



GUÍAS DE REGULACIÓN MODELO

SEPTIEMBRE 2019

REFRIGERADORES AMIGABLES CON EL AMBIENTE Y ENERGÉTICAMENTE EFICIENTES



Reconocimientos

Los autores principales de este modelo base de regulación, Brian Holuj de la iniciativa Unidos por la Eficiencia de PNUMA, Won Young Park y Nihar Shah del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, Noah Horowitz y Alex Hillbrand del Consejo de Defensa para los recursos naturales, agradecen a las siguientes personas, por su valiosa contribución como revisores del presente documento:

Rashid Ali Abdallah African Energy Commission
Atef Marzouk African Union Commission - Energy Division

Tolga Apaydin Arçelik A.Ş.

Jochen Härten BSH Home Appliances

Marcello Padilla Chile Ministry of Energy

Li Pengcheng China National Institute of Standardization

Marie Baton CLASP

Naomi Wagura CLASP

Philipp Munzinger GIZ

Miriam Frisch GIZ

Fred Ishugah East African Centre of Excellence for Renewable Energy and Efficiency

Michael Kiza East African Centre of Excellence for Renewable Energy and Efficiency

Charles Diarra ECOWAS Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency

Viktor Sundberg Electrolux

S.P. Garnaik Energy Efficiency Services Limited

Han Wei Energy Foundation China

Antoine Durand Fraunhofer ISI

Nora Steurer Global Alliance for Buildings and Construction

Miquel Pitarch HEAT

Anett Matbadal Independent Consultant

James Wolf Independent Consultant

Frank Gao International Copper Association

Hal Stillman International Copper Association

Kerry Song International Copper Association

Kevin Lane International Energy Agency

John Dulac International Energy Agency

Chiara Delmastro International Energy Agency

Sommaï Phon-Amnuaisuk International Institute for Energy Conservation

Didier Coulomb International Institute of Refrigeration

Gabrielle Dreyfus Kigali Cooling Efficiency Program

Dae Hoon Kim Korea Refrigeration & Air Conditioning Assessment Center

Hee Jeong Kang Korea Refrigeration & Air Conditioning Assessment Center

Jinho Yoo Korea Refrigeration & Air Conditioning Assessment Center

Jun Young Choi Korea Testing Laboratory

Virginie Letschert, LBNL

Hyunho Choi LG Electronics

Juan Rosales Mabe S.A. de C.V.

Fabio García Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

Jaime Guillén Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)

Asad Mahmood Pakistan National Energy Efficiency & Conservation Authority

Sara Ibrahim Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency

Maged Mahmoud Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency

Kudakwashe Ndhlukula SADC Centre for Renewable Energy and Energy Efficiency

Eunsung Kwon Samsung Electronics

Yongsik Cho Samsung Electronics

Li Jiong Sanhua Holding Group

Lin-Jie Huang Sanhua Holding Group

Ousmane Sy Senegalese Association of Engineers and Refrigeration Technicians

Stephen Cowperthwaite UK Department for Environment, Food and Rural Affairs

Helena Rey De Assis UNEP Sustainable Tourism

Madeleine Edl UNEP U4E

Marco Duran UNEP U4E

Patrick Blake UNEP U4E

Paul Kellett UNEP U4E

Souhir Hammami UNEP U4E

Eric Antwi-Agyei UNEP U4E - ECOWAS Refrigerators and ACs Initiative

Morris Kayitare UNEP U4E - Rwanda Cooling Initiative

Toby Peters University of Birmingham

Paul Waide Waide Strategic Efficiency

Marco Spuri Whirlpool

Ashok Sarkar World Bank Group

Omar Abdelaziz Zewail City of Science and Technology

Prefacio

Esta Guía de Regulación Modelo complementa la Guía de Políticas para Refrigeradores publicada por United for Efficiency (U4E), “Acelerando la Adopción Mundial de Refrigeradores Amigables con el Ambiente y Energéticamente Eficientes”¹. Se trata de una guía voluntaria para que los gobiernos de economías emergentes y en desarrollo que se encuentran considerando un marco regulatorio o normativo que requiere que los nuevos aparatos de refrigeración sean energéticamente eficientes y utilicen refrigerantes con un potencial de calentamiento global (PCA o GWP en inglés) menor que los refrigerantes utilizados actualmente, así como restringir la importación de productos usados². Esta guía cubre productos comúnmente utilizados para uso doméstico y usos semi-comerciales. El documento adjunto “Información de Soporte” incluye los fundamentos y metodologías usados para elaborar la presente Guía de Regulación Modelo.

Los refrigeradores son uno de los aparatos más utilizados en el hogar, al ritmo en que la energía eléctrica se encuentra disponible y el poder adquisitivo aumenta. Los niveles de adquisición crecen casi tan rápido como los sistemas de conexión eléctrica a la red. Se prevé que el incremento de estos productos en países emergentes y en desarrollo se duplique de 1 billón de unidades a 2 billones de unidades para el 2030.³ Los aparatos de refrigeración son parte de la cadena de frío para mantener las condiciones adecuadas de alimentos y medicinas, por lo tanto, se consideran invaluable para la salud y el bienestar de los consumidores. La clave está en expandir el acceso a sistemas de refrigeración, y al mismo tiempo reducir su impacto en el consumo de energía, así como de los efectos ambientales al planeta.

Las normas sobre Niveles Mínimos de Eficiencia Energética (MEPS) y el etiquetado energético, si están bien diseñados e implementadas, son una de las soluciones más rápidas y efectivas para que los mercados puedan trascender a productos con mayor eficiencia energética. Mientras que un número de países cuentan ya con MEPS y/o sistemas de etiquetado, algunos de estos permanecen sin actualización o sin que su cumplimiento sea exigido. Niveles inadecuados de MEPS y sistemas de etiquetado, dejan a los países en una situación vulnerable donde terminan productos obsoletos que no podrían ser vendidos en otras partes del mundo. El consumo eléctrico varía de manera considerable de acuerdo con el tipo, capacidad, edad y mantenimiento del aparato. Se ha encontrado que los aparatos de refrigeración de uso doméstico en algunos mercados que carecen de regulaciones pueden llegar a consumir hasta 1000 kWh de electricidad al año, mientras que algunos de los mejores equipos podrían consumir hasta una cuarta parte.⁴ Dichos ahorros tienen un profundo impacto en el propio costo y operación de estos equipos.

¹ Policy Guide is available at <https://united4efficiency.org/resources/accelerating-global-adoption-energy-efficient-refrigerators>

² Tales como Hidroclorofluorocarbonos y hidrofluorocarbonos

³ Policy Guide p. 20

⁴ Policy Guide p. 14

Los aparatos de refrigeración requieren electricidad y un refrigerante para operar. Cuando dicha electricidad proviene de fuentes fósiles – lo que representa casi el 75 por ciento de la electricidad en países de la OCDE – estas fuentes producen gases de efecto invernadero y emiten contaminación. Algunos refrigerantes tienen índices de calentamiento global 1000 veces mayor que el equivalente a una molécula de dióxido de carbono. Afortunadamente, existen tecnologías ampliamente disponibles para mejorar la eficiencia energética y para utilizar refrigerantes con bajos niveles de calentamiento global.

De acuerdo con la Enmienda de Kigali para el Protocolo de Montreal, los países tienen el compromiso de disminuir el uso de hidrofluorocarbonos (HFCs) por debajo del 80 por ciento durante los próximos 30 años. Los beneficios climáticos aumentan significativamente con la mejora de la eficiencia energética y la eliminación de los gases HFCs. U4E coorganizó una serie de talleres para el desarrollo de capacidades “Twinning” para representantes de agencias ambientales y de energía en cerca de 130 países en 2018 y nuevamente en 2019 con relación a soluciones para la refrigeración sustentable. Muchos de sus participantes expresaron preocupaciones acerca de establecer políticas que no estén coordinadas y que solo tratan o bien sobre la eficiencia energética, o sobre los refrigerantes y solicitaron que la presente guía de MEPS y su etiquetado observe ambos temas.

U4E consultó decenas de expertos en varios sectores y regiones para recomendar las mejores prácticas y nuevos desarrollos. El propósito ha sido tener un equilibrio entre niveles ambiciosos de eficiencia energética y requisitos para refrigerantes, mientras que, al mismo tiempo, se limiten los impactos adversos del costo al usuario final y la disponibilidad de productos. Se requieren mayores estudios (por ejemplo, evaluación del mercado, e impactos en el consumidor, fabricantes y generadores de energía) antes de seguir las orientaciones de esta guía. Los contenidos han sido desarrollados asumiendo que los países interesados los adoptarían en 2023, aproximadamente; pero el tiempo y texto deberá ser ajustado para los plazos y las condiciones que se consideren más apropiadas por cada país. A pesar de que se establecen referencias a normas internacionales comúnmente utilizadas, algunos países pueden estar familiarizados con otras normas que se ajusten mejor a su contexto por tener características únicas.

Cada país tiene características únicas. Esta guía pretende ser un punto de partida para elaborar políticas regulatorias, no siendo un modelo que deba adoptarse como literalmente. El proceso legislativo debe realizarse de manera transparente y con suficiente tiempo para atender las circunstancias locales (por ejemplo, la disponibilidad y los precios de los productos, niveles de ingreso salarial, tarifas eléctricas, etc.). Se recomienda implementar esta guía de manera conjunta por las autoridades de energía del país, con el apoyo de los organismos nacionales de normalización conjuntamente con expertos de los sectores público y privado, y sociedad civil en

general.⁵ Se recomienda también involucrar a la Unidad Nacional de Ozono (normalmente dentro del Ministerio de Ambiente de cada país).

Los países comprometidos con hacer una transformación del mercado y con invertir recursos para un análisis de mercado, análisis de impacto, consultas a las partes interesadas, monitoreo, verificación, implementación, sensibilización y más, deben considerar seriamente implementar MEPS y un sistema de etiquetado obligatorio. Los países vecinos, se deben alinear en la medida de lo posible, para reducir la complejidad y los costos de cumplimiento para los fabricantes y hacer así más sencillos algunos de los retos en la vigilancia de mercado y su cumplimiento. Un enfoque consistente a través de los países ayudará a que las economías de escala encuentren una ruta para mejorar la eficiencia de los productos y tener ahorros tanto económicos, como eléctricos para los consumidores; aunado a una reducción en la contaminación del aire, mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y a fortalecer una mayor estabilidad en la red eléctrica.⁶ U4E espera que esta guía sea de ayuda al revelar los muchos beneficios de una eficiencia energética y una refrigeración amigable con el ambiente.

⁵ Ver la figura 2.9 en la página 60 del informe “Issues Related to Energy Efficiency while Phasing Down HFCs” para obtener una descripción general de un proceso regulatorio típico, disponible a http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop30/presession/Background-Documents/TEAP_DecisionXXIX-10_Task_Force_EE_September2018.pdf

⁶ Para obtener una aproximación de los impactos en el consumo de electricidad y los gases de efecto invernadero al implementar esta regulación modelo, consulte las Evaluaciones de Ahorro por países realizadas por U4E y disponibles en: <https://united4efficiency.org/countries/country-assessments>

Cláusula de Exoneración de responsabilidad

Las denominaciones y la información utilizadas en este documento no representan una expresión particular del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, con relación al estatus legal de ningún país, territorio, ciudad o área y sus autoridades, o en relación con la delimitación de sus alcances o fronteras. Adicionalmente, la visión expresada no necesariamente representa una decisión o la política del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ni se considera recomendación alguna a los nombres comerciales o marcas que pudieran aparecer en este documento.

La información contenida dentro de esta publicación puede estar sujeta a cambios sin previo aviso. Mientras que los autores han tratado de asegurar que la información se obtenga de fuentes fiables, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente no se hace responsable de algún posible error u omisión o, en su caso, de los resultados obtenidos a partir del uso de dicha información. Toda la información aquí disponible se proporciona bajo un esquema de confianza, sin que exista una garantía de que sea completa, exacta o atemporal de los resultados obtenidos a partir del uso de esta información y no existe garantía, de ningún tipo, expresa o implícita, incluyendo, pero no limitada, a garantías de eficiencia, mercado y capacidad para un propósito en particular.

De ninguna forma, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, sus socios, colaboradores, socios, agencias o sus respectivos empleados tienen responsabilidad alguna sobre ningún acto o conducta vinculada o relacionada con la información proporcionada en este documento. La presente cláusula de exoneración aplica para cualquier daño o responsabilidad y, en ningún caso y/o forma, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente puede ser responsable por ninguna consecuencia, directa o indirecta, ejemplar o incidental, de daños punitivos, incluyendo pérdida de beneficios, incluso si se ha advertido sobre la posibilidad de tales daños.

Para mayor información, contactar a:

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

División Económica
Energía, Clima, y Oficina de Tecnología
1 Rue Miollis, Building VII
75015, Paris
FRANCE
Tel: +33 (0)1 44 37 14 50
Fax: +33 (0)1 44 37 14 74
E-mail: u4e@un.org
<http://united4efficiency.org/>

Traducción v1.1

Versión en línea:

<https://united4efficiency.org/resources/model-regulation-guidelines-for-energy-efficient-and-climate-friendly-refrigerating-appliances/>

Tabla de Contenidos

Reconocimientos.....	i
Prefacio	ii
Artículo 1. Alcance de Productos Cubiertos.....	1
1.1. Alcance	1
1.2. Excepciones.....	1
Artículo 2. Términos y Definiciones	1
Artículo 3. Requisitos	4
3.1. Métodos de Ensayo y Cálculo de Uso Energético	4
3.2. Uso Máximo de Energía	5
3.3. Desempeño Funcional.....	7
3.4. Refrigerante y Agente Espumante	8
3.5. Información de Producto	8
Artículo 4. Entrada en Vigor.....	9
Artículo 5. Declaración de Conformidad.....	9
Artículo 6. Vigilancia de Mercado	10
Artículo 7. Revisión	10
<u>Anexos:</u>	
Anexo 1. Ejemplos de Cálculo de Consumo Energético.....	11
Anexo 2. Ejemplos de Cálculo del Factor de Volumen Ajustado (K).....	16
Anexo 3. Requisitos para los Niveles de Eficiencia	17

Lista de Tablas

Tabla 1. Temperatura Ambiente de Referencia y Coeficientes a y b para la Ecuación 2	5
Tabla 2. Límite Máximo de Consumo Energético Anual (AEC_{Max})	5
Tabla 3. Temperaturas Ambiente de Referencia y Coeficientes a y b Opcionales para la Ecuación 2	6
Tabla 4. Límite Máximo de Consumo Energético Anual (AEC_{Max}) para Temperaturas de Ambiente de Referencia Opcionales	7
Tabla 5. Requisitos para las Características de Refrigerante y Agentes Espumantes (los valores mostrados comprenden límites superiores)	8
Tabla 6. Carga máxima de refrigerante para Hidrocarburos (HC)	8
Tabla 7. Ejemplos de Cálculo del Factor de Volumen Ajustado (K)	16
Tabla 8. Requisitos de Etiquetado para Aparatos de Refrigeración	17

Acrónimos

AEC	Consumo Anual de Energía
AV	Volumen Ajustado
CAR	Reporte de Evaluación de la Conformidad
EC	Consumo de Energía
GWP	Potencial de Calentamiento Global
HC	Hidrocarburo
IEC	Comisión Electrotécnica Internacional
ISO	Organización Internacional de Estándares
K	Factor de Volumen Ajustado
kWh	Kilowatt-hora
L	Litros
ODP	Potencial de Agotamiento del Ozono
U4E	Unidos por la Eficiencia
Wh	Watt-hora

Artículo 1. Alcance de Productos Cubiertos

1.1. Alcance

Este modelo de regulación es aplicable a los aparatos de refrigeración por compresión, operados por motocompresor hermético, con un volumen o capacidad nominal igual o superior a 10 litros (L) y menor o igual que 1 500 L, operados eléctricamente y ofrecidos para su venta o instalación en cualquier uso.

1.2. Excepciones

Este modelo de regulación no es aplicable a:

- a) cavas de vino,
- b) aparatos de refrigeración con función de venta directa,
- c) aparatos de refrigeración móviles o portátiles,
- d) aparatos cuya función principal no es el almacenamiento de alimentos a través de refrigeración,
- e) otros productos que no cumplan con la definición de refrigerador, refrigerador-congelador o congelador, y
- f) otros aparatos que no sean del tipo refrigeración por compresión.

Artículo 2. Términos y Definiciones

Las definiciones de los términos correspondientes en este documento se describen a continuación. A menos que se especifique lo contrario, estas definiciones están armonizadas con las de la IEC 62552: 2015 Aparatos de refrigeración de uso doméstico: características y métodos de prueba (Partes 1, 2 y 3).

Temperatura Ambiente

Temperatura del espacio alrededor del aparato de refrigeración bajo prueba o evaluación.

Volumen Ajustado (AV)

Volumen para el almacenamiento de alimentos ajustado por una contribución relativa al consumo total de energía de acuerdo con las diferentes temperaturas de los compartimentos de almacenamiento. El AV debe calcularse tomando en consideración el volumen, como se describe en el Artículo 3.

Deshielo Automático

Proceso en el que no es necesaria ninguna acción por parte del usuario para iniciar la eliminación de la acumulación de escarcha mediante cualquier ajuste de control de temperatura, o para reestablecer su operación normal, y eliminar el agua que resulte del proceso de descongelación.

Compartimiento

Espacio cerrado dentro de un aparato de refrigeración al que se puede acceder directamente a través de una o más puertas externas, puede subdividirse en compartimientos individuales.

Compartimiento de alimentos frescos

Compartimiento para el almacenamiento y preservación de productos alimenticios no congelados.

Compartimiento congelador

Compartimiento que cumple con los requisitos de tres y cuatro estrellas (en algunas ocasiones, compartimientos individuales y/o secciones que cumplen requisitos de dos estrellas son permitidos dentro de dicho compartimiento)

Compartimiento de alimentos congelados

Cualquiera de los siguientes tipos de compartimientos: una estrella, dos estrellas, tres estrellas y cuatro estrellas

Compartimiento de una estrella

Compartimiento en el que la temperatura de almacenamiento no excede los -6°C

Compartimiento de dos estrellas

Compartimiento en el que la temperatura de almacenamiento no excede los -12°C

Compartimiento de tres estrellas

Compartimiento en el que la temperatura de almacenamiento no excede los -18°C

Compartimiento de cuatro estrellas

Compartimiento donde la temperatura de almacenamiento cumple con las condiciones de tres estrellas y donde la capacidad mínima de congelación cumple con los requisitos de la Cláusula 8 de IEC 62552-2: 2015.

Informe de Evaluación de la Conformidad (CAR) o Certificado de Conformidad

Documentación presentada por el fabricante o importador del producto que contiene la declaración de cumplimiento o el certificado de conformidad, la evidencia y los informes de prueba para demostrar que el producto cumple totalmente con todos los requisitos regulatorios aplicables.

Productos alimenticios

Comida y bebidas destinadas al consumo

Congelador

Aparato de refrigeración que contiene exclusivamente compartimientos de alimentos congelados, en donde al menos uno de ellos es un compartimiento congelador.

Aparato de refrigeración libre de escarcha

Aparato de refrigeración en el que todos los compartimentos se descongelan automáticamente y eliminan el agua descongelada; al menos un compartimento se enfría mediante un sistema libre de escarcha.

Potencial de Calentamiento Global (GWP)

Una medida que define el efecto de calentamiento que atrapa un gas de efecto invernadero en la atmósfera integrado a lo largo del tiempo, con relación a una masa igual de dióxido de carbono en la atmósfera. Los GWP en este documento se refieren a los medidos en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC en un período de 100 años.

Deshielo manual

Deshielo que no es resultado de un proceso automático

Aparato portátil o móvil de refrigeración

Equipo de refrigeración que puede ser utilizado en espacios en los que no se tiene acceso a la red eléctrica y que utiliza electricidad de tensión extra baja (< 120 V en CC) o combustible, o ambos como fuente de energía para la funcionalidad de refrigeración y que incluye un aparato de refrigeración que, adicional a electricidad de tensión extra baja o combustible, puede ser operado por la red eléctrica

Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (ODP)

La cantidad de degradación de la capa de ozono estratosférico causado por un refrigerante emitido en relación con el triclorofluorometano (CFC-11). Los ODP en este documento se refieren al "Manual para el Protocolo de Montreal sobre sustancias que agotan la capa de ozono", duodécima edición, anexos A, B, C y F".

Aparato de refrigeración

Compartimiento aislado con uno o más compartimientos que son controlados a temperaturas específicas y cuyo tamaño y equipamiento son aptos para uso doméstico o semi-comercial, enfriados por convección natural o por un sistema de convección forzada, mediante el cual el enfriamiento se da por uno o más medios de consumo energético.

Refrigerante

Fluido utilizado para la transferencia de calor en un sistema de refrigeración, el cual absorbe el calor cuando dicha sustancia se encuentra a baja temperatura y baja presión y que, en sentido inverso, rechaza el calor cuando la sustancia se encuentra a alta temperatura y alta presión, usualmente incluyendo los cambios en las fases de dicho fluido.

Refrigerador

Aparato de refrigeración destinado al almacenamiento de productos alimenticios y con, al menos, un compartimento de alimentos frescos.

Refrigerador-Congelador

Aparato de refrigeración que tiene, al menos, un compartimiento de alimentos frescos y, al menos, un compartimiento congelador.

Temperatura ambiente de referencia

Temperatura ambiente representativa durante el año para una región en específico.

Dispositivo para servicio a través de la puerta

Dispositivo en un aparato de refrigeración que despacha elementos refrigerados o congelados a través de una abertura en su puerta externa, o sin la necesidad de abrir dicha puerta externa, como pueden ser los dispensadores de hielo o agua fría.

Cava de vino

Aparato de refrigeración destinado al almacenamiento de vinos con precisión en el control de temperatura para las condiciones de almacenamiento óptimo para el vino.

Interruptor de Temporada (invierno)

Característica de un control en un aparato de refrigeración que tiene más de un tipo de compartimiento con un compresor y un termostato y que consta de un dispositivo de conmutación que garantiza que el compresor continúe funcionando para mantener las temperaturas apropiadas de almacenamiento en los distintos compartimientos, incluso si no fuera necesario para el compartimiento en donde se encuentra el termostato.

Artículo 3. Requisitos

Los aparatos de refrigeración contemplados en el alcance del Artículo 1 deben cumplir los requisitos de eficiencia energética del Artículo 3. Se prohíbe la importación de aparatos de refrigeración usados.

3.1. Métodos de Ensayo y Cálculo de Uso Energético

El cumplimiento de los requisitos de eficiencia energética debe probarse teniendo en cuenta la IEC 62552: 2015, *Household refrigerating appliances – Characteristics and test methods* (IEC 62552)⁷. Para los aparatos de refrigeración con dispensadores en la puerta externa que el usuario final puede encender y apagar, éstos deberán estar encendidos durante la medición del consumo de energía, pero sin operar.

⁷ El consumo de energía se determina con base a IEC 62552: 2015, a partir de mediciones tomadas cuando se prueban según lo especificado a 16°C y a 32°C. El consumo de energía se puede medir sólo a 32 °C (o sólo a 16 °C) si la temperatura ambiente de referencia definida por la regulación es de 32 °C (o 16 °C, respectivamente). Sin embargo, no se recomienda el uso de 16°C o 32°C como temperatura ambiente de referencia, ya que esto anula el propósito de IEC 62552 de tener dos temperaturas de prueba. Si bien los métodos IEC 62552 son las referencias principales, los países pueden considerar otros que cumplan el mismo objetivo y mantengan los requisitos de eficiencia energética.

3.2. Uso Máximo de Energía

La eficiencia energética de todos los aparatos de refrigeración dentro del alcance de este documento debe cumplir con los requisitos de uso máximo de energía que se describen a continuación.

El Consumo Energético Anual (AEC), calculado conforme la Ecuación 1⁸, deberá ser menor o igual al Límite Máximo de Consumo Energético (CAE_{MX}) calculado conforme la Tabla 2.

Ecuación 1. $AEC = EC_T \times (365/1\ 000)$ en kWh por año

donde (EC_T) es el consumo energético en Wh en 24 horas basado en la temperatura ambiente (T), calculado conforme la Ecuación 2 y redondeado al número entero más cercano.

Ecuación 2. $EC_T = a \times EC_{16} + b \times EC_{32}$ en Wh por día

donde EC_{16} es el consumo energético medido a una temperatura ambiente de 16°C y EC_{32} es el consumo energético medido a una temperatura ambiente de 32°C, conforme la IEC 62552-3: 2015.

Si no se tiene definida alguna temperatura típica del país, o si se desconoce la temperatura en la que se utilizan los aparatos de refrigeración, se puede utilizar una temperatura ambiente de referencia de 24°C y los coeficientes a y b de la Tabla 1 para la Ecuación 2.

Tabla 1. Temperatura Ambiente de Referencia y Coeficientes a y b para la Ecuación 2

Temperatura Ambiente de Referencia (°C)	a	b
24	0.5	0.5

Tabla 2. Límite Máximo de Consumo Energético Anual (AEC_{Max})

Temperatura Ambiente de Referencia	Categoría de Producto	AEC _{Max} (kWh/año)
24°C	Refrigeradores	$0.163 \times AV + 102$
	Refrigeradores-Congeladores	$0.222 \times AV + 161$
	Congeladores	$0.206 \times AV + 190$

donde AV es el Volumen Ajustado, calculado conforme la Ecuación 3

⁸ Algunas normas regionales incluyen eficiencia de procesamiento de carga o consumo de energía auxiliar para establecer los requisitos de consumo máximo de energía anual. IEC 62552: 2015 especifica métodos de prueba para la eficiencia del procesamiento de carga y el consumo de energía de auxiliares específicos.

Ecuación 3. Volumen Ajustado (AV) = $\sum_{i=1}^n (V_i \times K_i \times F_i)$

donde:

- V_i : Volumen en el compartimento i th
- K_i es el factor de ajuste de volumen, calculado conforme la Ecuación 4 y redondeado a dos decimales, y F_i es el factor de ajuste de escarcha

Ecuación 4. $K = \frac{T_1 - T_c}{T_1 - T_2}$

donde (T_1) es la temperatura ambiente de referencia seleccionada por el país, (T_2) es la temperatura del compartimiento de alimentos frescos (4°C) y (T_c) es la temperatura del compartimiento individual en cuestión.⁹

$F=1.1$ se utiliza únicamente para los compartimientos de alimentos congelados libre de escarcha (deshielo automático), de lo contrario se utilizará $F=1.0$.

El cálculo de AECMax se redondeará al kWh más cercano por año. Si el cálculo está entre los dos valores de kWh más cercanos por año, el AECMax se redondeará al mayor de estos valores.

Se puede seleccionar una temperatura ambiente de referencia que sea inferior o superior a 24°C, si es apropiado para el país. Las Tablas 3 y 4 muestran referencias opcionales de temperatura ambiente y sus requisitos asociados. Para otras temperaturas ambiente de referencia, se puede realizar la interpolación o extrapolación para obtener una estimación a dicha temperatura.

Tabla 3. Temperaturas Ambiente de Referencia y Coeficientes a y b Opcionales para la Ecuación 2

Temperatura Ambiente de Referencia (°C)	A	b
20	0.75	0.25
32	0	1.0

⁹ Ver Anexo 1 para ejemplos de Cálculo de Consumo Energético y Anexo 2 para ejemplos de Cálculo del Factor de Volumen Ajustado (K)

Tabla 4. Límite Máximo de Consumo Energético Anual (AEC_{Max}) para Temperaturas de Ambiente de Referencia Opcionales

Temperatura de Referencia	Categoría de Producto	AEC_{Max} (kWh/año)
20°C	Refrigeradores	$0.134 \times AV + 84$
	Refrigeradores-Congeladores	$0.188 \times AV + 137$
	Congeladores	$0.175 \times AV + 161$
32°C	Refrigeradores	$0.220 \times AV + 137$
	Refrigeradores-Congeladores	$0.288 \times AV + 210$
	Congeladores	$0.268 \times AV + 247$

Para que un producto cumpla con el nivel de alta eficiencia, la eficiencia debe calcularse según la Ecuación 5, redondeado a dos decimales, y debe cumplir los requisitos de la Tabla 8.

Ecuación 5.
$$R = \frac{AEC_{Max}}{AEC}$$

3.3. Desempeño Funcional

La temperatura dentro del compartimiento de alimentos frescos del aparato de refrigeración debe ser ajustable a + 4°C, como se describe en IEC 62552-3: 2015.

La temperatura dentro del compartimiento de alimentos congelados del aparato de refrigeración debe ser ajustable entre -6 ° C y -18 ° C, como se describe en IEC 62552-3: 2015.

Un compartimiento de cuatro estrellas debe cumplir con los requisitos mínimos de capacidad de congelación de la Cláusula 8 de IEC 62552-2: 2015.

Los artefactos de refrigeración deben ser probados a un voltaje y frecuencia de corriente alterna (AC), como se describe en IEC 62552-1: 2015.

Los aparatos de refrigeración deben funcionar adecuadamente con el voltaje nominal con protección contra sobretensiones +/- 15%.

Los aparatos de refrigeración que, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, se pueden usar a temperaturas ambiente por debajo de + 16°C y que cuenten con un interruptor de invierno, deberán tener el mismo activado o desactivado automáticamente según la necesidad de mantener el compartimiento congelado a la temperatura correcta.

3.4. Refrigerante y Agente Espumante¹⁰

Los refrigerantes y los agentes espumantes utilizados en los aparatos de refrigeración deben cumplir con los requisitos sobre su potencial de agotamiento del ozono (ODP) y el potencial de calentamiento global (GWP) en un horizonte temporal de 100 años de acuerdo con las limitaciones enumeradas en la Tabla 5.

Tabla 5. Requisitos para las Características de Refrigerante y Agentes Espumantes (los valores mostrados comprenden límites superiores)

Clase de Producto	GWP	ODP
Todos los tipos	20	0

Los productos que utilizan refrigerantes de hidrocarburos (HC) deben cumplir con IEC 60335-2-24: 2010 / AMD: 2017, o una revisión posterior, o una edición nacional modificada de IEC 60335-2-24.

Tabla 6. Carga máxima de refrigerante para Hidrocarburos (HC)

Clase de Producto	Carga Máxima
Todos los tipos (refrigeración doméstica)	0.15 kg

3.5. Información de Producto

El fabricante original del equipo deberá proporcionar una etiqueta energética al importador, comercializador o instalador del producto previo a que el producto ingrese al mercado.

La etiqueta debe incluir:

- 1) Modelo / número de serie;
- 2) Tipo de unidad [refrigerador, refrigerador-congelador o congelador];
- 3) País de fabricación;
- 4) Volumen de los diferentes compartimentos y una indicación de si son libres de escarcha;
- 5) Nivel de eficiencia nominal;
- 6) Consumo anual de energía en kWh a temperatura ambiente en °C o °F;
- 7) Temperatura ambiente de referencia [s] utilizada en la calificación de la eficiencia;
- 8) Designación de refrigerante y espuma de acuerdo con ISO 817 o ASHRAE 34, incluyendo ODP y GWP.

¹⁰ Los países pueden decidir variar la fecha en la que estos requisitos entrarán en vigencia en función de la disponibilidad y el costo de los gases refrigerantes, que pueden no coincidir con la disponibilidad y el costo de cumplir con los requisitos de eficiencia energética.

Cualquier información sobre la eficiencia energética debe indicar que la calificación del desempeño se basa en la medición de acuerdo con [nombre del estándar de prueba], un valor indicativo y no representativo del consumo de energía anual real en todas las situaciones.

La etiqueta debe colocarse en el producto, en un lugar fácilmente visible para el consumidor.

Artículo 4. Entrada en Vigor

Esta regulación entrará en vigor no antes de [fecha] y al menos [6 meses/1 año] después de su adopción.

Artículo 5. Declaración de Conformidad

El cumplimiento de los requisitos del Artículo 3 y cualquier requisito opcional adicional debe demostrarse en el Certificado de Conformidad (CAR), el cual:

- 1) Demuestra que el modelo del producto cumple los requisitos del presente modelo de regulación;
- 2) Proporciona cualquier otra información requerida en el archivo de documentación técnica; y
- 3) Especifica la configuración de referencia y las condiciones en que el producto cumple con este modelo de regulación

El CAR debe presentarse a [nombre de la agencia] para su revisión antes de poner el producto a la venta.¹¹ Si se aprueba el CAR para el modelo designado, lo cual se confirma mediante la confirmación escrita de [nombre de la agencia] y la inclusión del producto en cualquier [sistema de registro del producto] aplicable, el modelo puede venderse en el mercado. Si se rechaza un CAR, se proporcionará una explicación por escrito al remitente. Todos los aspectos identificados en la explicación escrita se abordarán en un CAR revisado. Hasta que se apruebe el CAR, el producto no es elegible para la venta en el mercado. El CAR es válido para el modelo designado por 24 meses. Un CAR actualizado o un aviso de retiro se enviará a [nombre de la agencia] al menos 90 días antes del cambio en las especificaciones o la cancelación de la producción del producto actualmente certificado.

¹¹ Las responsabilidades a menudo se dividen en varias agencias, por lo tanto, enumere las que sean apropiadas para cada paso.

Artículo 6. Vigilancia de Mercado

La autoridad designada que implementa este modelo de regulación deberá desarrollar un programa para verificar el cumplimiento de los requisitos de esta regulación y vigilar el mercado en busca de incumplimientos. El programa debe incluir detalles sobre el tamaño de la muestra, los requisitos de acreditación del laboratorio (certificación bajo ISO / IEC 17025) y un proceso de desafío, que los fabricantes pueden utilizar si se determina que la prueba inicial de su producto no cumple con los requisitos.¹² El programa también debe especificar la tolerancia para las diferencias encontradas entre los valores declarados por el fabricante durante la certificación del producto (consumo de energía, volumen, etc.) y las mediciones que resulten de las pruebas de verificación de ese producto.¹³

[Nombre de la agencia] será responsable de las actividades de cumplimiento que incluyan una evaluación de las sanciones potenciales para los productos que no cumplan en el país. [Nombre de la agencia] establecerá políticas escritas que expliquen claramente su autoridad, los procedimientos y sanciones. Todas las pruebas realizadas con fines de cumplimiento y vigilancia del mercado se realizarán utilizando los métodos de medición y cálculo establecidos en este reglamento.

Artículo 7. Revisión

Este modelo de regulación se fortalecerá mediante una reglamentación administrativa basada en evaluaciones actualizadas de mercado realizadas sobre el costo y la disponibilidad de nuevas tecnologías una vez cada cinco años después de que esta regulación entre en vigencia.

Si se realizan revisiones posteriores y se eligen valores R superiores a 1 para determinar un requisito más estricto en el consumo máximo anual de energía, las ecuaciones en la Tabla 2 o la Tabla 4 no necesitan ser revisadas. Si $R = 1$ indica el requisito de consumo máximo de energía anual, las ecuaciones de la Tabla 2 o la Tabla 4 deben actualizarse ajustando los coeficientes.

¹² Para obtener más información sobre cómo desarrollar e implementar la certificación de cumplimiento, la vigilancia del mercado y los programas de cumplimiento, consulte la Guía de políticas de U4E. A menudo se incluyen requisitos adicionales con respecto a dichos protocolos en los documentos de legislación/política de MEPS y etiquetas. Dada la variación en los enfoques basados en el contexto nacional, no se proporciona un ejemplo específico en este modelo de Regulación.

¹³ Por ejemplo, para que un producto cumpla con algunas reglamentaciones existentes, el consumo de energía determinado mediante pruebas de verificación no debe ser más de un 10% mayor que el valor de consumo declarado durante la certificación del producto. Además, el volumen determinado mediante pruebas de verificación debe estar dentro de $\pm 3\%$ del valor declarado durante la certificación. Esos valores de tolerancia pueden variar, y establecer los valores específicos es parte de cada proceso regulatorio individual.

Anexo 1. Ejemplos de Cálculo de Consumo Energético

A. Refrigerador

Se tiene un refrigerador con un compartimento de alimentos frescos solamente.

Paso 1: Volumen Ajustado

Para una temperatura ambiente de referencia de 20°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	92	$\frac{20 - 4}{20 - 4} = 1.00$	(92 × 1.00) = 92
Almacenamiento de alimentos congelados	-	-	

Para una temperatura ambiente de referencia de 24°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	92	$\frac{24 - 4}{24 - 4} = 1.00$	(92 × 1.00) = 92
Almacenamiento de alimentos congelados	-	-	

Para una temperatura ambiente de referencia de 32°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	92	$\frac{32 - 4}{32 - 4} = 1.00$	(92 × 1.00) = 92
Almacenamiento de alimentos congelados	-	-	

Paso 2: Consumo Anual de Energía

Temperatura de Medición	°C	16		32	
Ajustes de control de temperatura	(Escala graduada)	5.5	5.0	5.9	5.7
Temperatura en el compartimento de alimentos frescos	°C	3.3	5.1	3.7	4.9
Consumo de energía por 24h	kWh/24h	0.259	0.223	0.874	0.785
Consumo de energía por interpolación *	kWh/24h	0.245		0.852	
Consumo diario de energía a 20°C (EC ₂₀)	kWh/24h	$0.245 \times 0.75 + 0.852 \times 0.25 = 0.397$			
Consumo anual de energía a 20°C (AEC ₂₀)	kWh/y	145			
Consumo diario de energía a 24°C (EC ₂₄)	kWh/24h	$0.245 \times 0.5 + 0.852 \times 0.5 = 0.549$			
Consumo anual de energía a 24°C (AEC ₂₄)	kWh/y	200			

Se pueden realizar múltiples pruebas usando diferentes configuraciones de control de temperatura para obtener valores de medición del consumo de energía múltiples y realizar el cálculo mediante interpolación

para estimar el consumo de energía para un punto donde el compartimiento de alimentos frescos está exactamente a + 4°C. Consulte IEC 62552: 2015, parte 3, Anexo I (ejemplos resueltos de cálculos de consumo de energía), sección I.3.2.2 (Ejemplo de compartimiento único) para una metodología de cálculo detallada.

Paso 3: Índice de Consumo de Energía – R

Temperatura de Referencia	20°C	24°C	32°C
Volumen (L)	Compartimiento de Alimentos Frescos (92)		
AV (L)	92	92	92
EC (kWh/d)	0.397	0.549	0.852
AEC (kWh/y)	$0.397 \times 365 = 145$	$0.549 \times 365 = 200$	$0.852 \times 365 = 311$
R	$\frac{0.134 \times 92 + 84}{145} = 0.66$	$\frac{0.163 \times 92 + 102}{200} = 0.58$	$\frac{0.220 \times 92 + 137}{311} = 0.51$

El consumo de energía de este modelo excede los requisitos de máximo consumo de energía anual, es decir, $R < 1$, y por lo tanto el modelo no cumple con el requisito de rendimiento energético.

B. Refrigerador-Congelador

Se tiene un aparato de refrigeración libre de escarcha (deshielo automático) del tipo refrigerador-congelador con un compartimiento de alimentos frescos y un compartimiento congelador.

Paso 1: Volumen Ajustado

Para una temperatura ambiente de referencia de 20°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	137	$\frac{20 - 4}{20 - 4} = 1.00$	$137 \times 1.00 + 63 \times 2.38 \times 1.1 = 302$
Almacenamiento de alimentos congelados	63	$\frac{20 - (-18)}{20 - 4} = 2.38$	

Para una temperatura ambiente de referencia de 24°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	137	$\frac{24 - 4}{24 - 4} = 1.00$	$137 \times 1.00 + 63 \times 2.1 \times 1.1 = 283$
Almacenamiento de alimentos congelados	63	$\frac{24 - (-18)}{24 - 4} = 2.10$	

Para una temperatura ambiente de referencia de 32°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	137	$\frac{32 - 4}{32 - 4} = 1.00$	$137 \times 1.00 + 63 \times 1.79 \times 1.1 = 261$
Almacenamiento de alimentos congelados	63	$\frac{32 - (-18)}{32 - 4} = 1.79$	

Paso 2: Consumo Anual de Energía

Temperatura de Medición	°C	16		32	
Ajustes de control de temperatura	(Escala graduada)	5.0	4.1	4.9	4.6
Temperatura en el compartimento de alimentos frescos	°C	3.6	4.1	3.7	4.9
Temperatura en el compartimento de alimentos congelados	°C	-20.9	-19.3	-21.6	-20.4
Consumo de energía por 24h	kWh/24h	0.475	0.432	0.739	0.679
Consumo de energía por interpolación*	kWh/24h	0.441		0.724	
Consumo diario de energía a 20 ° C (EC ₂₀)	kWh/24h	$0.441 \times 0.75 + 0.724 \times 0.25 = 0.512$			
Consumo anual de energía a 20 ° C (AEC ₂₀)	kWh/y	187			
Consumo diario de energía a 24 ° C (EC ₂₄)	kWh/24h	$0.441 \times 0.5 + 0.724 \times 0.5 = 0.583$			
Consumo anual de energía a 24 ° C (AEC ₂₄)	kWh/y	213			

Se pueden realizar múltiples pruebas usando diferentes configuraciones de control de temperatura para obtener valores de medición del consumo de energía múltiples y realizar el cálculo mediante interpolación para estimar el consumo de energía para un punto donde el compartimento de alimentos frescos está exactamente a + 4°C. Consulte IEC 62552: 2015, Parte 3, Anexo I (ejemplos resueltos de cálculos de consumo de energía).

Paso 3: Índice de Consumo de Energía – R

Temperatura de Referencia	20°C	24°C	32°C
Volumen (L)	Compartimento de Alimentos Frescos (137), Compartimento de Alimentos Congelados (63)		
AV (L)	302	283	261
EC (kWh/d)	0.512	0.583	0.724
AEC (kWh/y)	$0.512 \times 365 = 187$	$0.583 \times 365 = 213$	$0.724 \times 365 = 264$
R	$\frac{0.188 \times 302 + 137}{187} = 1.06$	$\frac{0.222 \times 283 + 161}{213} = 1.05$	$\frac{0.288 \times 261 + 210}{264} = 1.08$

El consumo de energía de este modelo NO excede los requisitos de máximo consumo de energía anual, es decir, R > 1, y por lo tanto el modelo cumple con el requisito de rendimiento energético.

1-C. Congelador

Se tiene un aparato de refrigeración libre de escarcha (deshielo automático) del tipo congelador con un solo compartimiento congelador.

Paso 1: Volumen Ajustado

Para una temperatura ambiente de referencia de 20°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	-	-	$(295 \times 2.38) \times 1.1 = 772$
Almacenamiento de alimentos congelados	295	$\frac{20 - (-18)}{20 - 4} = 2.38$	

Para una temperatura ambiente de referencia de 24°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	-	-	$(295 \times 2.10) \times 1.1 = 681$
Almacenamiento de alimentos congelados	295	$\frac{24 - (-18)}{24 - 4} = 2.10$	

Para una temperatura ambiente de referencia de 32°C

	Volumen (L)	Factor de Volumen Ajustado (K)	Volumen Ajustado (L)
Almacenamiento de alimentos frescos	-	-	$(295 \times 1.79) \times 1.1 = 581$
Almacenamiento de alimentos congelados	295	$\frac{32 - (-18)}{32 - 4} = 1.79$	

Paso 2: Consumo Anual de Energía

Temperatura de Medición	°C	16		32	
Ajustes de control de temperatura	(Escala graduada)	3.7	3.4	3.5	3.0
Temperatura en el compartimento de alimentos frescos	°C	-	-	-	-
Temperatura en el compartimento de alimentos congelados	°C	-18.7	-17.8	-18.4	-17.7
Consumo de energía por 24h	kWh/24h	0.691	0.665	1.330	1.294
Consumo de energía por interpolación*	kWh/24h	0.671		1.309	
Consumo diario de energía a 20 ° C (EC20)	kWh/24h	$0.671 \times 0.75 + 1.309 \times 0.25 = 0.831$			
Consumo anual de energía a 20 ° C (AEC20)	kWh/y	303			
Consumo diario de energía a 24 ° C (EC24)	kWh/24h	$0.671 \times 0.5 + 1.309 \times 0.5 = 0.990$			
Consumo anual de energía a 24 ° C (AEC24)	kWh/y	361			

Se pueden realizar múltiples pruebas usando diferentes configuraciones de control de temperatura para obtener valores de medición del consumo de energía múltiples y realizar el cálculo mediante interpolación para estimar el consumo de energía para un punto donde el compartimento del congelador está exactamente a -18°C. Consulte IEC 62552: 2015, Parte 3, Anexo I (ejemplos resueltos de cálculos de consumo de energía), sección I.3.2.2 (Ejemplo de compartimento único) para una metodología de cálculo detallada.

Paso 3: Índice de Consumo de Energía – R

Temperatura de Referencia	20°C	24°C	32°C
Volumen (L)	Compartimento de Alimentos Congelados (295)		
AV (L)	772	681	581
EC (kWh/d)	0.831	0.990	1.309
AEC (kWh/y)	$0.831 \times 365 = 303$	$0.990 \times 365 = 361$	$1.309 \times 365 = 478$
R	$\frac{0.175 \times 772 + 161}{303} = 0.98$	$\frac{0.206 \times 681 + 190}{361} = 0.91$	$\frac{0.268 \times 581 + 247}{478} = 0.84$

El consumo de energía de este modelo excede los requisitos de máximo consumo de energía anual, es decir, $R < 1$, y por lo tanto el modelo no cumple con el requisito de rendimiento energético.

Anexo 2. Ejemplos de Cálculo del Factor de Volumen Ajustado (K)

Tabla 7. Ejemplos de Cálculo del Factor de Volumen Ajustado (K)

Temperatura de Referencia	Compartimiento de Alimentos Frescos	Compartimiento de Alimentos Congelados	
$T_1=24^{\circ}\text{C}$	$K=1$ ($T_2=4^{\circ}\text{C}$)	$T_c = -6^{\circ}\text{C}$	$K=1.50$
		$T_c = -12^{\circ}\text{C}$	$K=1.80$
		$T_c = -18^{\circ}\text{C}$	$K=2.10$
$T_1=20^{\circ}\text{C}$	$K=1$ ($T_2=4^{\circ}\text{C}$)	$T_c = -6^{\circ}\text{C}$	$K=1.63$
		$T_c = -12^{\circ}\text{C}$	$K=2.00$
		$T_c = -18^{\circ}\text{C}$	$K=2.38$
$T_1=32^{\circ}\text{C}$	$K=1$ ($T_2=4^{\circ}\text{C}$)	$T_c = -6^{\circ}\text{C}$	$K=1.36$
		$T_c = -12^{\circ}\text{C}$	$K=1.57$
		$T_c = -18^{\circ}\text{C}$	$K=1.79$

Anexo 3. Requisitos para los Niveles de Eficiencia

Pueden usarse etiquetas que indiquen un logro de eficiencia energética, es decir, que cumplan o superen los niveles especificados en el Artículo 3 durante las pruebas. La Tabla 8 muestra una posible escala para la clasificación de desempeño energético de los aparatos de refrigeración.

Tabla 8. Requisitos de Etiquetado para Aparatos de Refrigeración

Nivel	Refrigeradores	Refrigeradores- Congeladores	Congeladores
Eficiencia Alta	$R \geq 1.50$	$R \geq 1.50$	$R \geq 1.50$
Intermedia	$1.25 \leq R < 1.50$	$1.25 \leq R < 1.50$	$1.25 \leq R < 1.50$
Eficiencia Baja	$1.00 \leq R < 1.25$	$1.00 \leq R < 1.25$	$1.00 \leq R < 1.25$
