

NORMA
HONDUREÑA

OHN
97001

Estufas mejoradas — Requisitos y métodos de ensayo para la clasificación y categorización

Clean cookstoves — Requirements and testing methods for the classification and categorization

Documento extendido a:
World Bank (CI-202001)

Primera edición publicada por el OHN en Tegucigalpa, Honduras, en 2017-05-18



Número de referencia
OHN 97001:2017

© OHN 2017

Documento extendido a:
World Bank (CI-202001)



DOCUMENTO PROTEGIDO POR DERECHOS DE AUTOR

© OHN 2017

Reservados los derechos de reproducción. Salvo prescripción diferente, no podrá reproducirse ni utilizarse ninguna parte de esta publicación bajo ninguna forma y por ningún medio, electrónico o mecánico, incluidos el fotocopiado, o la publicación en Internet o una Intranet, sin la autorización previa por escrito. La autorización puede solicitarse al OHN en la siguiente dirección:

Organismo Hondureño de Normalización (OHN)

Edificio del Sistema Nacional de la Calidad (SNC/SENACIT),
Centro Cívico Gubernamental, Bulevar Fuerzas Armadas,
Tegucigalpa, Honduras.

Código postal: 4458

Teléfono: + (504) 2228- 2171

Fax: + (504) 2230 1899

Correo electrónico: ohn@hondurascalidad.org

Sitio web: ohn.hondurascalidad.org

Índice

Prólogo	v
Introducción	vi
1 Objeto y campo de aplicación	1
2 Referencias normativas	1
3 Términos y definiciones	1
4 Símbolos y términos abreviados	5
5 Mediciones de los protocolos de seguridad basadas en el laboratorio	6
5.1 Generalidades.....	6
5.2 Parámetros de evaluación.....	6
5.2.1 Parámetro 1. Bordes y puntas afiladas.....	6
5.2.2 Parámetro 2. Vuelco de la estufa.....	6
5.2.3 Parámetro 3. Contención del combustible.....	7
5.2.4 Parámetro 4. Obstrucciones cerca de la superficie de cocción	7
5.2.5 Parámetro 5. Temperatura de la superficie de la estufa	7
5.2.6 Parámetro 6. Transmisión de calor alrededor de la estufa.....	7
5.2.7 Parámetro 7. Temperatura de componentes operacionales de la estufa ..	7
5.2.8 Parámetro 8. Protección de la chimenea.....	8
5.2.9 Parámetro 9. Llamas que rodean la olla	8
5.2.10 Parámetro 10. Llamas que salen de la cámara de combustión	8
5.3 Puntuación global para la condición de seguridad	8
5.4 Peso de plancha	8
6 Medición de las emisiones basadas en el laboratorio	9
6.1 Emisiones intradomiciliarias	9
6.1.1 Generalidades	9
6.1.2 Monóxido de carbono	9
6.1.3 Material particulado (PM _{2,5})	9
6.2 Emisiones totales capturadas	9
6.2.1 Generalidades	9
6.2.2 Monóxido de carbono (CO)	10
6.2.3 Material particulado (PM _{2,5})	10
7 Consumo energético y de leña	10
7.1 Consumo energético	10
7.2 Consumo de leña	10

Anexo A (Normativo) Protocolo de seguridad — Bordes y puntas afiladas	11
Anexo B (Normativo) Protocolo de seguridad — Vuelco de la estufa.....	12
Anexo C (Normativo) Protocolo de seguridad — Contención del combustible	14
Anexo D (Normativo) Protocolo de seguridad — Obstrucciones cerca de la superficie de cocción.....	16
Anexo E (Normativo) Protocolo de seguridad — Temperatura de la superficie de la estufa	17
Anexo F (Normativo) Protocolo de seguridad — Transmisión del calor alrededor de la estufa	19
Anexo G (Normativo) Protocolo de seguridad — Temperatura de componentes operacionales de la estufa.....	22
Anexo H (Normativo) Protocolo de seguridad — Protección de la chimenea	23
Anexo I (Normativo) Protocolo de seguridad — Llamas que rodean la olla	25
Anexo J (Normativo) Protocolo de seguridad — Llamas que salen de la cámara de combustión.....	24
Anexo K (Normativo) Puntuación global para la condición de seguridad	27
Anexo L (Normativo) Peso de la plancha.....	28
Anexo M (Normativo) Emisiones intradomiciliarias.....	29
Anexo N (Normativo) Emisiones totales capturadas	31
Anexo O (Normativo) Consumo energético.....	32
Anexo P (Normativo) Consumo de leña	33
Anexo Q (Informativo) Ensamblaje de las ollas Mylar para el ensayo de estufas de plancha.....	34
Anexo R (Normativo) Tabla resumen para el análisis del rendimiento de estufas en evaluación de la Prueba de Ebullición de Agua (WBT)	37
Bibliografía	38

Prólogo

El Organismo Hondureño de Normalización (OHN) es la organización nacional que brinda una plataforma de consenso para que los sectores académico, consumidor/usuario, privado, y público establezcan requisitos y directrices normativas en pro del desarrollo sostenible de la sociedad hondureña.

El OHN es el organismo miembro por Honduras en organizaciones regionales e internacionales de normalización.

El trabajo de preparación de las Normas Hondureñas y otros documentos normativos generalmente se realiza a través de los comités técnicos del OHN. En las Directivas OHN, Parte 1, se describen los procedimientos utilizados para desarrollar tales documentos y para su mantenimiento posterior. Este documento se redactó de acuerdo con las reglas editoriales de las Directivas OHN, Parte 2.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de este documento puedan estar sujetos a derechos de patente. El OHN no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La aplicación de este documento no exime el cumplimiento de las leyes, reglamentos y demás disposiciones legales que apliquen en Honduras.

Cualquier nombre comercial utilizado en este documento es información que se proporciona para comodidad del usuario y no constituye una recomendación.

El comité responsable de esta norma es el OHN/CEN-ISO/TC 285 (*Estufas limpias y soluciones de cocción limpia*) y en su desarrollo participaron las siguientes organizaciones:

- Agencia de Cooperación Internacional de Alemania (GIZ) / Proyecto EnDev Honduras
- Asociación Hondureña para el Desarrollo en Honduras (AHDESA)
- Envirofit de Honduras
- Escuela Agrícola Panamericana ZAMORANO / Centro de Evaluación de Estufas Mejoradas (CEEM)
- Fundación Vida / PROFOGONES
- Organismo Hondureño de Normalización (OHN)
- Proyecto Mirador
- Secretaría de Agricultura y Ganadería / Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA)
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) / Departamento de Ingeniería Mecánica

Introducción

La presente norma categoriza los modelos de las estufas conforme a su desempeño. Su propósito es proporcionar los parámetros y valores límite que indiquen el desempeño de estas tecnologías en comparación a una línea base que corresponde al fogón tradicional, operada bajo condiciones controladas.

Actualmente la fuente principal de energía para cocinar en Honduras es la biomasa sólida, siendo la leña el recurso más utilizado. La continua demanda de este recurso energético provoca impactos en la degradación del bosque y el medio ambiente. Así mismo se ha demostrado el impacto en la salud de los usuarios por exposición a emisiones intradomiciliares. Y finalmente, el uso de tecnologías ineficientes que demandan una mayor cantidad de leña, puede tener impactos en la economía del hogar y en la sostenibilidad del recurso, comprometiendo su disponibilidad para las futuras generaciones. Esta problemática puede ser mitigada mediante la introducción de tecnologías apropiadas, cuyos parámetros de desempeño y eficiencia puedan ser estandarizados, supliendo las necesidades de los usuarios en relación a la preparación de alimentos y tomando en consideración las costumbres culinarias del país, así como las problemáticas ambientales y de sostenibilidad previamente planteados.

Tomando en cuenta lo anterior, los protocolos de evaluación de este tipo de tecnologías proporcionan un conjunto de datos a partir de la estimación de concentraciones de monóxido de carbono (CO) y micro partículas (PM_{2,5}) en las emisiones capturadas a nivel intradomiciliar y extradomiciliar, así como el dióxido de carbono (CO₂) en las emisiones capturadas en la chimenea. Adicionalmente se evalúa el consumo de energía, el tiempo requerido en la ebullición de 5 L de agua bajo condiciones controladas, consumo de leña y condiciones de seguridad en el uso de los diferentes modelos mediante la implementación de protocolos reconocidos internacionalmente.

Para cada parámetro se establecen los límites aceptables conforme a los resultados obtenidos en los ensayos descritos en esta norma, que ubica a los modelos de estufas, de acuerdo a la siguiente categorización:

- a) estufa no mejorada;
- b) estufa mejorada categoría B; y
- c) estufa mejorada categoría A;

Estufas mejoradas — Requisitos y métodos de ensayo para la clasificación y categorización

1 Objeto y campo de aplicación

Esta Norma Hondureña especifica los métodos de ensayo para evaluar la estufa en (1) seguridad, (2) emisiones intradomiciliarias (3) emisiones totales capturadas, (4) consumo energético y (5) consumo de leña, que permitirá asignarle una clasificación y una categoría con el fin de identificar si la estufa cumple con los requisitos para ser considerada como un modelo mejorado.

Es aplicable a las estufas de plancha

- a) cuyo combustible es la leña; y
- b) modelos fijos y portátiles.

2 Referencias normativas

Los siguientes documentos referenciados, en parte o completos, son indispensables para la aplicación de esta norma. Para las referencias con fecha sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha, se aplica la última edición del documento indicado (incluyendo cualquier modificación).

Prueba de Ebullición de Agua 4.2.3. Emisiones y eficiencia de las estufas en un entorno controlado de laboratorio. Socios de la Alianza Mundial para Estufas Limpias.

3 Términos y definiciones

Para los fines de este documento, se aplican los siguientes términos y definiciones:

3.1

biomasa

biocombustible

material de origen biológico utilizado como combustible en las estufas o fogones, incluyendo pero no limitado a: madera, residuos agrícolas, estiércol, lignocelulosas procesadas (por ejemplo, carbón, briquetas y pellets)

3.2

capacidad máxima de leña conforme al diseño de la estufa

cantidad máxima de leña que garantice el desempeño y/o velocidad de combustión de la estufa en los diferentes protocolos

3.3

componentes operacionales

instrumentos requeridos para el funcionamiento normal de la estufa (por ejemplo, parrillas, manijas, asas, entre otros)

3.4

cámara de combustión

espacio dentro de la estufa donde se da el proceso de combustión o quema de la leña

3.5

cocina

espacio dentro o fuera de una vivienda donde se ubica la estufa para preparar los alimentos

3.6

consumo de combustible

masa (kg) de leña utilizada durante el proceso de combustión desde la ignición hasta un punto definido por el protocolo de ensayo

3.7

consumo energético

cantidad necesaria de energía para llevar y mantener cinco litros de agua en el punto de ebullición durante la *Prueba de Ebullición de Agua (WBT)* (3.26)

3.8

emisiones totales capturadas

gases y *material particulado* (3.19) emitidos por la estufa durante el proceso de evaluación a través de la chimenea o directamente por la estufa (en caso que no cuente con chimenea) y que son capturadas por un canal de dilución bajo condiciones controladas

3.9

emisiones intradomiciliarias

gases y *material particulado* (3.19) emitidos por la estufa durante el proceso de combustión y que no son evacuados por medio de una chimenea al exterior

3.10

estufa mejorada

estufa que ha demostrado superar una *línea base* (3.18) con respecto a los criterios principales que podrían incluir factores de: *emisiones totales capturadas* (3.8), *emisiones intradomiciliarias* (3.9), *consumo de combustible* (3.6), *consumo energético* (3.7), y/o *seguridad* (3.25). Una estufa mejorada no implica un mejor valor en términos de costo para el comprador, la conveniencia de la operación o la apariencia exterior, aunque estos atributos podrían añadirse como beneficios que acompañan los criterios principales

3.11

estufa fija

estufa que por su naturaleza es construida in situ utilizando materiales como: adobe, ladrillo, bloque, piedra, entre otros; y que por lo general no puede moverse una vez que ha sido instalada

3.12

estufa en frío

condición requerida por el protocolo de ensayo donde la estufa se encuentra a una temperatura máxima de 2 °C por encima de la temperatura ambiente

3.13

estufa portátil

estufa que puede ser transportada de un lugar a otro, sin necesidad de destruir el instrumento; generalmente fabricada pero no limitada a metal o concreto

3.14

energía útil entregada

energía transferida durante el proceso de cocción que incluye el calor sensible requerido para elevar la temperatura de los recipientes y su contenido, así como el calor latente de evaporación del agua

3.15

estufa tradicional

dispositivo conocido comúnmente como fogón tradicional que se emplea para la cocción de los alimentos que no necesariamente tiene los medios para ajustar la velocidad del calor suministrado en uno o más recipientes de cocina. Se caracteriza por contar con una amplia cámara de combustión sin aislamiento térmico que dificulta la correcta dotación de oxígeno durante la combustión de la leña, dando como resultado procesos ineficientes en el uso de energía, generación de emisiones totales e intradomiciliares

NOTA El fogón tradicional es construido con materiales locales, ha existido durante un largo período de tiempo en una región estableciéndose de generación a generación y tiene como principal combustible la leña y/o madera.

3.16

laboratorio

instalaciones que brindan las condiciones controladas para la realización de protocolos de ensayo e investigación

3.17

leña

biomasa (3.1) obtenida del árbol de pino, cortada en dimensiones homogéneas y específicas para uso como combustible en procesos de evaluación de estufas en laboratorio

3.18

línea base

mediciones y datos derivados de evaluaciones sistemáticas de estufas tradicionales realizadas en laboratorio utilizando *Pinus oocarpa* como combustible para el protocolo

3.19

material particulado

sólidos y líquidos de un tamaño suficientemente pequeño para ser suspendidos en el aire

3.20

medición gravimétrica

método analítico cuantitativo que determina la cantidad de una sustancia midiendo el peso de la misma

3.21

monóxido de carbono

gas tóxico formado durante la combustión incompleta de material carbonoso en condiciones de suministro inadecuado de oxígeno

3.22

plancha

elemento de la superficie de una estufa, por lo general una lámina de metal, en donde se produce la cocción de los alimentos

3.23

PM₁₀

material particulado (3.19) con un diámetro aerodinámico de las partículas menor o igual a 10 micras (10^{-6} m)

3.24

PM_{2.5}

material particulado (3.19) con un diámetro aerodinámico de las partículas menor o igual a 2,5 micras (10^{-6} m)

3.25

seguridad

propiedad de una estufa de ser operada en niveles mínimos de riesgo para el usuario

3.26

Prueba de Ebullición de Agua (WBT)

protocolo de laboratorio para estufas en el cual el agua contenida en uno o más recipientes es llevada al punto de ebullición durante un conjunto preestablecido de secuencias de encendido y apagado

3.27

velocidad de combustión

relación entre la cantidad (kg) de leña consumida y el tiempo en alcanzar el punto de ebullición 5 L de agua

4 Símbolos y términos abreviados

A	área
°C	grados Celsius
cm ²	centímetro cuadrado
CO	monóxido de carbono
CO ₂	dióxido de carbono
D	diámetro
g	gramo
g/MJd	gramo por megajoule entregado
IAP	Indoor Air Pollution
kg	kilogramo
kJ	kilojoule
LEMS	Laboratory Emissions Monitoring System
L	litro
m	metro
mg/MJd	miligramo por megajoule entregado
min	minuto
PM _{2.5}	material particulado tamaño de 2.5 micrómetros de diámetro
PM ₁₀	material particulado tamaño de 10 micrómetros de diámetro
ppm	partes por millón
R	radio de altura
SD	desviación estándar
T	temperatura
µg/m ³	microgramo por metro cúbico
WBT	Prueba de Ebullición de Agua

5 Mediciones de los protocolos de seguridad basadas en el laboratorio

5.1 Generalidades

El diseño de una estufa mejorada debe contemplar la seguridad del usuario y los habitantes del hogar cuando la misma está en operación para garantizar un menor riesgo de quemaduras o heridas. Para evaluar la seguridad se debe utilizar el Protocolo de Seguridad, que evalúa los siguientes parámetros: bordes y puntas afiladas, vuelco de la estufa (si es portátil), contención de combustible, obstrucciones cerca de la superficie de cocción, temperatura de la superficie, transmisión del calor alrededor de la estufa, temperatura de componentes operacionales de la estufa, protección de la chimenea, llamas que rodean la olla y llamas que salen de la cámara de combustión.

A cada parámetro se le da una puntuación de 1 a 4, siendo 1 de menor puntuación y 4 de mayor puntuación. Estos resultados a su vez son ajustados por un factor múltiplo por cada parámetro. Esto es a que cada parámetro tiene diferente grado de riesgo y al multiplicarse se obtienen valores más precisos sobre la categoría de seguridad. Luego de evaluar cada parámetro de manera individual se obtiene una puntuación global que categoriza a la estufa como: Excelente, Bueno, Regular o Malo.

La toma de datos derivada de los procedimientos descritos en los Anexos [E](#), [F](#) y [G](#) se realiza en forma simultánea.

5.2 Parámetros de evaluación

5.2.1 Parámetro 1. Bordes y puntas afiladas

Los bordes y puntas afiladas en una estufa pueden causar daños al usuario u ocasionar que la ropa se atasque, provocando un posible vuelco de la estufa que pone en riesgo la seguridad del operador. Por consiguiente, las superficies exteriores de una estufa no deberían presentar riesgo de romper cualquier prenda de vestir o herir al usuario durante el funcionamiento normal.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo A](#).

5.2.2 Parámetro 2. Vuelco de la estufa

Una estufa debería ser estable para mantenerse en una posición vertical durante su funcionamiento. De lo contrario, los alimentos o contenidos en los recipientes que están calientes o hirviendo pueden derramarse sobre las personas o materiales circundantes.

Este parámetro aplica a las estufas portátiles, sean estas con patas metálicas, bases de cemento o cualquier otro material que permita su movilización (la estufa fija recibe la máxima puntuación porque no corre el riesgo de vuelco).

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo B](#).

5.2.3 Parámetro 3. Contención del combustible

Cuando la estufa está en operación, la leña dentro de la cámara de combustión no debería ser expulsada de la misma, ya que podría ocasionar quemaduras o daños a los materiales alrededor de la estufa.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo C](#).

5.2.4 Parámetro 4. Obstrucciones cerca de la superficie de cocción

Las obstrucciones en la superficie de cocción podrían ocasionar el derramamiento de líquidos o alimentos, presentando un riesgo para el usuario o personas cercanas a la estufa. Generalmente estas obstrucciones incluyen asas perpendiculares a la plancha que se utilizan para quitar la misma durante su mantenimiento y limpieza.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo D](#).

5.2.5 Parámetro 5. Temperatura de la superficie de la estufa

La estufa en operación no debería presentar un riesgo de quemadura si el usuario o una persona tienen contacto con esta por un período corto (considerado el tiempo que tarda el cuerpo en reaccionar después de entrar en contacto con algo caliente). La valoración del riesgo a quemadura varía según el punto de altura, ya que se tiene un valor predeterminado que considera la altura de niños y adultos que puedan entrar en contacto con la estufa encendida.

En este parámetro, se cuantifican las temperaturas de la superficie de la estufa para identificar el peligro de quemadura en dos mediciones: una desde el nivel del suelo hasta una altura de 0,9 m y otra de 0,9 m a 1,5 m. La altura superior a 1,5 m no se incluye por considerarse una zona fuera de contacto accidental.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo E](#).

5.2.6 Parámetro 6. Transmisión de calor alrededor de la estufa

La transmisión de calor a los alrededores de la estufa no debería ocasionar temperaturas elevadas que ocasionen un riesgo al usuario o personas del hogar.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo F](#).

5.2.7 Parámetro 7. Temperatura de componentes operacionales de la estufa

La temperatura de los componentes operacionales durante el uso de la estufa no debería ser un riesgo de quemadura para el usuario. Los componentes operacionales podrían ser pero no se limitan a: puertas de la cámara de combustión, manijas y asas. Las estufas que no requieren del uso de componentes para su funcionamiento normal, reciben la máxima puntuación.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo G](#).

5.2.8 Parámetro 8. Protección de la chimenea

La chimenea tiende a alcanzar altas temperaturas durante el funcionamiento de la estufa debido al paso de gases calientes que provienen de la cámara de combustión.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo H](#).

5.2.9 Parámetro 9. Llamas que rodean la olla

Las llamas que rodean la olla no deberían entrar en contacto con las manos o ropa del usuario, ya que pueden ocasionar quemaduras severas. Las estufas que cubren completamente las llamas (como las estufas con plancha) reciben la máxima calificación porque el riesgo que salgan es mínimo.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo I](#).

5.2.10 Parámetro 10. Llamas que salen de la cámara de combustión

Las llamas o el combustible no deberían sobresalir de cualquier área de carga de combustible (como la cámara de combustión). Si las llamas salen de la cámara, pueden entrar en contacto fácilmente con la ropa y quemar a los niños o adultos que se encuentren cerca de la estufa.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo I](#).

5.3 Puntuación global para la condición de seguridad

Para obtener la clasificación global de seguridad, la puntuación de cada uno de los 10 parámetros se multiplica por un factor de ponderación y luego se suman para una puntuación total. La puntuación total será entre 25 y 100, véase [Anexo K](#). La clasificación global coloca a la estufa dentro de una de las siguientes categorías: Excelente, Bueno, Regular o Malo. Para considerar una estufa como mejorada en términos de seguridad, debería cumplir con una puntuación mínima de 84 puntos, equivalente a Bueno.

5.4 Peso de plancha

El peso de la plancha no se incluye en la puntuación global de seguridad, por lo que su categoría es individual. Generalmente el usuario retira la plancha del cuerpo de la estufa para darle mantenimiento, siendo el peso un factor importante a considerar ya que puede ocasionar lesiones por su difícil manipulación.

Para esta norma se establece un valor de 15 kg como peso máximo adecuado.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo L](#).

6 Medición de las emisiones basadas en el laboratorio

6.1 Emisiones intradomiciliarias

6.1.1 Generalidades

Los parámetros utilizados para estimar la concentración de emisiones producidas por el uso de la estufa son el monóxido de carbono (CO) en unidades de ppm y el material particulado (PM_{2.5}) en unidades de µg/m³. Se utiliza como valor de referencia las emisiones de la estufa tradicional para comparar el desempeño de la estufa en evaluación con este.

6.1.2 Monóxido de carbono

Durante su uso cotidiano una estufa mejorada no debería generar altas concentraciones de CO intradomiciliar.

El estándar establecido del fogón tradicional para CO intradomiciliar es 3,22 ppm. Este valor se utiliza como referencia para el cálculo de los porcentajes de reducción del modelo de estufa evaluada.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo M](#).

6.1.3 Material particulado (PM_{2.5})

El equipo mide la concentración de material particulado inferior o igual a 2,5 µm (PM_{2.5}).

La concentración establecida de PM_{2.5} para la estufa tradicional es de 85,21 µg/m³. Este valor se utiliza como referencia para el cálculo de los porcentajes de reducción comparado con la estufa en evaluación.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo M](#).

6.2 Emisiones totales capturadas

6.2.1 Generalidades

Las emisiones totales capturadas son conducidas por un canal de dilución bajo condiciones controladas desde la chimenea o directamente de la estufa. Se utiliza el sistema de monitoreo de emisiones a nivel de laboratorio (Laboratory Emissions Monitoring System-LEMS) durante la Prueba de Ebullición de Agua (WBT) para estimar la concentración de monóxido de carbono (en g/MJd), y material particulado (PM_{2.5} en mg/MJd.).

Para la realización del protocolo de Prueba de Ebullición de Agua (WBT) se utiliza la olla Mylar. Para la construcción de la olla Mylar, Véase [Anexo Q](#).

6.2.2 Monóxido de carbono (CO)

El estándar establecido del fogón tradicional para CO total capturado es de 13,47 g/MJd, valor que se utiliza como referencia para el cálculo de los porcentajes relativos de reducción del modelo de estufa evaluado.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo N.](#)

6.2.3 Material particulado (PM_{2.5})

El estándar establecido del fogón tradicional para PM_{2.5} producido directamente por la estufa será de 2 646,08 mg/MJd, valor que se utilizará como referencia para el cálculo de los porcentajes relativos de reducción del modelo de estufa evaluado.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo N.](#)

7 Consumo energético y de leña

7.1 Consumo energético

7.1.1 Generalidades

Este parámetro indica la energía (expresada en kJ) que se utiliza para llevar los 5 L de agua en la olla o recipiente en la estufa mejorada al punto de ebullición durante la Prueba de Ebullición de Agua (WBT), adaptado a estufas de plancha.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo O.](#)

7.2 Consumo de leña

7.2.1 Generalidades

El consumo de leña es estimado durante la Prueba de Ebullición de Agua (WBT), en la cual se mantiene un control sobre el uso del combustible a lo largo de la evaluación.

Para la determinación del valor de este parámetro, véase [Anexo P.](#)

Anexo A (normativo)

Protocolo de seguridad — Bordes y puntas afiladas

A.1 Materiales

Tela/franela

A.2 Procedimiento

- a) Se pasa la franela por toda la parte exterior de la estufa para encontrar zonas en las que quede atascada o no pase libremente.
- b) Se anota el número de veces que la franela se atoró y se categoriza según la [Tabla A.1](#). Se debe tener cuidado de no contabilizar dos veces la misma obstrucción.
- c) La puntuación de este parámetro se coloca en el espacio correspondiente en la [Tabla K.1](#).

Tabla A.1 — Puntuación para bordes y puntas afiladas

Nº de veces que se atasca la franela	Clasificación	Puntuación
4 o más	Malo	1
3	Regular	2
1 o 2	Bueno	3
Ninguno	Excelente	4

Anexo B (normativo)

Protocolo de seguridad — Vuelco de la estufa

B.1 Materiales

- a) Combustible
- b) Regla/cinta métrica

B.2 Procedimiento

- a) Se coloca la estufa en una superficie plana y se coloca el combustible en la cámara de combustión sin encenderlo.
- b) Todos los utensilios que incluye la estufa permanecen en la posición normal durante este procedimiento.
- c) Con la estufa estable y en posición vertical, se mide la altura del punto más alto (en cm) del lado que se inclinará primero y se coloca este valor en el espacio de altura inicial en el formulario correspondiente.
- d) Se inclina suavemente la estufa hacia el lado elegido (en el cual se midió la altura) y se anota la altura en la cual la estufa puede regresar a su posición normal ([Figura B.1](#)). Cada altura que se mide es registrada en la [Tabla B.1](#) según corresponde.
- e) Se mantiene la estufa en esa posición para medir la altura de este punto y se coloca el valor en altura de inclinación.
- f) Se repite el procedimiento para cada lado de la estufa (si es redonda también se realiza el procedimiento cuatro veces).
- g) El valor R (proporción) se obtiene mediante la fórmula: $R = h/H$. Al tener la tabla completa se promedia el valor R.
- h) Se utiliza la [Tabla B.2](#) para conocer la puntuación de la estufa en este parámetro y el valor resultante se anota en la [Tabla K.1](#), en el espacio correspondiente.

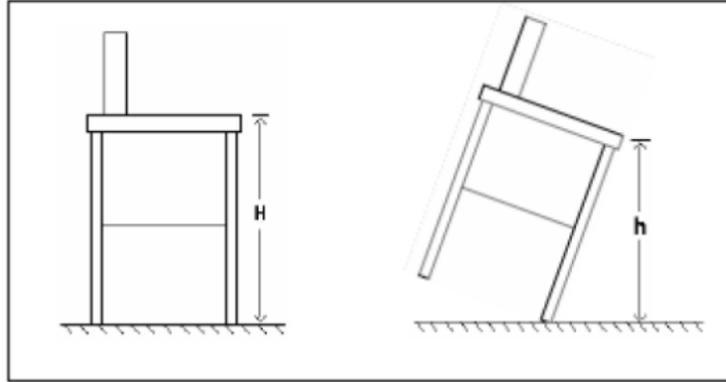


Figura B.1 — Diagrama de medición de la altura para el vuelco de la estufa

La figura B.1 representa la altura inicial (H) la cual es medida previo al vuelco, y la altura de inclinación (h) que se mide al inclinar la estufa.

Tabla B.1 — Datos para vuelco de la estufa

N° de lado de estufa	Altura previo al vuelco (H)	Altura al inclinar la estufa (h)	Relación entre la altura inicial y altura de inclinación (R)

Tabla B.2 — Puntuación para vuelco de la estufa

Relación entre altura inicial y altura inclinada (R)	Clasificación	Puntuación
$R \geq 0,978$	Malo	1
$0,961 \leq R < 0,978$	Regular	2
$0,940 \leq R < 0,961$	Bueno	3
$R < 0,940$	Excelente	4

Anexo C (normativo)

Protocolo de seguridad — Contención del combustible

C.1 Materiales

- a) Combustible
- b) Olla
- c) Regla/cinta métrica
- d) Calculadora (opcional)

C.2 Procedimiento

- a) La estufa debe contener combustible, sin encenderse, y debe estar ubicada en una superficie plana.
 - b) Se coloca una olla (la que normalmente se utiliza con este modelo) en el área designada.
 - c) Se inspecciona visualmente para encontrar áreas expuestas en las que el fuego podría verse (generalmente a los lados de la olla o en la cámara de combustión).
 - d) Se calcula el área de los espacios disponibles, apoyándose en las siguientes fórmulas, según su forma:
 - Para un rectángulo: Área = largo x ancho
 - Para un círculo: Área = $(\pi D^2)/4$; donde $\pi = 3.1416$
- a) Cada medición se registra en la [Tabla C.1](#) y al finalizar se suman todas las áreas.
 - b) Se asigna la medición (A) dentro del rango indicado en la [Tabla C.2](#) para obtener la puntuación, el cual es anotada posteriormente en la [Tabla K.1](#) en el espacio correspondiente.

Tabla C.1 — Datos para contención de combustible

N° Área expuesta	Dimensiones (cm)	Área expuesta (A) cm ²
Total de área expuesta		

Tabla C.2 — Puntuación para contención de combustible

Área expuesta (A) en cm ²	Clasificación	Puntuación
$A \geq 250$	Malo	1
$150 \leq A < 250$	Regular	2
$50 \leq A < 150$	Bueno	3
$A < 50$	Excelente	4

Documento extendido a:
World Bank (CI-202001)

Anexo D (normativo)

Protocolo de seguridad — Obstrucciones cerca de la superficie de cocción

D.1 Materiales

Regla o cinta métrica

D.2 Procedimiento

- a) Se mide la altura de la estufa desde el suelo hasta la superficie de la plancha en cm y se anota en la [Tabla D.1](#) en el espacio correspondiente.
- b) Se mide la altura desde el suelo hasta la parte superior de cada obstrucción o implemento/objeto que sobresale de la superficie de cocción. Las obstrucciones incluyen pero no se limitan a las manijas perpendiculares a la estufa.
- c) Se obtiene el valor de cada altura (D) en la [Tabla D.1](#) El valor más alto se utiliza para darle la puntuación de la [Tabla D.2](#).
- d) La puntuación se anota en la [Tabla K.1](#) en el espacio correspondiente al parámetro.

Tabla D.1 — Datos para obstrucciones de la superficie de cocción

N° de obstrucciones	Altura de superficie de cocción (cm)	Altura (cm): Obstrucciones	Diferencia (D) (cm)

Tabla D.2 — Puntuación para obstrucciones cerca de la superficie de cocción

Diferencia (D) (cm)	Clasificación	Puntuación
$D \geq 4$	Malo	1
$2,5 \leq D < 4$	Regular	2
$1 \leq D < 2,5$	Bueno	3
$D < 1$	Excelente	4

Anexo E

(normativo)

Protocolo de seguridad — Temperatura de la superficie de la estufa

E.1 Materiales

- a) Regla o cinta métrica
- b) Tiza o cualquier otro marcador que mantenga el trazo bajo condiciones de alta temperatura
- c) Termómetro infrarrojo
- d) Termómetro digital para registro de temperatura ambiental

E.2 Procedimiento

- a) Se dibuja una cuadrícula en las superficies externas de la estufa con las dimensiones de 8 cm x 8 cm. Se traza una línea de mayor grosor a una altura de 0,9 m para diferenciar la altura infantil y una a 1,5 m como límite superior.
- b) Se marca un número consecutivo en cada cuadro para obtener los puntos de referencia de las temperaturas a tomar.
- c) Se registra la temperatura ambiente con un termómetro digital, la cual se tomará como referencia para la temperatura inicial de la estufa y se utilizará como comparación al finalizar la prueba.
- d) Se mantiene la estufa encendida por 30 min.
- e) Se registra la temperatura de cada cuadro en la [Tabla E.1](#) según su número de referencia, su ubicación (ya sea inferior o superior a 0,9 m y si el material es de metal o no).
- f) Se identifica la temperatura máxima entre todos los datos registrados y se resta la temperatura ambiente de este valor. El resultado obtenido (T) se utiliza para obtener la clasificación según la [Tabla E.2](#).
- g) Se anota la puntuación en la [Tabla K.1](#) en el espacio correspondiente al parámetro.

Tabla E.1 — Datos para temperatura de la superficie de la estufa

Temperatura (°C): Del nivel del suelo a 0,9 m			Temperatura (°C): Altura entre 0,9 m a 1,5 m		
N° punto	Metálico	No metálico	N° punto	Metálico	No metálico
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
n			n		

Tabla E.2 — Puntuación para temperatura de la superficie de la estufa

Diferencia de temperatura (°C) entre el ambiente y el valor máximo registrado				Clasificación	Puntuación
< 0,9 m		≥ 0,9 m			
Metal	No Metal	Metal	No Metal		
$T \geq 50$	$T \geq 58$	$T \geq 66$	$T \geq 74$	Malo	1
$44 \leq T < 50$	$52 \leq T < 58$	$60 \leq T < 66$	$68 \leq T < 74$	Regular	2
$38 \leq T < 44$	$46 \leq T < 52$	$54 \leq T < 60$	$62 \leq T < 68$	Bueno	3
$T < 38$	$T < 46$	$T < 54$	$T < 62$	Excelente	4

Anexo F (normativo)

Protocolo de seguridad — Transmisión del calor alrededor de la estufa

F.1 Materiales

- a) Regla o cinta métrica
- b) Tiza o cualquier otro marcador que mantenga el trazo bajo condiciones de altas temperaturas
- c) Termómetro infrarrojo

F.2 Procedimiento

- a) Se coloca la estufa en una superficie plana, a 10 cm de distancia de la pared de ambos lados (lateral y posterior).
- b) Si la cámara de combustión se encuentra a 10 cm de distancia del suelo, se dibuja una cuadrícula de 8 cm x 8 cm en el suelo. Esta cuadrícula abarca la totalidad del área proyectada de la silueta de la estufa sobre esta superficie más dos filas adicionales en cada extremo.
- c) Para las estufas portátiles se dibuja una cuadrícula de 8 cm x 8 cm en la pared lateral y posterior que abarque la totalidad del área proyectada de la silueta del cuerpo más dos filas adicionales sobre el contorno. Para las estufas fijas solamente se dibujan las dos filas adicionales de cuadros en cada extremo
- d) Se enumera cada cuadro en forma consecutiva para proporcionar una identificación única durante la toma de datos.
- e) Se registra la temperatura inicial de la pared y el suelo (si aplica) previo al encendido de la estufa.
- f) Se enciende la estufa y permanece en operación por 30 min previo a la toma de datos de temperaturas en las cuadrículas.
- g) Se dirige el termómetro infrarrojo, en forma perpendicular al punto central de cada cuadro, registrando las lecturas en la [Tabla F.1](#), conforme a la enumeración asignada a la cuadrícula.

NOTA Para facilitar la medición de la temperatura en la cuadrícula dentro de la silueta, se puede retirar la estufa por menos de 1 min de su posición de evaluación. Si no se finaliza el registro de datos en 1 min, se coloca nuevamente la estufa en su posición inicial de evaluación y se espera 5 min para que vuelva a calentar la pared y el suelo, completando el registro de datos.

- h) Se identifican las temperaturas máximas alcanzadas sobre el piso y pared, substrayendo a este valor la temperatura inicial, para obtener el incremento de esta variable y asignar la puntuación de los rangos establecidos en la [Tabla F.2](#).
- i) La puntuación se anota en el espacio correspondiente al parámetro en la [Tabla K.1](#).

Tabla F.1 — Datos para la transmisión del calor alrededor de la estufa

Número	Piso	Pared	Diferencia entre temperatura máxima e inicial
1			
2			
3			
4			
5			
n			

Tabla F.2 — Puntuación para la transmisión del calor alrededor de la estufa

Diferencia entre temperatura máxima e inicial (T)		Clasificación	Puntuación
Piso	Pared		
$T \geq 65$	$T \geq 80$	Malo	1
$55 \leq T < 65$	$70 \leq T < 80$	Regular	2
$45 \leq T < 55$	$60 \leq T < 70$	Bueno	3
$T < 45$	$T < 60$	Excelente	4

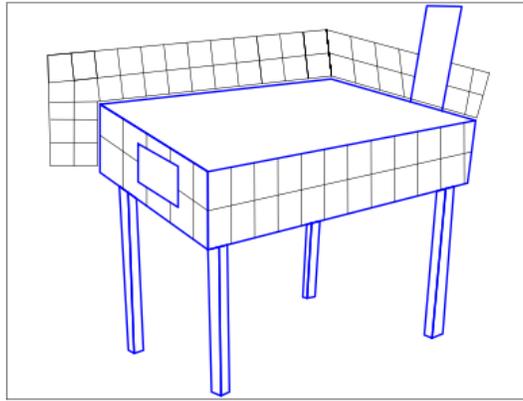


Figura F.1 Diagrama de Temperatura de la superficie y transmisión de calor de la estufa

La figura F.1 representa la cuadrícula utilizada para medir la temperatura del cuerpo de la estufa y la transmisión del calor hacia alrededores (pared).

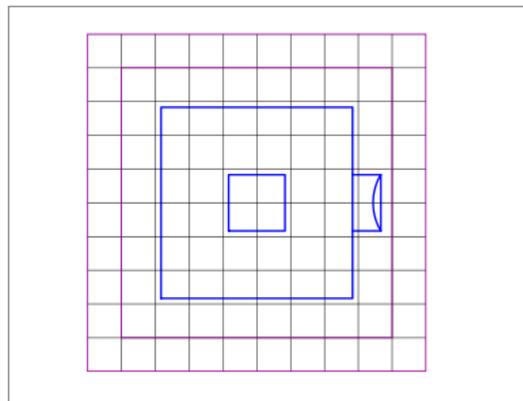


Figura F.2 Transmisión de calor de la estufa en el suelo (vista superior)

La figura F.2 representa la cuadrícula utilizada para medir la transmisión del calor de la estufa en el suelo.

Anexo G (normativo)

Protocolo de seguridad — Temperatura de componentes operacionales de la estufa

G.1 Materiales

Termómetro infrarrojo

G.2 Procedimiento

- a) Previo al encendido de la estufa, se registra la temperatura inicial de los componentes operacionales utilizando un termómetro infrarrojo.
- b) Se enciende la estufa manteniendo su operación por 30 min, luego con un termómetro infrarrojo se toma la temperatura de los componentes y se registra en la [Tabla G.1](#).
- c) Se utiliza el valor máximo de temperatura para la puntuación, considerando el tipo de material. Se resta este valor la temperatura inicial y el resultado se utiliza para identificar la puntuación de acuerdo a la [Tabla G.2](#).
- d) Se anota la puntuación en el espacio correspondiente al parámetro en la [Tabla K.1](#).

Tabla G.1 — Temperatura de componentes operacionales de la estufa

Componente	Temperatura del componente

Tabla G.2 — Puntuación para temperatura de componentes operacionales de la estufa

Diferencia entre temperatura máxima e inicial (T) en °C		Clasificación	Puntuación
Metálico	No Metálico		
$T \geq 32$	$T \geq 44$	Malo	1
$26 \leq T < 32$	$38 \leq T < 44$	Regular	2
$20 \leq T < 26$	$32 \leq T < 38$	Bueno	3
$T < 20$	$T < 32$	Excelente	4

Anexo H (normativo)

Protocolo de seguridad — Protección de la chimenea

H.1 Materiales

Regla o cinta métrica

H.2 Procedimiento

Consideraciones para evaluar este parámetro

- a) Si la chimenea no tiene protección, se asigna la puntuación de 1 y se registra en la [Tabla K.1](#) en el espacio correspondiente.
- b) Si la chimenea tiene protector de rejilla:
 1. Se mide la altura del mismo desde el suelo; si es inferior a 1,5 m, se realiza una cuadrícula de 8 cm x 8 cm en la chimenea a partir del límite superior de la rejilla hasta la altura de 1,5 m. Se aplica la prueba del [Anexo E](#). Temperatura de la superficie de la estufa en la cuadrícula de la chimenea.
 2. Se mide el área de uno de los espacios del protector si son del mismo tamaño. Si el tamaño de los espacios es diferente, se mide el más grande.
 3. Se anotan las dimensiones y el área en la [Tabla H.1](#).
 4. Se identifica la puntuación de la estufa en este parámetro utilizando la [Tabla H.2](#).
 5. Se anota la puntuación en el espacio correspondiente al parámetro en la [Tabla K.1](#).

NOTA Si la altura del protector es inferior a 1,5 m desde el nivel del suelo, se da prioridad al parámetro de temperatura, por lo que su clasificación será en base a la temperatura y no al tamaño de los espacios de la rejilla.

- c) Si la chimenea tiene un protector diferente a una rejilla:
 1. Se aplica la prueba del [Anexo E](#). Temperatura de la superficie de la estufa, para la cual se debe realizar la cuadrícula en la chimenea con un límite superior de 1,5 m desde el suelo.
 2. Se anota las temperaturas de los cuadros en la [Tabla H.3](#).
 3. Se identifica la temperatura máxima y a esta se le resta la temperatura ambiente para categorizarla según la [Tabla H.4](#).
 4. Se anota la puntuación en el espacio correspondiente al parámetro en la [Tabla K.1](#).

Tabla H.1 — Datos del protector de rejilla de la chimenea

Dimensiones del espacio	Área del agujero (A) (cm ²)

Tabla H.2 — Puntuación para protección de rejilla de la chimenea

Área del agujero (A) (cm ²)	Clasificación	Puntuación
$A \geq 300$	Malo	1
$100 \leq A < 300$	Regular	2
$10 \leq A < 100$	Bueno	3
$A < 10$	Excelente	4

Tabla H.3 — Datos para temperatura de otro tipo de protector de chimenea (diferente a rejilla)

Temperatura (°C): (menor a 0,9 m)			Temperatura (°C): (de 0,9 m a 1,5 m)		
N° punto	Metálico	No metálico	N° punto	Metálico	No metálico
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
n			n		

Tabla H.4 — Puntuación para temperatura de otro tipo de protector de chimenea (diferente a rejilla)

Diferencia de temperatura (°C) entre el ambiente y el valor máximo registrado				Clasificación	Puntuación
< 0,9 m		≥ 0,9 m			
Metal	No Metal	Metal	No Metal		
$T \geq 50$	$T \geq 58$	$T \geq 66$	$T \geq 74$	Malo	1
$44 \leq T < 50$	$52 \leq T < 58$	$60 \leq T < 66$	$68 \leq T < 74$	Regular	2
$38 \leq T < 44$	$46 \leq T < 52$	$54 \leq T < 60$	$62 \leq T < 68$	Bueno	3
$T < 38$	$T < 46$	$T < 54$	$T < 62$	Excelente	4

Anexo I (normativo)

Protocolo de seguridad — Llamas que rodean la olla

I.1 Materiales

- a) Olla
- b) Leña

I.2 Procedimiento

Consideraciones:

- a) Si la estufa tiene plancha de una sola pieza, se asigna la puntuación 4 y se registra en la [Tabla K.1](#).
- b) Si la estufa tiene una sección de plancha y una de discos removibles, se evalúa y se clasifica según de la siguiente manera:
 1. Se mantiene la estufa encendida por 30 min, y se toma como referente la capacidad máxima para consumo de leña según el diseño de la estufa.
 2. Se coloca la olla en la posición de cocción.
 3. Se observan las llamas que rodean la olla y se identifica la puntuación según la [Tabla I.1](#)
 4. La puntuación se anota en el espacio correspondiente al parámetro en la [Tabla K.1](#).

Tabla I.1 — Puntuación para llamas que rodean la olla

Cantidad de llamas que rodean la olla	Clasificación	Puntuación
Olla entera y agarraderas	Malo	1
Mayor parte de la olla, las agarraderas no	Regular	2
Menos de 4 cm por los lados	Bueno	3
Ninguna	Excelente	4

Anexo J (normativo)

Protocolo de seguridad — Llamas que salen de la cámara de combustión

J.1 Materiales

Leña

J.2 Procedimiento

- a) Se mantiene la estufa encendida por lo menos 30 min
- b) Se inspecciona si sobresalen llamas de la cámara de combustión y se le asigna una puntuación según indica la [Tabla J.1.](#)
- c) La puntuación se anota en el espacio correspondiente al parámetro en la [Tabla K.1.](#)

Tabla J.1 — Puntuación para llamas que salen de la cámara de combustión

Cámara de combustión	Clasificación	Puntuación
Sí salen llamas	Malo	1
No salen llamas	Excelente	4

Anexo K (normativo)

Puntuación global para la condición de seguridad

Luego de completar la columna “puntuación obtenida” para cada parámetro, el resultado se multiplica por el valor asignado a cada uno en la columna de “múltiplo” y la respuesta se coloca en la columna “total”.

La suma del total se utiliza para categorizar la estufa, utilizando los valores de la [Tabla K.2](#).

Tabla K.1 — Puntuación global para la condición de seguridad

N°	Parámetro	Puntuación obtenida	Múltiplo	Total
1	Bordes y puntas afiladas		1,5	
2	Vuelco de la estufa		3	
3	Contención del combustible		2,5	
4	Obstrucciones cerca de la superficie de cocción		2	
5	Temperatura de la superficie de la estufa		2	
6	Transmisión de calor alrededor de la estufa		2,5	
7	Temperatura de componentes operacionales de la estufa		2	
8	Protección de la chimenea		2,5	
9	Llamas que rodean la olla		3	
10	Llamas que salen de la cámara de combustión		4	
	Total evaluación			

NOTA Si la suma tiene decimales mayor o igual a 0,5 se asigna el siguiente número superior para su clasificación global en la [Tabla K.2](#).

Tabla K.2 — Categorización de la estufa en seguridad

Puntuación final	Clasificación
$93 \leq \text{SUMA} \leq 100$	Excelente
$84 \leq \text{SUMA} \leq 92$	Bueno
$76 \leq \text{SUMA} \leq 83$	Regular
$25 \leq \text{SUMA} \leq 75$	Malo

Anexo L (normativo)

Peso de la plancha

L.1 Materiales

Balanza, sensibilidad: 0,002 kg, capacidad: 15 kg

L.2 Procedimiento

- a) Se retira cuidadosamente la plancha de la estufa y se coloca en la balanza para determinar el peso. Posteriormente se categoriza la plancha según el resultado, utilizando la [Tabla L.1.](#)
- b) Se coloca nuevamente la plancha en su ubicación.

NOTA Este parámetro solamente considera el peso en función a la seguridad del usuario en la manipulación de la plancha; no evalúa aspectos de calidad del material.

Tabla L.1 — Categorización del peso de la plancha

Rangos de peso (kg)	Categorización
$P \leq 15$	Aceptable
$P > 15$	No aceptable

Anexo M (normativo)

Emisiones intradomiciliare

M.1 Materiales

- a) Equipo de medición de emisiones intradomiciliare de monóxido de carbono y material particulado (PM_{2,5}).

NOTA El *Indoor Air Pollution* (IAP) Meter cumple con los requerimientos técnicos para el desarrollo de este procedimiento. Cada dispositivo cuenta con un manual de uso en el cual se especifica el procedimiento de medición. En esta norma se aplica el procedimiento siguiendo las indicaciones del IAP Meter.

- b) Termómetro digital de $\pm 0,1$ °C de precisión.
- c) Balanza electrónica digital de 1 g de resolución y 15 kg de capacidad.
- d) Medidor de humedad de 6-40%.
- e) Ollas de mylar de capacidad mayor a 5 L de agua, y que correspondan al 60% del área total de la plancha de la estufa a evaluar.
- f) Leña de pino (*Pinus oocarpa*) con una dimensión de 40 cm x 2,5 cm x 1,5 cm y una humedad máxima de 12%, conformando un lote de 5 kg de peso.

M.2 Condiciones de laboratorio

- a) Ambiente controlado que evite entradas de aire que podrían interferir el proceso de evaluación.
- b) El espacio en el que se realiza la medición debe tener una dimensión mínima de 1,10 m x 1,30 m x 2,90 m, para albergar la estufa junto con la chimenea.
- c) Temperatura ambiente entre 20°C y 30°C.

M.3 Procedimiento

- a) Se realiza un mínimo de tres repeticiones en cada estufa, asegurándose que se encuentra en frío previo al inicio de cada repetición.
- b) Se coloca el IAP Meter en la pared de la campana del LEMS, a un lado del cuerpo de la estufa, que no sea frente a la cámara de combustión ni en la parte posterior (preferiblemente a los lados para simular la posición del usuario), a una distancia de 1,3 m del nivel del suelo.
- c) Se configura el dispositivo en la frecuencia de toma de datos.

- d) Se inicia el proceso de medición para que el dispositivo tome lecturas 15 min previo al encendido de la estufa.
- e) Se enciende la estufa y se realiza la Prueba de Ebullición de Agua (WBT) adaptado a estufas de plancha. El dispositivo se mantiene encendido durante la ejecución de toda la evaluación y se apaga 15 min después de haberla finalizado.

M.4 Procesamiento de datos

- a) Se utiliza el manual de procesamiento de datos del dispositivo para descargar y procesar los datos en la hoja de cálculo provista por el equipo.
- b) Se calcula el promedio aritmético final del valor obtenido de tres repeticiones de la Prueba de Ebullición de Agua (WBT) en tres estufas del mismo modelo, totalizando nueve evaluaciones. El coeficiente de variación no debe ser mayor al 25%, de lo contrario se debe incrementar el número de repeticiones.
- c) Se compara el promedio aritmético obtenido frente al estándar tradicional para determinar si existe o no una disminución en la concentración de CO y PM_{2,5} intradomiciliar.
- d) Se categoriza la estufa en el parámetro de CO intradomiciliar y de PM_{2,5} utilizando de referencia la Tabla M.1 y M2, respectivamente.

Tabla M.1 — Categorización de la estufa en el parámetro de CO intradomiciliar

Valor de reducción relativa de CO (R) (%)	Categorización
R ≤ 60	Estufa no mejorada
60 < R ≤ 75	Estufa mejorada categoría B
75 < R ≤ 100	Estufa mejorada categoría A

Tabla M.2 — Categorización de la estufa en el parámetro de PM_{2,5} intradomiciliar

Valor de reducción relativa de PM_{2,5} (R) (%)	Categorización
R ≤ 50	Estufa no mejorada
50 < R ≤ 75	Estufa mejorada categoría B
75 < R ≤ 100	Estufa mejorada categoría A

Anexo N (normativo)

Emisiones totales capturadas

N.1 Monóxido de carbono

Los materiales y el procedimiento seguido para la identificación de este parámetro se encuentran en la referencia normativa de la Prueba de Ebullición de Agua (WBT).

Para la categorización de la estufa en base a este parámetro, véase la [Tabla N.1](#)

Tabla N.1 — Categorización de la estufa en el parámetro de monóxido de carbono

Valor de reducción relativo de monóxido de carbono (R) (%)	Categorización
$R \leq 65$	Estufa no mejorada
$65 < R \leq 85$	Estufa mejorada categoría B
$85 < R \leq 100$	Estufa mejorada categoría A

N.2 Material particulado

Los materiales y el procedimiento seguido para la identificación de este parámetro se encuentran en la referencia normativa de la Prueba de Ebullición de Agua (WBT).

Para la categorización de la estufa en base a este parámetro, véase [Tabla N.2](#)

Tabla N.2 — Categorización de la estufa en el parámetro de material particulado

Valor de reducción relativo de material particulado (R) (%)	Categorización
$R \leq 65$	Estufa no mejorada
$65 < R \leq 85$	Estufa mejorada categoría B
$85 < R \leq 100$	Estufa mejorada categoría A

Anexo O (normativo)

Consumo energético

Los materiales y el procedimiento seguido para la identificación de estos parámetros se encuentran en la referencia normativa de la Prueba de Ebullición de Agua (Water Boiling Test).

Para la categorización de la estufa en base a este parámetro, véase la [Tabla O.1](#).

Tabla O.1 — Categorización de la estufa en base al consumo energético

Valor de uso de energía (E) (kJ)	Categorización
$E \geq 30\,000$	Estufa no mejorada
$15\,000 < E < 30\,000$	Estufa mejorada categoría B
$E \leq 15\,000$	Estufa mejorada categoría A

Documento extendido a:
World Bank (CI-202001)

Anexo P (normativo)

Consumo de leña

Los materiales y el procedimiento seguido para la identificación de este parámetro se encuentran en la referencia normativa de la Prueba de Ebullición de Agua (Water Boiling Test).

Para la categorización de la estufa en base a este parámetro, véase la Tabla P.1

Tabla P.1 — Categorización de la estufa evaluada en base al consumo de leña

Valor de consumo de leña (L) (kg)	Categorización
$L > 1,5 \text{ kg}$	Estufa no mejorada
$0,8 \text{ kg} < L \leq 1,5 \text{ kg}$	Estufa mejorada categoría B
$L \leq 0,8 \text{ kg}$	Estufa mejorada categoría A

Documento extendido a.
World Bank (CI-202001)

Anexo Q (informativo)

Ensamblaje de las ollas Mylar para el ensayo de estufas de plancha

Q.1 Materiales

- a) Mylar (poliéster) espesor: 0,127 mm; anchura típica: 122 cm
- b) Lámina de metal – espesor: 0,38 mm; anchura: 5 cm
- c) Tijera para cortar metal
- d) Tornillos
- e) Taladro
- f) Cinta métrica
- g) Escuadra
- h) Marcador indeleble

Q.2 Procedimiento

- a) Se mide la superficie de la plancha y se calcula el 60% de la superficie total. El resultado será el área de la superficie de la parte inferior de la olla Mylar. También es posible construir dos o más ollas cuya superficie tenga en conjunto el 60% de la superficie de la plancha. En caso de que sea más de una olla, se divide el área de la superficie entre el número de ollas que se utilizarán.
- b) Se calcula la altura de la olla necesaria para contener 5 litros de agua (Ver [Tabla Q.1](#) para las equivalencias), dividiendo el volumen entre el área de la superficie de la olla Mylar. Se añaden 10 cm a la altura calculada para dejar un espacio libre y sujetar la banda metálica a las paredes.
- c) Se dibuja el fondo de la olla Mylar (dimensiones suficientes para cubrir el 60% de la plancha). Se dibuja las paredes a la altura calculada en el paso b.
- d) Se corta el Mylar alrededor del borde.
- e) Se dobla cuidadosamente el interior de todas las paredes del Mylar. No debe cortarse el exceso de Mylar.
- f) Se corta y coloca una tira de metal alrededor de las paredes.
- g) Se sujeta la banda metálica a la olla de Mylar con los tornillos.

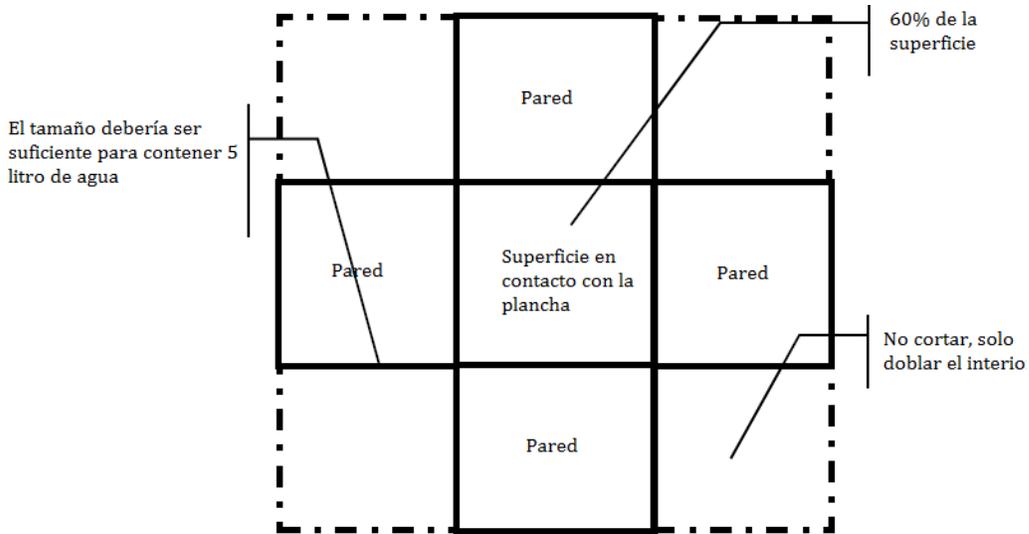


Figura Q.1 — Diagrama del ensamblaje de la olla Mylar

Tabla Q.1 — Equivalencias

5 litros de agua	5 000 centímetros cúbicos de agua	305,1 pulgadas cúbicas de agua
------------------	-----------------------------------	--------------------------------

EJEMPLO Proceso de ensamblaje de la olla Mylar para una plancha con dimensiones 40 cm x 60 cm en las figuras Q.2 al Q.4

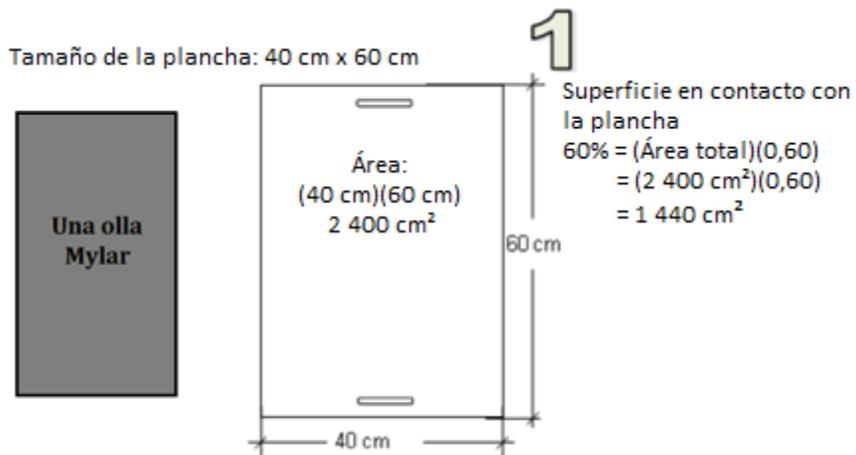


Figura Q.2 — Ejemplo del cálculo de una olla Mylar para una plancha de 40 cm x 60 cm

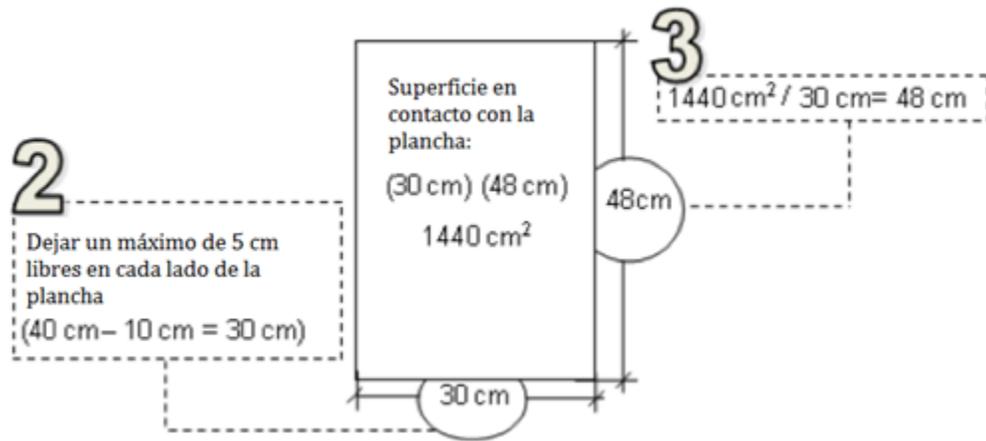


Figura Q.3 — Ejemplo de las dimensiones de la superficie de la olla Mylar en contacto con la superficie de la plancha de 40 cm x 60 cm

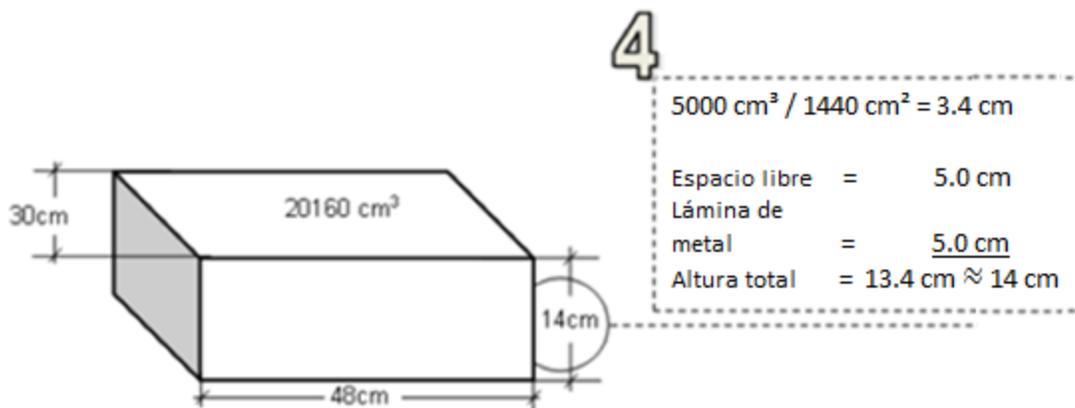


Figura Q.4 — Ejemplo de las dimensiones de la olla Mylar para una plancha de 40 cm x 60 cm

Anexo R (normativo)

Tabla R.1 — Tabla Resumen para el análisis del desempeño de estufas en evaluación de la Prueba de Ebullición de Agua (WBT)

Emisiones intradomiciliares		
Línea base (fogón tradicional)	Valor de reducción relativo (R) (%)	Categorización
<i>CO</i> 3,22 ppm	$R \leq 60$	Estufa no mejorada
	$60 < R \leq 75$	Estufa mejorada categoría B
	$75 < R \leq 100$	Estufa mejorada categoría A
<i>PM_{2.5}</i> 85,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$R \leq 50$	Estufa no mejorada
	$50 < R \leq 75$	Estufa mejorada categoría B
	$75 < R \leq 100$	Estufa mejorada categoría A
Emisiones totales capturadas		
Línea base (fogón tradicional)	Valor de reducción relativo (R) (%)	Categorización
<i>CO</i> 13,47 g/MJd	$R \leq 65$	Estufa no mejorada
	$65 < R \leq 85$	Estufa mejorada categoría B
	$85 < R \leq 100$	Estufa mejorada categoría A
<i>PM_{2.5}</i> 2 646,08 mg/MJd	$R \leq 65$	Estufa no mejorada
	$65 < R \leq 85$	Estufa mejorada categoría B
	$85 < R \leq 100$	Estufa mejorada categoría A
Consumo energético		
Valor máximo permitido (KJ)	Valor de uso de energía (E) (kJ)	Categorización
30 000 KJ	$E \geq 30\ 000$	Estufa no mejorada
	$15\ 000 < E < 30\ 000$	Estufa mejorada categoría B
	$E \leq 15\ 000$	Estufa mejorada categoría A
Consumo de leña		
Valor máximo permitido (Kg)	Valor de consumo de leña (L) (Kg)	Categorización
1,5 kg de leña	$L > 1,5\ \text{kg}$	Estufa no mejorada
	$0,8\ \text{kg} < L \leq 1,5\ \text{kg}$	Estufa mejorada categoría B
	$L \leq 0,8\ \text{kg}$	Estufa mejorada categoría A

Bibliografía

- [1] CD ISO 19867-1, *Clean Cookstoves and clean cooking solutions — Harmonized laboratory test protocols — Part 1: General laboratory test sequence*
- [2] *Biomass Stove Safety Protocol Guidelines, Version 1.1*
- [3] *Guidelines for Testing Charcoal Stoves with WBT 4.2.2*
- [4] *Protocolo de seguridad para estufas de biomasa. Biomass Stove Safety Protocol Guidelines. Versión 1.1 (Iowa State University, 2015)*
- [5] *Instructions for use of the Laboratory Emissions Monitoring System (LEMS). Aprovecho Research Center.*
- [6] *Instructions for use of the Indoor Air Pollution Meter (IAP Meter) 5000 Series. Aprovecho Research Center.*
- [7] *Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. Cal/OSHA Consultation Service, Research and Education Unit, Division of Occupational Safety and Health, California Department of Industrial Relations (2007).*
- [8] *Manual Handling & Lifting at Work Injury Claims. Beckett & Co Solicitors.*
- [9] *Manipulación Manual de Cargas. Universidad de Málaga, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales (Sepruma)*

Documento extendido a:
World Bank (CI-202001)

Documento extendido a:
World Bank (CI-202001)

ICS 97.040.20

Precio basado en 38 páginas