

Laboratorio de pruebas para artefactos de refrigeración doméstica en el Ecuador.

Nelson G. Jara^{#1}, Fran Z. Reinoso^{#2}, Cesar Isaza-Roldan^{*3}, Álvaro Aguinaga^{**4}, Mauricio Duque^{**5}, Telmo Moreno^{##6}

Carrera de Ingeniería Mecánica

Grupo de Investigación y Desarrollo en Simulación y Toma de Decisiones GID-STD

Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador

¹ njara@ups.edu.ec

² freinoso@ups.edu.ec

* Facultad de Ingeniería Mecánica

Grupo de Investigación en Refrigeración y Aire Acondicionado

Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia

³ cesar.isaza@upb.edu.co

** Facultad de Ingeniería Mecánica

Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador

⁴ alvaro.aguinaga@epn.edu.ec

⁵ mauricio.duque@epn.edu.ec

Facultad de Ingeniería Mecánica

Escuela Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador

⁶ tmoreno@esPOCH.edu.ec

Abstract— This article presents the procedure followed to structure a test lab for domestic refrigerators, in order to comply with the provisions of the Ecuadorian Technical Standards NTE INEN 2206, NTE INEN IEC 62552 and the Ecuadorian Technical Regulation RTE INEN 035: 2009 to can count on preliminary data to implement it in the medium term and to test the different domestic refrigeration equipment manufactured and marketed in the country.

The laboratory must be able to make a total of eleven tests, as detailed in the above standards.

Keywords— energy efficiency, household refrigerator, accreditation, standards, test packages

Resumen— Este artículo presenta el procedimiento seguido para estructurar un laboratorio de pruebas para refrigeradores domésticos, con el propósito de cumplir con lo establecido en las normas técnicas ecuatorianas NTE INEN 2206, NTE INEN IEC 62552 y el reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 035:2009 a fin de poder contar con datos preliminares para implementarlo a mediano plazo y poder ensayar los diferentes equipos de refrigeración doméstica que se fabrican y comercializan en el país.

El laboratorio deberá tener capacidad para efectuar un total de once ensayos, que se detallan en las normas mencionadas.

Palabras clave— eficiencia energética, refrigerador doméstico, acreditación, normas, paquetes de ensayo

I. INTRODUCCIÓN

En un período comprendido entre los años 2008 y 2013 se han realizado varios estudios en eficiencia energética que según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL [1], en su proyecto “Eficiencia energética en América Latina y el Caribe” se puede observar la importancia que le dan a este tema creando instituciones,

agencias, ministerios que estudien, regularicen, normen y contribuyan a mejorar la eficiencia energética.

En este sentido en Chile se cuenta con la Agencia Chilena de Eficiencia Energética (2010) [2], en Cuba con el Ministerio de Energía y Minas (2012) [3], en Colombia con el Consejo Colombiano de Eficiencia Energética (2010) [4], en Ecuador con el Ministerio de Electricidad y Energía Renovables (MEER) [5] y el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) [6].

En la mayoría de países de América Latina se trata de promover la eficiencia energética mediante la implementación de programas de EE, de los que se puede citar: la sustitución de focos incandescentes por focos ahorradores y tecnología led, renovación de refrigeradores domésticos más eficientes y la utilización de cocinas de inducción por citar algunas.

A partir del año 2009 se publicó en el Registro Oficial el Decreto N° 1681 Artículo 413 donde se establece que “el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas...”. También se puso en marcha el “Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013” [7] y se prioriza el cambio de la matriz productiva y energética con el objeto de que las actividades de eficiencia energética, representen las metas principales a desarrollar.

Se ha optado por regularizar las importaciones con aparatos y productos que solo cumplan las mejores características de consumo eléctrico con etiqueta energética A y se han implementado líneas de investigación por parte de INER en eficiencia energética en sectores como el transporte, industria, residencial y el sector público.

A partir de enero de 2011 el INEN inicia con las pruebas de control de calidad de refrigeradores domésticos y focos

ahorradores, mediante la creación de laboratorios de metrología [8], en el que se están realizando evaluaciones de la conformidad con el objetivo de que cumplan los requisitos técnicos básicos para que sean comercializados en el país; este control se hace efectivo con la expedición de la etiqueta energética correspondiente.

II. NORMAS TÉCNICAS DE ENSAYOS Y PRUEBAS

A. Normas internacionales para ensayos en equipos de refrigeración doméstica.

Los ensayos en aparatos de refrigeración se encuentran regulados por dos de los organismos internacionales de estandarización ISO e IEC.

La Organización Internacional de Estandarización (ISO) ha desarrollado y modificado varias normativas referentes a los ensayos en artefactos de refrigeración de uso doméstico, teniendo como último trabajo publicado la normativa ISO 15502:2005 titulada “Aparatos de refrigeración doméstica. Características y métodos de ensayo” [9].

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) tiene como objetivo la promoción y la cooperación internacional en situaciones relacionadas con la normalización en los campos eléctrico y electrónico, en lo que respecta a refrigeradores domésticos ha emitido la norma IEC 62552 - 2007-12 intitulada “Aparatos de refrigeración para uso doméstico. Características y métodos de ensayo” [10] y como actualizaciones presenta en febrero de 2015 la parte 1: Requerimientos generales, parte 2: requisitos de desempeño y parte 3: consumo de energía y volumen.

La Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos AHAM, cuenta con la siguiente publicación AHAM HRF-1:2008 denominada “Energy and Internal Volume of Refrigerating Appliances”, su contenido abarca ciertos procedimientos de prueba aplicables a todas las marcas y modelos de refrigeradores, refrigeradores-congeladores o congeladores para medir el desempeño [11].

El Comité de Normas Industriales Japonesas JIS, tiene como documento en vigencia JIS C 9607:1999 titulado “Household electric refrigerators, refrigerator-freezer and freezers” la normativa se encuentra orientada a los ensayos en refrigeradores eléctricos y refrigeradores-congeladores verticales de uso doméstico con un volumen máximo de 400 litros [12].

Se cita una norma adicional AS/NZS 4474:2007 con título “Performance of household electrical appliances-Refrigerating Appliances”, la cual es el producto de dos organismos como son las Normas de Australia – AS y las Normas Neozelandeses – NZS. El documento se encuentra dividido en dos partes, la primera sección comprende el consumo de energía y el rendimiento; y la segunda se centra en los requerimientos mínimos y el etiquetado de eficiencia energética [13].

B. Normas nacionales para ensayos en equipos de refrigeración doméstica

Actualmente existen dos normativas emitidas por el Instituto Nacional de Normalización – INEN que hacen referencia a las pruebas o ensayos para equipos de refrigeración, la NTE-INEN 2206 titulada “Artefactos de refrigeración doméstica con o sin escarcha, refrigeradores con o sin compartimiento de baja temperatura” actualizada al

2011 en la tercera edición [14] y la NTE-INEN-IEC 62552 titulada “Aparatos domésticos de refrigeración. Características y métodos de ensayo”, que forma parte de los reglamentos técnicos ecuatorianos desde julio de 2014 [15].

La norma y el reglamento se utilizarán como base para el diseño del laboratorio de ensayos de refrigeradores domésticos.

III. LABORATORIO DE ENSAYOS PARA EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA

A. Equipos de refrigeración doméstica a ensayar.

En el país se comercializan equipos de refrigeración doméstica de producción nacional en las marcas Durex, Ecasa e Indurama y de fabricación internacional en las marcas Electrolux, General Electric, Haceb, Mabe, LG y Whirlpool.

Con la finalidad de diseñar algunos equipos necesarios para la realización de ensayos en los equipos de refrigeración doméstica es fundamental identificar ciertos parámetros como las dimensiones del refrigerador, su peso, volumen y las características del suministro de energía.

En las tablas 1 y 2 se presentan las características de los refrigeradores nacionales y extranjeros que serán utilizados para el diseño del laboratorio.

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE REFRIGERADORES. MARCAS NACIONALES. FUENTE: AUTORES

MARCA	Cantidad modelos	Anchura [mm]		Profundidad [mm]		Altura [mm]		Peso [kg]		E. eléctrica	
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	V [V]	f [Hz]
Durex	5	660	580	750	590	1540	1200	--	--	110	60
Ecasa	3	640	590	670	600	1750	1540	75	71	110	60
Indurama	30	895	540	730	560	1805	1400	--	--	110	60

TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE REFRIGERADORES. MARCAS MULTINACIONALES. FUENTE: AUTORES

MARCA	Can. modelos	Anchura [mm]		Profundidad [mm]		Altura [mm]		Peso [kg]		E. eléctrica	
		Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	V [V]	f [Hz]
Electrolux	33	911	496	790	525	1920	850	--	--	110 y 120	60
General Electric	8	911	742	845	728	1840	1753	--	--	115 y 120	60
Haceb	11	942	610	881	690	1812	1340	129	40	110	60
Mabe	14	744	554	781	628	1873	1573	--	--	110	60
LG	5	912	825	830	720	1870	1750	126	79	115	60
Whirlpool	18	910	610	890	570	1857	1470	110	52	110	60

Las características más importantes de los 127 modelos disponibles en el mercado nacional de refrigeradores

domésticos se refieren a dimensiones lineales, peso, tensión y frecuencia.

Las máximas dimensiones lineales son: anchura 942mm, profundidad 890mm y altura 1920mm. El peso mayor de un artefacto de refrigeración es de 129 kg. Todos los aparatos de refrigeración necesitan de un suministro de energía eléctrica de corriente alterna con una frecuencia nominal de 60 Hz. La tensión de la corriente eléctrica tiene como valores de fábrica 110, 115 y 120V.

B. Requerimientos de diseño

Los ensayos que se ejecutarán en el laboratorio, se encuentran regulados por las normas nacionales NTE INEN 2206 Y NTE INEN IEC 62552, que describen los procedimientos de forma similar.

En total son once ensayos, cada uno con sus requisitos particulares, en las tablas 3 a la 7 se pueden observar algunos de estos ensayos, mismos que consideran parámetros de cantidad, tipo de personal para la realización del ensayo, equipos e instrumentación que intervienen en el ensayo, condiciones necesarias concernientes a temperaturas, humedad relativa, suministro de energía, además del área oportuna para el ensayo que considera la mínima sección del espacio total ocupado por un refrigerador con su puerta abierta.

TABLA 3: REQUISITOS DEL SEGUNDO ENSAYO. FUENTE: AUTORES

Ensayo: Hermeticidad de puertas, sellos de gaveta.	
Personal	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
Equipos e instrumentos	
Equipos	No requiere.
Instrumentación	Tira de papel con un espesor de 0,08 mm (verificado según la norma ISO 534) con un ancho de 50 mm y con un largo mayor al sello a probar para verificar su no deslizamiento, asegurando adecuadamente el paso de corrientes de aire al interior.
Condiciones necesarias	
Temp. ambiental	Entre 16°C a 32°C.
Humedad relat.	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
Área aproximada	
1m ancho por 1,9 de profundidad. (Aproximado 2m ²)	

TABLA 4: REQUISITOS DEL CUARTO ENSAYO. FUENTE: AUTORES

Ensayo: Durabilidad de puertas, cubiertas y gavetas.	
Personal	
Cantidad	Una persona.
Característica	No calificado.
Equipos e instrumentos	
Equipos	Equipo de ensayo para completar ciclos automáticos de apertura y cierre de puerta de los aparatos de refrigeración. Equipo de ensayo para completar ciclos automáticos de apertura y cierre de las gavetas de aparatos de refrigeración.
Instrumentación	No requiere
Condiciones necesarias	
Temp. ambiental	Entre 16°C a 32°C.

Humedad relativa	Menor al 75%.
Suministro de Energía	No necesita.
Área aproximada	
1 m ancho por 3 m de profundidad (Longitud de la máquina).	

TABLA 5: REQUISITOS DEL SEXTO ENSAYO. FUENTE: AUTORES

Ensayo: Temperaturas de almacenamiento.	
Personal	
Cantidad	Dos personas.
Característica	Calificada y No Calificada.
Equipos e instrumentos	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que 0,5K. Cronómetro registrar tiempo ensayo 1 hora. Pesas cilíndricas 1000g diámetro de 80mm. Pesas cilíndricas 500g diámetro de 80mm.
Condiciones necesarias	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan.
Humedad relat.	Menor al 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de 1%.
Área aproximada	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m ² .	

TABLA 6: REQUISITOS DEL SÉPTIMO ENSAYO. FUENTE: AUTORES

Ensayo: Condensación del vapor de agua.	
Personal	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
Equipos e instrumentos	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.

Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que 0,5K.
Condiciones necesarias	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 25°C y 32°C.
Humedad relativa	Debe ser tal que el punto de condensación se encuentre en 19°C 0,5°C y 27°C 0,5°C.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de 1%.
Área aproximada	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m2.	

TABLA 7: REQUISITOS DEL OCTAVO ENSAYO. FUENTE: AUTORES

Ensayo: Consumo de energía.	
Personal	
Cantidad	Una persona.
Característica	Calificada
Equipos e instrumentos	
Equipos	Plataforma de instalación para la ubicación del aparato de refrigeración. Dispositivo de Adquisición de datos de temperatura en períodos no mayores a 60s. Ordenador para el registro de datos.
Instrumentación	Cilindros de cobre y latón para el registro de temperaturas ambientales y de temperaturas en los compartimentos de almacenamiento de alimentos frescos y de bodega, con diámetro y altura de 12,5mm. Paquetes de ensayo para contener las sondas de temperatura en el registro de temperaturas de los compartimentos frío y de almacenamiento de alimentos congelados. Sondas de temperatura cuya incertidumbre de la medición no sea mayor que 0,5K. Medidor vatio-hora con una lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de 1%. Vatímetro de corriente alterna hasta 130V de rango mínimo, con precisión de 0,1V.
Condiciones necesarias	
Temperatura ambiental	Debe poderse fijar en los siguientes valores: 10°C, 16°C, 32°C, 38°C y 43°C. De acuerdo a la clase climática a la que correspondan
Humedad relativa	Menor a 75%.
Suministro de Energía	La energía eléctrica debe poseer una tensión y una frecuencia indicadas por el fabricante con una tolerancia de 1%.
Área aproximada	
El ancho se incrementa en 600mm por la tarima de instalación. Ancho 1,6m y Profundidad 1,9m. Aproximado de 3m2.	

En base a los requerimientos establecidos para cada uno de los 11 ensayos se plantea la necesidad de abordar el diseño desde tres puntos de vista:

1. Equipos que deben diseñarse.
2. Equipos e instrumentos que deben seleccionarse.
3. Características particulares que requieren las zonas de ensayo.

1) *Equipos que deben diseñarse:* Existen tres equipos que se tienen que diseñar para su construcción posterior: una plataforma de instalación para el refrigerador, necesario para el sexto, séptimo, octavo, noveno, décimo y décimo primer ensayo; una máquina de apertura y cierre de puerta del refrigerador, necesaria para el tercer ensayo y una máquina de apertura y cierre de gavetas, necesaria para el tercer ensayo.

2) *Equipos e instrumentos que deben seleccionarse:* cilindros de cobre recubierto de estaño o latón, de diámetro 15,2 mm, altura 15,2 mm, utilizado para para la medición de la temperatura ambiente, temperatura de compartimentos establecidos en los ensayos del 6 al 11; pesas cilíndricas de acero de 1000 g de peso, diámetro 80 mm y altura de 25.4 mm, se utilizan para el ensayo 5, en base a las dimensiones máximas de ancho y profundidad del refrigerador, se debe definir el máximo de círculos con diámetro de 80 mm que pueden caber en los espacios.

Además de paquetes de ensayo de 1 kg, 500 g y 250 g de especificación técnica A, B, C y D, se utilizan para los ensayos 6 al 11, y una parte parcial del ensayo 5. Su función principal es actuar como plan de carga en los compartimento congelador de alimentos y el en compartimento de alimentos frescos.

El paquete colocado más arriba debe mantener una distancia con la pared superior interna del refrigerador de 10 a 35mm, responde al producto de 9 pilas, con el máximo de paquetes a colocar verticalmente uno sobre otro de 36. Esto genera la necesidad de contener 324 paquetes de ensayo.

Sin embargo no pueden ser siempre colocados libremente debido a restricciones de forma y obstáculos imposibilitan colocar los paquetes tipo A planificados por lo que se utilizan otros tipos de paquetes B y C.

Paquetes M de 500g, con dimensiones de lineales 25x100x200mm, se utilizan para los ensayos 6 al 11, para determinar los valores de temperatura en compartimentos y divisiones de puertas.

Sondas de temperatura de longitud 3m y rango de temperaturas de -18°C hasta 43°C, se utilizan para los ensayos 6 al 11, para medir las temperaturas.

Sistema de adquisición de datos por lo menos con treinta y tres entradas, para el registro de datos en períodos inferiores a 60s, se utilizan para los ensayos 6 al 11 en el registro y almacenamiento de los valores de temperaturas.

Medidores de distancias lineales, con 1 mm de precisión, en un rango de medición de 0 a 150mm y de 0 a 2000m.

Vatímetro con lectura mínima de 0,001 kWh y exactitud de 1%, se utiliza en el octavo ensayo para el registro de energía consumida por el aparato de refrigeración.

Dinamómetro digital, de rango superior a 70N, se utiliza para el tercer ensayo, debe abrir la puerta del refrigerador.

En la tabla 14 se puede observar la cantidad y especificación de cada uno de los instrumentos requeridos.

TABLA 8: RESUMEN DE INSTRUMENTOS REQUERIDOS A SELECCIONARSE.
FUENTE AUTORES

Instrumento	Cantidad	Especificación Técnica
Cilindro de cobre o latón.	9	Diámetro=15,2mm. Altura=15,2mm.
Pesas cilíndricas 1000g	121	Masa: 1000g Diámetro 80mm. Altura: 25,4mm. Material Acero.
Pesas cilíndricas de 500g	121	Masa: 500g Diámetro 80mm. Altura: 12,7mm. Material Acero.
Paquetes de ensayo	A: 324	Nombrados como A: (50x100x200)mm Masa:1kg
	B:20	Nombrados como B: (50x100x100)mm Masa:500g
	C:20	Nombrados como C: (50x50x100)mm Masa:250g
	D:2	Nombrados como D: (25x100x200)mm Masa:500g
Paquetes M	100	Masa 500g
		Dimensiones lineales: 25x100x200 mm
Sondas de temperatura	33	Longitud 2m.
		Rango de temperatura -18°C hasta 43°C.
Sistema de adquisición de datos	1	Por lo menos treinta y tres entradas. Registrar los datos en períodos inferiores a 60s.
Medidores de distancias lineales.	2	Rango de mediciones de 0 a 150mm. De 0 a 2000m.
Vatímetro	1	Lectura mínima de 0,001kW h y deben tener exactitud de +- 1%
Multímetro	1	Rango mayor a 120V, tolerancia con un 1%.
Estabilizador de voltaje	3	Uno de 110V, Uno de 115V, Uno de 120V.
Dinamómetro	1	Lectura digital, rango superior a 70N.
Ventosas	1	De nudillo.
Tira de papel	100	Ancho 50mm. Espesor 0,08mm. Largo superior a 50mm.

3) *Equipos e instrumentos que deben seleccionarse:* Para la realización de los ensayos se necesita temperaturas fijadas en valores de: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C; en cinco ensayos se requiere una temperatura ambiental dentro del rango de 16°C a 32°C y con una humedad relativa que no sobrepase del 75%; para las temperaturas fijas de 25°C y 32°C, la humedad relativa tiene que ser 50% y 75% respectivamente. Estos valores se utilizan en el ensayo de condensación de vapor.

C. Infraestructura del laboratorio

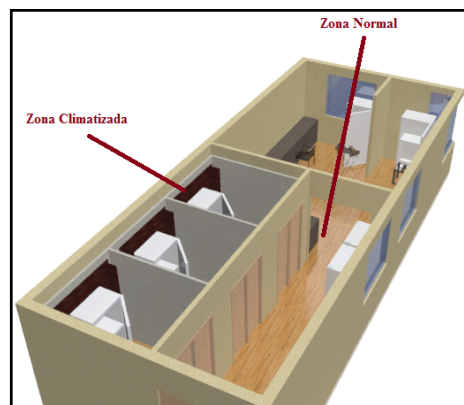


Fig. 1. Disposición de Zonas. Fuente Autores

Varios ensayos no especifican una temperatura fija de trabajo, por lo que se puede trabajar en un rango de 16°C a 32°C. Sin embargo seis de los once ensayos si requiere de una temperatura fija de trabajo que puede ser: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C por esta razón se ha establecido el diseño del laboratorio dividido en una zona climatizada y una no climatizada denominada como normal (ver figura 1 y 2).

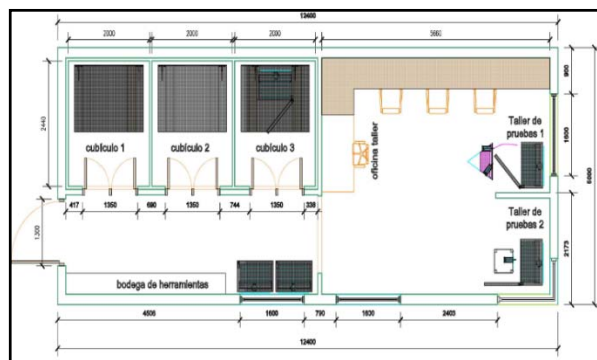


Fig. 2. Disposición de ambientes. Fuente Autores

La norma requiere de un sistema para abrir y cerrar la puerta principal y gavetas, considerando condiciones dimensionales se ha establecido el diseño como en la figura 3.



Fig. 3. Máquina de puertas y gavetas. Fuente Autores

IV. CONCLUSIONES

Existe una sola normativa reconocido por un organismo internacional de normalización referida a los ensayos en los artefactos de refrigeración, se trata del documento IEC 62552 que ha reemplazado al documento ISO 15502. Sin embargo a nivel internacional se manejan con fuerza otras tres normas:

en Estados Unidos AHAM HRF-1, en Japón JIS C 9607 y en Australia y Nueva Zelanda AS/NZS 4474.

En el ámbito nacional se encuentran dos normativas vigentes referidas a los ensayos en artefactos de refrigeración doméstica, la primera con su tercera revisión de 2011 con el número NTE INEN 2206 y la segunda, que es una traducción de IEC 62552 al castellano, con número NTE INEN IEC 62552. Ambas contienen una cantidad de diez ensayos.

La mitad de los ensayos a realizarse, bajo la normativa nacional, requieren de temperaturas ambientales de salas que se puedan fijar en 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°. También la mitad de ellos exigen ubicar el artefacto de refrigeración en una plataforma de madera construida de 5 placas pintadas a negro mate.

Fuera de las normativas estudiadas y analizadas, se encuentra el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE 035 del año 2009 que mantiene una estrecha relación con las normativas nacionales de ensayos a los artefactos de refrigeración, debido a que especifica los parámetros de determinación de la eficiencia energética para aparatos refrigeradores. Considerando dos variables que se obtienen de los ensayos en refrigeradores su volumen bruto y el consumo de energía.

Recientemente la norma internacional IEC 62552 ha sido modificada y ahora es un conjunto de tres partes, su parte final se concentra detalladamente en el consumo de energía y el volumen por la determinación de factores de eficiencia energética.

Las normativas nacionales que regulan las pruebas y ensayos en los artefactos de refrigeración describen un total de once procedimientos, se añade a estos la determinación de dimensiones lineales, áreas y volúmenes. Sin embargo en ninguna de las dos normativas vigentes se especifica una relación que defina el rango de Eficiencia Energética de los artefactos de refrigeración, pese a que su determinación relaciona el consumo de energía con el volumen neto del refrigerador.

En el anexo E de la normativa NTE INEN IEC 62552 se especifica las condiciones para que el aparato de refrigeración sea designado como apto. Los dos aparatos de refrigeración tienen que cumplir con las especificaciones, caso contrario se rechaza todo el lote.

Los ensayos de determinación de volúmenes, hermeticidad de puertas, durabilidad de bisagras, resistencia mecánica de los estantes y fuerza de apertura de la puerta necesitan una condición ambiental de 16°C a 32°C con una humedad relativa menor al 75%, por esa razón se dispone de un ambiente no climatizado para la realización de estos ensayos, en dos espacios definidos como talleres de pruebas.

Para los ensayos de temperaturas de almacenamiento, ensayo de condensación, capacidad de congelación, consumo de energía, aumento de temperatura y fabricación de hielo se necesitan condiciones ambientales de temperaturas fijas a: 10°C, 16°C, 25°C, 32°C, 38°C y 43°C, por lo que se necesita climatizar áreas.

El sistema de calefacción externo para conseguir la temperatura de 43°C es un sistema basado en el calentamiento del aire en base a una resistencia eléctrica, por la simplicidad relativa del dispositivo en comparación con otros.

Los ensayos requieren de instrumentos para la medición de temperatura y consumo de energía con incertidumbres

dadas, obligando a considerar la certificación de estos elementos en el proceso de selección.

Las mediciones de temperatura se realizan de manera diferente en los compartimentos del refrigerador, y se utilizan para los ensayos en los que se requiere un ambiente controlado. Para los compartimentos de alimentos frescos y de bodega es necesario colocar cilindros de cobre con una sonda en su centro geométrico, en tres puntos diferentes.

Para el compartimento de alimentos congelados y el compartimento de frío, se debe cargar el espacio libre, con paquetes de ensayo en una cantidad muy reducida de un compuesto que simula el calor específico de la carne magra, denominado paquete M. En estas pilas se los debe colocar con sondas de temperatura en su centro geométrico para que registrarán las temperaturas en el tiempo.

El ensayo de durabilidad de puertas y gavetas requiere de la elaboración de dos máquinas, cuyas proyecciones de diseño se abordan en el trabajo completo de diseño del laboratorio.

Reconocimiento

Nuestro especial agradecimiento a la Red CEDIA (Red Nacional de Investigación y Educación Ecuatoriana) y la Universidad Politécnica Salesiana, por el financiamiento y la cooperación para el desarrollo del proyecto de investigación CEPRA 2015.

Referencias

- [1] C. Carpio y M. Coviello, «Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio», Santiago de Chile, Text, abr. 2014.
- [2] AChEE, «Agencia Chilena de Eficiencia Energética», Agencia Chilena de Eficiencia Energética, mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.acee.cl/>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [3] EcuRed, «Ministerio de Energía y Minas», Ministerio de Energía y Minas, mar-2015. [En línea]. Disponible en: http://www.ecured.cu/index.php/Ministerio_de_Energia_y_Minis. [Accedido: 05-mar-2015].
- [4] CCEE, «Consejo Colombiano de Eficiencia Energética», mar-2015. [En línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/a/ccee-colombia.org/www/>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [5] MEER, «Dirección de Eficiencia Energética», Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.energia.gob.ec/direccion-de-eficiencia-energetica/>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [6] INER, «Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables», Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.iner.gob.ec>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [7] S. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, «Plan Nacional Para el Buen Vivir 2009-2013», Quito - Ecuador, 2009.
- [8] INEN, «Servicio Ecuatoriano de Normalización» Dirección Técnica de Metrología», Servicio Ecuatoriano de Normalización, mar-2015. [En línea].
- [9] ISO, «ISO 15502:2005 Household refrigerating appliances - Characteristics and test methods»,

- European journal of operational research, 2005. [En línea]. Disponible en: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=27428. [Accedido: 06-mar-2015].
- [9] IEC, «International Electrotechnical Commission», Webstore International Electrotechnical Commission, mar-2015. [En línea]. Disponible en: http://webstore.iec.ch/Webstore/webstore.nsf/Artnum_PK/38729. [Accedido: 05-mar-2015].
- [10] AHAM, «Refrigerators, Refrigerator-Freezers and Freezers (AHAM HRF-1-2008)», AHAM Association of home appliance manufacturers, mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.aham.org/ht/d/ProductDetails/sku/4048-110-140/from/714/pid/5132>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [11] JIS, «JIS C 9607 Household electric refrigerators, refrigerator-freezers and freezers», Comment reception public announcement to Industrial draft standards, mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.jisc.go.jp/app/pager?id=3262706>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [12] Energy Rating, «Foreword – AS/NZS 4474 Refrigerators and Freezers», The more stars the more savings!, mar-2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.energyrating.gov.au/for-industry/regulation-information-for-industry/product-standards/overview/asnzs4474/foreword/>. [Accedido: 05-mar-2015].
- [13] INEN, NTE INEN 2206: Artefactos de refrigeración domésticos con o sin escarcha. Refrigeradores con o sin compartimiento de baja temperatura. Requisitos e inspección. 2011, pp. 1-94.
- [14] INEN, NTE INEN - IEC 62552: APARATOS DOMÉSTICOS DE REFRIGERACIÓN - CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE ENSAYO (IEC 62552:2007, IDT). 2014.