienda que se solicite más información y orientación a los fabricantes/proveedores para ayudar a garantizar un funcionamiento adecuado.

Controles de limitación de temperatura

Los controles de limitación de temperatura ambiente se utilizan para reducir o apagar automáticamente el equipo de refrigeración, y pueden conducir a un ahorro de energía superior al 25% en algunos espacios. Los controles de limitación de temperatura tienen puntos de consigna, a las que solo puede acceder el personal autorizado, de modo que los ocupantes de la habitación no pueden ajustar dichos puntos fuera del rango de confort normal (generalmente no más de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ($\pm 5^{\circ}\text{F}$)).

Dado que los controles de limitación de la temperatura de consigna pueden reducir significativamente el consumo de energía, se recomienda ser considerados para su inclusión

en las especificaciones siempre que sea posible y relevante. Algunos controles de limitación de temperatura ahora están integrados en el equipo o sistema de aire acondicionado estándar o puede ser opcional.

La ventaja de los aires acondicionados con esta aplicación incorporada es su capacidad para emplear límites en la temperatura de consigna para ahorrar energía fácilmente, al utilizarse solo dentro de la temperatura de confort. También se pueden usar similares controles "inteligentes" conectados a la red para reducir o apagar el aire acondicionado con el fin de limitar el pico de demanda eléctrica. Otros controles, como el arranque suave, también pueden ayudar a reducir este pico y contribuir al buen funcionamiento de la red eléctrica. Estas acciones pueden ser importantes consideraciones para muchas regiones del mundo con redes eléctricas saturadas y pueden incluirse como un requisito para CPS.

4.1.5 Unidades reversibles: refrigeración y calefacción en una sola unidad

En los países donde también se necesita calefaccionar espacios, se recomienda el uso de unidades reversibles, a menos que se utilice un sistema de calefacción separado más eficiente. En general, una unidad reversible calentará de manera más eficiente en comparación a otros calentadores convencionales, como un calentador de resistencia eléctrica, incluso a bajas temperaturas, y el precio de las unidades reversibles solo suele diferir en aproximadamente un 10% más en comparación con las unidades de solo enfriamiento. Sin embargo, cada caso debe analizarse por separado. Por ejemplo, incluso en países donde puede haber un período del año con noches frías, el edificio puede estar desocupado durante la noche, por lo que la

calefacción podría no ser necesaria en este caso.

Por otro lado, en climas más fríos, si la unidad de aire acondicionado se selecciona de acuerdo con la demanda de refrigeración, la capacidad de calefacción de la unidad reversible podría no ser capaz de cubrir toda la demanda de calefacción durante el año, lo que requerirá un sistema de respaldo o el uso de una bomba de calor adicional.

La eficiencia energética, en el modo de calefacción, se mide por separado del modo de refrigeración, pero se puede combinar con la eficiencia de refrigeración para dar un solo nivel de eficiencia conjunto. Además, al igual que en el modo de refrigeración, la eficiencia de calefacción puede basarse en una temperatura ambiente única, o en una métrica estacional que considere los cambios de temperatura ambiente durante el año. La métrica de eficiencia de calefacción a una única temperatura ambiente generalmente se le conoce como el coeficiente de rendimiento (COP, por sus siglas en inglés), mientras que a la métrica de eficiencia energética estacional generalmente se la conoce como el coeficiente de eficiencia estacional (SCOP, por sus siglas en inglés) [también se utiliza el factor de rendimiento estacional de calefacción (HSPF, por sus siglas en inglés)]. Por otro lado, la

eficiencia energética combinada de calefacción y refrigeración utiliza la métrica APF. Un mismo aire acondicionado dará diferentes resultados de eficiencia energética en función de las métricas que se utilicen para su cálculo y de la tabla climática de referencia. Por lo tanto, al desarrollar los requisitos de niveles mínimos de eficiencia energética para el modo de calefacción, es importante considerar las métricas y el clima utilizados para declarar la eficiencia energética en el país específico.

Las Guías de Regulación Modelo de U4E¹⁴ ofrecen recomendaciones sobre el nivel de alta eficiencia energética estacional de las unidades reversibles en 17 climas diferentes (eficiencia energética del modo combinado de refrigeración y calefacción, es decir, la métrica APF).

Como ejemplo del potencial ahorro de energía, si se requiere un factor de rendimiento energético estacional en el modo de calefacción de 4 como eficiencia mínima para CPS (en la Unión Europea se usa un SCOP de 3.8 como MEPS), la unidad reversible utilizará una cuarta parte (1/4) de la energía que utilizaría un calentador de resistencia eléctrica (la eficiencia máxima del calentador de resistencia eléctrica es 1) para el clima en el que se calculó la eficiencia estacional.

¹⁴ La Regulación Modelo de U4E puede descargarse en [https://united4efficiency.org/resources/model-](https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners/)

[regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners/](https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners/)

4.2 REFRIGERANTE

4.2.1 Tipo de refrigerante

Los requisitos para el refrigerante dependerán del tamaño y el tipo de aire acondicionado. La Tabla 3 muestra los valores recomendados en términos de potencial de agotamiento de la capa de ozono (ODP, de sus siglas en inglés) y potencial de calentamiento global (GWP, de sus siglas en inglés). El ODP siempre debe ser 0.

En algunos países, hay disponibles pequeños acondicionadores de aire split (por debajo de 6 kW) que funcionan con refrigerantes naturales (R290). Si este es el caso en el país o mercado en cuestión, se debe utilizar un GWP ≤ 150 como límite para equipos de aire acondicionado pequeños. De lo contrario, el uso de refrigerantes naturales se puede especificar como puntos extra de adjudicación para incentivar a los fabricantes/proveedores a producir o importar estos aires acondicionados, y se utilizaría el nivel de GWP de 750 como límite máximo obligatorio.

Al comparar dos modelos de aire acondicionado, si un modelo está utilizando un refrigerante de bajo GWP (por ejemplo, R290), podría conducir a menos emisiones totales durante todo el ciclo de vida en comparación con un modelo con un refrigerante con GWP más alto (por ejemplo, R32), incluso si este último tiene una eficiencia energética ligeramente mayor. En estos casos, es bueno comparar las emisiones totales para tomar una decisión final (véase el Anexo 3). Esta guía va acompañada de una herramienta de hoja de cálculo de Excel para ayudar a los licitadores a tomar decisiones más informadas al comparar entre diferentes ofertas.

Para aires acondicionados de hasta 16 kW, los refrigerantes con un GWP ≤ 750 ya son comunes en muchos países (típicamente R32). Este límite es también la recomendación que figura en las Guías de Regulación Modelo de U4E. Para los acondicionadores de aire de más de 16 kW, el ODP igual a 0 debe usarse como requisito, y se puede usar un GWP de ≤ 750 como puntos extra de adjudicación.

Tabla 3: Requisitos de GWP y ODP en función del tipo y tamaño del aire acondicionado

Tipo de aire acondicionado	Límite de GWP	Límite de ODP
Aire Acondicionado portátil	≤ 150	0
Otros ACs de < 6 kW	≤ 750 (o ≤ 150 si está disponible)	0
6 kW < otros ACs < 16 kW	≤ 750	0
Otros ACs de > 16 kW	Puntos extra de adquisición si ≤ 750	0

(Basado en las Guías de Regulación Modelo U4E [2])

Los nuevos HFC sintéticos insaturados, conocidos como HFO, también pueden tener cero ODP y bajo GWP. Sin embargo, estos todavía tienen formas de degradación poco conocidas, son inflamables y/o tienen implicaciones de toxicidad y producen productos de descomposición peligrosos cuando se queman. Por lo tanto, se recomienda que si hay refrigerantes naturales disponibles¹⁵, estos se prefieran por sobre los HFO.

Para verificar estos requisitos se puede constatar la información técnica del aire acondicionado, manuales, placa de identificación y en las declaraciones juradas del fabricante/proveedor.

4.2.2 Fugas de refrigerante

Las fugas de refrigerante dependen del tipo de aire acondicionado y de la forma en que se lleve a cabo la instalación, así como del mantenimiento continuo del aparato. Por ejemplo, un acondicionador de aire residencial promedio puede tener fugas de una tasa anual del 5% de su carga total, lo que lleva a una pérdida del 60% de la carga total al final de su vida útil (considerando una vida útil típica de 12 años).

Las fugas de refrigerante darán lugar a emisiones directas a medida que el refrigerante se libera a la atmósfera y también disminuirán la eficiencia energética del

sistema, aumentando el consumo de energía y las emisiones indirectas relacionadas (cada aire acondicionado tiene una carga de refrigerante óptima). Si la fuga es grande y el refrigerante no se recarga, el aire acondicionado podría dejar de funcionar. Si el aire acondicionado se recarga, pero la fuga no se repara correctamente, la cantidad total de refrigerante liberado a la atmósfera durante la vida útil del producto puede ser varias veces mayor que la carga inicial.

Por lo tanto, es importante verificar con el proveedor (o empresa encargada de la instalación y el mantenimiento) que dichos trabajos se lleven a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante y usando las mejores prácticas internacionales para minimizar las fugas de refrigerante, con procedimientos para encontrar y reparar la fuga, que pueden incluir revisiones periódicas con un cronograma claro. Además, los técnicos deben estar calificados y utilizar el equipo adecuado, por ejemplo, detectores electrónicos de fugas y analizadores de sistemas. Estos requisitos pueden ser demostrados por el proveedor mediante la presentación de los certificados y/o de las declaraciones juradas del proveedor.

El anexo A3.2 ofrece orientación sobre cómo calcular las emisiones equivalentes de CO₂ durante todo el ciclo de vida del aparato, incluidas las emisiones directas debidas a fugas de refrigerante.

¹⁵ Para obtener más información sobre "La disponibilidad de refrigerantes para nuevos sistemas de aire acondicionado split que pueden reemplazar los gases fluorados de efecto invernadero o resultar en un menor impacto climático", consulte el informe europeo:

<https://eurovent.eu/sites/default/files/field/file/GEN%20-%201160.03%20-%20EU%20report%20refrigerants%20split%20air%20conditioners.pdf>

4.3 NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA

Los límites de potencia acústica recomendados se muestran en la Tabla 4. Estos valores se basan en el nuevo reglamento de ecodiseño de la UE para todos los acondicionadores de aire por debajo de 12 kW que entran en el mercado. Este requisito para unidades exteriores de más de 12 kW podría establecerse como puntos extra de adjudicación dependiendo de dónde se instalará la unidad. Si existen regulaciones locales con requisitos de nivel de potencia acústica más estrictos, estos deben seguirse.

La información requerida para verificar el nivel de sonido de un aire acondicionado se puede obtener de la información técnica del aire acondicionado (manuales) y/o de una declaración jurada del fabricante/proveedor. A veces también se incluye en la etiqueta energética.

Tabla 4: Requisito de nivel de potencia acústica según el tipo y el tamaño del aire acondicionado

Tipo de aire acondicionado	Unidad interior (dB)	Unidad exterior (dB)
Aire Acondicionado Portátil	≤65	-
Otros ACs de < 6 kW	≤60	≤65
6 kW < otros ACs < 12 kW	≤65	≤70
Otros ACs de > 12 kW	≤65	Puntos extra de adjudicación si ≤70

(Basado en el Reglamento de la UE [3])

4.4 REQUISITOS DE SEGURIDAD

Todos los productos deberán ajustarse a los requisitos nacionales de calidad, seguridad¹⁶ y rendimiento.

Además, los instaladores y técnicos contratados para los servicios de reparación y mantenimiento deben estar adecuadamente cualificados y certificados de acuerdo con las

normas nacionales teniendo en cuenta el tipo de producto y el refrigerante utilizado.

La información necesaria para verificar estos requisitos se puede obtener de una declaración jurada del fabricante/proveedor.

¹⁶ La norma internacional de seguridad más común para equipos de aire acondicionados es la norma IEC 60335-2-40 [9]

4.5 DURABILIDAD DEL PRODUCTO (REPARABILIDAD)

La vida útil promedio de un aire acondicionado es alrededor de 12 años, variando según el país, la utilización del usuario, el tipo y el tamaño. En cualquier caso, para garantizar que el aire acondicionado funcione de manera eficiente durante su vida útil, el fabricante/proveedor debe cumplir varios requisitos de reparabilidad, como prever la disponibilidad de piezas de repuesto (véase la sección 0 y el fácil acceso a la información de reparación y mantenimiento (véase la sección 0 Las medidas de diseño ecológico y los requisitos de calidad de fabricación para productos de mayor rendimiento tienen como objetivo extender la vida útil del servicio, aumentando los beneficios económicos y ambientales al mismo tiempo.

Los requisitos de reparabilidad presentados en esta sección se basan en los nuevos 17 requisitos europeos de ecodiseño para 2022 [3]. Por lo tanto, si estos aún no son un requisito para todos los aires acondicionados en el país de aplicación, podrían incluirse como un requisito para CPS.

Para contratos que incluyen el mantenimiento de los aparatos, estos deben garantizar que los aires acondicionados se reparen y mantengan para que funcionen de manera eficiente durante la vida útil del producto.

Estos requisitos pueden ser verificados por los manuales y la declaración jurada del fabricante/proveedor.

4.5.1 Disponibilidad de piezas de repuesto

El fabricante/proveedor debe garantizar el suministro de piezas de repuesto esenciales, incluyendo al menos:

- Compresores.
- Intercambiadores de calor.
- Placas de circuito impreso.
- Motores de ventilador.

Las piezas de repuesto se entregarán en un período de tiempo razonable a partir de la fecha de pedido (por ejemplo, un máximo de 15 días hábiles) y se ofrecerán incluso cuando el modelo ya no esté disponible en el mercado, idealmente durante la vida útil del producto (al menos 7 años después de la comercialización de la última unidad del modelo).

Además, el fabricante/proveedor se asegurará de que estas piezas de recambio puedan sustituirse con el uso de herramientas comúnmente disponibles y sin daños permanentes en el aparato.

¹⁷ A la fecha de publicación de esta Guía, la versión final de este reglamento aún no se ha publicado. El

nuevo Reglamento sustituirá al actual Reglamento UE 206/2012.

4.5.2 Acceso a la información para reparación y mantenimiento

Además de poner a disposición las piezas de repuesto enumeradas anteriormente, de solicitarlo los talleres de reparación profesionales cualificados ¹⁸, el fabricante/proveedor proporcionará acceso a la siguiente información sobre reparación y mantenimiento de aparatos:

- Requisitos de cualificación del personal de mantenimiento.
- La identificación inequívoca del dispositivo.
- Un plano de desmontaje.
- Manual técnico de instrucciones para la reparación.
- Lista de equipos de reparación y prueba necesarios.
- Información de componentes y diagnóstico (como valores teóricos mínimos y máximos para las mediciones).
- Diagramas de cableado y conexión.
- Códigos de error y fallos de diagnóstico (incluidos los códigos específicos del fabricante, cuando corresponda).
- Registros de incidentes y fallos notificados almacenados en el dispositivo (cuando corresponda).
- Instrucciones para la instalación del software y firmware relevantes, incluido el software de

restablecimiento.

- Información sobre cómo acceder a los registros de datos de incidentes y fallos reportados almacenados en el producto (cuando corresponda).
- Acceso a reparaciones profesionales, como páginas web de Internet, direcciones, datos de contacto.
- Información relevante para el pedido de piezas de repuesto.
- El período mínimo durante el cual las piezas de repuesto necesarias para la reparación del aparato están disponibles.

Además, el fabricante/proveedor informará a todos los usuarios sobre las instrucciones para la correcta instalación y mantenimiento, incluida la limpieza del aire acondicionado.

4.5.3 Garantía

Se recomienda un período de garantía mínimo para los equipos de aire acondicionado de un año después de la fecha de compra. Otras partes del equipo pueden estar garantizadas durante al menos 3 años (por ejemplo, los componentes principales como el compresor, el intercambiador de calor, la placa de control, el termostato, el ventilador, el motor, los controles, etc.). Sería razonable requerir un período de garantía completo de piezas funcionales por tres años. Esta garantía debería cubrir todos los componentes operativos principales, incluidos los controles.

¹⁸ *Para dar acceso a la información de reparación y mantenimiento, el profesional debe tener la competencia técnica para reparar el aire*

acondicionado y cumplir con la normativa aplicable para los reparadores de material eléctrico en el país de aplicación.

4.6 GESTIÓN AMBIENTAL

Las adquisiciones de CPS deben minimizar los efectos adversos que pueden resultar del final de la vida útil de los productos, es decir, los residuos, y poner un fuerte énfasis en la reducción, la reutilización y el reciclaje.

Algunos países ya tienen un programa de recuperación que garantiza la correcta disposición final de los equipos de aire acondicionado al final de su vida útil, por ejemplo, a través de políticas ¹⁹ de responsabilidad extendida del productor (REP). En cualquier caso, el fabricante/proveedor debe ser responsable de la gestión sostenible de los residuos al final de la vida útil del equipo (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE), incluido el refrigerante del sistema.

El reglamento europeo de ecodiseño exige que todos los aparatos de aire acondicionado estén diseñados de tal manera que la porción máxima de materiales se pueda desmontar con el uso de herramientas comúnmente disponibles para facilitar la recuperación de materiales (para su reutilización) y el reciclaje, evitando al mismo tiempo la contaminación. Por lo tanto, si esto aún no es un requisito para todos los acondicionadores de aire en el país, podría incluirse como un requisito para las CPS.

Para reducir los residuos sólidos generados por el embalaje inicial, estos deberán ser lo mínimo posibles para facilitar la manipulación del equipo y deberán ser reciclables o reutilizables. También se recomienda a los compradores que prefieran el embalaje con al menos una de las siguientes características:

- Sin contenido de estireno (por ejemplo, espuma de poliestireno, EPS,

poliestireno).

- Maximizando el contenido reciclado posconsumo.
- Minimizando los contenidos de plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente, con un objetivo de menos de 100 ppm (0,01%) en contenido total.
- El embalaje sigue siendo propiedad del proveedor y no del destinatario.

Estos requisitos pueden ser difíciles de verificar. Se puede utilizar una declaración jurada del fabricante/ proveedor para este propósito como se describe más adelante.

La generación de residuos también surge al comprar nuevas unidades de aire acondicionado para reemplazar las antiguas. Esto debe tenerse en cuenta durante cualquier proceso de adquisición pertinente. Esto incluye:

- Los dispositivos antiguos que se reemplazan.
- Los nuevos equipos de aire acondicionado, que se convertirán en residuos al final de su vida útil.
- Los contenedores y embalaje en los que se envían los nuevos equipos.

Los equipos de aire acondicionados viejos deben gestionarse correctamente y, si hay disponible una planta de reciclaje local adecuada, debe ser la primera opción de gestión preferida. Durante el desarrollo de la documentación para la contratación, debe de considerarse como factor principal la

¹⁹ *Regímenes nacionales de responsabilidad del productor en el marco de la EU Regulación de gases fluorados; [EIA-Briefing-Note-National-Producer-](#)*

[Responsibility-Schemes-FINAL.pdf](#) ([eia-international.org](#))

legislación ambiental pertinente vigente.

La entidad responsable de la gestión de los dispositivos antiguos varía en función de la legislación. Si la legislación aplicable vigente prevé un régimen de REP que incluya los equipos de aire acondicionado, la entidad compradora debe exigir que el vendedor/proveedor forme parte de un sistema adecuado de gestión ambientalmente racional (GAR) y que este sistema garantice la correcta gestión de los dispositivos sustituidos. Si los equipos de aire acondicionados en cuestión no están incluidos en ningún régimen de responsabilidad extendida del productor, el comprador puede solicitar que los criterios de licitación incluyan que la empresa vendedora/proveedora sea responsable de la recogida y la gestión ambientalmente racional de las unidades sustituidas. En todos los demás casos, el comprador debe encargarse de la gestión del final de la vida útil de los equipos.

Si el comprador opta por trasladar la responsabilidad de la gestión de los electrodomésticos usados al vendedor/proveedor (como condición adicional del contrato), algunos aspectos deben incluirse en la licitación a las empresas vendedoras/proveedoras, principalmente:

- Los requisitos mínimos para la retirada de los productos usados en cuestión y su posterior gestión.
- La obligación de mostrar documentación verificable / comprobable del vendedor que demuestre que los dispositivos retirados se están gestionando correctamente, incluidos los gases que contenía los equipos de aire acondicionado, y que la empresa a cargo de la gestión de productos usados/residuos es un operador autorizado.

Los documentos probatorios mínimos que se

deben solicitar para valorar el seguimiento de los dispositivos desechados, son los certificados de las plantas de reciclaje que han recibido los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y el certificado de la planta encargada de la gestión de los fluidos refrigerantes. Se recomienda que el desembolso del pago final del contrato dependa de la recepción de toda la documentación necesaria sobre la gestión ambiental.

Alternativamente, el comprador puede optar por gestionar los residuos a través de un gestor que esté legalmente autorizado y que tenga la capacidad de gestionar correctamente los aparatos de refrigeración, y pueda garantizar la eliminación y el tratamiento adecuados de los gases y el aceite contenidos en el aparato. Una vez extraídos los gases y el aceite, pueden ser reciclados o destruidos, dependiendo del tipo de gas. El resto de materiales que componen el equipo (principalmente metales y plásticos) también deben ser reciclados.

Si el comprador decide obligar al vendedor a administrar los electrodomésticos antiguos, esto debe incluirse en las condiciones de la licitación. Como mínimo, se deben considerar los siguientes aspectos:

- Explicar los requisitos mínimos para la retirada de los productos usados del servicio/almacenamiento y su posterior gestión.
- Exigir documentación verificable/contrastable al vendedor que demuestre que los equipos de aire acondicionados retirados se están tratando correctamente, así como los gases que contienen, y que la empresa encargada de la gestión de productos usados es un operador autorizado.
- Si existe un esquema de REP, el vendedor debe presentar un certificado que demuestre que el o el

fabricante legal del aire acondicionado se ha unido a una organización del sistema de recolección y reciclaje.

- Emisión de un documento que certifique que la recogida del aire acondicionado ha sido completada por un gestor de residuos autorizado.
- Expedición de un certificado que demuestre que el aire acondicionado ha sido entregado a la planta de tratamiento y el certificado de autorización de dicha planta para tratar aparatos de aire acondicionado.
- Emisión de un certificado que acredite la adecuada destrucción o reciclaje de los gases en el aire acondicionado.

En particular, el certificado de destrucción de gases puede tardar unas semanas en recibirse, ya que los gases no suelen ser destruidos en la planta de tratamiento, sino por un tercero especializado. **Se recomienda que el desembolso del pago final del contrato dependa de la recepción de toda la documentación pertinente sobre la gestión ambiental.**

Los equipos de aire acondicionado contienen gases en el circuito de refrigeración mezclados con aceite. En el pasado, estos gases solían ser parte de un grupo de gases sintéticos llamados clorofluorocarbonos (CFC), pero el uso de CFC fue progresivamente prohibido por el Protocolo de Montreal (1987), ya que destruyen la capa protectora de ozono. Los CFC pronto fueron reemplazados por otros gases sintéticos, primero por hidroclorofluorocarbonos (HCFC) que son menos dañinos para la capa de ozono (y todavía se usan en algunos países); y más tarde por los hidrofluorocarbonos (HFC), que tienen poco impacto en la capa de ozono.

La evolución de la sustitución de los gases refrigerantes ha sido desigual en todo el mundo, por ejemplo, las industrias europeas y americanas han adoptado diferentes

enfoques. En cualquier caso, los puntos más importantes a tener en cuenta son:

- Los gases utilizados en el circuito de refrigeración de los aires acondicionados pueden ser diferentes dependiendo de la antigüedad del aparato y del lugar donde se construyó. La realidad es que la gran mayoría de los aires acondicionados que se convierten en residuos hoy en día en todo el mundo, tienen gases que dañan la capa de ozono y tienen un GWP importante.
- La gestión inadecuada de un aire acondicionado puede romper el circuito de refrigeración y, por lo tanto, los gases podrían liberarse a la atmósfera y el aceite puede contaminar el suelo.

Por estas razones, es importante garantizar el tratamiento adecuado al final de la vida útil de los aires acondicionados.

Otro punto a considerar es que los aires acondicionados más antiguos pueden incluir componentes clasificados como residuos peligrosos, como ser condensadores con PCB o interruptores que contienen mercurio. Este aspecto también debe recibir un tratamiento de reciclaje adecuado. Una vez tratados adecuadamente, los acondicionadores de aire contienen metales y plásticos que se pueden vender, pero el valor de estos materiales recuperados podría no ser suficiente para pagar los costos completos del tratamiento al final de su vida útil.

En cuanto al embalaje de los nuevos equipos de aire acondicionado, este debe ser separado y enviado a un reciclador. Si se establece un sistema REP para estos materiales, entonces debe ser administrado por la entidad que suministra los equipos. Si no es así, la mejor opción es entregar los residuos de embalaje directamente a la instalación local de gestión de residuos o al reciclador de papel/ cartón.

Resumen de las consideraciones a tener en cuenta para la Gestión Ambiental:

1. La entidad que adquiera el aire acondicionado deberá conocer, antes de convocar la licitación, si la legislación de gestión de residuos incluye un esquema REP para el tipo de residuo generado al momento de la adquisición de los nuevos aparatos, en concreto:
 - Si el vendedor/proveedor del aparato de aire acondicionado tiene la obligación de asumir la responsabilidad de la gestión y el reciclado de los dispositivos antiguos;
 - Lo mismo para el embalaje generado.

Si existe una obligación, será el sistema de gestión al que esté adscrito el vendedor/proveedor de los citados productos el que se encargará de su recogida y reciclaje/tratamiento. Sin embargo, el comprador debe verificar que no haya excepciones de los equipos en cuestión antes de la entrada en vigor de la legislación.

Si un esquema de REP no se ha implementado localmente, o no afecta al aire acondicionado en cuestión, la responsabilidad de la recolección y el reciclaje / gestión de dichos productos recae en el comprador de los nuevos equipos, como el poseedor final de los residuos. Sin embargo, el comprador puede solicitar acuerdos apropiados con el fabricante / vendedor / proveedor para la gestión de los residuos, pero las condiciones de este acuerdo deben incluirse en las condiciones de licitación de los nuevos productos.

2. Durante el proceso de licitación, se recomienda la inclusión de disposiciones para la presentación y verificación de certificados de licitador sobre la afiliación apropiada al esquema REP y una certificación adicional separada que indique el destino de los gases para garantizar su correcta eliminación.

4.7 CRITERIOS SOCIALES

Los criterios sociales pueden incluirse en la licitación de CPS. El proveedor de los equipos debe proporcionar pruebas de que cumple con las normas nacionales e internacionales de trabajo decente, si es posible, en toda la cadena de producción y servicio.

Las posibles formas de verificación son una declaración jurada del fabricante / proveedor o con certificación de las normas locales e internacionales sobre leyes laborales.

REFERENCIAS

- [1] Borrador del nuevo Reglamento de la UE: Reglamento delegado de la Comisión que complementa el Reglamento (UE) 2017/1369 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al etiquetado energético de los aparatos frigoríficos y se deroga el Reglamento delegado (UE) nº 1060/2010 de la Comisión. Disponible en [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=pi_com:Ares\(2018\)5145999](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=pi_com:Ares(2018)5145999), visitado por última vez en agosto de 2021.
- [2] Guías de Regulación Modelo U4E para equipos de aire acondicionado energéticamente eficientes y respetuosos con el clima. Disponible en <https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-air-conditioners>, visitado por última vez en marzo de 2021.
- [3] Borrador del nuevo Reglamento de la UE: Reglamento delegado de la Comisión relativo a la Directiva de Ejecución 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se deroga el Reglamento (UE) nº 206/2012 en lo que respecta a los requisitos de ecodiseño aplicables a los aires acondicionados y ventiladores de confort. Disponible en <https://www.eceee.org/ecodesign/products/airco-ventilation/>, visitado por última vez en agosto de 2021.
- [4] Reglamento (UE) 2016/2281 de la Comisión, del 30 de noviembre de 2016, por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en la que se establece un marco para el establecimiento de requisitos de ecodiseño para productos relacionados con la energía, en lo que respecta a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos de calentamiento de aire, los productos de refrigeración, las enfriadoras de procesos de alta temperatura y los ventilos convectores. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2281&from=EN>, visitado por última vez en agosto de 2021.
- [5] ISO 16358:2013, Aires Acondicionados por aire y bombas de calor aire-aire — Métodos de ensayo y cálculo de los factores de rendimiento estacionales — Partes 1 a 3.
- [6] ISO 5151:2017, Acondicionadores de aire y bombas de calor sin conductos: pruebas y clasificación de rendimiento.
- [7] ISO 13253:2017, Acondicionadores de aire por conductos y bombas de calor aire-aire: pruebas y clasificación de rendimiento.
- [8] ISO 15042:2017/AMD 1:2020, Acondicionadores de aire Multi-split y bombas de calor aire-aire — Pruebas y clasificación de rendimiento — Enmienda 1.
- [9] IEC 60335-2-40:2018, Aparatos electrodomésticos y análogos - Seguridad - Parte 2-40: Requisitos particulares para bombas de calor eléctricas, acondicionadores de aire y deshumidificadores.
- [10] Comisión Europea, (2018). Preparación/Revisión de los Reglamentos 206/2012 y 626/2011 Acondicionadores de aire y ventiladores de confort, informe final. Disponible en https://www.applia-europe.eu/images/Library/Review_Study_on_Airco_05-2018.pdf, visitado por última vez en agosto de 2021.
- [11] Muller Nicholas Z., Robert Mendelsohn y William Nordhaus (2011). "Environmental Accounting for Pollution in the United States Economy". *American Economic Review*, 101 (5): 1649-75.
- [12] ISSO 26000:2010, Orientación sobre responsabilidad social.

Anexo 1:

Resumen - Criterios para equipos de aire acondicionados

Criterios	Parámetro	Recomendación para SPP	Sección
Consumo de energía	Tipo y tamaño	Evite de ser posible, los AC portátiles y elija el tamaño de acuerdo con la demanda de enfriamiento (los AC sobredimensionados consumen más energía).	4.1.1
	Rendimiento energético	Considerar clases de eficiencia que pertenezcan al 20% de los modelos más eficientes del mercado.	4.1.2
	Velocidad de los compresores	Priorice los compresores de velocidad variable (inverter).	4.1.3
	Sensores de ocupación y limitación de temperatura	Incluya en las especificaciones sensores de ocupación integrados y limitación de temperatura siempre que sea posible y relevante. Incluya en las especificaciones de los equipos controles de pico de potencia y los controles "inteligentes" conectados, siempre que sea relevante.	4.1.4
	Unidades reversibles	Use unidades reversibles si se necesita calefacción y en caso que no haya otro sistema de calefacción más eficiente en su lugar.	4.1.5
Refrigerantes	ODP	ODP = 0	4.2
	GWP	Priorizar los refrigerantes naturales (se aplican diferentes límites de GWP dependiendo del tamaño y tipo según la Tabla 3).	
	Fugas	Requisitos de instalación y mantenimiento para minimizar las fugas de refrigerante	
Potencia acústica	Máximo dB	60 dB (interior) y 65 (exterior) cuando <6kW 65 dB (interior) y 70 (exterior) cuando >6kW	4.3
Seguridad	Producto e instalación	El producto debe cumplir con todos los requisitos de seguridad locales y los técnicos deben estar calificados para los productos específicos para su instalación y mantenimiento.	4.4
Durabilidad del producto	Recambios	El fabricante/proveedor debe garantizar la disponibilidad de piezas de repuesto, incluso cuando el modelo ya no esté en el mercado.	4.5.1
	Información	El fabricante/proveedor debe poner a disposición la información de reparación y mantenimiento.	4.5.2
	Garantía	Una garantía completa por un mínimo de un (1) año y tres (3) años para todos los componentes operativos principales.	4.5.3
Gestión ambiental	Desmontaje	Facilitar la recuperación de materiales (para su reutilización) y el reciclaje, evitando al mismo tiempo cualquier tipo de contaminación al ambiente.	4.6
	Requisitos de recuperación	El fabricante/proveedor debe garantizar la correcta disposición final del equipo de aire acondicionado al final de su vida útil.	4.6
	Embalaje	Mínimo posible para facilitar la manipulación del equipo y debe ser reciclable.	4.6
Criterios sociales	Trabajo decente	Cumple con las normas nacionales e internacionales de trabajo decente.	4.7

Anexo 2: Herramienta de hoja de cálculo de Excel para CPS

Esta guía de CPS se acompaña de una herramienta²⁰ de hoja de cálculo en Excel, que proporciona información sobre los requisitos máximos de consumo de energía para el proceso de contratación pública sostenible y calcula el impacto de una oferta determinada: costo y emisiones.

La Figura 5 muestra la pestaña "Entrada de país", donde el usuario debe ingresar las características de la región/proyecto, como el precio de la energía, la tasa de descuento real, el factor de emisiones para la electricidad

generada de su país, la vida útil de los equipos, etc. Si el usuario no introduce información para un determinado parámetro, se utiliza automáticamente un valor predeterminado. Para aquellos parámetros que se espera que sean constantes en todas las licitaciones, se recomienda que la celda se bloquee después de que los responsables de la formulación de políticas hayan introducido el valor correcto, para evitar ser cambiado por otros usuarios, por ejemplo, en aspectos como el clima y los requisitos sobre eficiencia energética

Figura 5: Herramienta de hoja de cálculo para CPS de equipos de aires acondicionados: pestaña "Entrada de país"

Introduce the specific data for your country or project in the yellow cells. If no data is introduced, the default value will be used.

Yellow cells are expected to be filled by the user, while the blue ones are expected to be adjusted by the country and blocked, so a normal user cannot change it accidentally				
Parameter	Country	Default	Comments about the parameter	Values that will be used
Real electricity price [USD]		0.16	The real electricity price refers to the real cost for the government for each kWh consumed. If the electricity is subsidized, the real price should account for the cost in the electricity bill + the subsidized part	0.16
Select Temperature-Hour distribution from the droplist.		Group 1	Group 1 climate is being used as default, please select the climate that corresponds to your country. The U4E requirements depend on the selected climate. More information about Temperature-bin hours can be found in Climate zones Tab.	Group 1
Select the Efficiency level requirement from the droplist		High Efficiency U4E	The default U4E refers to the High Energy Efficiency levels of the U4E model regulations. To use different values, the "user input" should be selected in the drop-list, and the advisor/legislator has to introduce the local SPP requirements in the Tab "MEPS&EE".	High Efficiency U4E
Annual leakage rate		5%	Corresponds to the annual leakage rate in % of the refrigerant charge, accounting leaks during operation and maintained.	5%
Refrigerant lost at end of life		15%	Corresponds to leakage rate in % of the refrigerant charge at the end of life, e.g., refrigerant that is not treated correctly. The default value of 15% corresponds to the assumptions taken by W. Goetzler et al., 2016, in "The Future of Air Conditioning for Buildings". Values might vary depending on country practices.	15%
GWP requirement		750	GWP refers to the Greenhouse Warming Potential of the refrigerant being used. A GWP<750 is the requirement used as a default value. This is the value recommended by the U4E model regulation for window and split air conditioners up to 16 kW. In some cases, more stringent values can be used. For portable AC, the recommended value is GWP<150.	750
Real Discount Rate [%]		4%	Accounts for the cost of opportunity to invest in energy efficiency. For public procurement this value is usually lower than for the private sector.	4%
Real Energy Escalation Rate [%]		4%	Accounts for future increase of electricity prices.	4%
Real Discount Rate for Energy [%]	0%	0%	The Real Discount Rate for Energy takes into consideration the Real Discount Rate and the Real Energy Escalation Rate: Real Discount rate for Energy = Real discount rate - Real energy price escalation (all corrected with inflation)	0%
Emissions per energy use [kg CO2/kWh]		0.5	CO2-eq emissions of the national electricity mix. This might differ from country to country. Typical values are between 0.5 to 1 kg of equivalent CO2 per kWh produced	0.5
Energy transport and distribution losses [%]		8.25%	Used to calculate the total kWh produced in the power plant. Default value is the world average (source: world bank)	8.25%
GHG cost [USD/Tonne of CO2]		27	This accounts for the external costs due to the GHG emissions. The default value (27 USD) corresponds to the one used by Muller et al. (2011) for the US economy [in 2020 \$ and Upper Range]. Different values can be applied in different countries.	27
Lifespan of the product		12	This lifespan value might differ from country to country and type of product. Ecodesigned products can have a significantly longer lifetime due to higher energy and durability performance requirements, improved product reparability and spare part availability requirements (e.g. a 7 year parts availability requirement, post model replacement date).	12
Emissions for manufacturing and distribution [kg CO2]		500.00	The default corresponds to the Preliminary Study to update the European Regulation 206/2012. This corresponds to a typical product with 7.1 kW of capacity. The value can be adjusted if the procured air conditioner is very different in size.	500.00

²⁰ La herramienta de hoja de cálculo de CPS se puede descargar en el sitio web de United for Efficiency en:

<https://united4efficiency.org/resources/sustainable-public-procurement-excel-spreadsheet-tool/>

La Figura 6 muestra la pestaña "Costo y emisiones". Se pueden introducir características como la capacidad, la eficiencia, el consumo, el ahorro esperado de controles especiales (10% de ahorro en este ejemplo) o el tipo de refrigerante. La herramienta muestra los requisitos mínimos de eficiencia (basados en los niveles de alta eficiencia U4E [2], o los propios del usuario, según lo seleccionado por el usuario anteriormente). Luego, la herramienta calcula las emisiones y los costos operativos, el análisis de costos del ciclo de vida y las emisiones totales (también considerando los refrigerantes que se utilizan).

Esto permite que los resultados de diferentes modelos (es decir, diferentes ofertas) se

comparen en la herramienta para ayudar al comprador a tomar decisiones más informadas.

Por ejemplo, la Oferta 1 de la Figura 6 supera los requisitos mínimos de eficiencia y refrigerante, mientras que la Oferta 2 no lo hace. Además, la hoja de cálculo demuestra que a pesar de que cada aire acondicionado en la Oferta 1 es 100 USD más caro (10,000 USD en total) que los de la Oferta 2, el costo total del ciclo de vida de las 100 unidades es 51,564 USD menos en comparación con la Oferta 2 más ineficiente. Desde el punto de vista de las emisiones, la Oferta 1 resultará en una reducción de más de 400 toneladas de CO₂ equivalente en comparación con la Oferta 2.

Figura 6: Herramienta de hoja de cálculo para CPS de equipos de aire acondicionados: pestaña "Costo y Emisiones" – comparación de nuevas unidades

Bid code	Number of units	Capacity per unit [kW]	Energy efficiency for cooling CSPF [kWh/kWh]	Minimum energy efficiency requirement	Meets Energy requirements?	Unitary Cooling Seasonal Energy Consumption (CSEC) in kWh per year	Special controls to reduce energy consumption? [Yes/No]	Expected savings for special controls in %
1	100	3.50	8.60	8.00	YES	800	Yes	10%
2	100	3.50	7.00	8.00	NO	982	No	
					-			
					-			
					-			
					-			
					-			

The costs and environmental impact are considered for procured amount of refrigerators and for their total lifespan								
GWP for refrigerant	Refrigerant charge per unit (kg)	Meets fluid requirements?	Total price of the bid [USD]	Total operational cost (for all life of product) [USD]	Total External cost for CO2 emissions [USD]	Total Life Cycle Cost [USD]	Total indirect emissions (energy use) in kg CO2eq	Indirect + Direct (Refrigerants) emissions in kg CO2eq
675	1.0	YES	60,000	138,240	14,080	212,320	470,845	521,470
2,088	1.5	NO	50,000	188,544	23,681	262,225	642,180	877,080
		-						
		-						
		-						
		-						
		-						

Por último, si los nuevos equipos están destinados a sustituir a otros más antiguos pero que aún siguen funcionando (es decir, la sustitución anticipada), la herramienta puede utilizarse para calcular el período de amortización desde la perspectiva económica y medioambiental en comparación con los nuevos aparatos. La figura 7 muestra los

parámetros de entrada necesarios para los equipos antiguos. Con la expectativa de años restantes para el equipo antiguo, la herramienta también calcula el balance económico y de emisiones del reemplazo, que pueden ser positivas o negativas dependiendo de la situación.

En este ejemplo, la sustitución de 100 aires acondicionados antiguos (con un consumo medio de 1.300 kWh al año) por 100 nuevos aires acondicionados (Oferta 1 de la Figura 6) ahorrará 17.120 USD y evitará más de 355 toneladas de emisiones de CO₂. En este caso, el período de recuperación ambiental es de 0

años. Esto se debe a que los beneficios del refrigerante más respetuoso con el medio ambiente en los nuevos equipos de aire acondicionado son mayores que el inconveniente de producir nuevos aires acondicionados (en términos de emisiones de CO₂).

Figura 7: Herramienta de hoja de cálculo para CPS de equipos de aire acondicionado: pestaña "Costo y Emisiones" – comparación para el reemplazo anticipado

Note: The table below can be used to calculate the Payback and balance cost and emissions due to early replacement. It considers the emissions of production and distribution of new appliances.										
Compare with Bid code	Number of units	Energy efficiency for cooling [kWh/kWh]	Unitary energy Consumption in kWh per year	GWP for refrigerant	Refrigerant charge per unit (kg)	Discounted Payback Period Cost (years)	Payback Period for CO ₂ emissions (years)	Expected years left for old appliance	Balance cost for early replacement [USD]	Balance emissions for early replacement [kg CO ₂ eq]
1	100	4	1,300	2,088	1.5	6.5	0.0	4	-17,120	-294,039
						If the number is negative, or shows an error, the Payback is never reached			The early replacement will save money	The early replacement reduces emissions

Anexo 3:

Costos y emisiones del ciclo de vida

Esta sección muestra cómo se pueden calcular los costos del ciclo de vida y las emisiones de los equipos de aire acondicionado. El coste del ciclo de vida (CCV) es una buena herramienta para cuantificar el impacto de una oferta determinada y ayudar al licitador a elegir entre diferentes alternativas que superen los requisitos mínimos (véase la herramienta de hoja de cálculo Excel para CPS en el Anexo 2).

A3.1 Impacto económico

A3.1.1 Coste del ciclo de vida (CCV)

Desde el punto de vista económico, se debe considerar el costo total durante el ciclo de vida del producto, y no solo el costo de adquisición. En este sentido, el análisis de costos del ciclo de vida se puede calcular según la Ecuación 1 (EQ.1).

$$CCV = PP + N \cdot \sum_{n=1}^L \left(\frac{CA \cdot ER}{(1+r)^n} + CM \right) + FVU + \alpha \cdot E_{app} \quad \text{EQ.1}$$

Dónde:

- PP es el coste inicial de la CPS para todos los electrodomésticos.
- CA es el consumo anual por unidad de energía declarado por el fabricante en kWh.
- ER es el coste real de la energía en \$ / kWh.
- CM es el coste de mantenimiento.
- FVU es el coste al final de la vida útil (como los costos de recolección y reciclaje).
- L es la vida útil esperada del producto (alrededor de 12 años para los aires acondicionados).
- N es el número de aparatos en la licitación.
- r es la diferencia entre la tasa de descuento real y la tasa de escalada real del precio de la energía. Si la tasa de descuento y la tasa de escalada del precio de la energía son similares, $r \approx 1$.

Dado que esta guía está destinada a la contratación pública, se debe considerar el costo real de la energía, es decir, el precio de la energía sin subsidios gubernamentales. Los costos de mantenimiento también pueden incluirse en el contrato (por ejemplo, puede incluirse en el precio inicial PP). El costo relacionado con la eliminación del producto al final de la vida útil generalmente se incluye en el precio del producto, especialmente en aquellos países con políticas de REP.

Algunos países cobran impuestos a las entidades en función de sus emisiones de gases de efecto

invernadero (GEI, de sus siglas en inglés). Incluso sin impuestos, las emisiones de GEI afectarán a otras partes de la economía, lo que implicará costos tanto para las instituciones públicas como para la sociedad. El coste externo debido a las emisiones de GEI puede considerarse utilizando el factor α (\$/tonelada de eq.CO₂) multiplicado por las emisiones debidas al consumo de energía durante la fase de uso y al tipo de refrigerantes utilizados (véase Eapp en la sección A3.2 Según Muller et al. (2011) [11], el costo²¹ ambiental externo debido a la emisión de 1 tonelada de CO₂ equivalente es de hasta 27 USD (basado en el valor promedio para los EE.UU. en 2020).

A3.1.2 Reemplazo anticipado (costo)

El coste del ciclo de vida es útil para comparar el costo total entre dos alternativas. Cuando se considera un reemplazo temprano, es decir, el reemplazo de equipos existentes que aún no han llegado al final de su vida útil (que aún funcionan correctamente), se puede usar un balance económico para calcular el valor del reemplazo de la unidad antigua ineficiente por un nuevo equipo eficiente.

En este caso, el ahorro también dependerá del consumo y la esperanza de vida del equipo antiguo, véase la Ecuación 2 (EQ.2).

balance costo

$$= \left(\frac{PP \cdot L_{exp}}{L} + N \cdot \sum_{n=1}^{L_{exp}} \frac{CA \cdot CR}{(1+r)^n} \right) - \left(N_{vie} \cdot \sum_{n=1}^{L_{exp}} \frac{CA_{vie} \cdot CR}{(1+r)^n} \right) \quad \text{EQ.2}$$

El primer término corresponde al costo del nuevo aparato durante la expectativa de vida del equipo antiguo (L_{exp}), por ejemplo, si el equipo tiene 10 años, considerando una vida útil de 12 años, $L_{exp} = 2$ años. En este caso, el precio inicial se normaliza con la expectativa de vida del equipo antiguo y la vida útil del equipo nuevo considerado para el reemplazo temprano, ya que después de dos años el equipo antiguo se sustituiría de todos modos. El costo operativo de los equipos nuevos y viejos se considera durante la expectativa de vida del equipo antiguo. CA_{vie} se refiere al consumo anual de energía del aire acondicionado antiguo en kWh.²²

El reemplazo temprano conducirá a ahorros económicos si el balance económico es negativo, es decir, el costo del equipo antiguo es mayor que el costo del equipo nuevo.

²¹ El costo ambiental externo y los supuestos para calcular el costo puede variar para los diferentes países, por ejemplo, si se considera o no el efecto de las emisiones fuera del país.

²² Se toma 12 años como valor de referencia en este ejemplo, pero dependiendo de la condición del equipo, este número puede variar.

A3.2 Emisiones de GEI

A3.2.1 Emisiones durante la etapa de uso y refrigerantes

La ecuación 3 (EQ.3) se puede utilizar para calcular las emisiones totales, las emisiones indirectas debidas al uso de energía del aire acondicionado durante su vida útil y las emisiones directas debidas al uso de refrigerante (E_{app} en kg de CO₂ equivalente).

$$E_{app} = N \cdot \left(\frac{CA}{1 - TD} \cdot \beta \cdot L + (GWP_{ref} \cdot m_{ref} \cdot R_{EoF,ref}) \right) \quad \text{EQ.3}$$

Dónde:

- CA es el consumo anual de energía en kWh.
- TD son las pérdidas de transmisión y distribución.
- β es el factor de emisión indirecta en CO₂ equivalente por kWh de electricidad consumida (que dependerá de la combinación energética del país o región).
- L es la vida útil esperada del producto.
- N es el número de aparatos en la licitación.

Para el refrigerante (ref):

- GWP es el potencial de calentamiento global.
- m es la carga de refrigerante en kg.
- R_{EoF} es la proporción del refrigerante que terminará en la atmósfera (en comparación con m_{ref}) durante la operación de mantenimiento, fugas y después al final de la vida útil del equipo. Este número dependerá de las prácticas de reciclaje de cada país y podría ser superior a 1. Por ejemplo, si consideramos que el 43% de la carga se pierde durante la vida útil (y se vuelve a rellenar), y todo el refrigerante se libera a la atmósfera al final de la vida útil, $R_{EoF} = 1,43$

Este cálculo no considera las emisiones debidas a la producción y distribución porque la ecuación está destinada a comparar dos nuevas opciones, pero si se considerarán en los cálculos de reemplazo anticipado ya que se está adelantando la producción del producto de reemplazo. Además, si las fugas no se reparan correctamente, la falta de refrigerante podría conducir a una disminución de la eficiencia energética, aumentando el consumo de energía y las emisiones indirectas relacionadas.

La mayoría de las emisiones (equivalente CO₂) de un aire acondicionado se producen durante la etapa de uso debido al uso de energía y debido a las emisiones directas de refrigerante dependiendo del refrigerante utilizado y las prácticas de reciclaje y mantenimiento.

La emisión de sustancias de agotamiento de la capa de ozono no se incluye ya que tener un ODP = 0 es un requisito para todos los equipos de aire acondicionado nuevos.

A3.2.2 Reemplazo anticipado (emisiones)

Cuando se considera la sustitución anticipada, es decir, la sustitución de equipos existentes que aún no han llegado al final de su vida útil (que siguen funcionando correctamente), se puede calcular un balance de emisiones de forma similar a la de los costes de la sección anterior (véase la ecuación 4 (EQ.4)).

$$\begin{aligned} \text{balance emisiones} = & \frac{L_{exp}}{L} \left(N_{nue} \cdot \lambda + \left[\frac{CA}{1-TD} \cdot \beta \cdot L \right]_{nue} - \left[\frac{CA}{1-TD} \cdot \beta \cdot L \right]_{vie} \right) \\ & + \left([N \cdot GWP_{ref} \cdot m_{ref} \cdot R_{EoF,ref}]_{nue} - [N \cdot GWP_{ref} \cdot m_{ref} \cdot R_{EoF,ref}]_{vie} \right) \end{aligned} \quad \text{EQ.4}$$

En esta ecuación, las emisiones de los equipos nuevos se comparan con las emisiones de los equipos antiguos, si el balance es negativo esto significa que las emisiones de los aparatos antiguos serían superiores a las emisiones de los nuevos. La ecuación también considera el impacto de producción y distribución con el factor λ (en kg de CO₂ por unidad producida). En este caso, las emisiones debidas al consumo de electricidad se consideran solo durante la expectativa de vida útil para el equipo antiguo (L_{exp}), mientras que $R_{EoF,ref}$ representa la relación entre el [refrigerante perdido durante L_{exp} + perdido al final de la vida útil] en comparación con la masa total de refrigerante (m_{ref}).

A3.3 Potencia

La potencia necesaria para hacer funcionar el aire acondicionado dependerá de la temperatura ambiente y de la forma de uso (por ejemplo, edificio de oficinas, residencia, etc.). La forma de uso del aire acondicionado generalmente conducirá a ciertas horas del día / año donde el aire acondicionado consume más energía (horas pico), lo que también puede coincidir con la demanda máxima total de electricidad. La demanda pico conlleva a la sobredimensión de plantas de energía para poder cubrir la hora de máxima demanda. Un producto eficiente reducirá la demanda de energía, ayudando a aliviar el pico de demanda de energía en las centrales eléctricas y reduciendo las inversiones necesarias para aumentar la capacidad de la planta de energía en el futuro.

La demanda de energía estimada de varios aparatos (N) se puede calcular según la ecuación 5 (EQ.5).

$$P = N \cdot \frac{Q_c}{EER} \quad \text{EQ.5}$$

EER es la eficiencia energética de la unidad a una determinada temperatura ambiente, por ejemplo, clasificada a 35°C, y Q_c es la capacidad de enfriamiento a la temperatura nominal (misma que para EER).

