

000520

MODIFICA DECRETO ENONTO N° 1569 DE 2005, DEL MINISTERIO DE ECONOMIA, FOMENTO Y RECONSTRUCCION, QUE ESTABLECIO LIMITES MAXIMOS DE CAPTURA POR ARMADOR EN UNIDAD DE PESQUERIA JUREL III Y IV REGIONES, LETRA A) DEL ARTICULO 2° DE LA LEY 19.713

Núm. 308 exento - Santiago, 23 de febrero de 2006. - Visto: Lo informado por la División de Administración Pesquera de la Subsecretaría de Pesca en informe Técnico (S.A.P.) N° 13 de 7 de febrero de 2006, lo dispuesto en el DFL N° 5 de 1983; la Ley General de Pesca y Acuicultura N° 18.892 y sus modificaciones, cuyo texto refundido fue fijado por el DS N° 430 de 1991 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, las leyes N° 19.713, N° 19.822, N° 19.849 y N° 19.880, los decretos eventos N° 1554 y N° 1569, ambos de 2005, y N° 272 de 2006, todos del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, la resolución N° 520 de 1996, de la Contraloría General de la República

Considerando

Que mediante decreto exento N° 1.569 de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, se establecieron los límites máximos de captura por armador en la unidad de pesquería Jurel *Trachurus murphyi* III y IV Regiones, individualizada en el artículo 2° letra a) de la ley N° 19.713, correspondientes al año 2006

Que mediante decreto exento N° 272 de 2006, se modificó la cuota global anual de captura de la unidad de pesquería antes señalada, por lo que corresponde modificar el decreto que estableció los límites máximos de captura, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 3 inciso 3° de la ley N° 19.713.

Decreto

Artículo único.- Modifícase el artículo 1° del decreto exento N° 1.569 de 2005, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en el sentido de sustituir los límites máximos de captura por armador para la unidad de pesquería Jurel *Trachurus murphyi*, en el área marítima de la III y IV Regiones, individualizada en la letra a) del artículo 2° de la ley N° 19.713, correspondientes al año 2006, por los siguientes:

Armador	Ene-mar	Abr-Jun	Jul-Sept	Oct-Dic	Total
Alumeros Mannus S.A.	1.460.366	1.460.366	547.658	182.607	3.650.997
Anea Seafood Producer S.A.	5.305	5.305	1.989	0.663	13.262
Bio Bio S.A. Pesq.	1.002.992	1.002.992	376.136	125.416	2.507.536
Camanchaca S.A. Cia. Pesq.	969.832	969.832	363.700	121.270	2.424.634
Compesca S.A.	1.907.417	1.907.417	715.308	238.507	4.768.649
Del Norte S.A. Pesq.	118.772	118.772	44.541	14.852	296.937
El Golfo S.A. Pesq.	1.436.539	1.436.539	538.722	179.628	3.591.428
Gajardo Venegas Muro	35.441	35.441	13.291	4.432	88.605
Inversiones Pesqueras S.A.	199.256	199.256	74.724	24.915	498.151
Isadamas S.A. Pesca	19.603	19.603	7.351	2.451	49.008
Itana S.A. Pesq.	3.257.582	3.257.582	1.221.639	407.335	8.144.138
Landes S.A. Soc. Pesq.	135.824	135.824	50.936	16.984	339.568
San José S.A. Pesq.	6.635.461	6.635.461	2.488.391	829.711	16.589.024
Seopiveda C. Luis	5.441	5.441	2.040	0.680	13.602
Mar Q. M.S.A.	19.358	19.358	7.360	2.421	48.597
Aquafish S.A.	13.061	13.061	4.898	1.633	32.653
Beha Caldera S.A. Pesq.	44.104	44.104	16.540	5.515	110.263
San Pablo S.A. Pesq.	119.408	119.408	44.780	14.921	298.527
Southpacific Corp S.A.	455.418	455.418	170.783	56.946	1.138.570
Rio Simpson S.A. Emp. Pesq.	8.821	8.821	3.308	1.103	22.035

Anótese, comuníquese y publíquese.- Por orden del Sr. Presidente de la República, Carlos Álvarez Voulmier, Ministro de Economía y Energía (S)
Lo que transcribe, para su conocimiento.- Saluda atentamente a usted, Felipe Sandoval Precht, Subsecretario de Pesca

Ministerio de Salud
SUBSECRETARIA DE SALUD PUBLICA
FIJA METODOLOGIA DE MEDICION DE CONTAMINANTES ATMOSFERICOS, PARA LA APLICACION DEL REGLAMENTO DE LABORATORIOS DE MEDICION Y ANALISIS DE EMISIONES ATMOSFERICAS PROVENIENTES DE FUENTES ESTACIONARIAS

(Resolución)

Núm. 34 exenta - Santiago, 19 de enero de 2006. - Visto: Lo dispuesto en el artículo 3° del D.S. N° 2.467/1993 del Ministerio de Salud, que aprueba el reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias, en cuanto encomienda a esta Secretaría de Estado el establecimiento de las normas técnicas sobre procedimientos y metodologías de medición de emisiones provenientes de fuentes estacionarias, lo requirido por la Directora del Instituto de Salud Pública mediante su Ord. N° 1.706 de 29 de noviembre de 2005, en el decreto ley N° 2.763, de 1979 modificado por la ley N° 19.937; en el DFL N° 19.653, que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la ley N° 18.575, en el artículo 25 del decreto supremo N° 136 de 2004, Reglamento Orgánico del Ministerio de Salud; y en la resolución N° 520, de 1996, de la Contraloría General de la República y sus modificaciones; y

Considerando.

1° Que el artículo 3° del decreto supremo N° 3.467 de 1993, de Salud, encomienda a este Ministerio el establecimiento de las normas técnicas relativas a los procedimientos y metodologías de medición de las emisiones provenientes de fuentes estacionarias, previa proposición del Instituto de Salud Pública de Chile;

2° Que mediante el Oficio Ordinario N° 1.706 de 29 de noviembre de 2005, la Directora del citado Instituto, ha requerido a este Ministerio complementar las normas técnicas vigentes a la fecha, en el sentido de oficializar una nueva metodología de Medición de Contaminantes Atmosféricos

3° Que, por lo expuesto, vengn en dictar la siguiente

Resolución

1° Fijase, como metodología de medición de contaminantes atmosféricos, para la aplicación del reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias, la siguiente:

a) Método CH-5G: Determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución.

2° El texto completo de la metodología antes referida, se encuentra en documento anexo a la presente resolución, que forma parte de ésta, y su edición será autorizada por el Ministerio de Salud. Adicionalmente este documento estará a disposición de los usuarios en la página web del Ministerio de Salud (www.minsal.cl) y en el sitio web del Instituto de Salud Pública de Chile (www.isp.chile)

3° Remítase un ejemplar de la citada metodología a las Secretarías Regionales Ministeriales de Salud del país, junto con una copia de la presente resolución

Anótese, comuníquese y publíquese - Pedro García Aspíllaga, Ministro de Salud
Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento.- Saluda a Ud., Cecilia Villavicencio Rosas, Subsecretaria de Salud Pública

Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Secretaría Regional Ministerial
Región Metropolitana

EXTRACTO DE RESOLUCION N° 192 ENENTA, DEL 22 DE FEBRERO DEL AÑO 2006

Llama a postulación, para los subsidios del programa mejoramiento de la vivienda familiar y su entorno (DS 84-05), en la Región Metropolitana.

Vistos:

- a) El decreto supremo N° 84 de Vivienda y Urbanismo de 2005
- b) El Ord. N° 005 del 6 de enero del 2006 y el oficio N° 212 del 15 de febrero del 2006, ambos de la Subsecretaría del Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- c) Las facultades que me confieren el DS N° 397 de 1976 y N° 50 de 2004, ambos de Vivienda y Urbanismo, dicido la siguiente.

Resolución

Llámanse a postular al Programa de Mejoramiento de la Vivienda Familiar y su Entorno, en la Región Metropolitana, a todos los interesados que cumplan con los requisitos y exigencias establecidas para este programa, de acuerdo a las siguientes características:

1.- Cronograma del llamado a postulación

- Período para formular la postulación: Del 17 al 26 de abril 2006, ambas fechas inclusivas.
- Fecha límite de acreditación de ahorro: 31 de marzo de 2006
- Fecha límite de inscripción en el Registro Único de Servici: 31 de marzo de 2006

2.- Disponibilidad de recursos por Título.

Título I	Mejoramiento del entorno de la vivienda	23.872 UF
Título II	Mejoramiento de la Vivienda Familiar	35.808 UF

3.- Generalidades: Todo aquel postulante (o su conyuge) que haya obtenido algún beneficio habitacional a través de Servicio o sus antecesores legales, incluyendo municipios u otra institución de gobierno, deberá presentar la correspondiente escritura de la vivienda, que indique que la propiedad fue adquirida con aplicación de subsidio. Si dicha propiedad hubiese sido vendida deberá acompañar la respectiva escritura de transferencia.

Anótese, comuníquese y publíquese.- Secretario Ministerial Metropolitano de Vivienda y Urbanismo

Secretaría Regional Ministerial
X Región de Los Lagos

LLAMA A POSTULACION PARA PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA VIVIENDA FAMILIAR Y SU ENTORNO AÑO 2006

(Resolución)

Núm. 206 exenta - Puerto Montt, 16 de febrero de 2006. - Vistos:

- a) El decreto supremo N° 84 (V y U.) de 2005, publicado en el Diario Oficial el 20 de julio de 2005, que reglamenta el Programa de Mejoramiento de la Vivienda Familiar y su Entorno,
- b) La resolución Ex. N° 5.073 del 30.12.05, de la Sra. Ministra de Vivienda y Urbanismo, que autoriza Otorgamiento de Subsidio Habitacional para Sistemas y Programas Habitacionales para el año 2006, entre otros, al Programa de Mejoramiento de la Vivienda Familiar y su Entorno, el Oficio Circular N° 097 de 30.12.05 que asigna recursos por un total de 11.680 UF para el mencionado programa y el Ord. N° 126 de 27.01.06 que establece fechas para el llamado a postulación, ambos de la Sra. Subsecretaría de V. y U.:

**METODO 5 G: DETERMINACION DE LAS EMISIONES DE PARTICULAS DE
CALEFACTORES A LEÑA MEDIDAS DESDE UN TUNEL DE
DILUCION**

1.0 Aplicabilidad y Principio.

1.1 Aplicabilidad.

Este método se aplica para determinar las emisiones del material particulado de calefactores a leña.

1.2 Principio.

Se extrae proporcionalmente el material particulado en un solo punto de una campana de recolección y de un túnel muestreador que combina el gas de chimenea de un calefactor a leña con el aire de dilución ambiente. El material particulado se recoge en dos filtros de fibra de vidrio en series. Los filtros se mantienen a una temperatura no superior a 32°C (90°F). Se determina gravimétricamente la masa particulada después de sacar el agua sin mezclar.

Existen tres criterios para trenes de muestreo, descritos en éste método :

(1) un tren de muestreo seco con filtro doble operado a unos 0,015 m³/min., (2) un tren de muestreo con impingers y filtro doble operado a unos 0,015 m³/min., y (3) dos trenes de muestreo con filtro doble operados simultáneamente en cualquier velocidad de flujo.

Las referencias de las opciones (2) y (3) se encuentran en la sección 7 de este método. Se describe en detalle en este método la opción (1), equipo para el tren de muestreo de filtro doble y su operación.

2.0 Aparatos

2.1 Tren de muestreo

La configuración del tren de muestreo se muestra en la Fig. 5G-1 y consiste en los siguientes componentes :

Libro de Metodologías
Aprobadas

Código : Método CH-5G
Revisión: 1
Fecha : Agosto 2005
Página : 2 de 29

2.1.1 Sonda

Sonda de acero inoxidable (por ejemplo, 316 o grado más resistente a la corrosión) o de vidrio, con un DI de aproximadamente 9,5 mm (3/8 pulg.) y de 0,6 m (24 pulg.) de ancho. Si la sonda es de acero inoxidable debe estar hecha de tubería sin soldadura.

2.1.2 Tubo Pitot tipo S

Tal como se describe en la sección 2.1 del Método CH-2. El ensamble del tubo Pitot tipo S debe tener un coeficiente conocido, determinado según se indica en el Método CH-2, sección 4.

Alternativamente, se puede usar un tubo Pitot estándar, según se describe en el Método CH-2, sección 2.1.

2.1.3 Medidor de presión diferencial.

Manómetro inclinado o artefacto equivalente, tal como se describe en el Método CH-2, sección 2.2. Se debe usar un manómetro para las lecturas de la presión de la velocidad (Δp) y otro (opcional) para las lecturas de la presión diferencial de orificios (ΔH).

2.1.4 Sistema portafiltros.

Dos, cada uno de vidrio de borosilicato, acero inoxidable o teflón, con un soporte de filtro de acero inoxidable o de vidrio poroso y una empaquetadura de Viton, teflón o de goma de silicona. El diseño del sujetador debe proporcionar un sello positivo contra filtraciones desde el exterior o alrededor de los filtros. Los portafiltros deben estar colocados en serie, separados por una distancia entre 25-100 mm (1 a 4 pulg.) corriente abajo del filtro primario. El portafiltro debe tener la capacidad para soportar un filtro de un diámetro 100 mm (4 pulg.), excepto lo que se indica en la sección 7.

2.1.5 Sistema de monitoreo de la temperatura

Un medidor de la temperatura con la capacidad para medir temperaturas dentro del 1,5% de la temperatura absoluta. El medidor debe estar instalado en el lado de salida del portafiltro frontal, de modo que la punta sensora de éste se encuentre en contacto directo con el gas de muestreo ó en una fuente de calor, tal como se muestra en la Fig. 5G-1. El medidor de la temperatura debe cumplir con las especificaciones de calibración del Método CH-2, sección 4. De modo alternativo, la punta sensora del medidor de temperatura puede estar instalada en el lado de la bocatoma del portafiltro frontal.

2.1.6 Secador

Todo sistema que cuenta con la capacidad para eliminar el agua de las muestras de gas hasta menos del 1,5% de humedad (porcentaje en volumen) antes del sistema medidor. El sistema incluye un monitor para demostrar que la temperatura de la muestra de gas es inferior a 20°C (68°F).

2.1.7 Sistema de medición

Igual que el Método CH-5, sección 2.1.8.

2.1.8 Barómetro

De mercurio, aneroides u otro barómetro con la capacidad para medir presiones barométricas dentro de 2,5 mm Hg (0,1 pulg. Hg).

2.1.9 Medición de la temperatura del gas del túnel de dilución

Un medidor de la temperatura con la capacidad para medir temperaturas dentro del 1,5% de la temperatura absoluta.

2.2 Túnel de dilución

Los aparatos del túnel de dilución se muestran en la Fig. 5G-2 y consisten en los siguientes componentes:

2.2.1 Campana

Hecha de acero inoxidable con un diámetro mínimo de 0,3 m (1 pie) en el extremo ancho y un acoplamiento estándar de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) con la capacidad para conectarse a un tubo estándar de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) del calefactor, en el extremo angosto.

2.2.2 Codos de 90°

Codos de acero de 90°, de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) de diámetro para conectar ductos mezcladores, ductos rectos y montaje del regulador de tiraje (opcional). Debe haber al menos 2 codos de 90° corriente arriba de la sección de muestreo (ver Fig. 5G-2).

2.2.3 Ducto recto

De acero, de 0,15 a 0,3 m (0,5 a 1 pie) de diámetro para proporcionar el ducto para el sistema de dilución corriente arriba de la sección de muestreo. Se debe usar un ducto de acero de 0,15 m (0,5 pies) de diámetro para la sección de muestreo. En esta última, al menos a 1,2 m (4 pies) corriente abajo del codo, deben existir 2 orificios (puertos de muestreo de transversal de velocidad) a 90° entre sí, del tamaño suficiente para permitir la entrada de la línea de muestreo para las mediciones de la transversal. Un orificio (puerto de muestreo) debe encontrarse al menos de 1,2 m (4 pies) corriente abajo de las aperturas de la transversal de velocidad, y debe poseer el tamaño adecuado para permitir la entrada de la sonda de muestreo. Se pueden usar ductos de diámetros más grandes para la sección de muestreo, siempre y cuando se mantengan las especificaciones para el rango de la velocidad mínima de gas y la velocidad de dilución que se entregan en la sección 4. El largo del ducto del orificio de la campana hasta los puertos de muestreo no debe sobrepasar 9,1 m (30 pies).

2.2.4 Deflectores para mezclar

Dos semicírculos de acero conectados en 90° al eje del ducto en lados opuestos, ubicados en la mitad entre corriente arriba de 2 codos de la sección de muestreo. El espacio entre los deflectores debe ser aproximadamente 0,3 m (12 pulg.).

2.2.5 Ventilador

Ventilador con la capacidad para extraer gas desde un túnel de dilución con el flujo suficiente para mantener la velocidad y especificaciones de la velocidad de dilución indicadas en la sección 4 y llevar el gas a la atmósfera.

2.3 Recuperación de muestras

Se necesitan escobillas para sonda, botellas de lavado, recipientes para almacenar muestras, cajas Petri y un embudo, según se describe en el Método CH-5, sección 2.2.1 hasta 2.2.4 y 2.2.8 respectivamente.

2.4 Análisis

Se requieren platos de vidrio para pesar, desecador, balanza analítica, vasos de precipitado (250 ml o más chicos), higrómetro y medidor de temperatura, tal como se describe en el Método CH-5, secciones 2.3.1 hasta 2.3.3 y 2.3.5 hasta 2.3.7, respectivamente.

3.0 Reactivos

3.1 Muestreo

Los reactivos que se usan para muestrear son los siguientes :

3.1.1 Filtros

De fibra de vidrio, con un diámetro mínimo de 100 mm (4 pulg.) sin aglutinante orgánico, mostrando una eficiencia de al menos 99,95% (<0,05% penetración) en partículas de humo de 0,3 micrones

de di octil oftalato. Resultan aceptable para este propósito filtros Gelman A/E 61631.

3.1.2 Grasa de sellado

Igual que en el Método CH-5, sección 3.1.5.

3.2 Recuperación de muestras

Acetona grado reactivo, igual que en el Método CH-5, sección 3.2.

3.3 Análisis

Se requiere 2 reactivos para el análisis:

3.3.1 Acetona

Tal como se indica en la sección 3.2.

3.3.2 Desecante

Sulfato de calcio anhidro, cloruro de calcio o sílica gel, indicando el tipo.

4.0 **Procedimiento**

4.1 Túnel de dilución

Se muestra un esquema del túnel de dilución en la Fig. 5G-2. Las dimensiones de este túnel y otros se describen en la sección 2.2. Montar el túnel de dilución sellando las uniones y juntas para evitar que el aire se filtre. Limpiar el túnel con una escobilla metálica para chimeneas del tamaño adecuado antes del muestreo de certificación.

4.1.1 Determinación del tiraje

Preparar el calefactor a leña tal como se indica en el Método 28, sección 6.2.1. Ubicar la campana del túnel de dilución al centro, sobre la chimenea de escape del calefactor a leña. Hacer funcionar el ventilador del túnel a la velocidad que se usará durante la corrida del muestreo. Medir el tiraje impuesto en el calefactor a leña por el túnel de dilución (es decir, la diferencia del tiraje medido con y si el túnel de dilución en operación), del

modo señalado en el Método 28, sección 6.2.3. Ajustar la distancia entre la parte superior del escape de la chimenea del calefactor a leña y la campana del túnel de dilución, de modo que el tiraje inducido por el túnel de dilución sea inferior a 1,25 Pa (0,005 pulg. H₂O). No debe existir fuego en el calefactor a leña, cerrar las puertas del calefactor y abrir completamente los controles de suministro de aire durante esta revisión y ajustes.

4.1.2 Captura del humo

Durante el periodo de ignición previo al muestreo, descrito en el Método 28, sección 6.3, se debe hacer funcionar el túnel de dilución y monitorear visualmente la salida de la chimenea del calefactor. Hacer funcionar el calefactor a leña con las puertas cerradas y determinar que el 100% del gas de salida sea recogido en la campana del túnel de dilución. Si se recoge menos del 100% se debe ajustar la distancia entre la chimenea del calefactor y la campana del túnel de dilución hasta que no se observe gas de salida visible escapándose. Parar el período de ignición previo al muestreo, repetir la determinación del tiraje con el procedimiento de la sección 4.1.1.

4.2 Mediciones de la velocidad

Durante el período de ignición previo al muestreo descrito en el Método 28, sección 6.3, realizar una transversal de velocidad para identificar el punto de la velocidad promedio. Se debe usar este único punto para medir la velocidad durante la ejecución del muestreo.

4.2.1 Transversal de velocidad

Medir el diámetro del ducto en el puerto de la transversal de velocidad a través de ambos orificios. Calcular el área del ducto haciendo uso del promedio de los 2 diámetros. Se recomienda una revisión para detectar filtraciones previo al muestreo, tal como se señala en el Método CH-2, sección 3.1. Ubicar el tubo Pitot calibrado al centro de la chimenea en cualquiera de los puntos de muestreo. Ajustar el regulador de tiro o

artefacto similar en la bocatoma del ventilador hasta que la velocidad indicada por el tubo Pitot sea aproximadamente 220 m/min (715 fpm). Continuar las lecturas de Δp y de la temperatura hasta que la velocidad se mantenga constante (cambio inferior a 5%) durante 1 minuto. Una vez que se ha obtenido una velocidad constante al centro del ducto, se debe hacer una transversal de velocidad según se indica en el Método CH-2, sección 3.3, usando 4 puntos por transversal como se señala en el Método CH-1. Medir Δp y la temperatura del túnel en cada punto transversal y registrar las lecturas. Calcular la velocidad total del flujo del gas de chimenea, empleando los cálculos del Método CH-2, sección 5. Verificar la velocidad de flujo sea $4 \pm 0,45 \text{ sm}^3/\text{min}$ ($140 \pm 14 \text{ scfm}$). Si no es así, ajustar nuevamente el regulador de tiro y repetir las transversales de velocidad. Se puede suponer que la humedad es de 4% (100% de humedad relativa a 85°F). También se permiten las mediciones directas de la humedad como las que se establecen el Método CH-4.

NOTA: Si las velocidades de quemado exceden 3 kg/hora (6,6 lb/hora), entonces se permiten velocidades de flujo de ducto de túnel de dilución superiores a $4 \text{ sm}^3/\text{min}$. (140 scfm) y diámetros de ducto en la sección de muestreo mayores de 150 mm (6 pulg.). En caso de usar ductos o velocidades de flujo superiores, la velocidad en la sección de muestreo debe ser al menos 220 m/min (715 fpm). Con el fin de garantizar la retención de la masa de material particulado medible, se recomienda que la razón de la velocidad promedio de flujo de masa en el túnel de dilución con la velocidad promedio de quemado de combustible sea inferior a 150:1, en caso de emplear tamaños de ducto o velocidades de flujo superiores.

4.2.2 Mediciones de la velocidad durante el muestreo

Después de obtener los resultados de las transversales de velocidad que cumplen con los requerimientos de velocidad de flujo, se debe elegir un punto de velocidad promedio y colocar el tubo Pitot y la termocupla en esa ubicación en el ducto. Alternativamente, ubicar el tubo Pitot y la termocupla al centro del ducto y calcular un factor

de corrección de velocidad para la posición central. Fijar el tubo Pitot con el fin de garantizar que éste no se mueva durante la ejecución del muestreo y sellar los orificios para evitar que el aire se filtre. Alinear el tubo Pitot de modo que éste se encuentre paralelo al eje del ducto en el punto de medición. Verificar que se mantenga esta posición durante la ejecución del muestreo (a intervalos de 30 minutos aproximadamente). Monitorear la temperatura y la velocidad durante el período de ignición previo al muestreo para garantizar un flujo constante adecuado. Hacer los ajustes necesarios para la velocidad de flujo del túnel de dilución.

4.3 Muestreo

4.3.1 Preparación previa al muestreo

Se sugiere mantener y calibrar el equipo de muestreo, según el procedimiento descrito en APTD-0576.

Revisar y desecar los filtros tal como se describe en el Método CH-5, sección 4.1.1.

4.3.2 Preparación del tren de muestreo

Durante la preparación y montaje del tren de muestreo, se deben mantener cubiertos todos los orificios donde pueda haber contaminación hasta justo antes del montaje o del inicio del muestreo.

Con la ayuda de pinzas o de guantes quirúrgicos desechables, introducir un filtro marcado (identificado) y pesado en cada portafiltro. Asegurarse que cada filtro se encuentre debidamente centrado y la empaquetadura colocada para evitar que la corriente de gas escape por los filtros. Una vez que el montaje se ha completado, revisar cada filtro para asegurarse que no presenta rasgaduras.

Marcar la sonda con una cinta resistente al calor o con otro método para indicar la distancia adecuada en la chimenea o ducto.

Instalar el tren como se muestra en la Fig. 5G-1.

Libro de Metodologías
Aprobadas

Código : Método CH-5G
Revisión: 1
Fecha : Agosto 2005
Página : 10 de 29

4.3.3 Procedimientos de la revisión para detectar filtraciones

4.3.3.1 Revisión de filtraciones previa al muestreo. Se recomienda, pero no se requiere, hacer una revisión de filtraciones previa al muestreo. Si el operador opta por realizar esta revisión, debe hacerla según se indica en el Método CH-5, sección 4.1.4.1. Se puede usar un vacío de 130 mm Hg (5 pulg Hg) en vez de uno de 380 mm Hg (15 pulg. Hg).

4.3.3.2 Revisión de filtraciones posteriores al muestreo.

Es obligatorio realizar una revisión de filtraciones al finalizar cada serie de muestreo. Esta revisión se debe efectuar conforme a los procedimientos descritos en el Método CH-5, sección 4.1.4.1. Se puede utilizar un vacío de 130 mm Hg (5 pulg.Hg) o el mayor vacío medido durante el muestreo, el que sea mayor, en vez de uno de 380 mm Hg (15 pulg. Hg).

4.3.4 Determinaciones preliminares

Determinar la presión, temperatura y la velocidad promedio de los gases del túnel del modo indicado en la sección 4.2. Se supone que el contenido de humedad de los gases del túnel de dilución corresponde a 4% para calcular la velocidad de flujo. También se puede medir directamente el contenido de humedad tal como se establece en el Método CH-4.

4.3.5 Operación del tren de muestreo

Ubicar la bocatoma de la sonda al centro de la chimenea y bloquear los orificios cerca de la sonda y del puerto de muestreo para evitar una dilución no representativa de la corriente de gas. Se debe tener cuidado de no golpear la sonda contra las paredes de la chimenea al retirar o insertar ésta a través del puerto de muestreo. Esto minimiza la posibilidad de extraer material depositado.

Iniciar el muestreo al comienzo de la ejecución del muestreo según se define en el Método 28, sección 6.4.1.

Durante la ejecución del muestreo, se debe mantener una velocidad de flujo de la muestra proporcional a la velocidad de flujo del túnel de dilución (dentro del 10% de la razón inicial de proporcionalidad) y una temperatura en el portafiltro no superior a 32°C (90°F). La velocidad de flujo inicial de la muestra debe ser aproximadamente 0,015 m³/min (0,5 cfm).

Para cada corrida de muestreo, se deben registrar los datos requeridos en una hoja de datos como la que se muestra en la Fig. 5G-3. Asegurarse de registrar la lectura inicial del medidor de gas seco. Se deben registrar las lecturas del medidor de gas seco al inicio y final de cada aumento de tiempo de muestreo y cuando ha finalizado el muestreo. Tomar otras lecturas según se indica en la Fig. 5G-3 al menos una vez cada 10 minutos durante la corrida de muestreo. Debido a que el nivel y el cero del manómetro se pueden desviar por las vibraciones y los cambios de temperatura, es necesario revisarlo periódicamente durante el muestreo.

Para los propósitos de determinación de la velocidad proporcional de muestreo, se pueden usar los datos obtenidos de artefactos calibrados de velocidad de flujo, como rotámetros de vidrio, en vez de lecturas ampliadas de medidores de gas seco. Se deben revisar los procedimientos para calcular la velocidad proporcional, pero los límites de aceptabilidad siguen siendo los mismos.

Durante la corrida de muestreo, se deben efectuar ajustes periódicos para mantener la temperatura entre (o corriente arriba de) los filtros al nivel adecuado. No se deben cambiar los trenes de muestreo durante la corrida de muestreo.

Al final de la corrida de muestreo (ver el Método 28, sección 6.4.6), se debe cerrar la válvula de ajuste grueso, retirar la sonda de la chimenea, apagar la bomba, registrar la lectura final del medidor de gas seco y realizar una revisión de fugas posteriores al muestreo, tal como se establece en la sección 4.3.3. También se deben revisar para ver si se presentan filtraciones en

las líneas de la sonda, del modo descrito en el Método CH-2, sección 3.1. Las líneas deben pasar esta revisión de fugas para validar los datos sobre la presión de la velocidad.

4.3.6 Cálculos de la velocidad de muestreo proporcional

Calcular la proporcionalidad en porcentaje (ver cálculos, sección) para determinar si es válida o si es necesario realizar otra corrida de muestreo.

4.4 Recuperación de muestras

Comenzar la recuperación de muestras de la sonda y del filtro, según está descrito en el Método CH-5, sección 4.2, pero con la diferencia de que se puede usar un volumen de blanco de acetona de 50 ml o mayor.

Tratar las muestras del siguiente modo:

Recipiente 1.

Retirar cuidadosamente el filtro del portafiltro primario y colocarlo en un recipiente de caja Petri identificado (marcado). Usar un par de pinzas y/o guantes quirúrgicos limpios desechables para manipular el filtro. Si es necesario doblar el filtro, se puede hacer, pero teniendo cuidado de que la masa retinada de partículas permanezca dentro del doblez. Transferir cuidadosamente a una caja Petri todo el material particulado y/o fibras de filtro que se adhieren a la empaquetadura del portafiltro, usando una escobilla de cerdas de nylon y/o un cuchillo filudo. Sellar el recipiente.

Recipiente 2.

Retirar el filtro del segundo portafiltro, usando el mismo procedimiento descrito más arriba.

NOTA: Se pueden ubicar los 2 filtros en el mismo recipiente para desechar y pesar. Usar la suma de los pesos de filtro tarados para determinar la masa de las muestras recogidas.

Recipiente 3.

Tomando las precauciones necesarias para que el polvo al exterior de la sonda o de otras superficies externas no se introduzca en la muestra, recuperar cuantitativamente el material particulado o cualquier condensado de la sonda o de los portafiltros, lavando y escobillando estos componentes con acetona, juntar el lavado en un recipiente de vidrio marcado (N° 3). Se necesitan al menos 3 ciclos de escobillado y lavado.

Se deben mantener las escobillas limpias y protegidas de la contaminación entre corridas de muestreo.

Después de haber recogido todos los lavados de acetona y material particulado en los recipientes para muestras, asegurar las tapas de los recipientes con muestras, de modo que la acetona no se filtre cuando sea trasladada al área de pesaje del laboratorio. Marcar la altura de los niveles de fluido para determinar si hubo fugas durante el traslado. Etiquetar los recipientes para identificar con claridad los contenidos. No son aplicables los requerimientos para tapar y transportar los recipientes con muestras si la recuperación de las muestras y los análisis se realizan en la misma sala.

4.5 Análisis

Registrar los datos requeridos en una hoja como la que se muestra en la Fig. 5G-4. Usar la misma balanza analítica para determinar el peso tara y pesos finales de las muestras. Manipular cada recipiente del siguiente modo:

Recipientes 1 y 2.

Dejar los contenidos en los recipientes de muestras o transferir los filtros y material particulado suelto a platos de pesaje de vidrio. Desecar durante 36 horas como máximo antes del pesaje inicial, pesar a un peso constante y llevar los resultados al 0,1 mg más próximo. Para los propósitos de esta sección, el término peso

constante implica una diferencia no superior a 0,5 mg o 1% del peso total de la muestra (menos el peso tara), el que sea mayor, entre 2 pesajes consecutivos, con un intervalo de 2 horas, como mínimo, entre pesajes.

Recipiente 3.

Observar el nivel del líquido en el recipiente y confirmar en la hoja de análisis si hubo filtraciones durante su transporte. Si hubo filtraciones observables, entonces se debe rechazar la muestra o usar métodos, sujeto a la aprobación de la Autoridad Sanitaria, para corregir los resultados finales. La determinación de la filtración de muestras no se aplica si la recuperación y análisis de las muestras se realizaron en la misma sala.

Medir el líquido en este recipiente ya sea volumétricamente dentro de 1 ml o gravimétricamente dentro de 0,5 g. Transferir los contenidos a un vaso de precipitado tarado de 250 ml o más pequeño y evaporar hasta secar a temperatura y presión ambiente. Desechar y pesar a un peso constante. Llevar los resultados al 0,1 mg más cercano.

Recipiente de blanco de acetona.

Medir la acetona de este recipiente ya sea volumétrica o gravimétricamente. Transferir la acetona a un vaso de precipitado tarado de 250 ml o más pequeño y evaporar hasta secar a una temperatura y presión ambiente. Desechar y pesar a un peso constante. Llevar los resultados al 0,1 mg más próximo.

5.0 Calibración

Mantener un registro en el laboratorio de todas las calibraciones.

5.1 Tubo Pitot

El ensamble del tubo Pitot tipo S debe estar calibrado conforme al procedimiento señalado en el Método CH-2, sección 4, previo al primer muestreo de certificación y después semestralmente. No es

necesario que el tubo Pitot estándar este calibrado, pero, en caso de requerirlo, debe ser inspeccionado y limpiado antes de cada muestreo de certificación.

5.2 Sistema de medición de volumen

5.2.1 Calibración inicial y periódica

Es necesario calibrar el sistema de medición de volumen antes de su uso inicial y después, por lo menos, semestralmente, según se describe en el Método CH-5, sección 5.3.1, pero con la única diferencia que se puede usar un medidor de muestreo húmedo con una capacidad de 3 litros/rev (0,1 pie³/rev). También se pueden emplear como estándares de calibración otros sistemas de desplazamiento líquido con una precisión dentro del 1%.

Se permiten emplear los procedimientos y el equipo especificado en el Método CH-5, sección 7, para estándares de calibración alternativos, incluidos medidores de gas seco y orificios críticos calibrados, para calibrar el medidor de gas en el tren de muestreo. Se debe calibrar el medidor de gas seco usado como estándar de calibración al menos 1 vez al año.

5.2.2 Calibración posterior a la utilización

Después de cada muestreo de certificación o de auditoria (4 o más corridas de muestreos realizadas en un calefactor a leña a velocidades de quemado especificadas en el Método 28), se debe revisar la calibración del sistema de medición, efectuando para ello 3 corridas de calibración a una sola velocidad de flujo intermedia, tal como se describe en el Método CH-5, sección 5.3.2.

Se permite emplear los procedimientos y el equipo especificado en el Método CH-5, sección 7, para estándares de calibración alternativos, para la revisión de calibración del medidor de gas seco posterior al muestreo.

5.2.3 Variación aceptable de la calibración

Si los valores del coeficiente del medidor de gas seco antes y después del muestreo de certificación difieren en más del 5%, se debe rechazar o repetir el muestreo de certificación o efectuar los cálculos para el muestreo de certificación, usando el valor del coeficiente del medidor que (es decir, antes y después) entregue el valor más bajo de volumen total de muestra.

5.3 Medidores de la temperatura

Usar el procedimiento del Método CH-2, sección 4.3 para calibrar los medidores de temperatura antes del primer muestreo de certificación o de auditoria y posteriormente al menos cada 6 meses.

5.4 Revisión para detectar fugas en el sistema de medición exhibido en la Fig. 5G-1.

Esta parte del tren de muestreo desde la bomba hasta el medidor de orificio se debe revisar para detectar fugas antes de su uso inicial y después de cada muestreo de certificación o de auditoria. Las fugas que se detectan después de la bomba entrega como resultado un volumen registrado menor que el muestreado. Usar el procedimiento descrito en el Método CH-5, sección 5.6.

Se deben realizar revisiones similares en otros tipos de sistemas de medición (es decir, medidores sin orificios).

5.5 Barómetro

Calibrar con un barómetro de mercurio antes del primer muestreo de certificación y de auditoria y posteriormente cada semestre. En caso de usar un barómetro de mercurio, no es necesaria la calibración. Seguir las instrucciones del fabricante para su operación.

5.6 Balanza analítica

Efectuar una calibración multipuntos (al menos 5 puntos abarcando el rango operacional) en la balanza analítica antes del primer muestreo de certificación y posteriormente cada semestre. Previo a cada muestreo de certificación, se debe revisar la balanza, pesando al menos un peso de calibración (clase F) correspondiente a 50% hasta 150% del peso de un filtro. Si la escala no puede reproducir el valor del peso de calibración dentro de 0,1 mg., entonces se debe realizar una calibración multipuntos antes de su uso.

6.0 Cálculos

Realizar los cálculos, reteniendo al menos un decimal extra fuera del de los datos obtenidos. Redondear las cifras después del cálculo final. Se pueden emplear otras formas de evacuación, siempre y cuando entreguen resultados equivalentes.

6.1 Nomenclatura

- B_{ws} = Vapor de agua en la corriente de gas, proporción por volumen (se asume que es 0,04).
- C_s = Concentración de material particulado en el gas de chimenea, base seca, corregido a condiciones estándares, g/dsm³ (g/dscf).
- E = Velocidad de emisión de material particulado, g/hr.
- L_a = Velocidad de filtración máxima aceptable para una revisión de filtraciones previa o posterior al muestreo, igual a 0,00057 m³/min (0,02 cfm) o 4% de la velocidad promedio de muestreo, la que sea inferior.
- L_p = Velocidad de filtración observada durante la revisión posterior al muestreo, m³/min (cfm).

- m_a = Masa de residuo de blanco de acetona después de la evaporación, mg.
- m_{aw} = Masa de residuo de acetona de lavado después de la evaporación, mg.
- m_n = Cantidad total de material particulado recogido, mg.
- M_w = Peso molecular de agua, 18 g/g-mol (18 lb-mol)
- P_{bar} = Presión barométrica en el sitio de muestreo, mm Hg (pulg. Hg).
- PR = Porcentaje de velocidad de muestreo proporcional.
- P_s = Presión absoluta de gas en el túnel de dilución, mm Hg (pulg. Hg).
- P_{std} = Presión absoluta estándar, 760 mm Hg (29,92 pulg. Hg).
- Q_{sd} = Velocidad promedio de flujo en el túnel de dilución, calculado según el Método CH-2, Ecuación 2-10, $ds m^3/hora$ (dscf/hr).
- T_m = Temperatura absoluta promedio del medidor de gas seco (ver Fig. 5G-3), °K (°R).
- T_{mi} = Temperatura absoluta promedio del medidor de gas seco durante cada intervalo de 10 minutos, i , de la corrida de muestreo, °K (°R).
- T_s = Temperatura absoluta promedio de gas en el túnel de dilución (ver Fig. 5G-3), °K (°R).
- T_{si} = Temperatura absoluta promedio de gas en el túnel de dilución durante cada intervalo de 10 minutos, i , de la corrida de muestreo, °K (°R).
- T_{std} = Temperatura absoluta estándar, 293°K (528°R).

- V_a = Volumen de blanco de acetona, ml.
- V_{aw} = Volumen de acetona usado en el lavado, ml.
- V_m = Volumen de muestra de gas obtenida por el medidor de gas seco, dm^3 (dcf).
- V_{mi} = Volumen de muestra de gas obtenida por el medidor de gas seco durante cada intervalo de 10 minutos, i , de la corrida de muestreo, dm^3 (dcf).
- $V_{m(std)}$ = Volumen de muestra de gas obtenida por el medidor de gas seco, corregido a condiciones estándares, $ds m^3$ (dscf).
- V_s = Velocidad promedio de gas en el túnel de dilución, calculado por el Método CH-2, Ecuación 2-9, m/seg (pies/seg). El peso molecular de gas seco en el túnel de dilución se puede suponer que corresponde a 29 g/g-mol (lb/lb-mol).
- V_{si} = Velocidad promedio de gas en el túnel de dilución durante cada intervalo de 10 minutos, i , de la corrida de muestreo, calculado por el Método CH-2, Ecuación 2-9 m/seg. (pies/seg).
- Y = Factor de calibración del medidor de gas seco.
- ΔH = Diferencia de presión promedio a través del medidor de orificio, en caso de usar (ver Fig. 5G-2), mmH_2O , (pulg. H_2O).
- θ = Tiempo total de muestreo, min.
- 10 = 10 minutos, duración del primer período de muestreo.
- 13,6 = Gravedad específica de mercurio.
- 100 = Conversión de porcentaje

6.2 Volumen de gas seco

Corregir el volumen de la muestra obtenido por el medidor de gas seco a condiciones estándares (20°C, 760 mm Hg o 68°F, 29,92 pulg. Hg), usando la Ecuación 5G-1. (Si no se usa un medidor de orificio en el tren de muestreo, se debe suponer que $\Delta H = 0$ o medir la presión estática en el orificio de salida del medidor de gas seco).

Ecuación 5G-1

$$V_{m(std)} = V_m Y \left(\frac{T_{std}}{T_m} \right) \left(\frac{P_{bar} + (\Delta H/13,6)}{P_{std}} \right) = K_1 V_m Y \left(\frac{P_{bar} + (\Delta H/13,6)}{T_m} \right)$$

Donde:

$$K_1 = 0,3858 \text{ } ^\circ\text{K/mm Hg en unidades métricas}$$
$$= 17,64 \text{ } ^\circ\text{R/pulg.Hg en unidades inglesas.}$$

NOTA: Si L_p excede a L_a , se debe modificar la ecuación 5G-1 del siguiente modo: reemplazar V_m en la Ecuación 5G-1 por la expresión

$$[V_m - (L_p - L_a)\theta]$$

6.3 Blanco de solvente de lavado

Ecuación 5G-2

$$m_{mv} = \left(\frac{m_a V_{mv}}{V_a} \right)$$

6.4 Peso total de material particulado

Determinar el total de material particulado retenido, m_n , sumando los pesos obtenidos en los recipientes 1, 2 y 3 menos el blanco de acetona (ver Fig. 5G-4).

6.5 Concentración de material particulado

Ecuación 5G-3

$$C_s = (0,001 \text{ g/mg})(m_n / V_{m(snl)})$$

6.6 Velocidad de emisión de material particulado

Ecuación 5G-4

$$E = C_s Q_{std}$$

NOTA: Los resultados obtenidos de la velocidad de emisión de material particulado, usando el tren de muestreo que se describe en la sección 2 y que se entrega en la Fig. 5G-1, deben ajustarse para fines de información con el factor de ajuste de métodos que se indica a continuación:

Ecuación 5G-5

$$E_{adj} = 1,82 (E)^{0,83}$$

6.7 Variación de velocidad profesional

Calcular PR para cada intervalo de 10 minuto, i, de corrida de muestreo.

Ecuación 5G-6

$$PR = \left(\frac{\theta (V_{mi} V_s T_m T_{si})}{10 (V_n V_{si} T_s T_{mi})} \right) \times 100$$

Se pueden usar procedimientos alternativos para calcular la variación de la velocidad proporcional si otros datos sobre la velocidad de flujo de muestra (por ejemplo, medidores de flujo de orificio o rotámetros) son monitoreados para mantener las velocidades proporcionales de muestreo. Las variaciones de velocidad proporcional se deben calcular para cada intervalo de 10 minutos

Libro de Metodologías
Aprobadas

Código : Método CH-5G
Revisión: 1
Fecha : Agosto 2005
Página : 22 de 29

al comparar la razón de velocidad en la chimenea para cada intervalo de 10 minutos con la razón de velocidad promedio de la boquilla de la chimenea para la corrida de muestreo. Se puede calcular la variación de velocidad proporcional para intervalos inferiores a 10 minutos con las revisiones adecuadas de la Ecuación 5G-6.

6-8 Resultados aceptables

No más de 10% de los valores PR para todos los intervalos debe encontrarse fuera de $90\% < PR < 110\%$ y el 20% de los valores PR para cualquier intervalo $80\% < PR < 120\%$, los resultados se consideran aceptables. Si los valores PR para la corrida de muestreo se estiman inaceptables, se deben informar sólo los resultados de la emisión de la corrida del muestreo, pero no se deben incluir los resultados al calcular la velocidad de emisión promedio cargada, y se deben repetir las corridas de muestreo.

7.0 Procedimientos alternativos de muestreo y de análisis

7.1 Tren de muestreo del Método CH-5H

Se pueden usar los procedimientos, tren de muestreo y de análisis descritos en el Método CH-5H, secciones 2.1, 3.1, 3.2, 5.1, 5.2.3, 5.3 y 5.6, en vez de las secciones similares del Método CH-5G. Operar el tren de muestreo del Método CH-5H en el túnel de dilución según se describe en la sección 4.3.5 de este método. Las temperaturas de los filtros y las condiciones del condensador son iguales a las descritas en el Método CH-5H. No se debe aplicar un factor de ajuste de métodos como se establece en la ecuación 5G-5, sección 6.6 para los datos sobre la velocidad de emisión de partículas producido por este método alternativo.

7.2 Trenes dobles de muestreo

El operador puede optar por operar simultáneamente 2 trenes de muestreo a velocidad de flujo de muestreo diferentes de las establecidas en la sección 4.3.5, siempre y cuando se cumpla con las siguientes especificaciones.

7.2.1 Tren de muestreo

La configuración del tren de muestreo debe ser la misma que la establecida en la sección 2.1, excepto que no es necesario que la sonda, el filtro y el portafiltro sean del mismo tamaño que el especificado en las secciones aplicables. Se pueden usar portafiltros de materiales plásticos tales como Nalgene o materiales policarbonados (se consideran apropiados para estos propósitos los portafiltros Gelman 1119). Con dichos materiales, se recomienda no usar solventes en la recuperación de las muestras. La velocidad del filtro frontal no debe sobrepasar 150 mm/seg (30 pies/min.) durante la corrida de muestreo. Se debe calibrar el medidor de gas seco para el mismo rango de velocidad de flujo que el encontrado durante las corridas de muestreos. Se requiere de 2 trenes de muestreo completos para cada corrida de muestreo.

7.2.2 Ubicación de la sonda

Ubicar 2 sondas en el túnel de dilución al mismo nivel (ver sección 2.2.3). Se necesitan 2 puertos de muestreo. Ubicar las bocatomas de las sondas a 50 mm (2 pulg.) del área central del diámetro del túnel de dilución, con una separación de 25 mm (1 pie).

7.2.3 Operación del tren de muestreo

Operar los trenes según se especifica en la sección 4.3.5, manteniendo velocidades proporcionales de muestreo e iniciar y detener simultáneamente los 2 trenes de muestreo. Para ajustar las velocidades de muestreo en ambos trenes se deben usar los valores del tubo Pitot que se describen en la sección 4.2.2.

7.2.4 Recuperación y análisis de muestras

Recuperar y analizar separadamente las muestras de los trenes, según se establece en las secciones 4.4 y 4.5.

En este procedimiento alternativo, para determinar la ganancia en peso de la muestra, se puede pesar el ensamble de la sonda y portafiltro sin recuperación de muestra (no usar solventes), descrito más arriba. Para esto, se debe pesar la sonda limpia y seca y el ensamble del portafiltro corriente arriba del filtro frontal (sin filtros) al 0,1 mg más próximo para establecer los pesos tara. La sección del portafiltro, entre el filtro frontal y el segundo no es necesario pesarla. Al final de la corrida de muestreo, limpiar cuidadosamente la parte externa de la sonda, tapar los extremos e identificar la muestra (poner una etiqueta).

Sacar los filtros de los montajes del portafiltro, tal como se describe para los recipientes 1 y 2 de más arriba. Volver a montar el ensamble del portafiltro, tapar los extremos e identificar las muestras (poner una etiqueta) y trasladar todas las muestras al área de pesaje del laboratorio para su pesaje final. Las descripciones para tapar y transportar las muestras no son aplicables si la recuperación y análisis de la muestra se llevan a cabo en la misma sala.

Para este procedimiento alternativo, se pueden pesar directamente los filtros sin una caja Petri. Si no se pesa el montaje de sonda y portafiltro para determinar el peso de la muestra, lavar la sonda con acetona para eliminar la humedad antes de desecar previo a la corrida de muestreo. Después de esto último, llevar la sonda y el portafiltro al desecador, y destapar los orificios de la sonda y del montaje del portafiltro. Desecar durante un máximo de 36 horas y pesar a un peso constante. Llevar los resultados al 0,1 mg más próximo.

7.2.5 Cálculos

Calcular por separado la velocidad de emisión (sección 6.6) para la muestra y de cada tren de muestreo y determinar la velocidad promedio de emisión para los 2 valores. Las 2 velocidades de emisión no deben diferir en más de 7,5% de la velocidad promedio de emisión, ó 7,5% del límite de velocidad promedio de emisión pesada en el estándar aplicable, el que sea mayor. Si no se cumple con

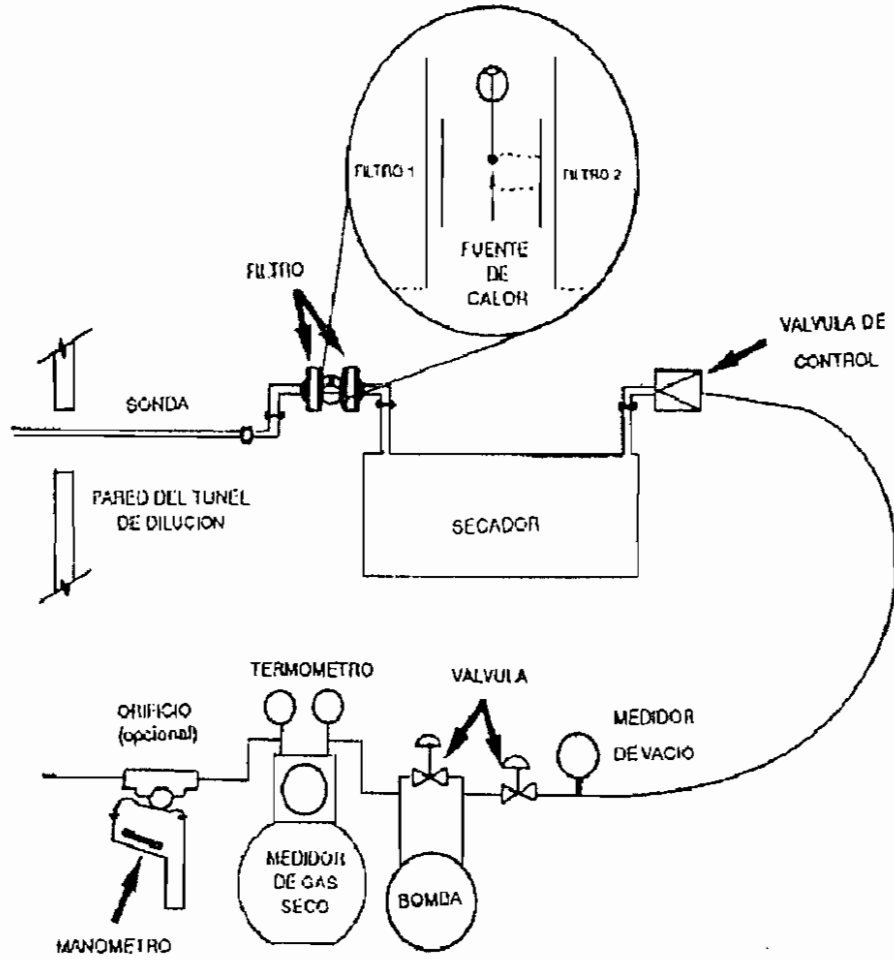
esta especificación, se consideran inaceptables los resultados. Informar los resultados, pero estos no se deben incluir en los resultados al calcular la velocidad promedio de emisión pesada. Repetir la corrida de muestreo hasta obtener resultados aceptables, informar la velocidad promedio de emisión para la corrida de muestreo aceptable y usar el promedio al calcular la velocidad promedio de emisión cargada.

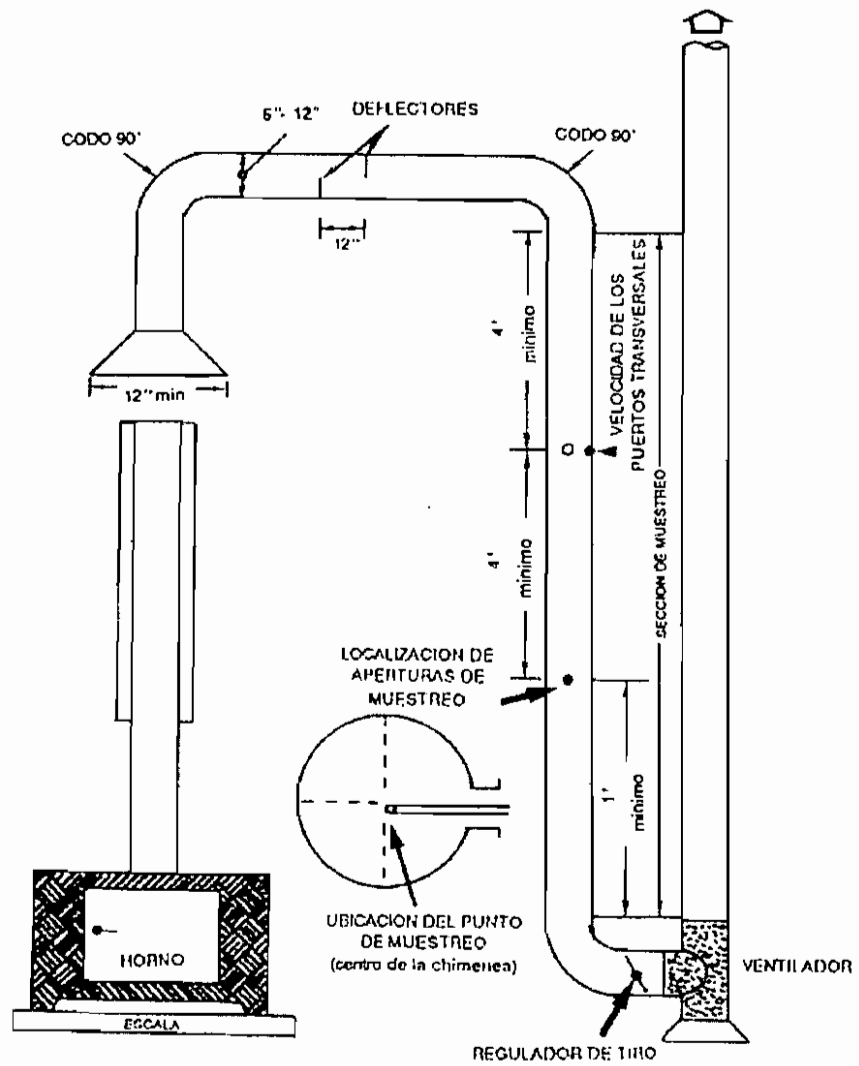
8.0 Bibliografía

1. Same as for Method 5, citations 1 through 11, with the addition of the following:
2. Oregon Department of Environmental Quality Standard Method for Measuring the Emissions and Efficiencies of Woodstoves, June 8, 1984. Pursuant to Oregon Administrative Rules Chapter 340, Division.
3. American Society for Testing Materials. Proposed test Method for Heating Performance and Emissions of Residential Wood-fire Closed Comustion-Chamber Heating Appliances. E-6 Proposal P 180. August 1986.

9.0 Bibliografía utilizada para la proposición del método

Meted 5G. "Determination of Particulate Emissions from Wood Heaters from a Dilution Tunel Sampling Location". USEPA. Code of Federal Regulations 40, pt. 60, app. A. Revised, July 1990.





Libro de Metodologías
Aprobadas

Código : Método CH-5G
Revisión: 1
Fecha : Agosto 2005
Página : 28 de 29

000557

000558

Figura 5G-4: Hoja de datos para Análisis.

HORNO
FECHA
CORRIDA N°
FILTRO N°
CANTIDAD DE LIQUIDO PERDIDO DURANTE EL TRANSPORTE ml
VOLUMEN DE BLANCO DE ACETONA ml
VOLUMEN DE ACETONA DE LAVADO ml
CONCENTRACIÓN DEL BLANCO DE ACETONA mg/mg
BLANCO DE ACETONA DE LAVADO mg

RECIPIENTE N°	PESO DEL PARTICULADO RECOLECTADO		
	PESO FINAL	PESO DE LA TARA	PESO GANADO
1			
2			
TOTAL _____			
BLANCO DE ACETONA MENOR _____			
PESO DEL MATERIAL PARTICULADO _____			

DATOS SOBRE LA MEDICION DE HUMEDAD EN CHIMENEA
(opcional)

	VOLUMEN DE AGUA LIQUIDA RECOLECTADA	
	VOLUMEN DE IMPINGER ml	PESO DE SILICA GEL g
FINAL _____		
INICIAL _____		
LIQUIDO RECOLECTADO _____		
VOLUMEN TOTAL COLECTADO _____		g° ML

- Convertir peso de agua a volumen, dividiendo el aumento de peso total por la densidad del agua (1 g/ml)

$$\frac{\text{Aumento g}}{1 \text{ g/ml}} = \text{Volumen de agua ml.}$$

Libro de Metodologías
Aprobadas

Código : Método CH-5G
Revisión: 1
Fecha : Agosto 2005

Página : 30 de 29

Figura 5G-3 : Hoja de datos de terreno material particulado.

HORNO _____	COEFICIENTE DEL TUBO PITOT. Cp _____
METODO _____	TEMPERATURA AMBIENTE °C (°F) _____
OPERADOR _____	PRESION BAROMÉTRICA mb (pulg Hg) _____
FECHA _____	MEDICION O HUMEDAD ASUMIDA, % _____
CORRIDA N° _____	VELOCIDAD DE FUGA FINAL m ³ /min (cfm) _____
TIEMPO DE PARTIDA _____	MATERIAL DE LA LINEA DE PRUEBA _____
TIEMPO DE LLEGADA _____	TIRAJE O PRESION ESTÁTICA _____
CAJA DE MUESTRA N° _____	N°s DE FILTRO _____
CAJA DE MEDIDOR N° _____	
MEDIDOR ΔH@ (Opcional) _____	

CRONOMETRO	TIEMPO DE CORRIDA (0) min.	VACIO mm Hg (pulg Hg)	TEMPERATURA DEL TUNEL. (Ts) °C (°F)	VELOCIDAD DE CABEZA (ΔpS) mm (pulg) H ₂ O	INDICADOR DE VELOCIDAD DE FLUJO DE LAS MUESTRAS (MEDIDOR DE ORIFICIO OPCIONAL) MmH ₂ O (pulg H ₂ O)	VOLUMEN DEL MEDIDOR DE GAS m ³ (pies ³)	TEMPERATURA DE LA MUESTRA DE GAS EN EL MEDIDOR DE GAS SECO		TEMPERATURA DEL PORTAFILTRO °C (°F)	TEMPERATURA DEL GAS SECO DE SALIDA O EN EL ULTIMO IMPINGER °C (°F)
							Entrada °C (°F)	Salida °C (°F)		
Total							Prom.	Prom		
Promedio							Prom			

000553

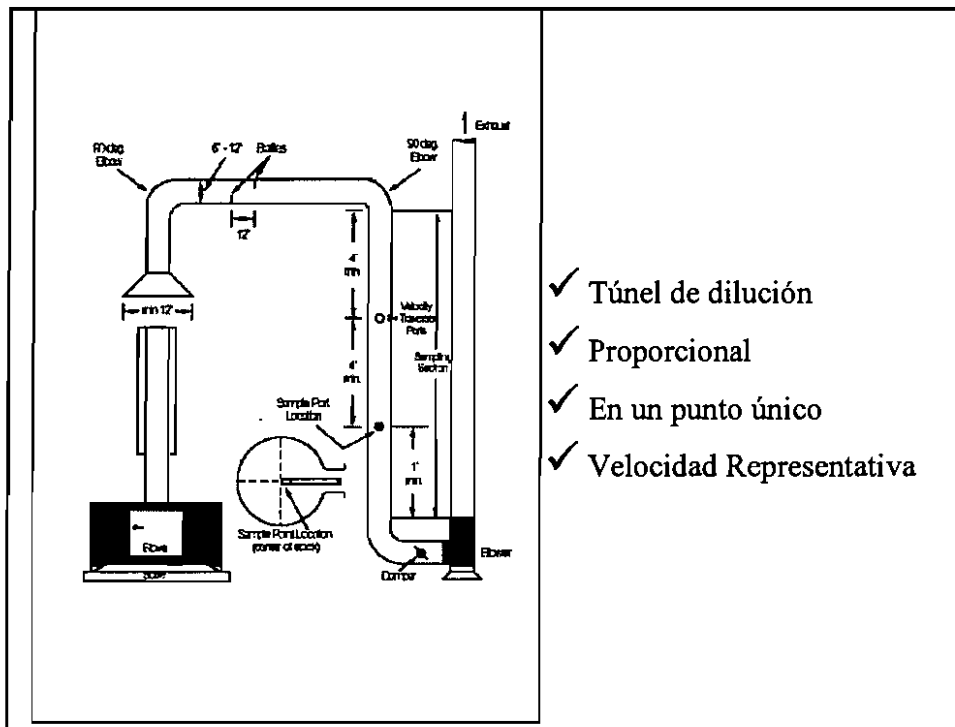
PRESENTACIÓN MÉTODO
DE MEDICIÓN DE
CALEFACTORES A LEÑA:

CH – 5 G

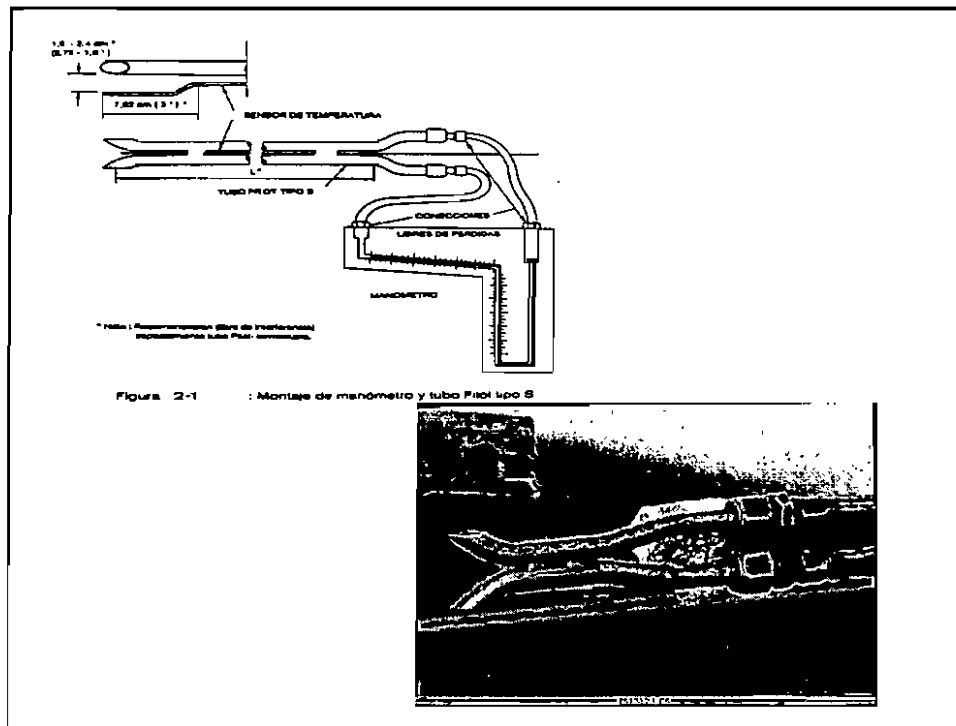
SEREMI SALUD RM

Resumen del método de medición:

Se recolecta el material particulado proporcionalmente desde un calefactor en operación, capturándolo a través de una campana, en donde es mezclado con aire ambiente y medido en un túnel de dilución.

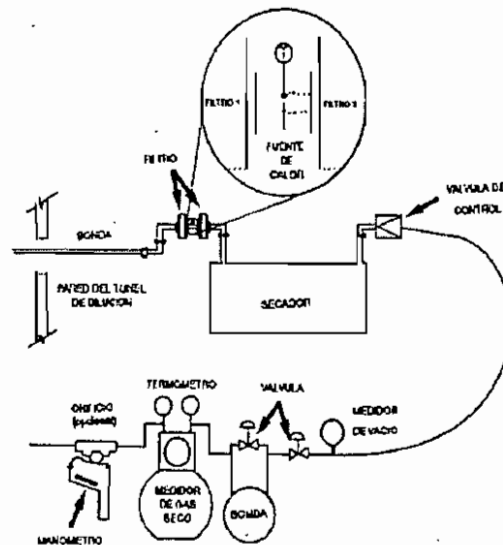


- ✓ Tren de muestreo
- ✓ Sonda
- ✓ Tubo Pitot
- ✓ Indicador de presión diferencial
- ✓ Portafiltros
- ✓ Sistema de monitoreo de t^a

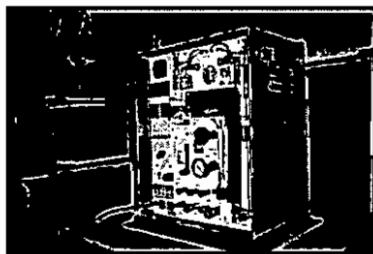


- ✓ Sistema de medición de flujo
- ✓ Sistema de medición t^a filtros
- ✓ Secador
- ✓ Barómetro
- ✓ Túnel de dilución
- ✓ Campana
- ✓ Soplador

- ✓ Dos Filtros
- ✓ $t^{\circ} \leq 32^{\circ} \text{C}$
- ✓ Deshumidificador
- ✓ Medidor de gas seco
- ✓ Proporcional
- ✓ Muestreo a cerca de 15 (lt/min)

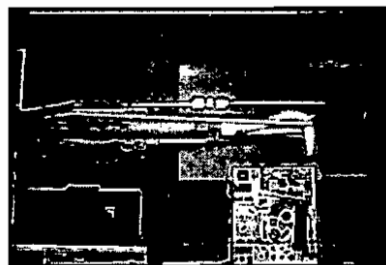


EQUIPOS UTILIZADOS

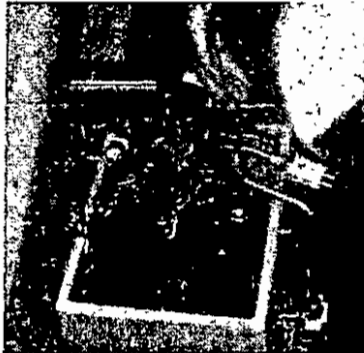


- ✓ Medidor de flujo
- ✓ Diferencial de Presión
- ✓ Medidor de vacío

- ✓ Sonda y boquilla
- ✓ Medidor de t°
- ✓ Medidor DP

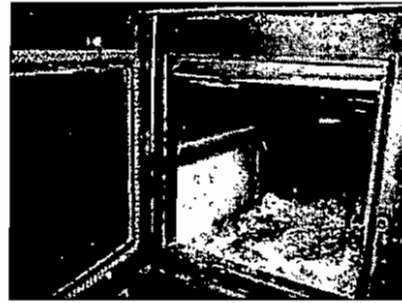
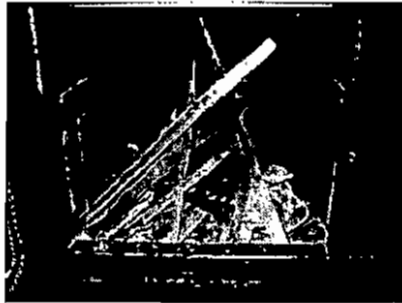


- ✓ Aparatos para recuperar muestras
- ✓ Filtros, grasa, desecador
- ✓ Insumos para el análisis



VERIFICACIONES PREVIAS AL MUESTREO:

- ✓ LIMPIEZA PREVIA
 - ✓ ENSAMBLE DE TÚNEL DE DILUCIÓN
 - ✓ DETERMINACIÓN DEL TIRO ($< 1,25$ Pa)
 - ✓ DISTANCIA CAMPANA-CHIMENEA CALEFACTOR
 - ✓ CAPTURAR TODO EL HUMO
 - ✓ MEDIR VELOCIDADES DE TRAVERSA
 - ✓ OBTENER VELOCIDAD DE MEDICIÓN
 - ✓ PREPARACIÓN DEL TREN DE MUESTREO
 - ✓ CHEQUEO DE FUGAS
- } PRE-TEST



HOJA DE ANÁLISIS DE DATOS

ESTUFA _____
 FECHA _____
 CORRIDA Nº _____
 FILTRO Nº _____
 PERDIDA DE LÍQUIDO DURANTE
 TRANSPORTE _____
 V BLANCO ACETONA _____
 V LAVADO ACETONA _____
 CONCENTRACION BLANCO ACETONA _____
 BLANCO DE ACETONA LAVADO _____

CONTENEDO Nº	PESO DE PARTICULAS RECOLECTADAS		
	PESO FINAL	PESO DE TARA	PESO GANADO
1			
2			
3			
TOTAL			
(BLANCO DE ACETONA)			
PESO DE PARTICULAS			

$$V_{m(std)} = V_m * Y * \left(\frac{T_{std}}{T_m} \right) * \left(\frac{P_{bar} + \left(\frac{DH}{13,6} \right)}{P_{std}} \right)$$

$$m_{aw} = \left(\frac{m_a * V_{aw}}{V_a} \right)$$

$$C_s = K_2 * \frac{m_a * V_{aw}}{V_a}$$

$$PR = \left(\frac{U * (V_{mi} * V_s * T_m * T_{si})}{10 * (V_m * V_{si} * T_s * T_{mi})} \right) * 100$$

$$90 \leq PR \leq 110 \quad 10\%$$

$$80 \leq PR \leq 120 \quad \text{Ningún valor}$$

**ASPECTOS A SER CONSIDERADOS DE MÉTODO
CH-28:**

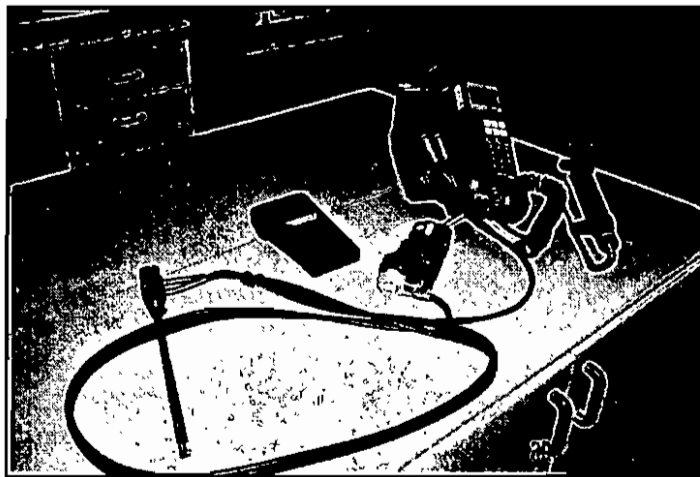
- **Forma, tipo y disposición del combustible**
- **Determinación de geometría del artefacto**
- **Medición de temperaturas superficiales**
- **Verificación del aire secundario**
- **Características del lugar de medición**
- **Criterios de aceptación de valores**
- **Determinación y cálculo de tasa de quemado**

$$E_w = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i * E_i)}{\sum_{i=1}^n k_i}$$

$$E = c_s * Q_{sd} \quad E_{adj} = k_3 * E^{0,83}$$

$k_3 =$ constante: 1,82 UM

ANALIZADOR ELECTROQUÍMICO



000570

Carmen Gloria Contreras

De: René Grossmann [terraconsult@bluewin.ch]
Enviado: martes, 28 de marzo de 2006 8:20
Para: Carmen Gloria Contreras
CC: Thomas Nussbaumer
Asunto: Respuestas de Thomas Nussbaumer

Estimada Carmen Gloria

Te adelanto adjunto una traducción de una respuesta de Thomas a preguntas de ustedes respecto a la instalación de elementos térmicos y a la conversión de la unidad de medición.

Perforaciones e instalaciones de los elementos térmicos:

(1) La medición de la temperatura es útil como información adicional, y por lo tanto se efectúa usualmente esta medición. Sin embargo, ésta no es necesaria para la medición de las emisiones de MP, y por lo tanto no es crítica en el caso en que por una u otra razón no funcione o no pueda ser efectuada.

(2) Dicha medición se realiza con la colocación de un elemento térmico del tipo K, de un diámetro delgado de 1 a 2 mm. Se lo coloca en la cámara de combustión a través de una "apertura". En el caso de una estufa esto se hace a través de la puerta de la estufa, lo cual implica que el elemento térmico se dobla o que se rompe levemente al doblarse, y entonces se daña después de su primer o de un múltiple uso. El costo de un elemento térmico nuevo en Suiza es de 50 a 100 USD. Un elemento que únicamente se ha doblado puede usarse otra vez al acortarlo, lo cual minimiza los costos en su mitad.

Conversión de la unidad de medición (de g/h en mg/m3):

Esto es una propuesta que tiene sentido. El valor MP en g/h se puede determinar de acuerdo a lo previsto, y el valor en mg/m3 se obtiene sobre esta base a través de una medición del volumen de leña quemado, de la duración de la medición y del contenido de agua de la leña. El valor límite se puede entonces determinar en mg/m3 y es comparable con los valores europeos y presentado en una unidad razonable (m3 en lugar de h).

Thomas N. ya describió de manera detallada en documentos anteriores la forma de hacer la conversión de g/h en mg/m3. Si fuese necesario, el podría re-explicar este asunto o responder a preguntas adicionales en su próxima misión.

Un saludo cordial

René G.

René Grossmann - Terra Consult
Tscharnerstrasse 39a
3007 Berne - Switzerland

++41-(0)31-312'5241



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000571

CAR.N° 060703

ANT: Norma de emisión para artefactos
de combustión residencial a leña

Santiago, 10 MAR 2006

Señor
Cristian de Amesti Armas
Gerente General AMESTI
Casilla 51090
Santiago 1

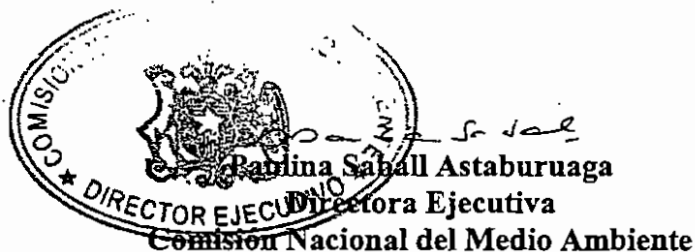
Presente

En relación con su misiva de fecha 1° de diciembre de 2005, a través de la cual expone su preocupación respecto de cierta información que habría sido entregada en reunión del Comité Ampliado, convocado para conocer del proceso de elaboración de la "Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña", me permito hacer presente a usted lo siguiente:

1. De acuerdo a lo que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D. S. N° 93/1995, MINSEGPRES), corresponde al Consejo Directivo de la CONAMA, a propuesta del Director Ejecutivo, aprobar los Programas Priorizados de Normas.
2. Asimismo, el Reglamento antes mencionado también establece que para efectos de llevar adelante el proceso de elaboración de una norma ambiental, el Director Ejecutivo de la CONAMA, previa aprobación del Consejo Directivo, puede constituir Comités Operativos que intervengan en la dictación de una determinada norma.
3. La "Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña", fue incorporada en el Noveno Programa Priorizado (2004/2005) y la creación del Comité Operativo de la misma fue aprobada por el Consejo Directivo en sesión de fecha 17 de enero de 2005.
4. Dado lo anterior, la eventual modificación de un Programa Priorizado de Normas no corresponde que sea realizada por el Comité Operativo creado al efecto por el Consejo Directivo para llevar adelante un proceso normativo. Cualquier modificación de los alcances y contenidos de las normas establecidas en un Programa Priorizado debe ser vista y sancionada por el Consejo Directivo.

5. En el seno del Comité Operativo de la norma en comento, de acuerdo con los antecedentes que obran en el expediente, se ha analizado y evaluado la temática referida a la eficiencia en la combustión de los calefactores a leña a partir de la emisión de monóxido de carbono (CO) y de su relación con el material particulado. Sin embargo, el hecho de que el Comité Operativo haya discutido respecto de la emisión de CO, de ninguna manera significa que este Comité resolviera modificar el Noveno Programa Priorizado de Normas, por cuanto esta es una facultad privativa del Consejo Directivo de la CONAMA, según lo establece la Ley y el Reglamento.
6. En consecuencia, la apreciación que usted manifiesta en cuanto a que profesionales de CONAMA habrían informado que "el Comité Operativo habría acordado modificar el nombre de la norma de emisión en estudio...", no se corresponde con los acuerdos que al interior de este Comité se han venido tomando.
7. Finalmente y respecto de la apreciación sostenida por usted en cuanto a que este proceso normativo "ha sido sustancialmente más confuso que los otros en que hemos participado...", debo manifestarle mi absoluta disconformidad con dicha apreciación. Sobre el particular, le hago presente a usted que el proceso de elaboración de la presente norma ha ido transitando por las distintas fases y etapas, en un apego estricto a las disposiciones que establece la Ley de Medio Ambiente y el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,



JTC/CGF/pdb

c.c.:

Sr. Walter Folch, Ministerio de Salud
 Sra. Jeanne Marie Verdugo, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
 Sra. Carolina Gomez, Comisión Nacional de Energía.
 Sr. Enrique Rojas, Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana
 Sra. Ximena Ubilla, Dirección Regional CONAMA VI Región
 Sr. José Pablo Sáez Villouta, Director Regional Conama XI Región
 Sr. Pablo Badenier Martínez, Director Regional CONAMA Región Metropolitana
 Sra. Cecilia Barrios, Dirección Regional CONAMA Región Metropolitana
 Sr. Eduardo Correa Martínez, Jefe División Jurídica CONAMA
 Sra. Jovanka Pino. Dirección Regional CONAMA de La Araucanía
 Departamento de Control de la Contaminación CONAMA
 Expediente Público de la Norma



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000573

CAR. N° 060704 /

ANT: Norma de emisión para artefactos
de combustión residencial a leña

Santiago, 10 MAR 2006

Señor
Luis Alberto Echenique
Gerente General BOSCA
Américo Vespucio Norte 2077
Huechuraba

Presente

En relación con su misiva de fecha 1º de diciembre de 2005, a través de la cual expone su preocupación respecto de cierta información que habría sido entregada en reunión del Comité Ampliado, convocado para conocer del proceso de elaboración de la "Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña", me permito hacer presente a usted lo siguiente:

1. De acuerdo a lo que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D. S. N° 93/1995, MINSEGPRES), corresponde al Consejo Directivo de la CONAMA, a propuesta del Director Ejecutivo, aprobar los Programas Priorizados de Normas.
2. Asimismo, el Reglamento antes mencionado también establece que para efectos de llevar adelante el proceso de elaboración de una norma ambiental, el Director Ejecutivo de la CONAMA, previa aprobación del Consejo Directivo, puede constituir Comités Operativos que intervengan en la dictación de una determinada norma.
3. La "Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña", fue incorporada en el Noveno Programa Priorizado (2004/2005) y la creación del Comité Operativo de la misma fue aprobada por el Consejo Directivo en sesión de fecha 17 de enero de 2005.
4. Dado lo anterior, la eventual modificación de un Programa Priorizado de Normas no corresponde que sea realizada por el Comité Operativo creado al efecto por el Consejo Directivo para llevar adelante un proceso normativo. Cualquier modificación de los alcances y contenidos de las normas establecidas en un Programa Priorizado debe ser vista y sancionada por el Consejo Directivo.
5. En el seno del Comité Operativo de la norma en comento, de acuerdo con los antecedentes que obran en el expediente, se ha analizado y evaluado la temática referida a la eficiencia en la combustión de los calefactores a leña a partir de la emisión de monóxido de carbono (CO) y de su relación con el material particulado. Sin embargo, el

hecho de que el Comité Operativo haya discutido respecto de la emisión de CO, de ninguna manera significa que este Comité resolviera modificar el Noveno Programa Priorizado de Normas, por cuanto esta es una facultad privativa del Consejo Directivo de la CONAMA, según lo establece la Ley y el Reglamento.

6. En consecuencia, la apreciación que usted manifiesta en cuanto a que profesionales de CONAMA habrían informado que "el Comité Operativo habría acordado modificar el nombre de la norma de emisión en estudio...", no se corresponde con los acuerdos que al interior de este Comité se han venido tomando.
7. Finalmente y respecto de la apreciación sostenida por usted en cuanto a que este proceso normativo "ha sido sustancialmente más confuso que los otros en que hemos participado...", debo manifestarle mi absoluta disconformidad con dicha apreciación. Sobre el particular, le hago presente a usted que el proceso de elaboración de la presente norma ha ido transitando por las distintas fases y etapas, en un apego estricto a las disposiciones que establece la Ley de Medio Ambiente y el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,



Paulina Saball Astaburuaga
Paulina Saball Astaburuaga
Directora Ejecutiva
Comisión Nacional del Medio Ambiente

JTC/CCF/pdb

c.c.:

Sr. Walter Folch, Ministerio de Salud
 Sra. Jeanne Marie Verdugo, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
 Sra. Carolina Gomez, Comisión Nacional de Energía.
 Sr. Enrique Rojas, Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana
 Sra. Ximena Ubilla, Dirección Regional CONAMA VI Región
 Sr. José Pablo Sáez Villouta, Director Regional Conama XI Región
 Sr. Pablo Badenier Martínez, Director Regional CONAMA Región Metropolitana
 Sra. Cecilia Barrios, Dirección Regional CONAMA Región Metropolitana
 Sr. Eduardo Correa Martínez, Jefe División Jurídica CONAMA
 Sra. Jovanka Pino. Dirección Regional CONAMA de La Araucanía
 Departamento de Control de la Contaminación CONAMA
 Expediente Público de la Norma



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000575

CAR.Nº 060705 /

ANT: Norma de emisión para artefactos
de combustión residencial a leña

Santiago, 10 MAR 2006

Señor
Pablo Amand de Mendieta
Gerente General Fundación Pirque
Santa Ana 1897
Vitacura

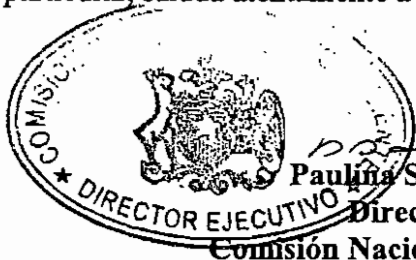
Presente

En relación con su misiva de fecha 1º de diciembre de 2005, a través de la cual expone su preocupación respecto de cierta información que habría sido entregada en reunión del Comité Ampliado, convocado para conocer del proceso de elaboración de la "Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña", me permito hacer presente a usted lo siguiente:

1. De acuerdo a lo que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (D. S. Nº 93/1995, MINSEGPRES), corresponde al Consejo Directivo de la CONAMA, a propuesta del Director Ejecutivo, aprobar los Programas Priorizados de Normas.
2. Asimismo, el Reglamento antes mencionado también establece que para efectos de llevar adelante el proceso de elaboración de una norma ambiental, el Director Ejecutivo de la CONAMA, previa aprobación del Consejo Directivo, puede constituir Comités Operativos que intervengan en la dictación de una determinada norma.
3. La "Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña", fue incorporada en el Noveno Programa Priorizado (2004/2005) y la creación del Comité Operativo de la misma fue aprobada por el Consejo Directivo en sesión de fecha 17 de enero de 2005.
4. Dado lo anterior, la eventual modificación de un Programa Priorizado de Normas no corresponde que sea realizada por el Comité Operativo creado al efecto por el Consejo Directivo para llevar adelante un proceso normativo. Cualquier modificación de los alcances y contenidos de las normas establecidas en un Programa Priorizado debe ser vista y sancionada por el Consejo Directivo.

5. En el seno del Comité Operativo de la norma en comento, de acuerdo con los antecedentes que obran en el expediente, se ha analizado y evaluado la temática referida a la eficiencia en la combustión de los calefactores a leña a partir de la emisión de monóxido de carbono (CO) y de su relación con el material particulado. Sin embargo, el hecho de que el Comité Operativo haya discutido respecto de la emisión de CO, de ninguna manera significa que este Comité resolviera modificar el Noveno Programa Priorizado de Normas, por cuanto esta es una facultad privativa del Consejo Directivo de la CONAMA, según lo establece la Ley y el Reglamento.
6. En consecuencia, la apreciación que usted manifiesta en cuanto a que profesionales de CONAMA habrían informado que "el Comité Operativo habría acordado modificar el nombre de la norma de emisión en estudio...", no se corresponde con los acuerdos que al interior de este Comité se han venido tomando.
7. Finalmente y respecto de la apreciación sostenida por usted en cuanto a que este proceso normativo "ha sido sustancialmente más confuso que los otros en que hemos participado...", debo manifestarle mi absoluta disconformidad con dicha apreciación. Sobre el particular, le hago presente a usted que el proceso de elaboración de la presente norma ha ido transitando por las distintas fases y etapas, en un apego estricto a las disposiciones que establece la Ley de Medio Ambiente y el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.,



Paulina Saball Astaburuaga
 Directora Ejecutiva
 Comisión Nacional del Medio Ambiente

JTC/CCF/pdb

c.c.:

Sr. Walter Folch, Ministerio de Salud
 Sra. Jeanne Marie Verdugo, Ministerio de Vivienda y Urbanismo
 Sra. Carolina Gomez, Comisión Nacional de Energía.
 Sr. Enrique Rojas, Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana
 Sra. Ximena Ubilla, Dirección Regional CONAMA VI Región
 Sr. José Pablo Sáez Villouta, Director Regional Conama XI Región
 Sr. Pablo Badenier Martínez, Director Regional CONAMA Región Metropolitana
 Sra. Cecilia Barrios, Dirección Regional CONAMA Región Metropolitana
 Sr. Eduardo Correa Martínez, Jefe División Jurídica CONAMA
 Sra. Jovanka Pino. Dirección Regional CONAMA de La Araucanía
 Departamento de Control de la Contaminación CONAMA
 Expediente Público de la Norma

000577



Santiago, 1° de Diciembre del año 2005

Señora
Paulina Saball Astaburuaga
Directora Ejecutiva
Comisión Nacional del Medio Ambiente
Presente:

De nuestra consideración:

Por la presente venimos en hacerle presente nuestra preocupación por la información entregada a nuestros representados con fecha viernes 11 de noviembre del año 2005, en la reunión, de esa misma fecha, del Comité Operativo Ampliado que está participando en el proceso de dictación de la *"Norma de emisión de material particulado respirable para artefactos de combustión residencial de leña"*.

En dicha reunión los profesionales de CONAMA nos informaron que el Comité Operativo habría acordado modificar el nombre de la respectiva norma de emisión en estudio que se denomina: *"Norma de emisión de material particulado respirable para artefactos de combustión residencial de leña"*, la que pasaría a llamarse del mismo modo, pero agregando como contaminante a regular en el nombre de la norma, el *"Monóxido de Carbono"*. Lo anterior sería formalizado ante el Consejo de Ministros con ocasión de la presentación a esta entidad del anteproyecto de norma.

Hacemos ver a Ud. la gravedad e informalidad de esta situación, pues va más allá de un mero cambio en el nombre, dado que lo que se pretende es establecer niveles de emisión de monóxido de carbono, en un cuerpo normativo que está en preparación, y respecto del cual el Consejo de Ministros de CONAMA, había autorizado para desarrollar sólo respecto de material particulado respirable (PM10), y en ese conocimiento entramos y participamos en la discusión del proyecto.

Por tal razón, cuando en reuniones anteriores del Comité Operativo Ampliado, la autoridad señalara que se encontraba trabajando para regular monóxido de carbono, se le hizo ver que el proceso normativo se había aprobado sólo para material particulado. Lo anterior, es particularmente grave, si se considera la absoluta falta de información que existe sobre emisiones de monóxido de carbono para equipos existentes en Chile.

Es más, en una de las reuniones de Comité Operativo, nuestros representantes, incluso asintieron que se estableciera la obligación de informar durante los próximos años, bajo metodologías estandarizadas, las emisiones de monóxido de carbono, en artefactos de combustión residencial a leña, en la idea de generar un procedimiento repetible y aceptado y consecuentemente una base de datos adecuada que permitiera decidir la necesidad de regular este gas y eventualmente definir una norma que tuviera como referencia un nivel de emisiones reales de los equipos en cuestión. Lo anterior es relevante además, dado que la CONAMA comunicó el método (CH3 de la familia EPA) que sería empleado para medir ese gas. Sin embargo dicho método no está relacionado con una norma EPA específica y menos aún con un procedimiento para aplicarlo. Por lo anterior, en nuestra opinión resulta fundamental, en forma previa a comenzar a trabajar

una norma de emisión propiamente tal, generar las metodologías y procedimientos de información y comparar los valores obtenidos entre los equipos existentes.

Distinto es lo que ocurre con el material particulado respirable (PM10), dado que el método de medición (EPA 5G) definido por la CONAMA así como el procedimiento de aplicación y certificación (EPA 28), tienen asociadas normas de emisión internacionales (EPA de Estados Unidos de América), con la cual se puede comprobar el nivel de exigencia y racionalidad de la norma que en definitiva promueva la autoridad.

De este modo, se hace evidente que la propuesta de cambio de nombre de la norma es mucho más que un elemento formal y tiene profundas consecuencias en el proceso regulatorio respecto de nuestra actividad.

Por su parte, estimamos que es importante tener en cuenta la génesis de proyecto de norma de emisión que nos encontramos discutiendo. De conformidad con lo dispuesto en el D.S. N° 93/95 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que aprueba el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, corresponderá al Director Ejecutivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, previa consulta a los órganos competentes de la Administración del Estado, proponer al Consejo Directivo para su aprobación, en marzo del año respectivo, un programa priorizado de dictación de normas de calidad ambiental y de emisión. La señalada consulta a las autoridades y reparticiones públicas con competencias ambientales deberá ser efectuada por el Director *“el primero de diciembre del año anterior a aquél en que deba hacer la propuesta al Consejo”*, debiendo contemplarse, en la proposición definitiva del Programa Priorizado una reseña de todas las opiniones vertidas por los órganos consultados, y, en el caso que el programa no acoja la propuesta de inclusión de una norma, **deberá fundarse**. Asimismo, una vez aprobado el programa por el Consejo Directivo, en una o más sesiones citadas especialmente para tal propósito, el Director publicará, mediante aviso en el Diario Oficial, un extracto del programa aprobado. Pues bien, con fecha 1° de Septiembre de 2004, se publicó en el Diario Oficial un extracto del Noveno Programa Priorizado de Normas, propuesto por la Directora Ejecutiva al Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, quien aprobó dicho Programa en su sesión de fecha 16 de Julio de 2004. En el programa aprobado, figura en el 6° lugar la ***“Norma de Emisión de Material Particulado Respirable (PM10) para artefactos de Combustión Residencial de Leña.***

En la etapa de consulta a las autoridades y servicios públicos, para confeccionar la propuesta de dicho Programa Priorizado, la inclusión de esta Norma se debió a la solicitud planteada por las Direcciones Regionales de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de las VII Región, mediante su Oficio Ord. N° 46/04, de fecha 30 de Enero de 2004; de la IX Región, mediante su Oficio Ord. N° 0018/2004, de fecha 29 de Enero de 2004; de la X Región, mediante su Oficio Ord. N° 101, de fecha 2 de Febrero de 2004; y de la XI Región, mediante su Oficio Ord. N° 000077, de fecha 29 de Enero de 2004. Al respecto, todas estas autoridades solicitaron la incorporación en el Noveno Programa Priorizado de una norma de emisión para artefactos de combustión de leña, referida a la emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de combustión residencial de leña, fundamentando su petición en las consecuencias generadas en la emisión del mencionado contaminante, y ninguna de ellas, como tampoco lo hiciera la propuesta del Programa presentada por la Directora Ejecutiva al Consejo Interministerial, se refirieron, ni siquiera en forma tangencial, a la emisión del CO. Por

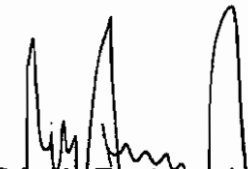
ello, puede estimarse que la modificación del proyecto de norma en comento corresponde en los hechos a la formulación de una nueva norma de emisión, sin que ella fuera debidamente presentada al Consejo de Ministros, y sin que existiera causa alguna que lo justifique, lo que permite formular serios cuestionamientos respecto de su legalidad.

Adicionalmente, queremos hacer presente que nos reservamos de todo tipo de acciones o derechos respecto de la situación indicada, en el caso que se concrete.

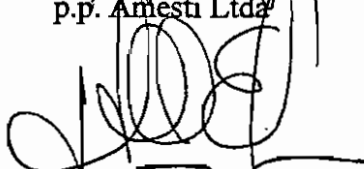
Por último, le queremos hacer ver a Ud. nuestra principal intención de seguir participando y aportando en el proceso normativo como lo hemos hecho hasta ahora, a pesar que en nuestra opinión éste ha sido sustancialmente más confuso que los otros en que hemos participado, como fueron la definición del primer programa de mediciones realizado el año 1991-1992 y la discusión relativa a las disposiciones del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana, donde se llegó a acuerdos en muchas materias, a pesar que hasta el día de hoy varias de las disposiciones tendientes a regular los artefactos de combustión domiciliaria en dicho plan, no están operativas, debido a que la autoridad no ha dictado las normas complementarias a las cuales se comprometió. Nuestra participación tiene por objeto lograr que en lo posible tengamos normas realistas, técnicamente razonables y legalmente aplicables y que contribuyan a disminuir la contaminación.

Se adjuntan a esta presentación copias de todos los instrumentos públicos invocados.

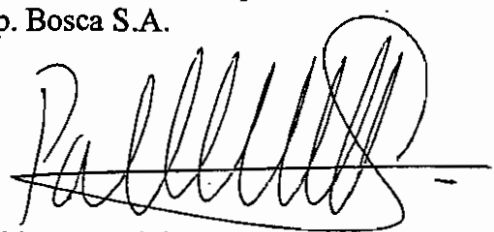
Sin otro particular, le saluda atentamente,



Cristián De Amesti
p.p. Amesti Ltda



Luis Alberto Echenique
p.p. Bosca S.A.



Pablo Amand de Mandieta
Fundición Pirque



GOBIERNO DE CHILE
Secretaría Regional Ministerial de Salud
Región Metropolitana
Autoridad Sanitaria R.M.

MIM/MSMC/PRO/ERF/erf

103 418



000580

002206 ABR 3 '06

ORD. Nº: _____

ANT. : Ord. 60717 ingreso 20/06/03

MAT. : Solicitud de contraparte técnica

DE : SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN METROPOLITANA

A : SEÑOR
JORGE TRONCOSO CONTRERAS
JEFE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE

El objetivo de la presente, de acuerdo a lo solicitado en el antecedente, es comunicarle que han sido designados contraparte técnica para el estudio: "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa" los siguientes profesionales: Sr. Enrique Alejandro Rojas Flores, titular responsable, y el Sr. Juan Manuel Olguín Alvear.

Ambos profesionales forman parte del Comité Operativo encargado de elaborar la Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para artefactos de combustión a leña. Dadas las características del trabajo involucrado, se estima conveniente la participación de ambos en algunas de las actividades proyectadas por el mencionado comité.

Agradece y saluda atentamente a usted,




DR. MAURICIO ILABACA MARILEO
SECRETARIO REGIONAL MINISTERIAL DE SALUD
REGIÓN METROPOLITANA

Distribución

- Interesado
- Dpto. Acción Sanitaria
- Calidad del Aire
- Oficina de Partes

Ord. 209.-



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL DE ENERGIA

OF. CNE N° - 0 5 0 8 /

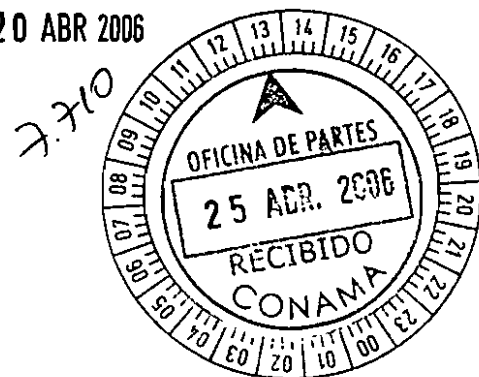
ANT.: No hay

MAT.: Estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" **000581**

Santiago, 20 ABR 2006

DE : **SR. PABLO SERRA BANFI**
Secretario Ejecutivo
Comisión Nacional De Energía

A : **SRA. ANA LYA URIARTE**
Directora Ejecutiva
Comisión Nacional del Medio Ambiente

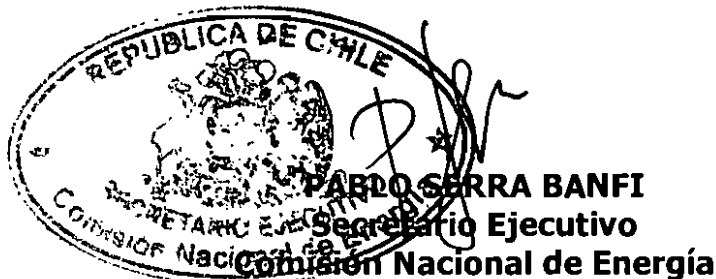


La Comisión Nacional de Energía (CNE) encargó a la Universidad de Chile el estudio "Diagnóstico del Mercado de la leña en Chile", mediante el cual se recopilaron, sistematizaron y analizaron los trabajos desarrollados en el país sobre el mercado de la leña desde 1990 a 2005 y, a partir de ellos, se generó un diagnóstico de su situación y proyecciones.

El estudio, entre otras materias, construyó una base de datos unificada con la información asociada al consumo y comercialización de leña obtenida mediante encuestas a consumidores, comercializadores y productores de ese combustible. De igual forma, se creó una base de datos electrónica con los estudios previos facilitados en medio magnético a CNE por diversas instituciones.

Tanto el informe final del estudio, como las bases de datos antes mencionadas son de carácter público y se encuentran en el disco compacto adjunto. Con ello, esperamos aportar nuevas herramientas de análisis que queden a disposición de todos los interesados en profundizar el conocimiento sobre el mercado de la leña en Chile, y en particular de vuestra institución.

Saluda atentamente a Ud.,



PSB/DGD/JRF/JBO/CSO/frb

000582

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA



CENTRO
MICRO
DATOS

“Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile”

INFORME FINAL

(preparado para la Comisión Nacional de Energía)

Autores:

**Andrés Gómez-Lobo
José Luis Lima
Constanza Hill
Mario Meneses**

**Departamento de Economía, Universidad de Chile
Departamento de Economía, Universidad de Chile
Departamento de Economía, Universidad de Chile
Universidad Austral de Chile**

El presente estudio tuvo por objetivo recopilar, sistematizar y analizar los trabajos que se han desarrollado sobre el consumo de leña y temas asociados en Chile desde el año 1990 hasta el presente y, a partir de ellos, generar un diagnóstico de la situación actual del mercado de la leña y de sus proyecciones no sólo en materia energética sino también en el ámbito ambiental, forestal y de salud pública. Como parte integral de este trabajo se realizó una nueva estimación nacional del consumo de leña y derivados.

El consumo de leña en Chile: un resumen de la información disponible

Existen varias fuentes de información sobre el consumo de leña en Chile. En primer lugar, hay varios estudios, censos y encuestas oficiales que contienen alguna información sobre la materia, aún cuando su propósito central no haya sido la de estudiar este combustible en particular. Estas fuentes corresponden al Censo de Población y Vivienda del año 1992 y 2002 del Instituto Nacional de Estadísticas, la Encuesta Nacional Industrial Anual del Instituto Nacional de Estadísticas y la Matriz Energética estimada para diversos años por la Comisión Nacional de Energía.

En segundo lugar, hay una lista no despreciable de estudios y artículos que abordan temas relacionados con la leña y que han sido escritos o publicados durante los últimos 15 años. Una recopilación de esta literatura y un resumen de cada referencia se encuentran en el Anexo 1 del presente Informe.

En tercer lugar, existen diversas encuestas específicas que se han realizado entre el año 1990 y el 2005 sobre el consumo de leña en distintas zonas del país. Esta es la principal fuente de información utilizada en este trabajo. Un resumen de los principales resultados de tales encuestas para el sector residencial urbano, los autores, el año en que se tomó la encuesta, el número de encuestas y la zona geográfica cubierta por la encuesta, se presentan en el Cuadro I.1.

Cuadro I.1: Resumen de estudio de consumo de leña en Chile, sector residencial urbano, incluye consumo de derivados

Region	Estudio	Ref.	Año de la muestra	Número de encuestas	Ámbito geográfico	Sector	Porcentaje que consume	Consumo Anual				Consumo (m3 sólidos)	
								Total	Unidad	cons/viv	Unidad		
V	INFOR-CNE (1994)	6	1992	299	V región	Urbano	24,0%	56.825	ton.	0,8	c	ton.	1,0
RM	INTEC-CNE (1992)	3	1990/1991	1520	Gran Santiago	Urbano	19,4%	104.100	ton.	0,8	c	ton.	1,0
VI	INFOR-CONAMA (2005b)	53	2004	305	Ciudad de Rancagua	Urbano	24,7%	22.616	m3 sólidos	2,2	c	m3 sólidos	2,2
VII	INGENER (1997)	19	1995	170	VII Región	Urbano				0,8	?	m3 (?)	
VIII	CENER S.A. (1997)	15	1995	n.d.	VIII Región	Urbano				4,9	?	m3 (?)	
VIII	Spil Ltda. (1997)	17	n.d.	400	Comuna de Lota	Urbano	71,5%	5.797.716	astillas	1080	t	astillas	3,0
VIII	INFOR-CONAMA (2005a)	52	2004	305	Ciudad de Chillán	Urbano	60,9%	106.604	m3 sólidos	4,7	c	m3 sólidos	4,7
VIII	U. de Concepción-CONAMA (2005)	54	2004	2070	Gran Concepción	Urbano	48,3%	935.078	m3 estéreos	4,0	c	m3 estéreos	2,5
IX	INFOR-CNE (1994)	6	1992	195	IX Región	Urbano	93,2%	276.558	ton.	4,3	c	ton.	5,9
IX	Lobos (2001)	27	2000	70	Ciudad de Temuco	Urbano	87,0%	369.463	m3 estéreos	10,3	c	m3 estéreos	6,6
IX	Vitae (2002)	31	2001	604	Ciudad de Temuco/Padres Las casas	Urbano	68,0%	329.439	m3 estéreos	7,7	c	m3 estéreos	4,9
IX	U. de Concepción (2002)	32	2002	925	Ciudad de Temuco/Padres Las casas	Urbano	68,9%	566.712	m3 estéreos	9,4	c	m3 estéreos	6,0
IX	Jaramillo	57	2004	217	Ciudad de Villarrica	Urbano	97,0%	86.400	m3 estéreos	14,7	c	m3 estéreos	9,4

Notas: La columna 'cons/viv' se refiere a los consumos por vivienda. Una letra 'c' después de esta variable indica que el consumo se refiere sólo al promedio entre las viviendas que consumen, no entre todas las viviendas. Un signo de interrogación significa que no fue posible determinar si el consumo promedio es entre todas las viviendas o entre las que consumen. Un signo de interrogación en la unidad de medida implica que no se pudo determinar si la medida era m³ sólido o estéreo. Los datos de consumo total de INFOR-CONAMA (2005b) para la ciudad de Rancagua no incluyen el consumo de briquetas. El dato de consumo medio sí lo incluye aunque no hace una diferencia sino en el segundo decimal del consumo medio. Los datos de consumo total y medio del estudio INFOR-CONAMA (2005a) para la ciudad de Chillán no incluyen el consumo de carbón vegetal, pero la tasa de penetración sí incluye a los consumidores de carbón vegetal. Si se eliminan los que consumen exclusivamente este combustible de madera la tasa de penetración disminuye a 54% aproximadamente.

Cuadro I.1: Resumen de estudio de consumo de leña en Chile, sector residencial urbano, incluye consumo derivados (continuación)

Región	Estudio	Ref.	Año de la muestra	Número de encuestas	Ámbito geográfico	Sector	Porcentaje que consume	Consumo Anual				Consumo (m3 sólidos)
								Total	Unidad	cons/viv	Unidad	
X	INFOR-CNE (1994)	6	1992	238	X Región	Urbano	99,2%	475.138	ton.	5,66	c ton.	7,6
X	INGENER (1997)	18	1995	121	X Región	Urbano				17,64	? m3 (?)	
X	Murúa, et al. (1993)	4	1991	679	Ciudad de Valdivia	Urbano	76,0%	300.000	m3 estéreos	12,2	c m3 estéreos	7,8
X	Reyes y Frene (2002)	35	2002	600	Ciudad de Valdivia	Urbano	84,0%	330.000	m3 estéreos	13,0	c m3 estéreos	8,3
X	DECON-CNE (2005)	51	2004	553	Ciudad de Valdivia	Urbano	80,5%	210.238	m3 sólidos	7,9	c m3 sólidos	7,9
X	Saez (1994)	5	1993/94	836	Ciudad de Osorno	Urbano	93,4%			15,1	c m3 estéreos	9,7
X	DECON-CNE (2005)	51	2004	560	Ciudad de Osorno	Urbano	88,8%	242.916	m3 sólidos	7,8	c m3 sólidos	7,8
X	DECON-CNE (2005)	51	2004	151	Ciudad de Río Negro	Urbano	98,8%	17.361	m3 sólidos	9,9	c m3 sólidos	9,9
X	DECON-CNE (2005)	51	2004	145	Ciudad de La Unión	Urbano	95,5%	57.795	m3 sólidos	9,1	c m3 sólidos	9,1
X	Reyes (2000)	23	1997		Montt	Urbano	84,8%	245.115	m3 sólidos	10,52	c m3 sólidos	10,5
X	Siemund (2004)	49	2003/2004	999	Ancud, Castro, Quellon	Urbano	96,0%	314.739	m3 estéreos	17,9	c m3 estéreos	11,5
XI	INFOR-CNE (2004b)	46	2003	380	Ciudad de Coyhaique	Urbano	98,2%	201.232	m3 sólidos	17,3	c m3 sólidos	17,3
XI	INFOR-CNE (2004b)	46	2003	180	Ciudad de Puerto Aysen	Urbano	94,4%	92.075	m3 sólidos	22,0	c m3 sólidos	22,0
XI	INFOR-CNE (2004b)	46	2003	30	Ciudad de Pto. Chacabuco	Urbano	93,3%	5.354	m3 sólidos	16,4	c m3 sólidos	16,4

Notas: La columna 'cons/viv' se refiere a los consumos por vivienda. Una letra 'c' después de esta variable indica que el consumo se refiere sólo al promedio entre las viviendas que consumen, no entre todas las viviendas. Un signo de interrogación significa que no fue posible determinar si el consumo promedio es entre todas las vivienda o entre las que consumen. Un signo de interrogación en la unidad de medida implica que no se pudo determinar si la medida era m³ sólido o estéreo.

De este resumen se puede observar que existe una tendencia creciente en el consumo promedio por vivienda mientras más al sur se habita, tanto en el porcentaje de hogares que consumen leña, como en el consumo promedio anual de los hogares consumidores. En las regiones V y RM el consumo promedio de un hogar consumidor de leña no supera el m^3 sólido por año. En la VI Región, el estudio de INFOR-CONAMA (2005b) entrega una estimación de $2,2 m^3$ por año en la ciudad de Rancagua.¹ En la VIII Región, tres estudios estiman un consumo promedio entre $2,5$ y $4,7 m^3$ sólidos por año entre las viviendas que consumen madera. El menor consumo se da en Concepción y el mayor en Chillán, mientras que Lota tendría un consumo intermedio. Para la IX Región también hay bastante coincidencia entre los consumos estimados por los distintos estudios. Todos estiman un consumo promedio (entre los hogares consumidores) entre $5,0$ y $6,6 m^3$ sólidos por vivienda para la ciudad de Temuco. El promedio entre estos estudios da $5,8 m^3$ por año. Si se omite el estudio de VITAE (2002), el consumo promedio en Temuco sería de $6,3 m^3$ por año. Para la ciudad de Villarrica el consumo estimado es mayor que en Temuco, de $9,4 m^3$ por vivienda por año.

La X Región es la que concentra la mayor cantidad de encuestas. Se puede observar que los consumos promedio en esa región son más altos que en la IX. Existe bastante coincidencia entre los tres estudios del consumo promedio (por hogar consumidor) para la ciudad de Valdivia, desde $7,8 m^3$ a $8,3 m^3$ por año y con un promedio de $8,0 m^3$. Los dos estudios para la ciudad de Osorno entregan resultados dispares, pero el más reciente indica un consumo promedio muy similar al de Valdivia. Para las ciudades de La Unión y Río Negro los consumos promedio son superiores, entre $9,1$ y $9,9 m^3$ por año, respectivamente.

Es interesante notar también que los consumos promedio tienden a aumentar hacia el sur de la región. La estimación para la ciudad de Puerto Montt es de $10,5 m^3$, mientras que en Chiloé el consumo promedio sería de $11,5 m^3$ por año.

¹ El valor de $0,5 m^3$ del estudio de INGENER (1997) para la VII Región no se debe tomar mucho en cuenta ya que no está claro si esta cifra es el promedio entre todos los hogares (viviendas) o entre los que consumen solamente. Si esta cifra fuese el promedio entre todos los hogares, sería consistente con la información de Rancagua ya que la proporción de hogares que consume leña es alrededor de un 25%, al menos en la VI Región.

Para la XI Región, los consumos promedio son más altos, consistentes con la mayor disponibilidad y menores temperaturas de esa región. El consumo promedio en Coyhaique es de 17,3 m³ por año, mientras que en Aysén es de 22,0 m³ por año.

En forma similar, pese a la escasez de estudios y encuestas para el sector rural, se analizó la información disponible para este sector. El Cuadro 1.2 resume la información disponible. Se encontró que el consumo rural es significativamente mayor al consumo urbano. En las regiones V y VIII, el consumo promedio rural para los que consumen leña o sus derivados es 5 a 6 veces más alto que el consumo urbano. En la VI región el consumo promedio rural es 26 veces superior al urbano. En las regiones IX y X, el consumo promedio rural es 61% y 49% superior al urbano.

Finalmente, también se analizaron las encuestas y estudios disponibles para el sector de grandes consumidores. Sin embargo, debido a la menor rigurosidad observada en la información recopilada por éstos, las estimaciones son menos confiables que las del sector residencial, por lo tanto es más cuestionable la expansión de los consumos para el sector en general. La información disponible para este sector se presenta en el Cuadro 1.3.

Cuadro I.2: Resumen de estudio de consumo de leña en Chile, sector residencial rural, incluye consumo de derivados

Region	Estudio	Ref.	Año de la muestra	Número de encuestas	Ámbito geográfico	Sector	Porcentaje que consume	Consumo Anual			Consumo (m3 sólidos)	
								Total	Unidad	Por viv		Unidad
V	INFOR-CNE (1994)	6	1992	64	V región	Rural	93,8%	277.400	ton.	4,11	ton.	5,6
VII	INGENER (1997)	19	1995	40	VII Región	Rural				20,9	m3 (?)	
VIII	CENER Consultores S.A. (15	1995		VIII Región	Rural				25,1	m3 (?)	
IX	INFOR-CNE (1994)	6	1992	216	IX Región	Rural	100,0%	555.600	ton.	6,99	ton.	9,4
X	INFOR-CNE (1994)	6	1992	276	X Región	Rural	100,0%	797.600	ton.	8,42	ton.	11,4

Notas: La columna 'cons/viv' se refiere a los consumos por vivienda. Una letra 'c' después de esta variable indica que el consumo se refiere sólo al promedio entre las viviendas que consumen, no entre todas las viviendas. Un signo de interrogación significa que no fue posible determinar si el consumo promedio es entre todas las viviendas o entre las que consumen. Un signo de interrogación en la unidad de medida implica que no se pudo determinar si la medida era m³ sólido o estéreo.

000583

Cuadro I.3: Resumen de estudio de consumo de leña en Chile, sector grandes consumidores, incluye derivados

Region	Estudio	Ref.	Año de la muestra	Número de encuestas	Ámbito geográfico	Sector	Consumo Anual		Consumo (m3 sólidos)
							Total	Unidad	
V	INFOR-CNE (1994)	6	1992	80	V región	Grandes consumidores	167.600	ton.	124.024
RM	INTEC-CNE (1992)	3	1990/1991		Gran Santiago	Grandes consumidores	306.881	ton.	227.092
VI	INFOR-CONAMA (2005b)	53	2004	11	Ciudad de Rancagua	Grandes consumidores	4.502	m3 sólidos	4.502
VII	INGENER (1997)	19	1995		VII Región	Grandes consumidores	311.662	m3 (?)	
VIII	CENER Consultores S.A. (1997)	15	1995		VIII Región	Grandes consumidores	4.484	m3 (?)	
VIII	INFOR-CONAMA (2005a)	52	2004	50	Ciudad de Chillán	Grandes consumidores	28.174	m3 sólidos	28.174
IX	ÉNERGER (1996)	13	1993 y 1995		IX Región	Grandes consumidores	887.861	m3 (?)	
IX	INFOR-CNE (1994)	6	1992	85	IX Región	Grandes consumidores	283.900	ton.	210.086
X	INFOR-CNE (1994)	6	1992	144	X Región	Grandes consumidores	1.015.600	ton.	751.544
X	INGENER (1997)	18	1995		X Región Ciudad de Valdivia, Osorno, Río Negro y La Unión	Grandes Grandes Grandes Grandes consumidores	133.289	m3 (?)	
X	DECON-CNE (2005)	51	2004	560	Ciudad de Puerto Montt	Grandes consumidores	81.802	m3 sólidos	81.802
X	Reyes (2000)	23	1997		Ancud, Castro, Quellón	Grandes consumidores	8.851	m3 sólidos	8.851
X	Siemund (2004)	49	2003/2004		Ciudad de Coyhaique, Puerto Aysen y Chacabuco	Grandes consumidores	26.146	m3 estéreos	16.733
XI	INFOR-CNE (2004b)	46	2003		Aysen y Chacabuco	Grandes consumidores	74.933	m3 sólidos	74.933

000589

Sobre la base de los estudios revisados se concluye que existe bastante consistencia entre las estimaciones del consumo residencial urbano. El principal patrón encontrado es que el consumo de leña aumenta mientras más al sur habita un hogar, siendo también superior en las ciudades menores que en las grandes ciudades para una misma latitud. La información sobre el consumo en zonas rurales es bastante más precaria y más adelante se presentan recomendaciones para mejorar la información disponible para este sector. En cuanto al sector de grandes consumidores, existen varios estudios, pero en general no han sido realizados con el mismo rigor técnico que los del sector residencial, especialmente en cuanto al diseño muestral.

Una nueva proyección del consumo de leña para Chile

En este trabajo se realizó una nueva estimación agregada del consumo de leña en Chile. Los cálculos se realizaron diferenciando por región y entre los consumidores residenciales, rurales y los grandes consumidores.

Para estimar y proyectar el consumo de leña residencial a nivel regional se siguió una estrategia que agrupa las regiones según la disponibilidad de información reciente sobre el consumo de leña residencial. En particular, se utilizó la información de las siguientes encuestas:

- Ciudad de Rancagua (INFOR-CONAMA, 2005b),
- Ciudad de Chillán (INFOR-CONAMA, 2005a),
- Gran Concepción (Universidad de Concepción-CONAMA, 2005),
- Ciudad de Temuco y Padre Las Casas (VITAE, 2002),
- Valdivia, Osorno, La Unión y Río Negro en la X Región (DECON-CNE, 2005), y
- Coyhaique, Puerto Aysén y Puerto Chacabuco en la XI Región (INFOR-CONAMA, 2004b)

A grandes rasgos, la metodología para estimar el consumo agregado de leña del sector residencial consistió en utilizar los datos de las encuestas anteriores para estimar una

relación de demanda de leña en metros cúbicos sólidos. Una vez estimados los parámetros de la ecuación de demanda, se proyectaron los niveles de consumo para cada región usando la información socioeconómica de la encuesta CASEN 2003. Para el sector rural, se realizó un ajuste adicional usando el informe de INFOR-CNE (1994) y los Censos de 1992 y 2002. Por falta de información se omitió de esta estimación las regiones I, II y III.

Los resultados de las proyecciones de consumo residencial de leña por región y a nivel nacional para el año 2003 se presentan en el Cuadro I.4.

Cuadro I.4: Proyección de Consumo de leña residencial para el año 2003 (m³ sólidos)

REGION	URBANO	DESV EST	RURAL	DESV EST	TOTAL	DESV EST
I						
II						
III						
IV	24.735	1.344	134.025	3.672	158.760	3.910
V	13.356	444	55.775	2.656	69.131	2.693
VI	100.690	4.254	368.193	10.598	468.883	11.420
VII	433.309	9.509	1.303.929	25.558	1.737.238	27.270
VIII	798.465	23.305	1.542.549	53.312	2.341.014	58.183
IX	461.674	24.956	1.023.390	35.439	1.485.064	43.344
X	1.272.355	23.376	2.030.572	33.250	3.302.928	40.645
XI	356.234	9.689	103.045	2.870	459.280	10.105
XII	257.738	14.204	23.740	1.054	281.477	14.243
RM	82.470	1.650	7.663	384	90.133	1.694
Nacional	3.801.027	46.056	6.592.881	77.455	10.393.908	90.114

Hay que señalar que el consumo de leña proyectado no incluye el consumo de desechos industriales tales como aserrín, tapas, despuntes, etc., ni de derivados como el carbón. Como se puede observar, el consumo residencial de leña se concentra en las Regiones VIII y X, que concentran el 54% del consumo residencial total, seguido de la Región VII, que concentra el 17% del consumo proyectado. A nivel urbano y rural se presenta una concentración similar del consumo de leña en estas regiones. A nivel urbano las tres principales regiones concentran el 66% del consumo proyectado y a nivel rural concentran el 74%.

La estimación y proyección para el sector de grandes consumidores, se realiza por separado en dos grupos, uno correspondiente al sector Comercial e Institucional y el otro al sector Industrial.

Para la proyección del consumo del sector Comercial e Institucional, se utilizan los consumos proyectados para el sector residencial y aplicando, cuando es factible, el ratio de consumo entre sectores observados en INFOR 92 (para las regiones V, VI, VII, VIII, IX y Metropolitana) y el ratio observado en las encuestas actuales (para las regiones X y XI). El Cuadro 1.5 resume las proyecciones realizadas.

En cuanto al sector Industrial, para proyectar el consumo agregado de leña para este sector se utilizó la información de la Encuesta Nacional Industrial Anual del Instituto Nacional de Estadísticas (ENIA), además de otra información secundaria. Se debe señalar que la ENIA sólo registra la información de la leña comprada por los distintos establecimientos industriales y no contiene información sobre el autoconsumo de leña o desechos de madera.

Cuadro 1.5: Proyección de Consumo de leña sector Comercial e Institucional (en m³ sólidos)

REGION	Proyección Consumo Residencial	Desv. Est. Consumo Residencial	Ratio consumo residencial / com. e inst. INFOR 92	Ratio consumo residencial / com. e inst. ENCUESTAS	Proyección Consumo Comercial e Institucional	Desv. Est. Consumo Comercial e Institucional
I						
II						
III						
IV	400.432	14.447				
V	325.591	9.633	6,4		51.245	1.516
VI	949.319	21.125	279,0		3.403	76
VII	1.895.223	29.873	154,0		12.305	194
VIII	2.546.426	59.304	35,3		72.149	1.680
IX	1.485.064	43.344	22,1		67.276	1.964
X	3.440.708	40.926	7,3	8,8	388.982	4.627
XI	459.280	10.105	22,3	5,5	83.630	1.840
XII	286.774	14.045				
RM	505.958	7.207	7,4		68.510	976
Nacional	12.294.775	95.195	---	---	747.500	12.872

Cuadro I.6: Proyección de Consumo de leña comprada como combustible para el sector Industrial (en m³ sólidos)

REGION	Consumo Industrial estimado 2001 (toneladas)	Ratio Proyección consumo Ind. ENIA 2003 / Consumo Ind. ENIA 2001	Proyección Consumo Industrial 2003 (m ³ sólidos)	Desv. Est. Consumo Industrial
1ª Región	40.350	0,50	28.899	9.278
2ª Región	74.414	0,48	50.573	10.507
3ª Región	17.607	2,91	73.268	2.707
4ª Región	322.265	0,59	271.884	2.799
5ª Región	342.223	0,59	289.139	19.410
6ª Región	345.688	0,39	192.838	7.787
7ª Región	1.121.853	0,67	1.078.895	3.509
8ª Región	2.098.163	0,49	1.479.555	9.091
9ª Región	490.089	0,93	654.519	5.024
10ª Región	180.238	0,53	135.528	812
11ª Región	2.312	0,94	3.107	36
12ª Región				
13ª Región	40.738	0,43	25.306	63.724
Nacional	4.943.569		3.858.888	68.021

Al igual que las estimaciones del consumo del sector residencial, las proyecciones anteriores no incluyen los niveles de consumo de desechos industriales. Para los fines del presente estudio se utilizó la estimación del consumo anual de desechos de Walter, Radon, Neugebauer y Berg Gebert (2005) quienes estiman una producción de 10,8 millones de m³ sólidos de subproductos industriales de la madera. De éstos, un 47% serían utilizados para generar energía, lo que significa un consumo de 5.076 millones de m³ de desechos industriales, tanto del sector residencial, como comercial, público e industrial.

El consumo de leña total proyectado en este informe para el sector residencial y de grandes consumidores —sin incluir el consumo de desechos— para el año 2003 es de cerca de 15 millones de m³ sólidos. Si se incluye el consumo de desechos industriales el total aumenta a cerca de 20 millones de m³ sólidos. Un resumen de los resultados totales se presenta en el Cuadro I.7.

Cuadro I.7: Proyección del Consumo de Leña y desechos industriales, en m³ sólidos, por región y sector

REGION	Proyección Consumo Residencial	Desv. Est. Consumo Residencial	Proyección Consumo Comercial e Institucional	Desv. Est. Consumo Comercial e Institucional	Proyección Consumo Industrial	Desv. Est. Consumo Industrial	Proyección Consumo Total de leña	Desv. Est. Consumo Total	Estimación consumo de desechos industriales	Proyección Consumo Total de combustibles de madera
I										
II										
III										
IV	158.760	3.910			271.884	2.799	430.644	4.809	---	---
V	69.131	2.693	10.881	423,9	289.139	19.410	369.150	19.601	---	---
VI	468.883	11.420	1.680,8	40,9	192.838	7.787	663.402	13.822	---	---
VII	1.737.238	27.270	11.279,5	177,1	1.078.895	3.509	2.827.413	27.495	---	---
VIII	2.341.014	58.183	66.328,7	1.648,5	1.479.555	9.091	3.886.898	58.912	---	---
IX	1.485.064	43.344	67.275,8	1.963,6	654.519	5.024	2.206.859	43.679	---	---
X	3.302.928	40.645	373.405,7	4.595,1	135.528	812	3.811.862	40.912	---	---
XI	459.280	10.105	83.630,1	1.840,0	3.107	36	546.017	10.271	---	---
XII	281.477	14.243					281.477	14.243	---	---
RM	90.133	1.694	12.204,6	229,4	25.306	63.724	127.644	63.747	---	---
Nacional	10.393.908	90.114	626.686	10.918	3.858.888	68.021	14.879.482	113.431	5.076.000	19.955.482

La importancia de la leña en la matriz energética nacional

Para calcular la participación de la leña en el mercado energético nacional, se comparó el consumo energético de leña con la información del Balance Nacional de Energía 2003. El total del consumo nacional de leña en Teracalorías, incluyendo desechos, es de 48.891, casi un 20% superior a la estimado por la CNE en el Balance de Energía del 2003.

Según la estimación del presente trabajo, la leña y derivados dentro del balance energético tienen una participación del orden del 17,5%, superior al 15% estimado por la CNE para el año 2003. Este último resultado es interesante ya que con una metodología distinta a la utilizada por la CNE para calcular la participación de la leña en la matriz energética se llega a un nivel de participación bastante similar.

I.8: Comparación de nueva proyección de participación de la leña en el mercado energético nacional con la proyección del Balance Nacional de Energía 2003, en teracalorías

ENERGETICO	Balance Nacional de Energía 2003	Participación	Nueva Proyección 2.003	Participación
Petróleo Crudo	111.873	41,3%	111.873	40,1%
Gas Natural	74.582	27,5%	74.582	26,7%
Carbón	24.291	9,0%	24.291	8,7%
Hidroelectricidad	19.439	7,2%	19.439	7,0%
Leña	40.754	15,0%	48.891	17,5%
Biogas	0	0,0%	0	0,0%
TOTAL	270.939	100,0%	279.076	100,0%

El impacto forestal del consumo de leña

Con el fin de determinar el impacto que tiene el actual nivel de consumo de leña estimada para el país sobre la sustentabilidad forestal, se realizó un ejercicio exploratorio sobre la oferta potencial sustentable de leña proveniente de plantaciones y bosque nativo. Esta materia se puede aproximar de diversas maneras y utilizando distintas metodologías y supuestos. En este estudio se realizó una aproximación particular sin pretender ser la única estimación factible de realizar ni menos ser una estimación consensuada entre los expertos en la materia.

El ejercicio completo de sustentabilidad del consumo de leña en Chile se presenta en el Anexo 6. Los resultados indican que la disponibilidad anual de leña en forma sustentable —esto es, qué proviene del potencial de crecimiento del bosque nativo en pie actualmente— es del orden de los 14,7 millones de m³ al año, cifra similar al consumo anual total de leña en el país.² Sin embargo, existen regiones donde el consumo es bastante mayor a la disponibilidad sustentable de leña. Esto implica que el consumo actual de leña podría basarse en la explotación sustentable del bosque nativo, siempre y cuando se generen políticas adecuadas que tomen en cuenta las realidades regionales tanto del bosque como del consumo.

Características del consumo residencial de leña

Según las encuestas disponibles, el principal uso de la leña en el sector residencial es la calefacción, con proporciones que varían desde el 99,4% al 51,4% del consumo total de leña por parte de los hogares. El siguiente uso más común de la leña es para cocinar. En cuanto a la distribución del consumo por sector socioeconómico, se encuentra que en Rancagua el consumo de leña se concentra principalmente en el nivel socioeconómico medio (52% del total), en cambio en Chillán, Temuco, Aysén y algunas comunas de la X Región dicho consumo se concentra principalmente en los niveles socioeconómicos bajos (59%, 48%, 73% y 54% del total respectivamente).

² Estas cifras no consideran la oferta potencial ni el consumo de desechos industriales. Ver Anexo 6.

En cuanto a las especies consumidas se encuentra que en Rancagua se consume principalmente leña de especies frutícolas (52%) y Eucalipto (39%). En Chillán se consume principalmente Hualle (58%) y Aromo (21%). En Temuco se consume principalmente leña tipo Hualle (77%). En las comunas encuestadas de la X Región se consume principalmente Ulmo (40%) y Hualle (38%). En la Región de Aysén se consume principalmente Lengua (71%) y Ñirre (17%) (y Coigue en menor medida, 7%).

Con respecto a los distintos artefactos que utilizan y consumen leña en los hogares (cocina de fierro, salamandra, estufa de cámara lenta simple y doble, chimenea, brasero, estufa, fogón u otro), las distintas encuestas permiten establecer el porcentaje de hogares que poseen uno de estos. En Rancagua la mayoría de los hogares posee una estufa de combustión lenta o una salamandra, con 47% y 16% de los hogares respectivamente. En las comunas encuestadas en Gran Concepción, la mayoría de los hogares posee una cocina de fierro o una estufa de combustión lenta, con 21% y 18% de los hogares respectivamente. En la comuna de Chillán, al igual que en Rancagua, la mayoría de los hogares posee una estufa de combustión lenta o una salamandra, con 35% y 18% de los hogares respectivamente. En Temuco, la mayoría de los hogares posee una cocina de fierro o una estufa de combustión lenta, con 35%, 30% de los hogares respectivamente. En las comunas encuestadas de la X Región, la gran mayoría de los hogares posee una cocina de fierro, con un 57% de los hogares, o una estufa de combustión lenta, con 34% de los hogares. En la comuna de Aysén, el 69% de los hogares tiene una cocina de fierro, el 60% tiene una estufa de combustión lenta.

Para desagregar los consumos de leña residenciales según la estacionalidad se utilizó la información existente en cada encuesta. Se encuentra que en todas las encuestas realizadas el consumo de leña tiende a concentrarse mayormente entre los meses de Mayo a Agosto, los cuales coinciden con los meses de invierno. En Rancagua, el 89% del consumo de leña en los hogares se concentra en estos meses. En Chillán este porcentaje es de 80% y en el Gran Concepción de 72%. En Aysén, el consumo en estos meses representa el 46% del total anual, debido a que el consumo en esta región está distribuido en forma más pareja a lo largo del año en comparación con las otras ciudades. La encuesta de Temuco no presenta

una desagregación del consumo de leña estacional por meses como en las encuestas anteriores, sino que presenta información sobre el porcentaje de leña consumida en cada hogar por estaciones: verano (diciembre a febrero), otoño (marzo a mayo), invierno (junio a agosto) y primavera (septiembre a noviembre). Esta encuesta indica que en Temuco el 75% de la leña es consumida en la estación de invierno, seguida muy de lejos por la de verano con un 18%.

Para analizar la participación que representa el consumo de la leña en el gasto familiar se utilizó la información existente en cada encuesta y la información del ingreso por hogar de las comunas encuestadas obtenida de la encuesta CASEN 2003. El gasto en leña varía, en términos absolutos, entre 46 mil pesos anuales para la Ciudad de Rancagua y 323 mil pesos para la comuna de Puerto Aysén.³

Características de la oferta de leña

A partir de las encuestas y estudios disponibles, se analizaron las principales características de la oferta de leña. Los temas examinados corresponden a la cadena de comercialización, el grado de formalidad del mercado, los volúmenes negociados y los márgenes establecidos. También se realiza una estimación de la pérdida tributaria asociada a la evasión del IVA en este mercado y la importancia del mercado de la leña en las economías regionales.

Se analizaron y caracterizaron los tres actores principales de la cadena de comercialización. Estos son: los productores, los intermediarios y la industria de la madera. Se encontró que el tamaño de la cadena está determinado por el tipo de consumidor, observándose que en general cuando el consumidor es residencial, participa un mayor número de comercializadores con respecto a cuando el consumidor pertenece al grupo de los grandes consumidores.

³ Ambos valores expresados en pesos del año 2003.

Al observar los precios y los márgenes asociados a éstos, se tiene una gran dispersión, tanto al interior de una comuna como entre comunas. Con precios de venta que varían desde los \$5.500 hasta los \$22.088 por m³ sólido, dependiendo de la especie, época del año y el contenido de humedad de la leña. Hecho que también es observado en los márgenes tanto de los productores como de los intermediarios.

Para establecer el grado de formalidad en el mercado de la leña, se evaluaron tres variables: la inscripción de los comercializadores en el registro de patentes de la municipalidad en la cual funciona el negocio, la existencia de un plan de manejo autorizado por la CONAF y la entrega de boleta o factura en las ventas.

Con respecto a las dos primeras variables, pese a que se encontró muy poca información, la existente indica un bajo nivel de formalidad, con bajo número de comercializadores inscritos en el registro de patentes y escasa tramitación del plan de manejo autorizado por la CONAF.

La última variable analizada en la caracterización de la formalidad del mercado de la leña, es la entrega de boleta o factura al consumidor. En varias de las encuestas se preguntó en forma directa al consumidor por este hecho. A partir de lo reportado en tales encuestas se concluye que hay dos principales determinantes de la entrega de boleta o factura. Primero, el tipo de comercializador, encontrándose que los locales establecidos entregan el documento en forma más regular que los comercializadores que se colocan a la orilla del camino o reparten en camión. El otro determinante es el tipo de consumidor, observándose en general que cuando el consumidor pertenece al sector de grandes consumidores, éste tiende a recibir la boleta, lo que ocurre con una mucho menor frecuencia cuando el consumidor es residencial.

A partir de lo encontrado en las diferentes encuestas, y en base a ciertos supuestos, se calcula la pérdida tributaria asociada a la evasión del IVA que ocurre cada vez que se realiza una venta sin la entrega de boleta o factura. Los resultados muestran que las

pérdidas tributarias varían entre \$7.850 y \$8.780 millones (US\$ 14,5 y US\$ 16,3) según el escenario base.

Finalmente, se examinó la importancia del mercado de la leña en las economías regionales, utilizando las cifras del Banco Central para el PIB regional. Con tales supuestos y datos, se estima que a nivel nacional el mercado de la leña representa sólo un 0,3% de la actividad económica global. Sin embargo, en algunas regiones, en particular en la IX y XI, el mercado de la leña es una actividad más importante dentro de las economías locales.

Valoración de los efectos de las concentraciones de material particulado

En el marco del presente proyecto se realizó una actualización del estudio “Análisis de Subsidio al Gas Natural de Red en el Sector Residencial de Ciudades con Problemas Ambientales” elaborado por la Universidad de Chile para CNE (2002), con el fin de cuantificar en unidades monetarias los efectos en la salud de la población frente a las variaciones en la concentración de MP2.5. En el desarrollo de la actualización se mantuvo los supuestos del informe original y sólo se realiza una actualización en base a la disponibilidad de nueva información.

Al igual que en el informe original, la evaluación se realiza considerando dos sectores, uno conformado por Temuco y Padre Las Casas y el otro denominado Sector Sur que incluye las zonas urbanas de las principales comunas de las regiones VIII, IX y X. Se actualizaron los datos de población, algunas tasas bases y las unidades monetarias. Los nuevos datos de población fueron obtenidos del Censo de Población y Vivienda del 2002, actualizándolos para cada región al 2005 según la tasa regional de crecimiento intercensal del INE. En total, se consideró una población total evaluada de 1.956.343 personas

En la determinación de la valorización social del beneficio de reducción de las emisiones, se actualizó el número de ocupados y desocupados usando la tasa de desocupación a nivel nacional por grupos de edad para mayo-junio del 2005 obtenida de la encuesta Nacional de Empleo del INE.

Con respecto a las tasas bases, la única información que fue posible obtener y por lo tanto, actualizar, fue la base de datos de los Egresos Hospitalarios del Ministerio de Salud correspondiente al 2003, con lo cual se obtuvieron nuevas tasas base para las admisiones hospitalarias. Para el resto de las tasas bases se utilizaron los mismos valores que los indicados en el informe original.

Además, se realizó una actualización de los valores monetarios presentados en el informe de la Universidad de Chile. Esta actualización se efectuó en base a la variación los precios entre ambos años utilizando para ello el Índice de Precios al Consumidor.

Para Temuco y Padre Las Casas se obtiene que el daño provocado por un microgramo de concentración de particulado fino varía entre 1.200 y 5.418 millones de pesos, según si se consideran los efectos en mortalidad por la exposición a largo plazo o no. Mientras que para el Sector Sur, la información recopilada indica que el mismo cambio, implica un daño total que varía entre 6.073 y 27.700 millones de pesos, según si se consideran o no los efectos en mortalidad por la exposición a largo plazo.

Conclusiones

En este estudio se ha realizado una exhaustiva revisión de la información disponible sobre el consumo de leña y derivados en Chile. Como parte de este trabajo se presentó una nueva estimación del consumo agregado de leña para el país. Esta estimación arroja un consumo anual para el año 2003 del orden de los 14,9 millones de m³ sólidos de leña, más un consumo aproximado de 5,1 millones de m³ sólidos de desechos industriales. Este consumo representó el 17,5% de la matriz energética nacional en el año 2003, por lo que la leña sería el tercer combustible de mayor importancia en el país después del petróleo y el gas natural.

El sector residencial es el de mayor importancia, con un consumo de leña estimado de 10,4 millones del m³ sólidos al año. El sector industrial es el segundo de mayor importancia con un consumo de leña estimado de 3,9 millones de m³ sólidos por año, además de una proporción mayoritaria del consumo de desechos industriales. En comparación, el sector

comercial e institucional, con un consumo estimado de 0,6 millones de m³ sólidos al año, es marginal dentro del consumo agregado.

El consumo de leña en Chile está concentrado en la zona sur del país donde constituye el principal combustible utilizado para calefaccionar viviendas. El porcentaje de hogares que utilizan leña y su consumo promedio aumentan según la latitud del país, siendo más altos mientras más austral resida un hogar. También varían de acuerdo al tamaño de la ciudad o localidad donde vivan. De hecho, el consumo por hogar de leña es mayor en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región. Este patrón de consumo según el tamaño de la ciudad o localidad tiene su expresión máxima en el caso de los hogares rurales, donde se estima que el consumo por hogar es muy superior al consumo promedio urbano. Según las estimaciones presentadas en este estudio, el consumo de leña total del sector rural representa más del 60% del consumo residencial agregado.

A pesar de ser el tercer combustible más importante de la matriz energética nacional, el mercado de la leña se caracteriza por un alto grado de informalidad, particularmente en el segmento residencial. En la mayoría de las regiones del sur donde hay información disponible, se evidencia que más del 90% de los hogares no reciben boleta o factura por su compra de leña. En este estudio se estimó una pérdida de recaudación del IVA entre US\$14 y US\$16 millones al año como consecuencia de esta informalidad.

Por otro lado, el consumo de leña genera importantes externalidades ambientales, especialmente en cuanto a la calidad del aire. El uso de la leña como combustible es considerado como la principal causa de la contaminación atmosférica en la ciudad de Temuco, ciudad recientemente declarada como saturada por concentración de material particulado. Aunque existen menos mediciones de la calidad del aire en otras ciudades, se considera que el problema que afecta a Temuco también estaría afectando a otras ciudades del sur, como Osorno y Los Ángeles.

Hasta la fecha existe poca información disponible sobre el impacto que tendrían distintas políticas específicas sobre los niveles de concentración de material particulado en la

atmósfera. Sin embargo, en este trabajo se ha estimado un beneficio social de reducir en un microgramo las concentraciones de material particulado fino (MP2,5) entre \$4.142 a \$18.703 por persona. Estos parámetros implican que el beneficio de reducir la concentración de MP2,5 en un microgramo en la ciudad de Temuco y Padre Las Casas alcanzaría entre US\$2,2 a US\$10 millones. Si el ejercicio se amplía para todas la población urbana de la zona centro sur del país, los beneficios alcanzan entre US\$11,2 a US\$51,3 millones. Estas cifras y parámetros pueden utilizarse para evaluar los costos y beneficios de distintas políticas destinadas a reducir la contaminación atmosférica en las ciudades del sur del país.

Otra dimensión del consumo de leña en Chile es el posible impacto que genera la demanda por leña sobre el bosque nativo, fuente principal de la leña que se utiliza como combustible en Chile. Aunque la información disponible es escasa y los resultados deben interpretarse con cautela, una primera aproximación al tema realizado en el marco del presente estudio concluyó que la oferta potencial sustentable de leña en Chile es del orden de los 14,7 millones de m³ al año, cifra similar al consumo anual total de leña.⁴ Sin embargo, existen regiones donde el consumo es bastante mayor a la disponibilidad sustentable de leña. Esto implica que el consumo actual de leña podría basarse en la explotación sustentable del bosque nativo, siempre y cuando se generen políticas adecuadas que tomen en cuenta las realidades regionales tanto del bosque como del consumo.

En resumen, la leña es un combustible muy importante en Chile, especialmente para el segmento residencial de la zona sur del país. Esto significa que este sector requiere formar parte de la política energética nacional. El desafío público para este sector consiste en la formulación de políticas que permitan formalizar el mercado de la leña, y el control o mitigación de los posibles impactos ambientales o forestales asociados a su uso como combustible.

⁴ Estas cifras no consideran la oferta potencial ni el consumo de desechos industriales. Ver Anexo 6.

Recomendaciones para mejorar la información disponible sobre el consumo de leña y derivados en Chile

El análisis del mercado de leña realizado en esta investigación se basó exclusivamente en la información y estudios previos disponibles sobre la materia. Las estimaciones del consumo nacional de leña presentadas en este estudio dependen de varios supuestos y aproximaciones y, en consecuencia, es posible que contengan algunos errores e inexactitudes.

Por ejemplo, más del 60% del consumo del sector residencial es atribuible al consumo de hogares en zonas rurales. Desafortunadamente, la información disponible sobre el consumo de este segmento de la población en Chile es escasa y desactualizada. Considerando lo gravitante que resulta ser el consumo rural dentro del consumo nacional, es prioritario poder contar con estudios actualizados sobre los patrones de consumo de este sector.

Algo similar ocurre con el consumo de desechos industriales. En esta investigación se utilizó una estimación gruesa de la oferta de este combustible a nivel nacional. Debido a su importancia dentro del consumo total, cerca de un 25%, nuevos antecedentes sobre el consumo de desechos podrían alterar significativamente la estimación global del consumo de leña y derivados en el país.

Aparte de estas dos áreas prioritarias para mejorar la información disponible, y por esa vía las estimaciones de consumo global de leña, sería recomendable actualizar periódicamente las estimaciones de consumo de leña siguiendo la metodología presentada en este estudio u otra similar. Además, sería deseable poder proyectar hacia el futuro el consumo agregado de leña utilizando algún modelo estadístico diseñado para este objetivo.

(1) Encuesta del consumo de hogares en el sector rural

Como se acaba de señalar, una de las áreas prioritarias para mejorar las estimaciones del consumo de leña en Chile es contar con información más precisa y actualizada sobre el

consumo del sector rural. La única forma de generar esta información sería mediante la aplicación de una encuesta especial a este segmento de la población. Algunas características que debiera tener dicho estudio son las siguientes:

- **Marco muestral.** Como mínimo, la encuesta debiera ser representativa del sector rural de la IV a la XII región. Sin embargo, sería altamente deseable que, además, fuera estadísticamente representativa para el sector rural regional en aquellas regiones donde (a) el sector rural forma una proporción importante de la población regional, (b) el consumo de leña es alto, y (c) hay encuestas recientes del consumo de leña de los sectores urbanos. Este último requisito tiene por objetivo poder comparar el consumo en áreas rurales y urbanas en una misma región. Las regiones que prioritariamente cumplen estas condiciones son la VIII, IX y X Región.⁵
- **Completar información para las zonas urbanas de algunas regiones.** Aunque existe información sobre el consumo urbano en varias regiones, esta información no está completa para todas las regiones del país. En particular, no hay información directa reciente sobre el consumo de leña urbano (o rural) en la IV, V, VII, XII y RM. Entre éstas, la VII Región es la omisión más preocupante, ya que el consumo residencial estimado para esta región fue considerable dentro del total, con 1,7 millones de m³ sólidos al año. Por lo tanto, sería altamente recomendable encuestar una o varias zonas urbanas de esta región (y si el presupuesto lo permite, de las otras regiones también). Otra ventaja de encuestar algunas zonas urbanas junto con las zonas rurales es que permite evaluar y cuantificar las diferencias de consumo entre estos dos segmentos de la población utilizando un mismo formulario de encuesta y en un mismo momento del tiempo.
- **Contenidos mínimos.** En cuanto a los contenidos mínimos que debiera contener una nueva encuesta, se sugiere lo siguiente:

⁵ La XI Región también cumple con estas condiciones pero, debido a su menor tamaño poblacional, se considera menos prioritaria a menos que los recursos presupuestarios permitan diseñar una encuesta representativa para esta región también. En la VII Región el consumo de leña como combustible es menos importante.

- *Módulos de consumo de leña de las encuestas recientes.* Se debería intentar mantener la comparabilidad de la información con las encuestas realizadas durante los últimos 5 años en diversas zonas del país, especialmente en cuanto a la información de consumo de leña. Por lo tanto, se debe intentar utilizar los mismos módulos sobre el consumo de leña que en los formularios de las encuestas aplicadas recientemente en Rancagua (INFOR-CONAMA, 2005b), Chillán (INFOR-CONAMA, 2005a) y la X Región (DECON-CNE, 2005). Naturalmente, hay algunos elementos específicos que son particulares a cada región y que es necesario adaptar en cada caso. Por ejemplo, los tipos de leña (especie de árbol) y las unidades de medición en la comercialización de la leña. Pero en términos generales, la estructura de los módulos de consumo de leña son muy parecidos en estas encuestas recientes y ya a sido validadas por varios estudios.

- *Tratamiento de desechos y subproductos.* Sin prejuicio de lo expuesto en el punto anterior, el tratamiento del consumo de desechos y subproductos de la madera aún no está sistematizada en las encuestas realizadas hasta la fecha. Como recomendación general, las nuevas encuestas deberían identificar por separado el consumo de leña propiamente tal del consumo de desechos forestales (remanentes del raleo o tala de un bosque), de los desechos industriales (aserrín, tapas, corteza, etc.) y los subproductos de la madera (carbón, etc.). Lo óptimo es identificar separadamente el consumo de cada uno de estos productos, sus unidades de medida, y su equivalencia a una unidad común (como m³ sólidos).

- *Adoptar las preguntas socioeconómicas de la CASEN.* En lo posible, las nuevas encuestas deberían utilizar las mismas preguntas socioeconómicas que las del formulario de la encuesta CASEN. Esto facilita el uso de la información de esta última encuesta para realizar estimaciones globales del

consumo en cada región, como se propuso en la metodología del presente estudio.

- *Incluir pregunta sobre el ingreso del hogar.* La mayoría de las encuestas realizadas hasta la fecha no contienen información sobre el nivel de ingresos de los hogares. Esta variable es clave para poder analizar los patrones de consumo según nivel socioeconómico, estimar elasticidades ingreso de la demanda por leña y otros usos. Por lo tanto, sería altamente conveniente que futuras encuestas pregunten por esta variable siguiendo el formato de preguntar por tramos de ingreso, como en las encuestas de Temuco (VITAE, 2002) y la X Región (DECON-CNE, 2005).
- **Factores de expansión.** Toda nueva encuesta debería incluir en la base de datos los factores de expansión regional o nacional, de cada observación. Esta información es vital para obtener estimadores insesgados de parámetros poblacionales, especialmente si la encuesta tiene un diseño multietápico o estratificado. Además, es crucial encuestar e incluir en la base de datos la información de hogares no consumidores para poder aplicar una metodología de estimación de consumo como la propuesta en este trabajo.

(2) Consumo de desechos

Una segunda debilidad de las proyecciones de consumo contenidas en este trabajo es el tratamiento de los desechos industriales (residuos de diferentes industrias que utilizan madera y que pueden ser utilizados como combustibles tales como aserrín, tapas, corteza, despuntes y otros). En este estudio se utilizó una estimación agregada del consumo de estos combustibles calculada por Walberg, Radon, Neugebauer, y Berg Gebert (2005). Este consumo se estimó en cerca de 5 millones de m^3 al año, representando el 25% del consumo agregado de leña y desechos, por lo que cualquier mejoría en la precisión de esta estimación puede ser gravitante para la proyección global del consumo de dendroenergía en el país.

Existen varias opciones para mejorar la información en relación a este tópico. Primero, se puede seguir trabajando por el lado de la oferta de estos productos, tal como lo hacen Walberg, et al. (2005). Este esfuerzo se puede potenciar con las modificaciones a la encuesta a la industria de la madera que regularmente realiza INFOR. Segundo, sería conveniente realizar un censo a ciertas industrias que son particularmente importantes en cuanto al consumo de desechos con fines energéticos y donde el número de actores involucrados son pocos. Este es el caso de la industria de la celulosa.

Finalmente, sería interesante analizar la posibilidad de modificar marginalmente el formulario de la encuesta ENIA que realiza el Instituto Nacional de Estadística con el fin de potenciar el uso de la información allí disponible sobre el consumo de leña. En particular, sería altamente conveniente incluir la categoría de “subproductos o desechos industriales de madera” como otra categoría dentro del listado de combustibles utilizados, con sus respectivas unidades de medida. Adicionalmente, aunque más complejo, sería conveniente que dicha encuesta pregunte por el *consumo* de leña y desechos de madera como combustibles y no sólo la *compra* de estos productos. Esto es importante para consignar el autoconsumo de leña y desechos.

(3) Otras recomendaciones para mejorar la información disponible

Otra recomendación para mejorar la información disponible es la posible modificación de la encuesta CASEN. Si bien esta encuesta no mide el gasto ni el consumo de ningún producto, y en ese sentido no sería razonable incluir preguntas sobre el consumo de leña, sí sería posible modificar el módulo de vivienda de dicha encuesta para incluir una pregunta sobre el uso de leña por parte del hogar (al igual que se pregunta por conexión a la red eléctrica y de agua potable). Naturalmente, esta modificación debe ser consensuada con MIDEPLAN, institución encargada de realizar la encuesta CASEN.

Finalmente, para mejorar las estimaciones del consumo de leña del sector industrial, sería conveniente actualizar la información sobre el número de empresas activas por región.

Siguiendo a Crespi (2003), esta información se podría obtener del Servicio de Impuestos Internos.

(4) Recomendaciones para actualizar periódicamente las estimaciones de consumo de leña

Para actualizar periódicamente las estimaciones de consumo de leña siguiendo la metodología del presente estudio, se sugiere lo siguiente:

- 1) *Consumo residencial urbano*. Por lo general, en Chile se realiza una encuesta CASEN cada dos años. A medida que nuevas encuestas CASEN estén disponibles, se pueden actualizar las estimaciones del consumo residencial urbano utilizando las relaciones de demanda estimadas en este trabajo y cuyos parámetros se presentan en el Anexo 3 de este estudio. Naturalmente, de haber nuevas encuestas disponibles sobre el consumo de leña, se pueden estimar nuevas relaciones de demanda y utilizar los parámetros de cada modelo juntos con la información de la CASEN hacer nuevas proyecciones de consumo. Detalles de los procedimientos a seguir se encuentran en el Capítulo 3 de este informe.
- 2) *Consumo residencial rural*: como se señaló anteriormente, resulta prioritario contar con nuevas estimaciones del consumo del sector rural. Mientras esta información no esté disponible, la única alternativa es seguir utilizando los parámetros de consumo rural/urbano presentados en el Cuadro 3.8 del presente estudio.
- 3) *Consumo comercial e institucional*: debido a la importancia menor que tiene este segmento dentro del consumo total, y al supuesto razonable de que la cantidad de consumidores comerciales e institucionales será proporcional a la población residencial de las distintas comunas, se propone seguir utilizando la metodología propuesta en este trabajo. Si no hay nuevos antecedentes se pueden seguir utilizando los parámetros de consumo comercial e institucional/consumo residencial que se presentan en el Cuadro 3.15 del presente Informe.

- 4) *Consumo Industrial de leña*: se propone actualizar periódicamente el consumo de este sector mediante el uso de las encuestas más recientes de la ENIA. Sin embargo, como se señala más arriba, es altamente recomendable que la CNE obtenga directamente del SII una estimación actualizada de la cantidad de empresas activas en cada región. Los detalles de los procedimientos a seguir, incluyendo una nueva estimación del modelo de proyección, se encuentran en el Capítulo 3 del presente Informe.
- 5) *Consumo de desechos industriales*: para actualizar los consumos de desechos industriales se deben realizar nuevos estudios sobre la oferta y distribución de este combustible en el país. En la medida que existan nuevos antecedentes, se pueden incorporar en las estimaciones. De lo contrario se sugiere seguir utilizando la estimación de 5,0 millones m³ al año estimados por Walberg, et al. (2005).

(5) Proyección del consumo de leña y derivados hacia el futuro

Aparte de actualizar periódicamente las estimaciones de acuerdo a lo sugerido más arriba, sería deseable poder proyectar hacia el futuro el consumo agregado de leña y derivados utilizando algún modelo estadístico. Sin embargo, un prerrequisito para poder estimar un modelo estadístico es tener una serie de tiempo de la variable que se quiere proyectar. Desafortunadamente, las estimaciones de consumo residencial, comercial e institucional son válidas para un momento del tiempo y no existe una serie temporal que permita estimar un modelo de proyección. Sólo para el caso de la compra de leña del sector industrial, donde existe una serie de tiempo proveniente de las distintas encuestas ENIA, sería posible estimar un modelo y proyectar el consumo hacia el futuro. Por lo tanto, dadas estas limitaciones, para proyectar el consumo hacia el futuro se propone lo siguiente:

- 1) *Consumo residencial*: utilizar la elasticidad ingreso del consumo de leña estimado en DECON-CNE (2005) —igual a 0,35 en el largo plazo— para proyectar el consumo a futuro utilizando las proyecciones del crecimiento del PIB del Banco Central de Chile y estimaciones de crecimiento de la población del INE.

- 2) *Consumo rural, comercial e industrial*: mantener la misma proporcionalidad entre el consumo urbano y rural que las del período base de la estimación. Lo mismo para el consumo comercial e institucional.
- 3) *Consumo industrial de leña*: utilizar los resultados del modelo estimado en este estudio (ver Cuadro 3.21 del presente Informe) o estimar un nuevo modelo, y luego utilizar estos parámetros para estimar el consumo de este sector hacia el futuro.
- 4) *Consumo de desechos industriales*: debido a la poca información disponible no existe una forma fácil para proyectar este componente del consumo total de leña y derivados. Una sugerencia sería utilizar el crecimiento proyectado de los sectores industriales generadores de desechos y utilizar esta misma tasa para el consumo de desechos forestales.

Estudio: Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile

INDICE

1.	Introducción	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Objetivos	4
2.	El Consumo de Leña en Chile.....	6
2.1.	Antecedentes bibliográficos y otras fuentes de información sobre el consumo de leña en Chile.....	7
2.2.	Encuestas específicas realizadas entre 1990 y 2005	25
3.	Estimación y Proyección del Consumo de Leña en Chile	39
3.1.	Estimación y Proyección del Consumo de Leña Residencial a nivel comunal y regional.....	39
3.2.	Estimación y Proyección del consumo de leña en el sector de Grandes Consumidores (Industrial, Comercial e Institucional), a nivel regional.	59
3.3.	Caracterización del nivel de participación del mercado de la leña en el mercado energético nacional.....	73
3.4.	Posibles sesgos en las estimaciones del consumo de leña y derivados y prioridades para mejorar la información disponible a futuro	78
3.5.	Análisis de la sustentabilidad forestal con relación al consumo de leña.....	79
4.	Desagregaciones y análisis del consumo de leña en Chile.....	81
4.1.	Desagregación de consumos residenciales según usos y niveles socioeconómicos	81
4.2.	Análisis de características del consumo de leña en cuanto a especies y equipos de combustión	88
4.3.	Estimación y Análisis de la estacionalidad del consumo de leña de los sectores económicos.....	96
4.4.	Análisis de participación en el gasto familiar que representa el consumo de leña, por región.	102
4.5.	Análisis de la disposición a sustituir leña por otros energéticos	106
5.	Caracterización de la oferta de leña	109
5.1.	Cadena de comercialización.....	109
5.2.	Tipo de actores involucrados.....	110
5.3.	Grado de Formalidad.....	112
5.4.	Volumen del Negocio.....	114
5.5.	Márgenes asociados.....	115
5.6.	Caracterizar el grado de formalidad del mercado de la leña y la tributación asociada a este negocio	121
5.7.	Importancia del mercado de leña en las economías regionales.....	127
6.	Estimación de los impactos de salud del consumo de leña	129
6.1.	Metodología	129
6.2.	Resultados	139
6.3.	Conclusiones	141

7.	Conclusiones y recomendaciones.....	143
7.1.	La importancia de la leña como combustible en Chile y su relevancia para la política energética y ambiental del país	143
7.2.	Recomendaciones para mejorar la información disponible sobre el consumo de leña y derivados en Chile	145
7.3.	Recomendaciones para actualizar las estimaciones de consumo de leña.....	150
7.4.	Proyección del consumo de leña y derivados hacia el futuro	151
8.	Referencias	153



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000614

OF ORD. N° 061166 /

ANT.: Norma de emisión de material
particulado respirable (MP10) para
artefactos de combustión
residencial a leña.

MAT.: Informa sobre actividad de trabajo

SANTIAGO, 24 ABR 2006

DE : JORGE TRONCOSO CONTRERAS
JEFE DEPTO. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

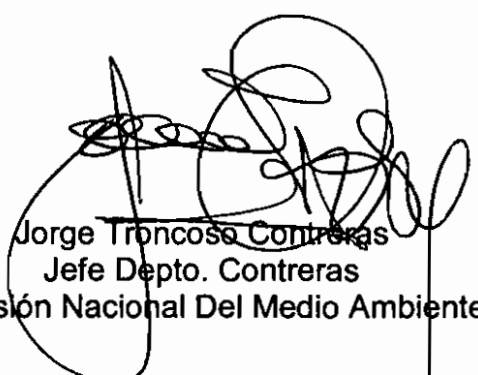
A : SEGUN DISTRIBUCIÓN

De mi consideración,

Por intermedio de la presente, me permito invitar a Usted a participar de una reunión expositiva de trabajo con objeto de presentar los resultados de distintos estudios, que servirán de insumos para apoyar la gestión orientada al control de la contaminación por leña.

La actividad se realizará el día jueves 27 de 9:30-13:00, en la sala 1 de Conama RM, Moneda 970. Piso 12. Se adjunta programa de la reunión.

Saluda atentamente a usted,


Jorge Troncoso Contreras
Jefe Depto. Contreras
Comisión Nacional Del Medio Ambiente

JTC/CCF/pdb

Distribución:

- Sra. Verónica Montellano Cantuarias, Servicio Nacional del Consumidor (SERNAC)
- Sra. Carolina Gómez, Comisión Nacional de Energía (CNE)
- Sr. Walter Folch Ariza, Ministerio de Salud (MINSAL)
- Sr. Enrique Rojas Flores, SEREMI de Salud Región Metropolitana
- Sr. Juan Manuel Olguin A., SEREMI de Salud Región Metropolitana
- Sr. Miguel Camus, Instituto de Salud Pública (ISP).
- Sr. Mauricio Moreno, asesor Subsecretaría MINVU.

000615

- Sra. Jeanne Verdugo Oviedo, Ministerio de Vivienda y Urbanismo.
- Sr. Javier Wood, SEREMI MINVU Región Metropolitana
- Sr. Jaime Tellez, SEREMI MINVU Región Metropolitana
- Sra. Maria Harcha, SEREMI MINVU Región de La Araucanía
- Sr. Cesar Torres Alvial, SEREMI Salud Región de La Araucanía.
- Sra. Carolina Camelio Nazor, SEREMI Salud Región de La Araucanía.

c.c.:

- Dirección Ejecutiva CONAMA
- División Jurídica CONAMA
- Departamento Control de la Contaminación CONAMA /
- Expediente Público de la Norma

000616

Curso "Combustión residencial de leña y futura norma de emisión para artefactos nuevos de uso residencial"

I. Antecedentes:

1. Fortalecimiento de la Institucionalidad Ambiental

Fundado en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y el reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión del año 1996, CONAMA ha coordinado la dictación de un número importante de normas, encontrándose en este minuto abocada, entre otras, a la elaboración de una norma titulada: "**Norma de emisión de material particulado respirable para artefactos de combustión residencial de leña**".

El objetivo ambiental de esta norma será prevenir los efectos negativos sobre la salud de las personas, al establecer valores de emisión para artefactos nuevos de uso residencial que operan con biomasa-leña.

Para su formulación, el Consejo de Ministros, en su acuerdo N° 261 de fecha 17 de enero de 2005, señaló entre otros, al **Ministerio de Salud (MINSAL)**, la **Secretaría Ministerial de Salud de La Araucanía y de la Región Metropolitana**, como parte integrante del Comité Operativo encargado de formular la Norma.

Por otra parte, CONAMA coordina el Proyecto ambiental suizo chileno **COSUDE** donde una de sus componentes ha sido asesorar la generación de información cuantitativa al proceso normativo. En particular, está prevista para la semana del 24 al 28 de abril una visita técnica de un especialista en reducción de emisiones producto de la combustión residencial de leña.

Por lo anterior, se ha estimado relevante fortalecer la institucionalidad ambiental a través de una **jornada de capacitación** dirigida a profesionales del área de salud, con competencia en materias de control y fiscalización de actividades emisoras. Su objetivo es traspasar información relevante y conceptos sobre combustión residencial de leña y la futura norma de emisión.

2. Antecedentes del mercado de la leña, sus emisiones y la futura norma de emisión¹

Se estima en el país que el sector residencial es el segmento de mayor importancia en el **consumo de leña** para los fines de **calefacción y cocina**. Se ha demostrado que los principales patrones que presenta la combustión residencial de leña es su tendencia creciente en el consumo por vivienda mientras más al sur se habita, mientras que en una misma región el consumo de leña aumenta en ciudades menores en comparación a las principales ciudades de cada región y el consumo residencial rural es bastante superior al consumo urbano.

Algunas cifras del **consumo promedio² anual por vivienda de leña**, permiten concluir que en las regiones V y RM el consumo no supera el m³ por año. Para la VI región, ciudad de Rancagua, se estima de 2,2 m³/año. En la VIII región un consumo entre 2,5 y 4,7 m³/año. El menor consumo se da en Concepción y el mayor en Chillán, mientras que Lota tendría un consumo intermedio. Para la IX Región se estima en 5 y 6,6 m³/año, en la ciudad de Temuco el promedio es de 5,8 m³/año, mientras que en Villarrica el consumo estimado es mayor que en Temuco, de 9,4 m³ por vivienda por año. En la X Región, Valdivia tiene un consumo promedio de 8,0 m³/año. Osorno un consumo promedio muy similar al de Valdivia. La Unión y Río Negro presentan consumos superiores a 9,1 y 9,9 m³/año respectivamente. La

¹ Antecedentes tomados del Estudio Diagnóstico del Mercado de la leña en Chile, de la Universidad de Chile para la Comisión Nacional de Energía. 2005.

² Consumo promedio expresado en m³ sólido de leña.

estimación para la ciudad de Puerto Montt es de $10,5 \text{ m}^3$, mientras que en Chiloé el consumo promedio es de $11,5 \text{ m}^3/\text{año}$. Para la XI Región, los consumos promedio son más altos, consistente con las menores temperaturas de esa región. El consumo promedio en Coyhaique es de $17,3 \text{ m}^3/\text{año}$, mientras que en Aysén es de $22,0 \text{ m}^3/\text{año}$.

Producto de la combustión de leña, se generan **emisiones al aire de contaminantes orgánicos e inorgánicos, en forma de gases y partículas**. En el caso de las partículas, se producen principalmente alquitranes, hollín e hidrocarburos en estado líquido. Se puede decir que de todo el material particulado producido alrededor de un 90% corresponde a compuestos orgánicos, 10% a carbono elemental (hollín) y menos del 1% a partículas inorgánicas (Ca, K, Na, Cl, S) y compuestos inorgánicos formado por sales corrosivas ácidas (KCl, K_2SO_4 , entre otras); y más del 90% del material particulado es menor que 1 micrón. Los hidrocarburos (C_nH_m) emitidos por la combustión residencial, característicos del olor, corresponden a compuestos orgánicos volátiles formado por cadenas saturadas, no saturadas y aromáticas (hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP's o PAH). Los HAP tienen características tóxicas para la salud, pudiendo provocar reacciones alérgicas, mutagénicas y cancerígenas.

Se cuenta con un interesante resultado sobre **valorización de los efectos en salud**, basada en el concepto de la disposición a pagar por percibir una mejora. La evaluación se realizó para la Zona Sur y la Zona de Temuco y Padre Las Casas, ciudad declarada saturada por MP_{10} , asociado en un 70% a emisiones que provienen del sector residencial. Los costos fueron separados en tres componentes: el costo del tratamiento del efecto adverso (que corresponde a los gastos médicos), la productividad perdida debido a la ocurrencia del efecto (representan las pérdidas de ingresos de las personas afectadas) y la disutilidad que experimenta la persona debido a la ocurrencia del efecto (muestra la disminución en el bienestar de la persona). Los resultados indican que para la **Zona Sur**, una reducción de una unidad de material particulado fino implica un daño total que varía entre 6.073 y 27.700 millones de pesos. Mientras que para la **Zona de Temuco y Padre Las Casas**, el cambio en una reducción de una unidad de material particulado fino, implica un daño total que varía entre 1.200 millones de pesos y 5.418 millones de pesos.

Los efectos que muestran un **mayor costo social**, son los asociados a la **mortalidad**, en particular la asociada a la exposición de largo plazo. En términos de efectos anuales, el mayor impacto se da en los días de trabajo perdidos y los días de actividad restringida.

Fundado en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y el reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión del año 1996, CONAMA ha coordinado la dictación de un número importante de normas, encontrándose en este minuto abocada, entre otras, a la elaboración de una norma titulada: **Norma de emisión de material particulado para artefactos nuevos de combustión residencial de leña**.

El **objetivo ambiental** de esta norma será prevenir los efectos negativos sobre la salud de las personas, al establecer **valores de emisión para artefactos nuevos** de uso residencial que operan con biomasa-leña. Para su formulación, el Consejo de Ministros, en su acuerdo N° 261 de fecha 17 de enero de 2005, señaló entre otros, al Ministerio de Salud (MINSAL), la Secretaría Ministerial de Salud de La Araucanía y de la Región Metropolitana, la Comisión Nacional de Energía, como parte integrante del Comité Operativo encargado de formular la Norma.

II. Organización del Curso

Fecha	Miércoles 26 de abril de 2006
Hora/ Duración Lugar	8:30 a 17:45. Total : 8 horas. Universidad de Santiago de Chile. Por confirmar sala.
Objetivos del curso	- Fortalecer la institucionalidad ambiental a través del traspaso de información y la comprensión de conceptos relacionados con materias de la combustión residencial; que apoyaran el futuro control y fiscalización de la norma de emisión que actualmente se está formulando.
Público Objetivo	- Profesionales del MINSAL de las SEREMI de Salud, donde se propone priorizar las siguientes ciudades Osorno, Valdivia, Puerto Montt, Temuco, Chillán, Concepción, Rancagua, Región Metropolitana.
Relatores	- Académico de la USACH. - Thomas Nussbaumer, especialista en tecnologías de combustión a biomasa, vicepresidente de la asociación Wood Energy en Suiza, propietario de la empresa VERENUM y docente del Instituto Politécnico Federal Suizo de Zurich. - Profesional CNE. - Profesional CONAMA.
Idioma	- Parte del curso se dictará en inglés, se contará con traducción.
Contactos	- Walter Folch. wfolch@minsal.cl Fono: 6300575 - Pedro Sanhueza. psanhuez@lauca.usach.cl

Temas:

1ª parte:

- (1) Diagnóstico del mercado de la leña en Chile (CNE)
- (2) Valoración de los costos en salud de la contaminación por leña en la Zona Sur (CNE)
- (3) Avance en el proceso de elaboración de la Norma de emisión para artefactos que operan con leña (CONAMA).
- (4) Experiencia Suiza y europea para el control de las emisiones de la combustión de leña (TN-COSUDE).

2ª parte:

- (1) Teoría sobre Combustión (académico USACH).
- (2) Emisiones producto de la Combustión de leña-biomasa (TN-COSUDE).
- (3) Influencia en las emisiones por el contenido de humedad de la leña, tamaño, especie, modo de operación de los calefactores y el diseño del calefactor (TN-COSUDE).
- (4) Métodos de medición (TN-COSUDE).



000610

Particle Emissions from Wood Stoves

Thomas Nussbaumer
Verenum.
8006 Zürich

www.verenum.ch



Verenum



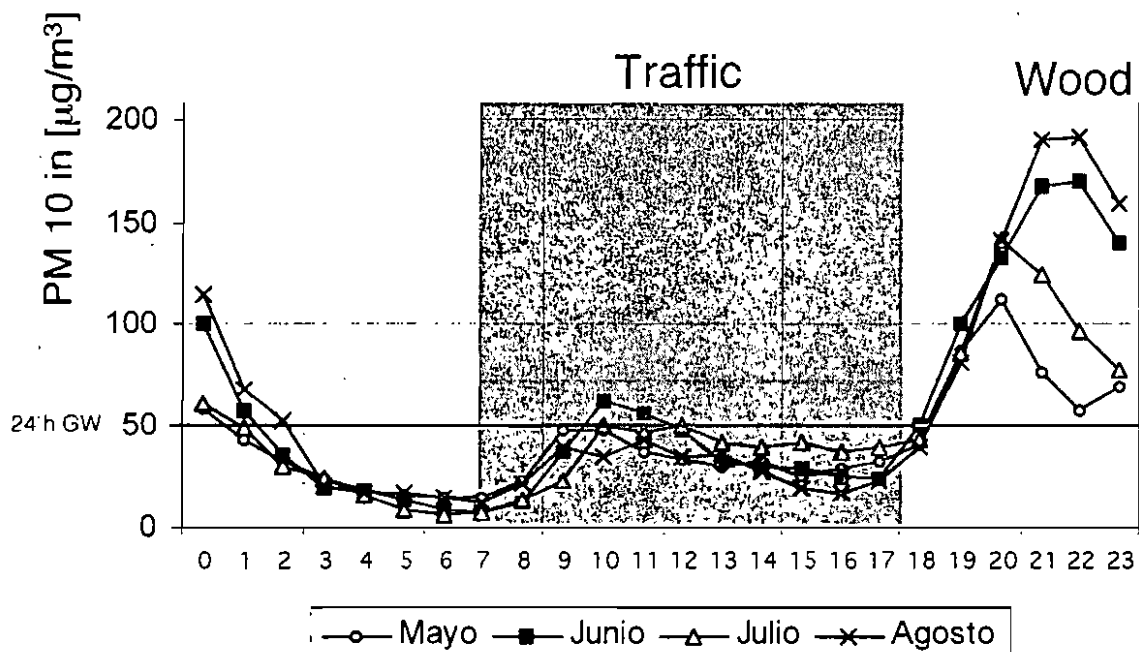
Particle Emissions from Wood Stoves

1. Relevance of wood combustion for PM
2. Combustion principles in wood stoves
3. Comparison of PM from wood stoves
4. Conclusions



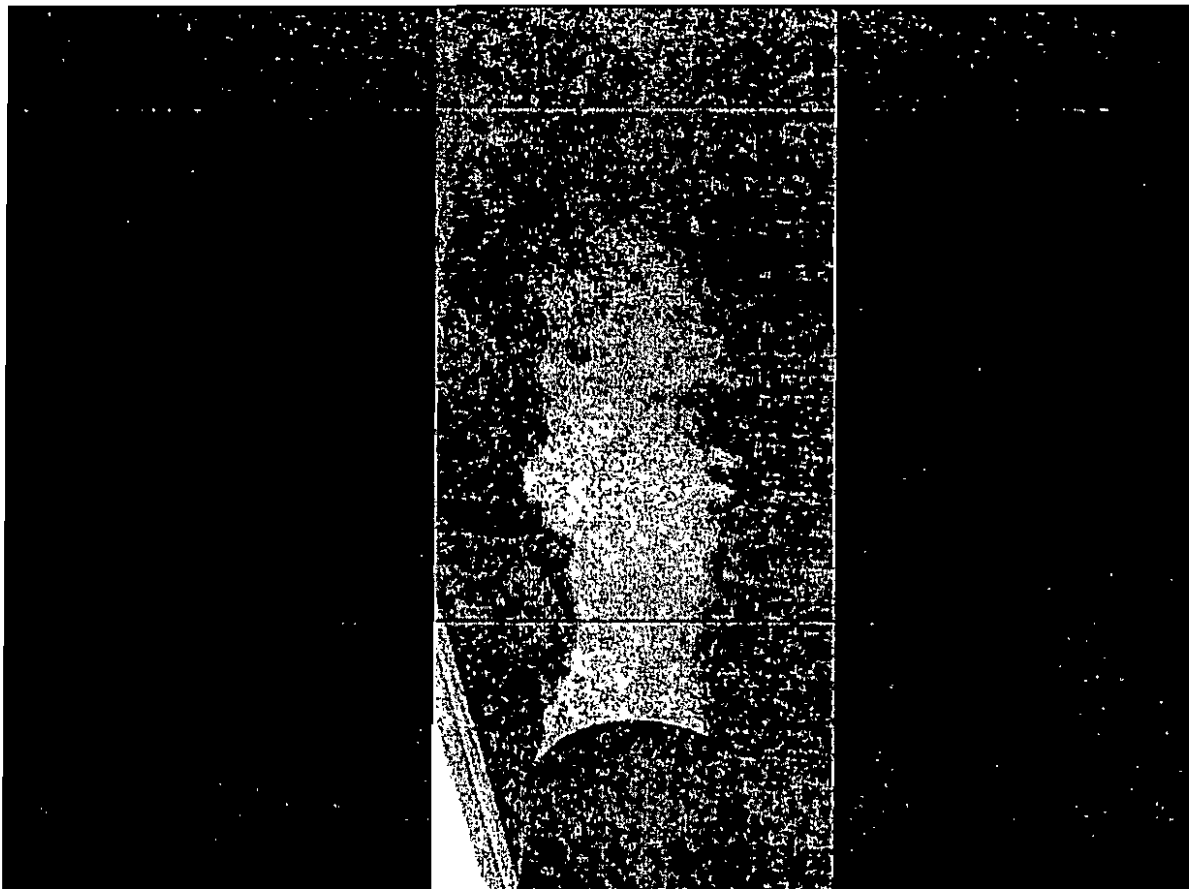
Verenum

PM Immission in Winter in Temuco (Chile) 000630



[Contreras 2004] (CONAMA Chile)

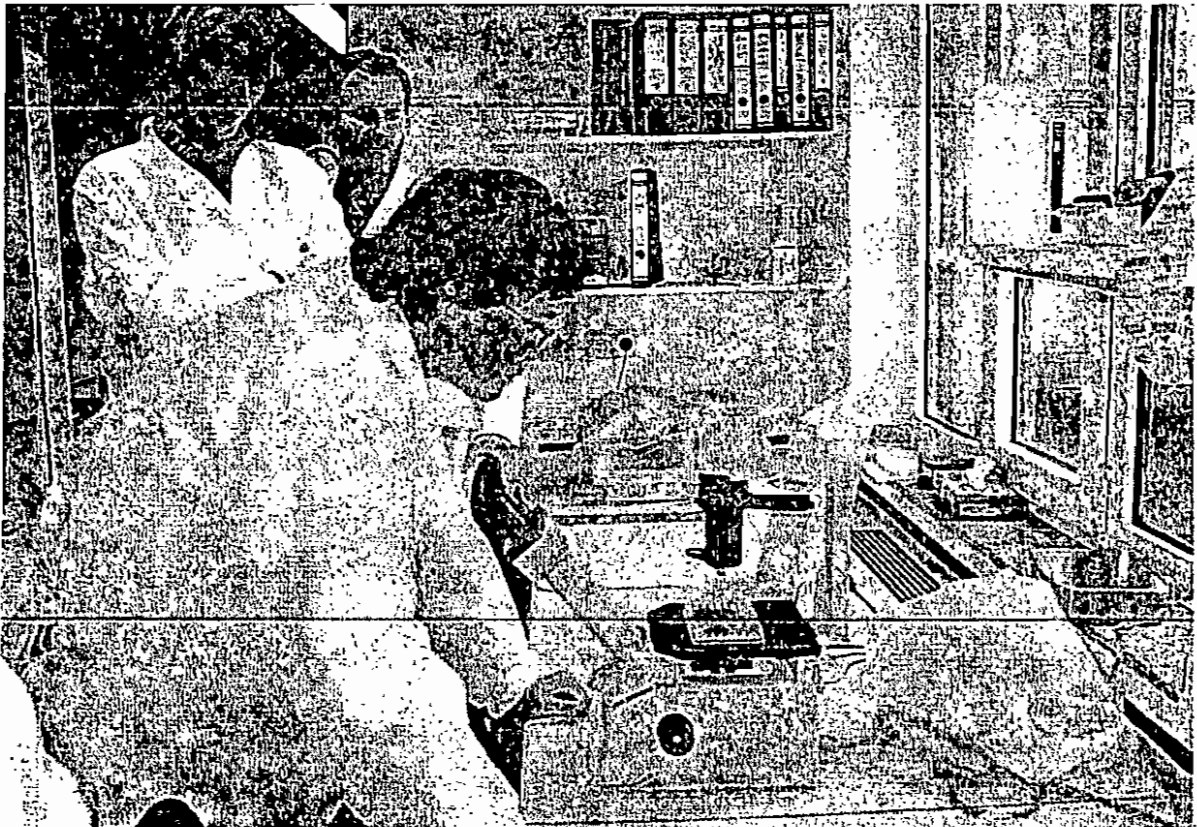
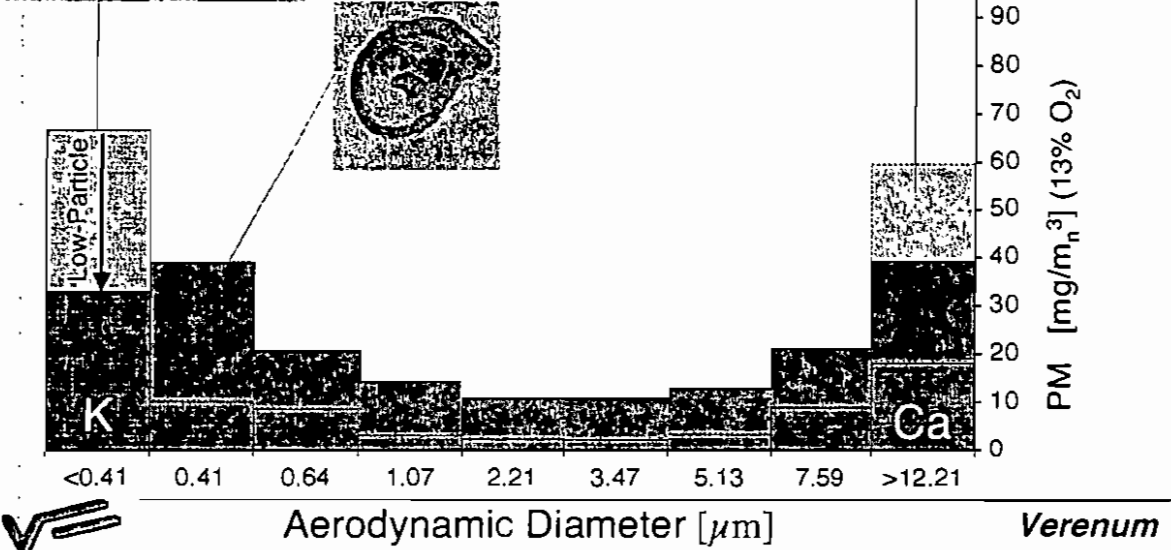
Verenum



K, Ca, Na, Cl, S... →
KCl, K₂SO₄, CaCO₃

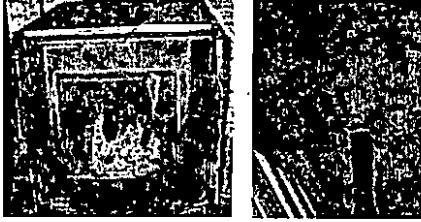
Soot and organic particles

Wood particles



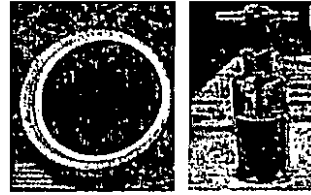
000622

Wood stove with bad operation



Toxicity = 10

Wood soot and tar (condens.)



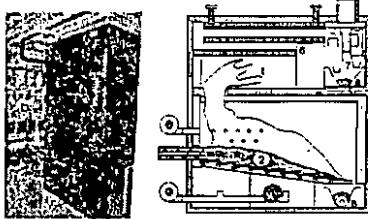
Diesel car without particle filter



Toxicity = 1

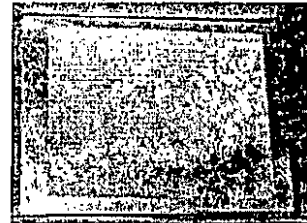
Diesel soot

Automatic wood furnace



Toxicity < 0,2

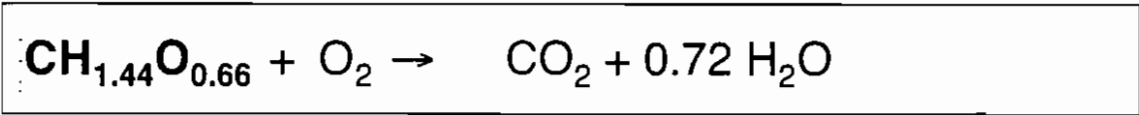
Ash particles = salts



1. Relevance of wood combustion for PM
- ➔ 2. Combustion principles in wood stoves
3. Comparison of PM from wood stoves
4. Conclusions



Wood as Fuel



→ **1** CO, C_xH_y, C_{org}, soot ...

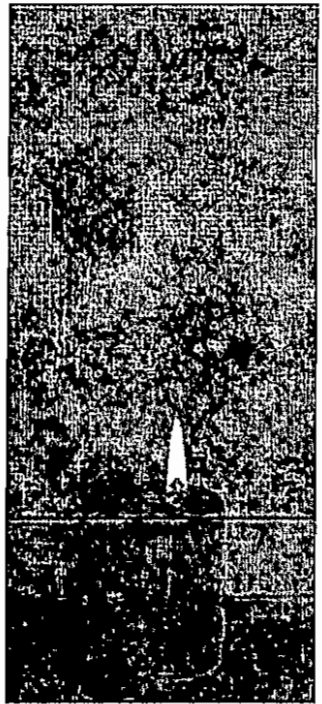
N → **2** NO_x

K, Ca, Na, Cl, S.. → **3** KCl, K₂SO₄, CaCO₃ ..



Verenum

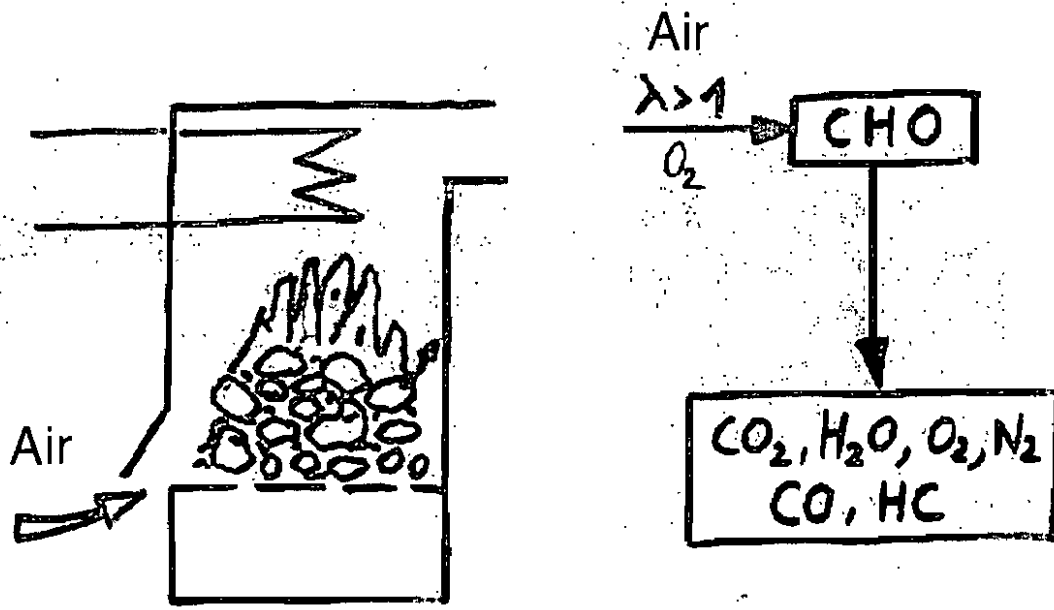
Soot formation in the flame from HC



Verenum

1-stage Combustion (updraft): Fire, Stove

000621



Verenum

Requirements for Complete Burnout

Temperature – Time – Turbulence

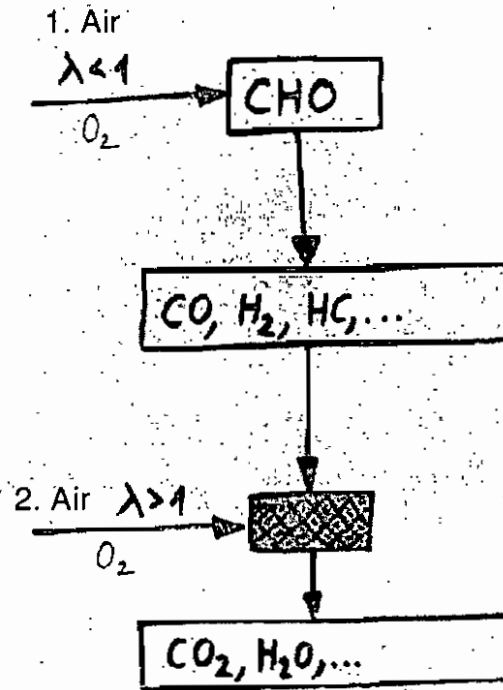
↓
↓
↓
> 850°C

↓
↓
↓
> 0,5 s

↓
↓
↓
Re > 2300

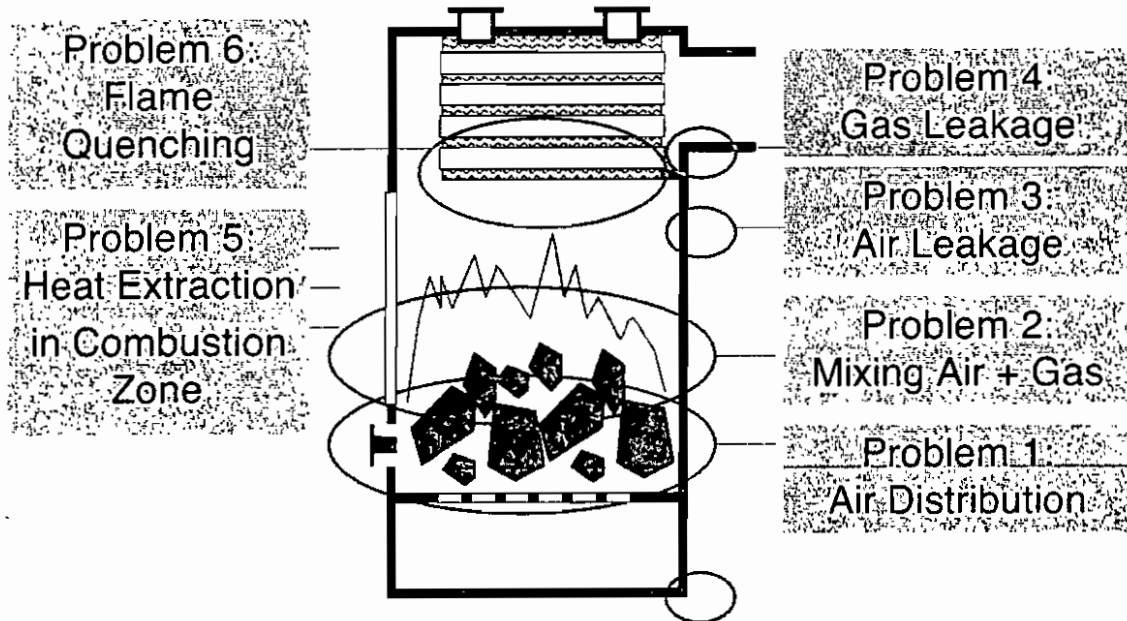


Verenum



Verenum

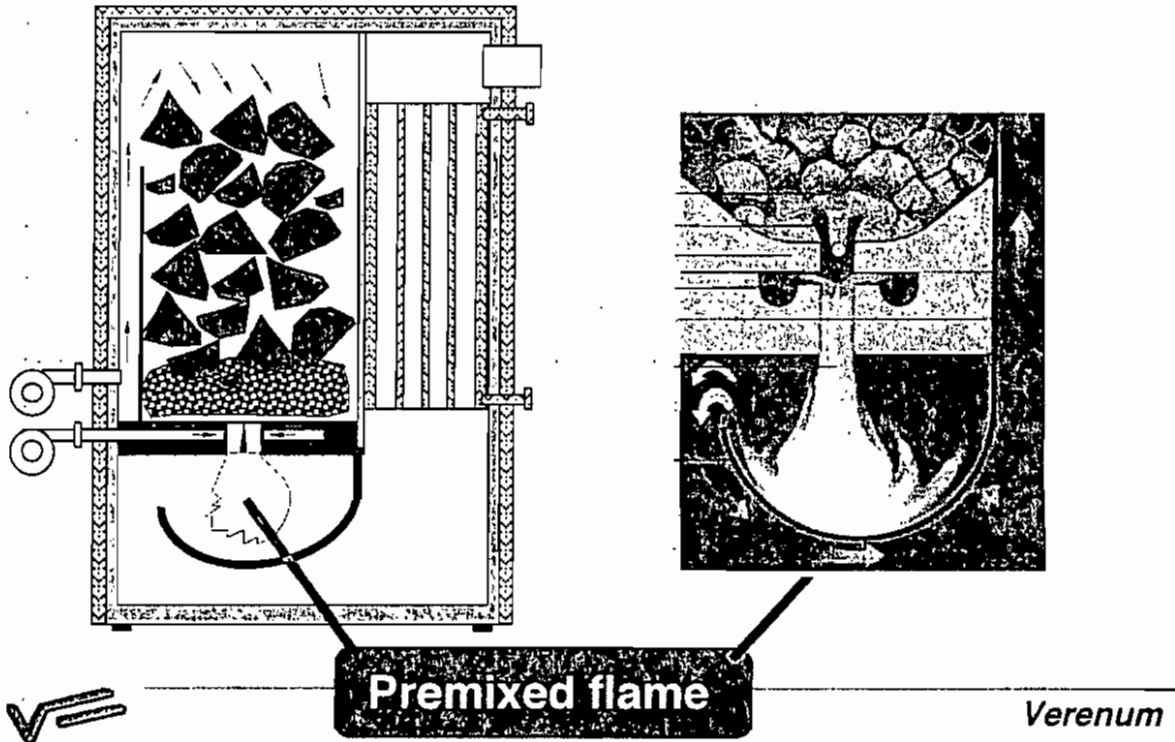
Limitations of 1-stage Combustion



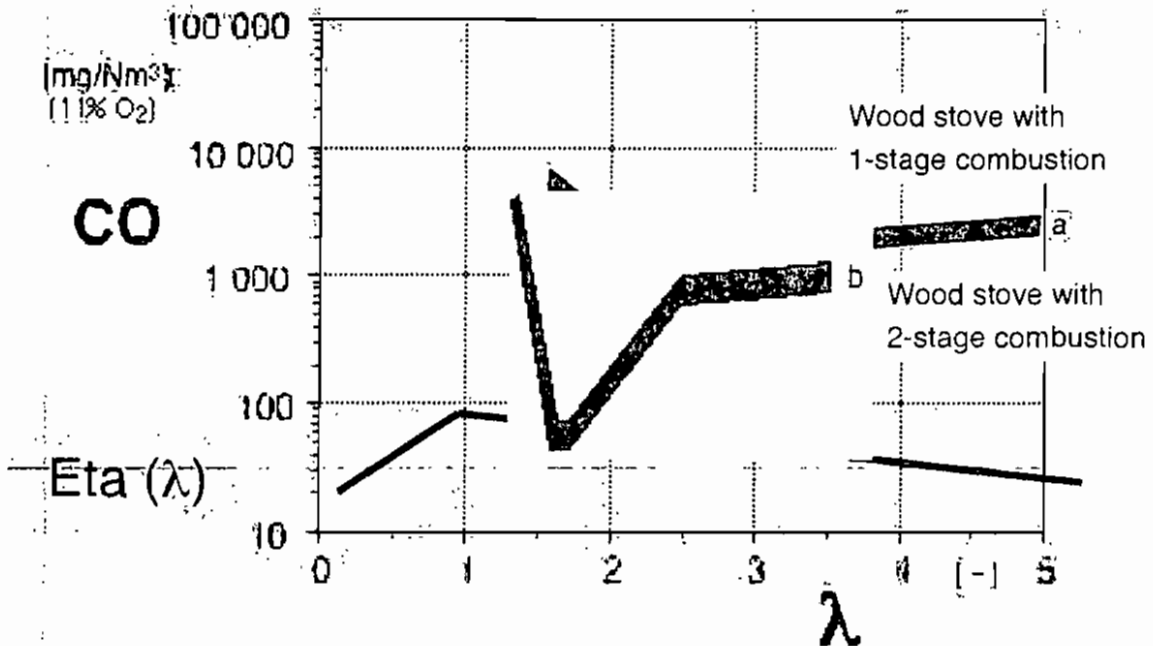
Verenum

2-stage Combustion

000620



CO (λ) Influence of Excess Air Lambda on CO



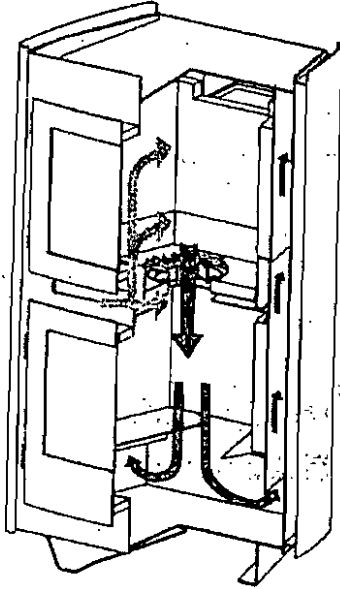
Verenum

New: Wood Stove with Downdraft

000627

Operation with natural draft:

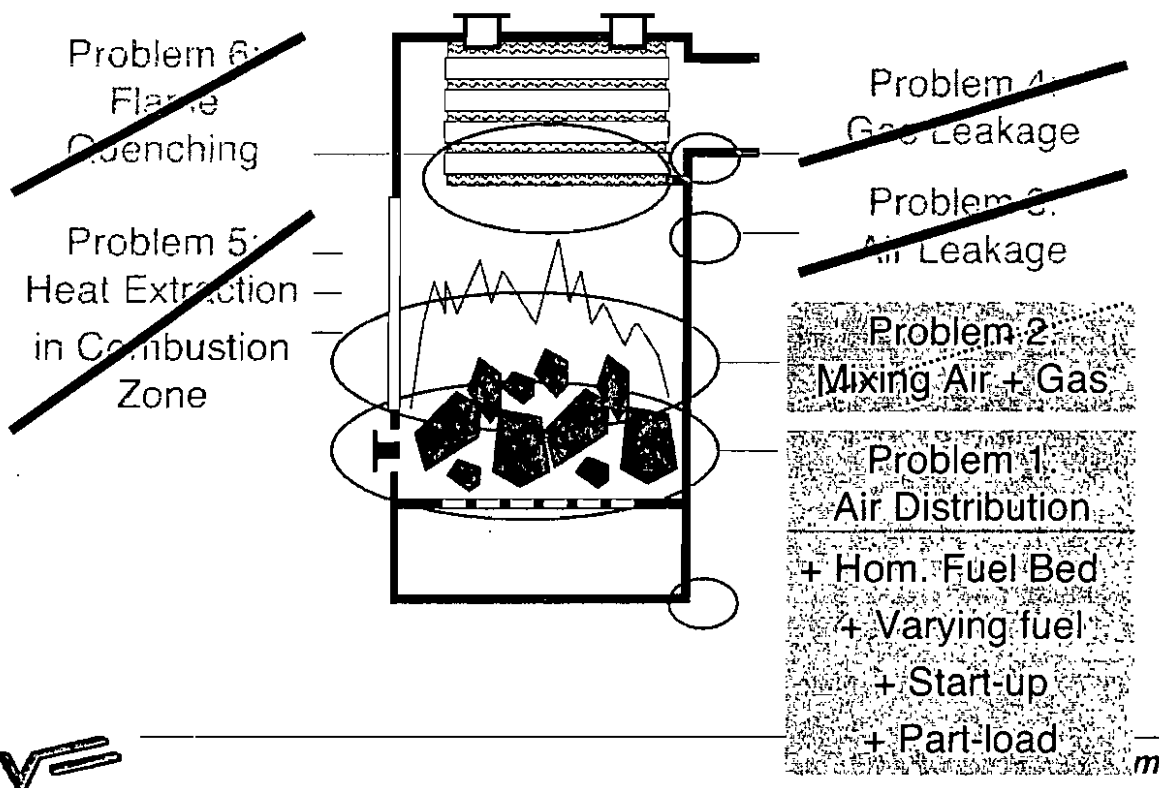
$\eta > 80\%$, 9 kW at $dp = 12 \text{ Pa}$, Part load 2,4 kW at $dp = 8 \text{ Pa}$



Specht TwinFire Xeoos <http://www.specht-ofen.de>

Verenum

Limitations of 2-stage Combustion



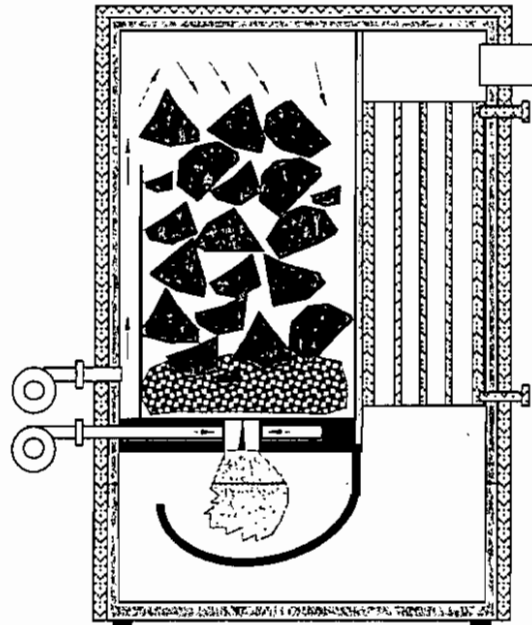
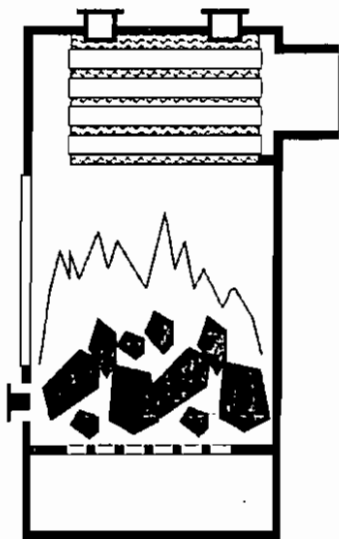
m

1. High efficiency
2. Low emissions
3. High heating comfort



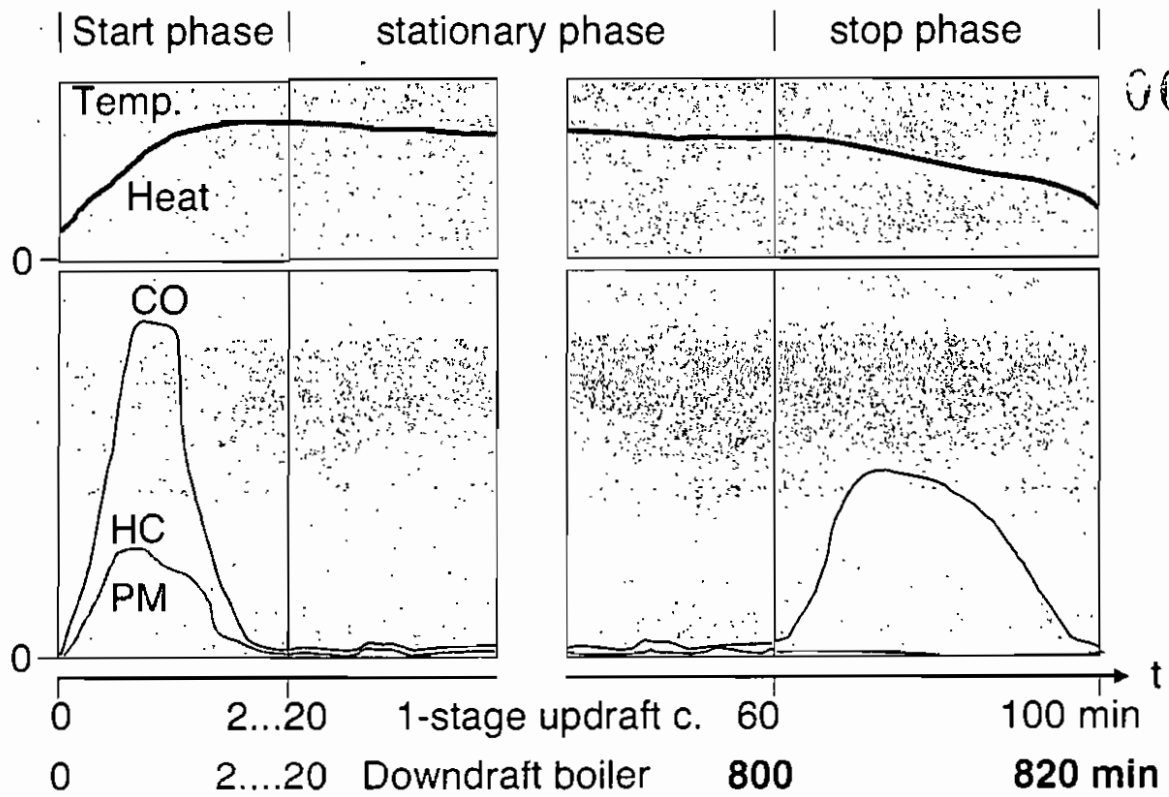
Verenum

1 stage versus 2 stage combustion



Different comfort

Verenum



Verenum



1. Relevance of wood combustion for PM
2. Combustion principles in wood stoves
- ➔ 3. Comparison of PM from wood stoves
4. Conclusions



Verenum

Acknowledgements for investigations

000630

Measurements: N. Klippel, Verenum

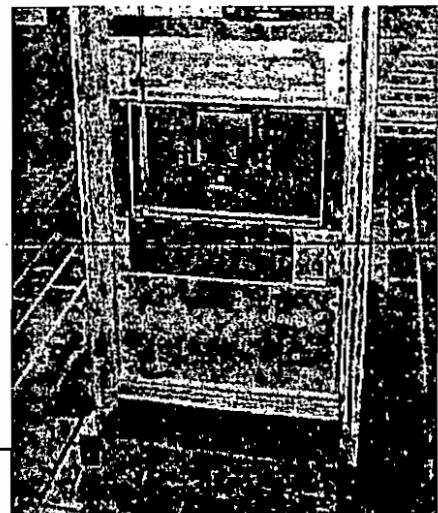
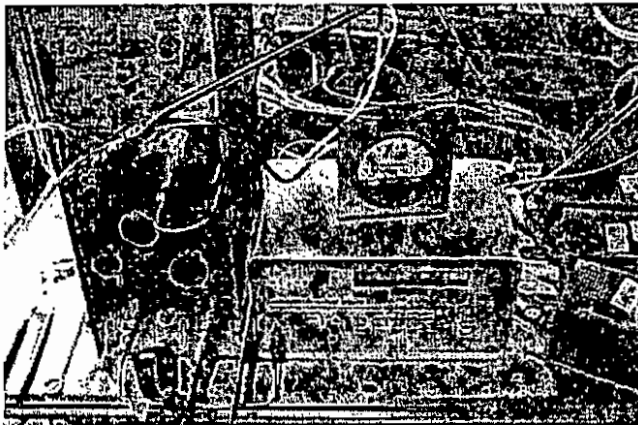
Laboratory and stove: TIBA AG for laboratory and stoves

Fundings: Swiss Federal Office of Energy
Swiss Agency for the Environment



Verenum

Equipment



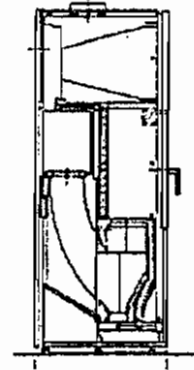
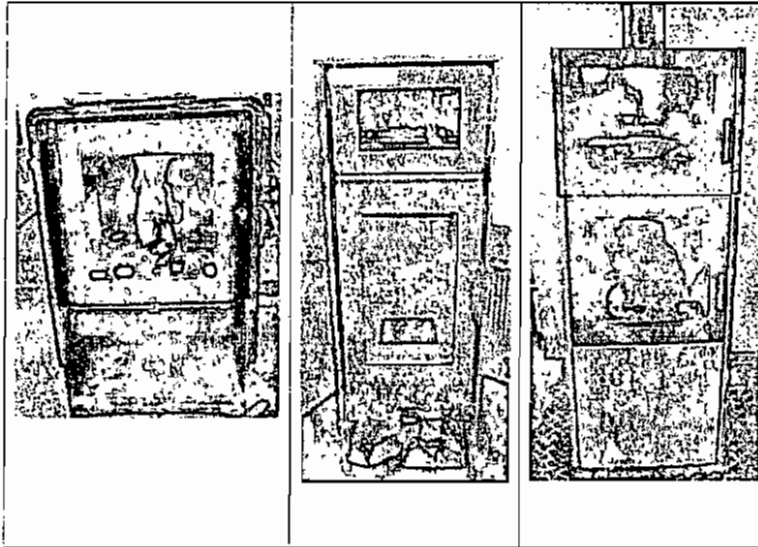
Investigated stoves

000631

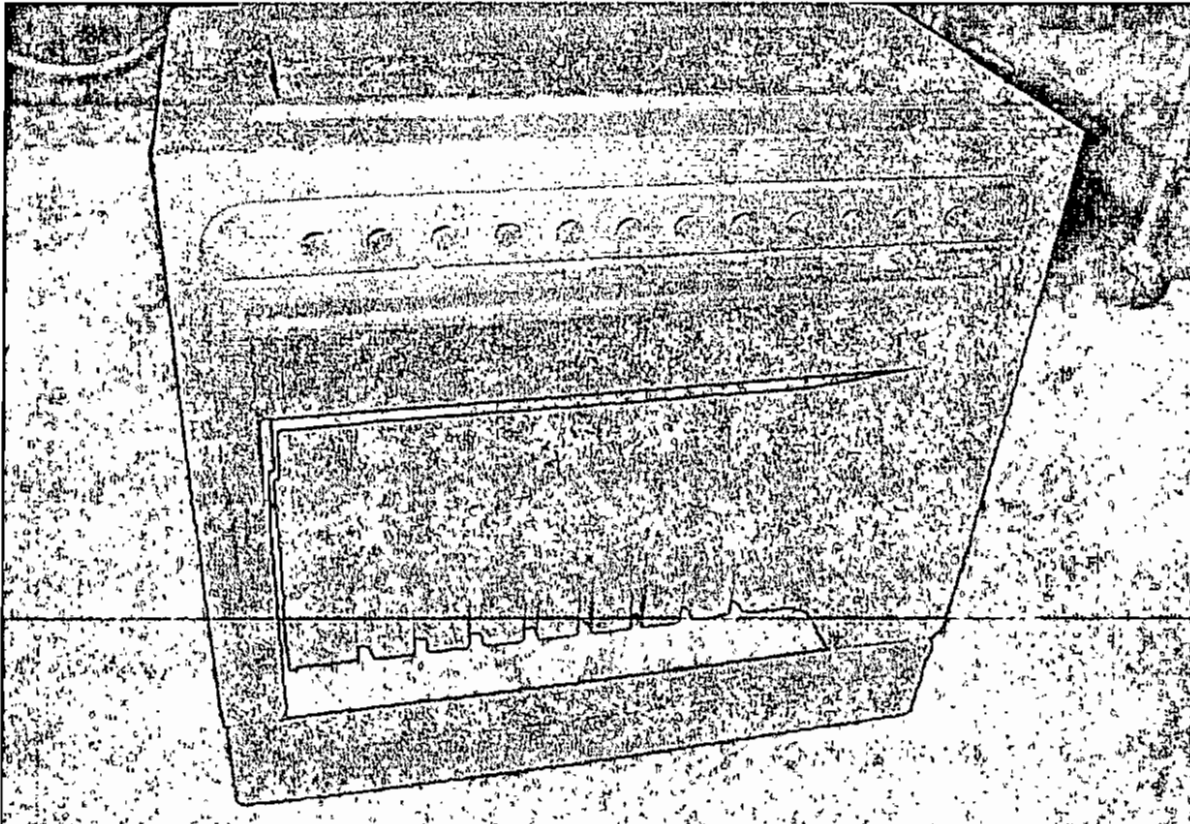
Stove 1

Stove 2

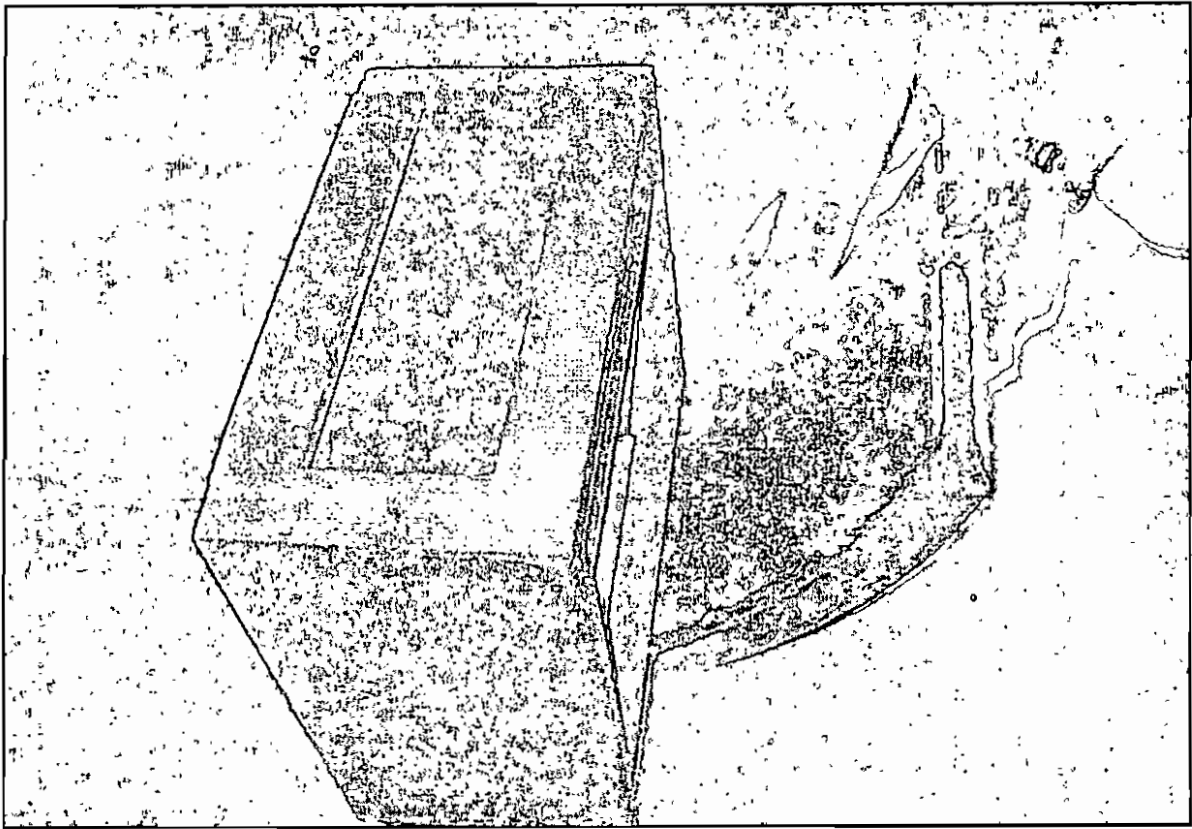
Stove 3



Verenum



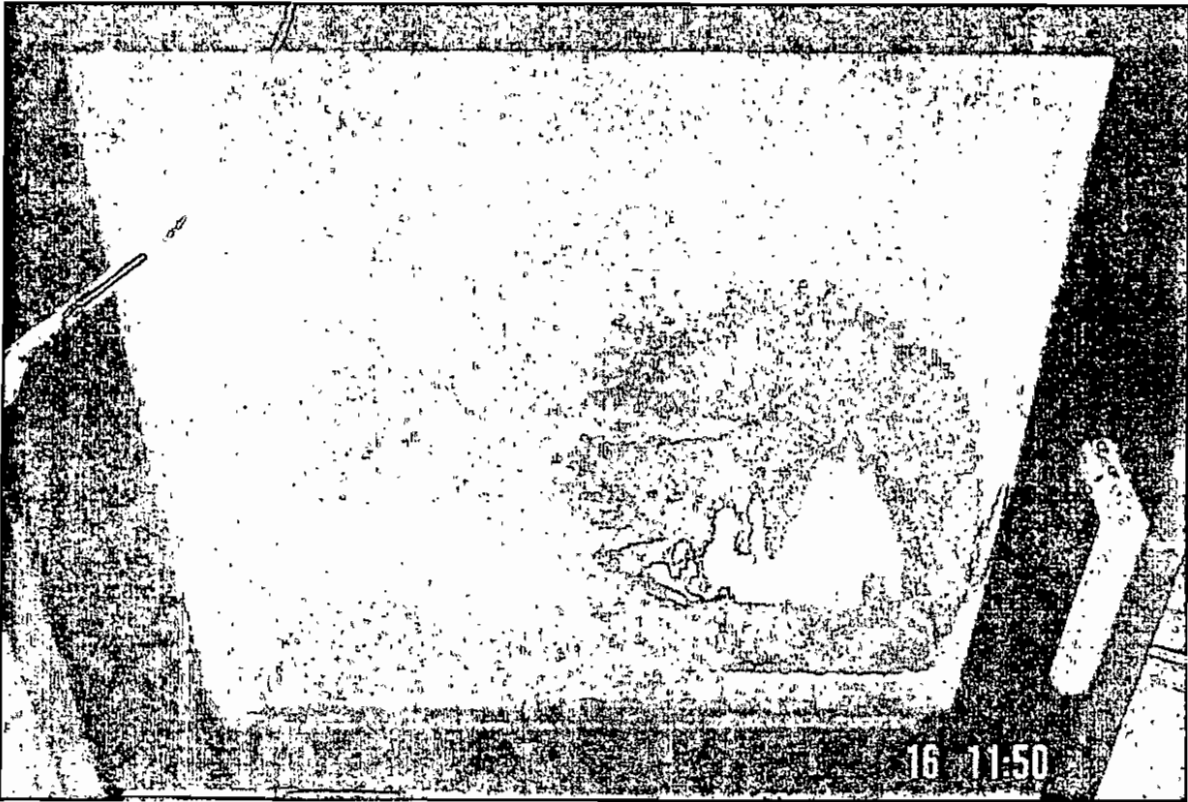
Verenum



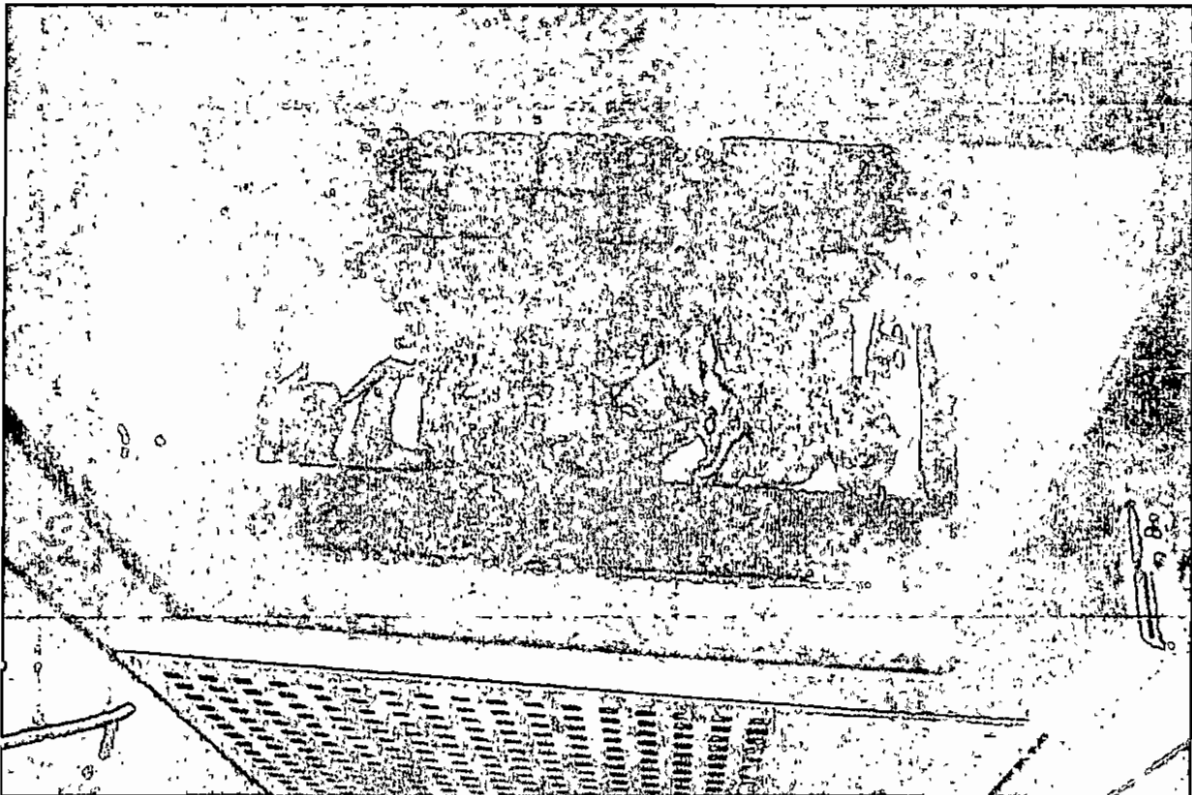
Verenum



Verenum



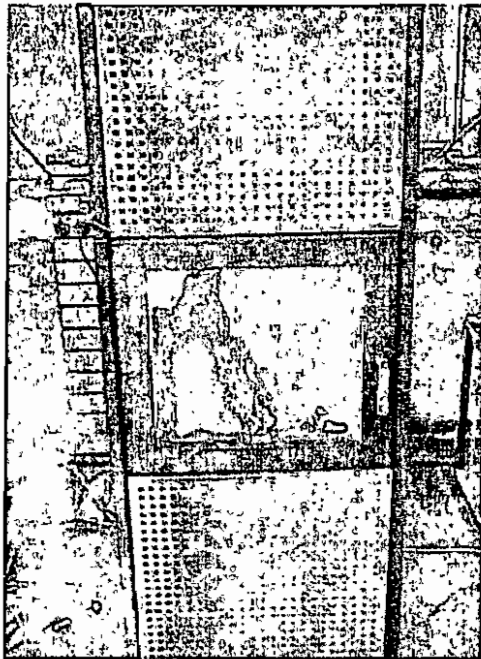
Verenum



Verenum

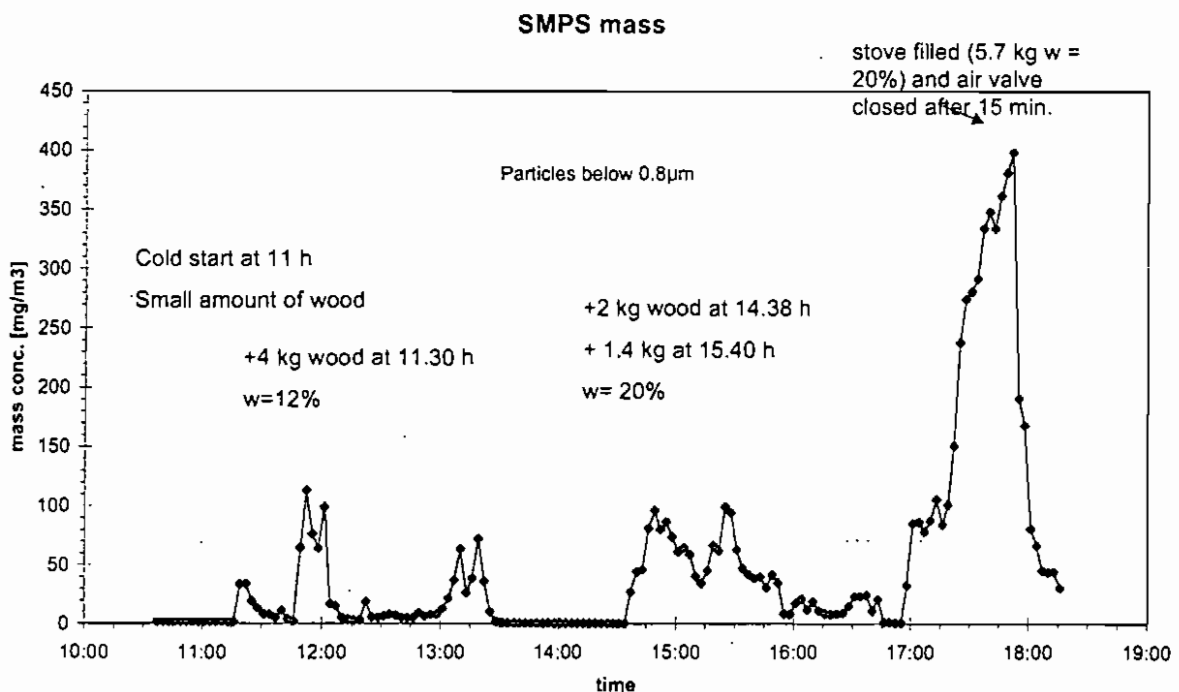
Stove 3

000634



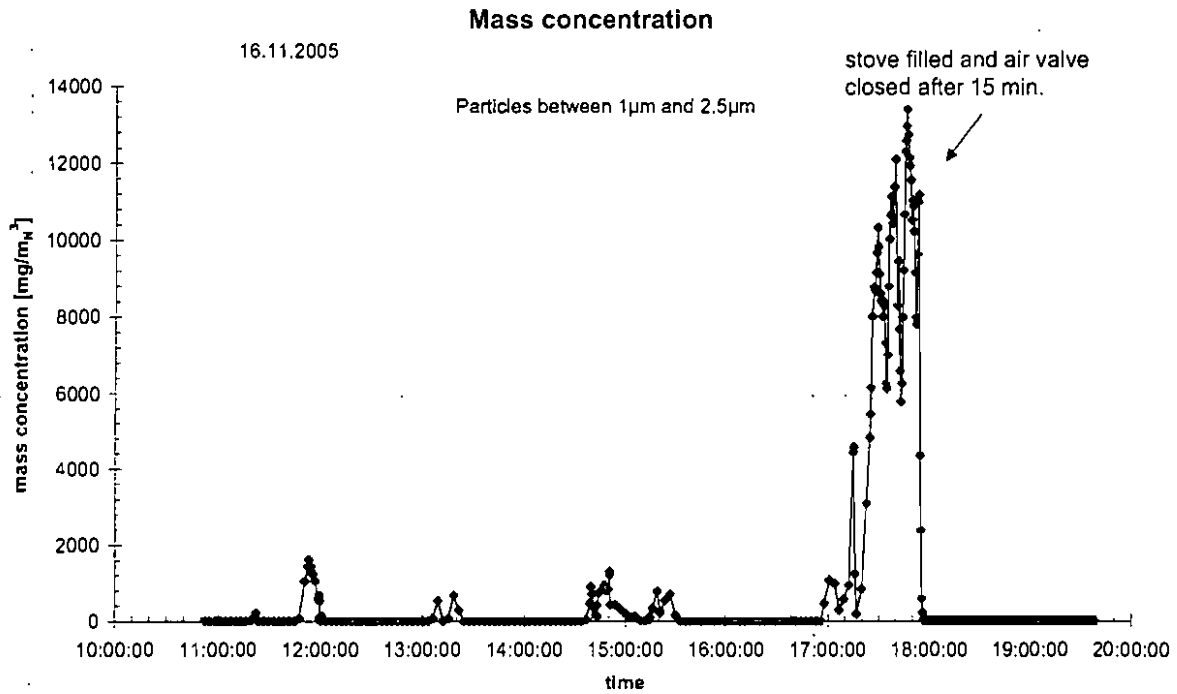
Verenum

PM 0.8 of stove 1 operated with beech



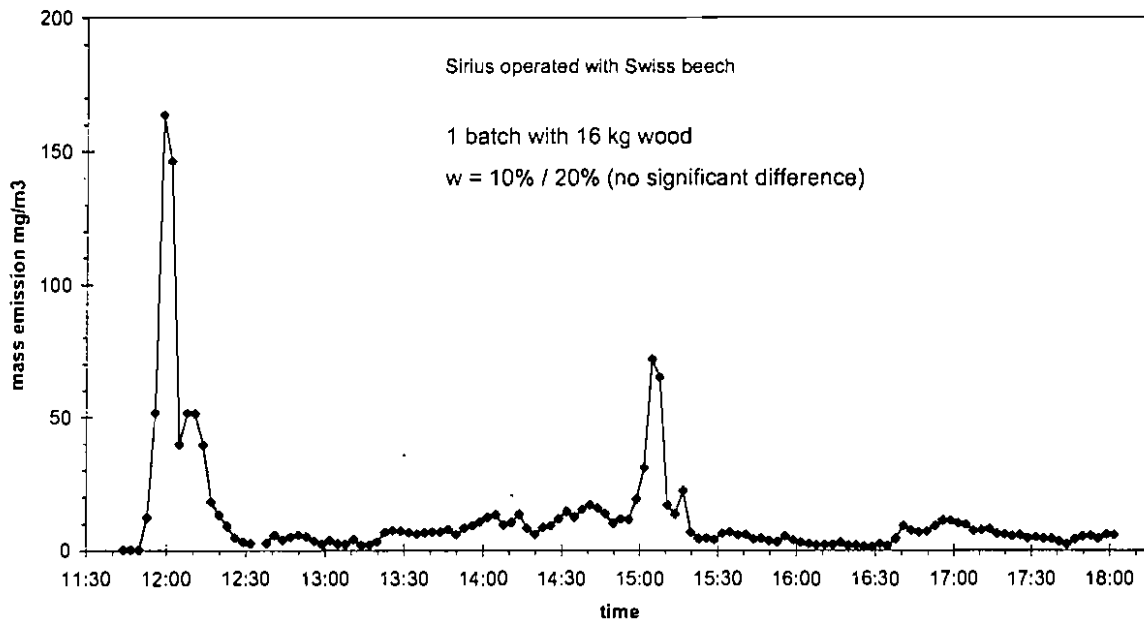
Verenum

PM 2.5 of stove 1 operated with beech



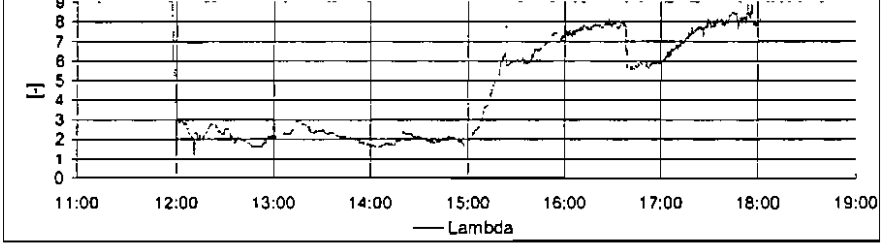
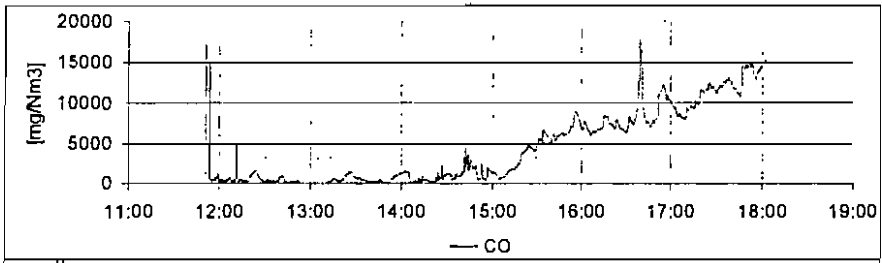
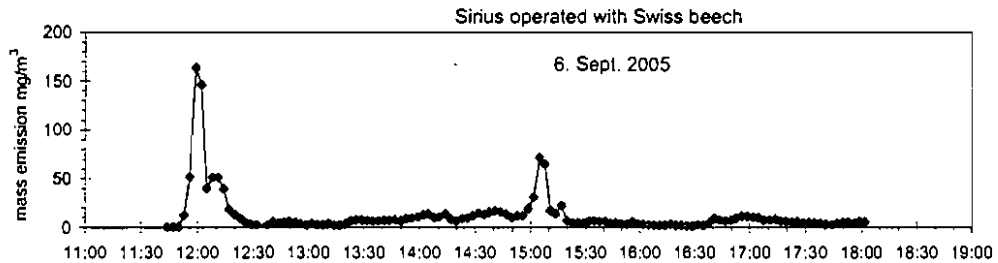
Verenum

SMPS mass estimate 6 Sept 2005



Verenum

000630



Verenum

PM emissions of different stoves

PM acc to EPA in mg/m3 at 13 vol.-% O2				Stove 1		Stove 3	
Test	Wood	Size	Water	Mn	Max	Mn	Max
ideal with start				50		20	30
2) Typical w. start	B or R	1500 g	20%	250	1200	30	50
	Roble	1500 g	33%	500	1200	not measured	not measured
3) Bad w. start	Beech	1500 g	20%	6600		not possible	not possible



Verenum

PM emissions of different stoves

Transformation: 1 kg dry fuel = 12 m_n³ at 13 Vol.-% O₂

PM acc to EPA in g/kg dry wood				Stove 1		Stove 3	
Test	Wood	Size	Water	Mn	Max	Mn	Max
1) Ideal with start	Beech	750 g	12%	0.24		0.12	0.24
				0.60		0.24	0.36
2) Typical	B or R	1500 g	20%	3.0	14.4	0.36	0.60
	Roble	1500 g	33%	6.0	14.4	not measured	not measured
3) Bad	Beech	1500 g	20%	79.3		not possible	not possible

PM = 7.93% – 16% of C ! since C = 44% – 50% of wood)

= > 8% – 16% of Energy Content since LHV(soot, tar) > LHV(wood)



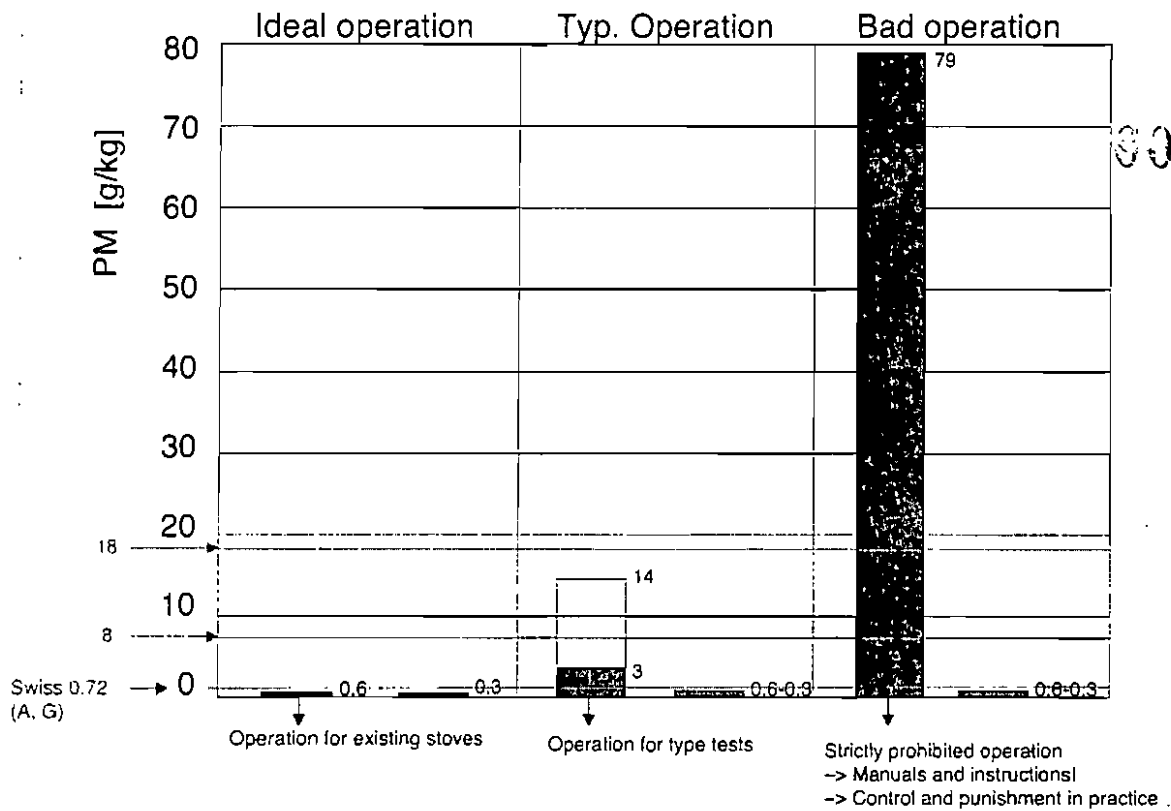
Verenum

PM emissions of different stoves

PM acc to EPA in g/kg dry wood				Stove 1		Stove 3	
Test	Wood	Size	Water	Mn	Max	Mn	Max
1) Ideal with start	Beech	750 g	12%	0.24		0.12	0.24
				0.60		0.24	0.36
2) Typical	B or R	1500 g	20%	3.0	14.4	0.36	0.60
	Roble	1500 g	33%	6.0	14.4	not measured	not measured
3) Bad	Beech	1500 g	20%	79.3		not possible	not possible
PM ratio (typical/ideal)				5.0	24.0	1.5	2.5
PM ratio (bad/ideal)				132.0		2.5	



Verenum



000633



Stove 1 & 2

Stove 3

Verenum



1. Relevance of wood combustion for PM
2. Combustion principles in wood stoves
3. Comparison of PM from wood stoves
- ➔ 4. Conclusions



Verenum

Recommendations

Simple wood furnaces can exhibit low efficiency and high emissions of unburnt pollutants, i.e., CO, HC, soot & organic particles.

1. Appropriate furnace design: T T T
2. Quality of air/gas-mixing limits burn-out, mixing needs high gas velocity, gas momentum, gas turbulence and flow energy, hence forced draft (ventilator) is an advantage
3. 2-stage combustion with primary and secondary air and separate hot combustion chamber enables mixing and control of fuel/air ratio
4. Low excess air is needed for high temperature and high efficiency



Verenum

Conclusions

1. Comparison of sampling with/without condensables
 - a) During good combustion conditions with less than 50 mg/m³ at 13 vol.-% O₂ particles, condensable organic substances are almost negligible
 - b) For incomplete combustion with particles between 200 and 1000 mg/m³, up to 50% of the particle content results from condensable matter.



Verenum

Conclusions

2. Influence of water content and fuel size

The water content is a key parameter for the combustion.

However, the log size and the fuel mass for one batch are important as well.

In the Chile stove, good combustion conditions can be achieved, ONLY if small logs of very dry wood (12%) are introduced to the combustion chamber in very small batches, i.e., only two logs with 750 g each (hence half or less of the typical log size in Temuco) thus utilizing only app. 30% of the primary chamber volume.

This operation is not realistic.



Verenum

Conclusions

3. Influence of wood species

For roble and beech at similar water content of app. 20%, no relevant difference was found.

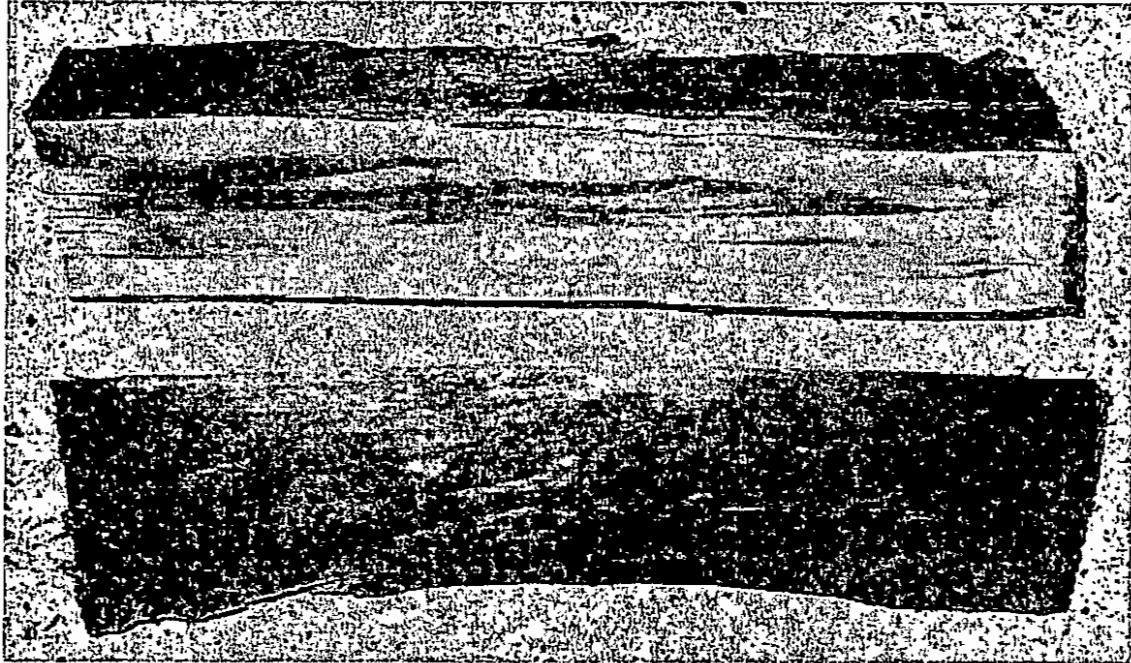
It is assumed, that the water content is far more relevant than the wood species.

However, the structure of roble is assessed as relatively dense which might hinder the drying of large logs.



Verenum

Typical log wood in Temuco: Dry outside 000641



wet inside $\rightarrow w > 20\% \dots 25\%$

Verenum

Conclusions

4. Influence of operation

Operation of conventional wood stoves with closed air inlet needs to be strictly avoided.



Verenum

Conclusions

5. Influence of stove design

If operated ideally, all three investigated wood stoves achieve a good combustion quality.

If operated with typical log size of wood with 20% water content, the two-stage stove still enables low particle emissions, i.e., below 50 mg/m³, while the incomplete combustion in the conventional stoves lead to an increase of particle emissions by a factor of app. 10, i.e., between 150 and 1200 mg/m³.



Verenum

Conclusions

6. Start and end of measurement

The start-up phase is most relevant for emissions of unburned carbon, i.e., soot and condensables contributing to PM and VOC as gaseous emissions.

Hence for PM emissions, the measurement of the start-up phase is essential.



Verenum

Conclusions for limit values

7. Type test

Conditions for type-test for limit values should reflect real-life application, i.e.:

- typical wood size and water content
- typical operation with relevant filling.

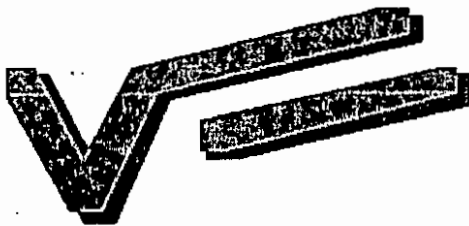
8. Additional measures

Limit values for new stoves are necessary, but not sufficient.

- For existing stoves, ideal operation needs to be established by information and improving fuel quality, i.e., smaller logs and lower water content.
- Bad operation of wood stoves should be avoided by strong restrictions, as 1 badly operated wood stove leads to PM emissions of more than 100 wood stoves which are ideally operated.



Verenum



Verenum

Thomas Nussbaumer
Zürich, SWITZERLAND

www.verenum.ch



Verenum

Curso Combustión Residencial de Leña y
Reducción de Emisiones
26 de Abril de 2006

N°	NOMBRE	INSTITUCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	CAROLINA CASTEJO	SEREMI SALUD IX	(45) 55 1223	—	ccamelia@seremisalud9.cl
2.	Gabriela Céspedes N.	CONAMA NACIONAL	2411807	—	gcapedes@conama.cl
3.	Flavio Nequén J.	Univ. Técnica Federico Santa María	0-85490763	—	flavio.nequen@alumnos.utfsm.cl
4.	Mariol Divores F.	Universidad Técnica Federico Santa María	02-7385390	—	mariol.divores@alumnos.utfsm.cl
5.	Luzmila Velle Pandia	SEREMI SALUD VIII	(47) 585071		lvelle@ssnuble.cl
6.	Victor M. Pardo P	SEREMISALUD VII	72-224899	72-226902	vima@esltdchile.net
7.	Victor Gonzalo FANDS	SEREMI VII Region	75-328641		viktorgonzalez@gmail.com viktorgonzalez@gmail.com
8.	ARTURO VALENZUELA ESPINA	SEREMI VII Region	75-328641		ARTURO.VALENZA.E@kaficlan.cl
9.	Rodrigo Fica Mourroy	Seremi Salud VII	71-411050		rofica@gmail.com
10.	Mauarena Mellado A	Conama VI	(72) 224549	23906	mmellado@conama.cl

00644

11.	MAURICIO DIAZ CASTILLO	CONAMA II REGION	72-224549 239106	239106	MDIAZ.6@CONAMA.CL
12.	Nicolás Schiappacasse P	CONAMA IX Reg.	45-238200	45-238200 (Anexo 31)	nschiappacasse.9@ conama.cl
13.	CRISTIAN URRUTIA .	CONAMA VIII	41.731750		urrutia.8@conama.cl
14.	Carmen Gloria Contreras F.	CONAMA	2405000		cgcontreras@conama.cl
15.	Juan Manuel Ojain Alcazar	SEREMI SALUD RM.	3992578	3992543	jojain@asrm.cl
16.	Enrique Rojas Flores	Seremi Salud RM	3992566	3992542	erofas@asrm.cl
17.	Eugenio Cordero C.	SEREMI SALUD RM.	3992677	3992533	ecordero@asrm.cl
18.	WALTER FOLCH	MINSAL	5140787		wfolch@MINSAL.CL
19.	Cecilia Barríos	Conama RM	6713052	3717597	cbarríos.rm@ conama.cl
20.					
21.					
22.					

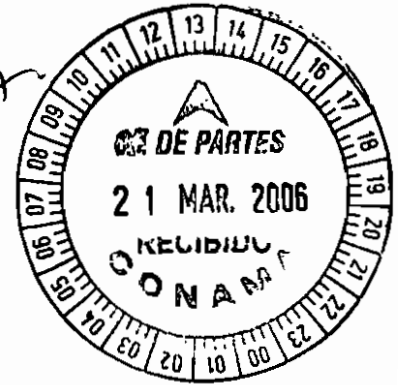
000645



GOBIERNO DE CHILE
CONAMA
METROPOLITANA
DE SANTIAGO

000646

537



MEMORANDUM N°48/ Aire/2006

A : Sr. Jorge Troncoso Contreras
Jefe Área Depto. Control de la Contaminación

DE : Sr. Marcelo Fernández Gómez
Jefe Área Descontaminación Atmosférica

MAT : Respuesta a Memorandum N°82/2006.

FECHA : 20 de marzo de 2006

Por medio del presente me dirijo a usted, para dar respuesta a la solicitud de contraparte técnica para el estudio: Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales.

La profesional Cecilia Barrios Lara, del área de Descontaminación Atmosférica de CONAMA RM, estará a cargo de participar en todos los temas relativos al control de las emisiones provenientes de la calefacción residencial, así como en el Comité Operativo de la Norma de Emisión de Material Particulado Respirable para Artefactos de Combustión a Leña.

Sin otro particular, le saluda atentamente,


MARCELO FERNANDEZ GÓMEZ
JEFE AREA DESCONTAMINACION ATMOSFERICA
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
REGION METROPOLITANA

CBL/mac

240

Programa:
Presentación de resultados de Estudios para apoyar el control de la contaminación por leña

Fecha: jueves 27 - Hora: 9:30-13:00
Lugar: Sala 1 de Conama RM, Moneda 970. Piso 12

000647

9:30 9:45
Bienvenida

9:45-10:00

Resultados del monitoreo de MP en ciudades que utilizan leña

Se presenta un resumen de los resultados de los niveles de concentración de MP medidos en distintas ciudades.

Expositor: Comisión Nacional del Medio Ambiente

10:00- 10:45

Presentación resultados del estudio "Diagnóstico del Mercado de la leña en Chile"

Este estudio elaborado por la U. de Chile para la CNE, recopila, sistematiza y analiza los trabajos desarrollados sobre la oferta y demanda de la leña desde el año 1990 a la fecha, mejorando su actual diagnóstico y presentando una valoración de los efectos en salud.

Expositor: Comisión Nacional de Energía

10:45-11:00

Tiempo para discusión

11:00-12:30

Presentación de los resultados "Medición experimental de calefactores de combustión a leña"

Se presentan los resultados de la medición de un calefactor de fabricación chilena (seleccionado a partir de los criterios marca conocida y venta masiva), un calefactor suizo (seleccionado a partir del criterio de potencial de introducción en el contexto local). Las mediciones entregan resultados sobre la influencia en las emisiones dependiendo de la humedad de la leña, la especie, el modo de operación y el diseño tecnológico de los artefactos de combustión.

Expositor: Thomas Nussbaumer, asesor suizo Proyecto ambiental COSUDE-ENIE.

12:30-13:00

Tiempo para discusión

Presentación Thomas Nussnaumer Asesor COSUDE
Jueves 27 Abril 2006

Nombre	Institución	Fono	Fax	E-Mail
Enrique Rojas F.	Seremi de Salud RM	3992566	3992542	erojas@ssrm.cl
Natalia Fernández	CONAMA IX			lfernandez@conama.cl
PABLO AMAND DE MENDIETA.	FUNDACIÓN PIRQUE.	(2) 2192044 2183966	(2) 2192044	estufas@fundacionpirque.cl
Zimena Subilla	CONAMA VI	72-224549 239106	72-224549 -239106	zsubilla.6@conama.cl
Jaime Téllez	SEREMI - MINVU.	3512947	6640465	jtellez@minvu.cl
Pascual JENEGAS	SERPRM.	2387513	2387595	
Jaquín Perillo	ALFONSO RUCÓN	7770434	7326402	stomas@esofarucón.cl

00643

Presentación Thomas Nussnaumer Asesor COSUDE
Jueves 27 Abril 2006

Nombre	Institución	Fono	Fax	E-Mail
CHRISTIAN VEGA C.	EMPRESAS MVM S.A.	7770434	732 5531	Desarrollo@mvms.cl
Macarena Mellado Arana	Conama II Región	(72) 224549	239106	mmellado.6@conama.cl
Nicolás Schiappacasse	CONAMA IX Región	(45)-238200 (Anexo 27)	45-238200 (Anexo 31)	mschiappacasse.9@conama.cl
CONRADO RAVANAL	CONAMA	2405624	2405788	cravanal@conama.cl
José Valde Vidal	CONAMA RM	6213052		jvalde.rm@conama.cl
Cristián de Amesti	AMESTI	(02) 7455635	(02) 7455636	cristian@amesti.cl
Cárolina Gómez	CNE	3656876		cgomez@cne.cl

000640

Presentación Thomas Nussnaumer Asesor COSUDE
Jueves 27 Abril 2006

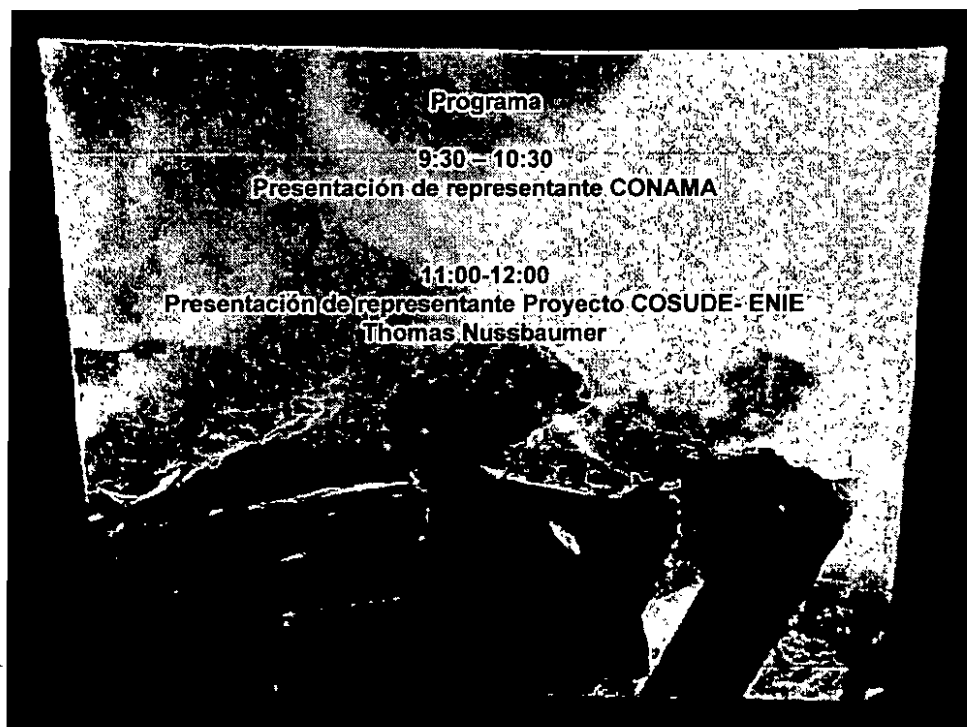
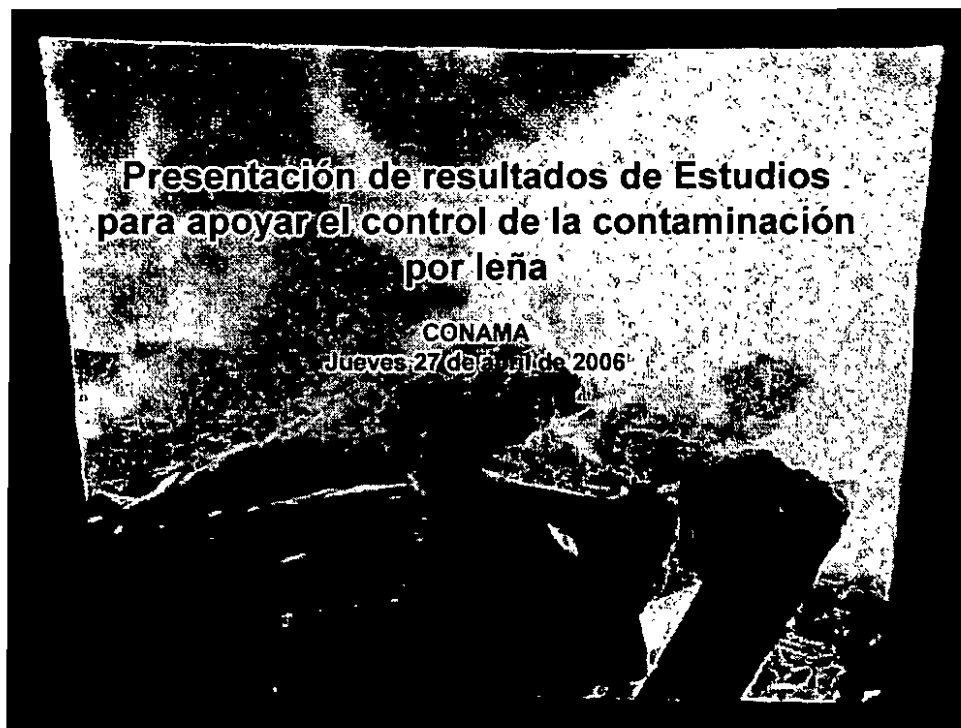
Nombre	Institución	Fono	Fax	E-Mail
MAURICIO DIAZ CASTILLO	CONAMA VI REGION	72-224549	72-239106	mdiaz.6@CONAMA.CL
JUAN MANUEL Ojeda Alvear	SEREMI DM	3992578	3992543	Jolquin@ASRM.CL.
Jeanne Rosa Verdugo	MINVU	3513631		jverdugo@minvu.cl
Miguel Camus B.	I. S. P.	3507343	3507346	mcamus@ispch.cl
Jaimy Vera	Calefactores Pucan	7770434		gerencia@MVM.cl

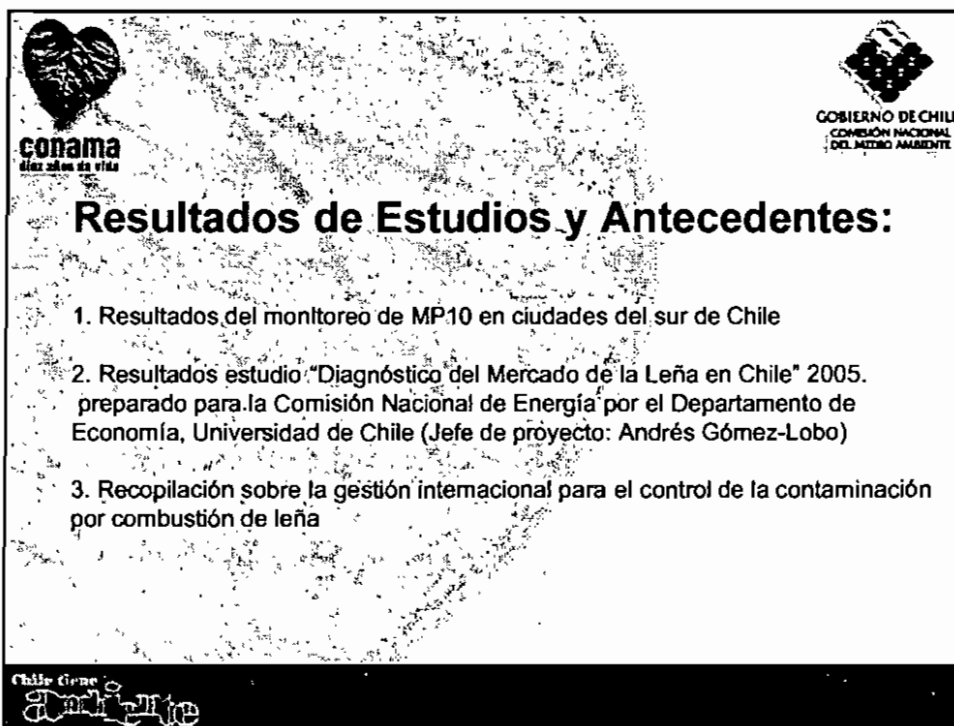
000650

Presentación Thomas Nussnaumer Asesor COSUDE
Jueves 27 Abril 2006

Nombre	Institución	Fono	Fax	E-Mail
JP BARRERA	BOSCA	3288500		
FERNANDO ALAN COLO	BOSCA	3288500		FALANCA@BOSCA.CL
Javier Vergara F.	Vergara At fudo	2368077		jvergara@gac.cl "@ vergara at fudo.cl
Ricardo Katz	Gutierrez Arizabal Consultores	2360886		rkatz@gac.cl
Luis A. Echeverri	BOSCA	328.85.00		lecheverri@bosca.cl
Alejandro Saiz	Universidad Santa Maria	09-8845901		alejandros@UTR.net

000651





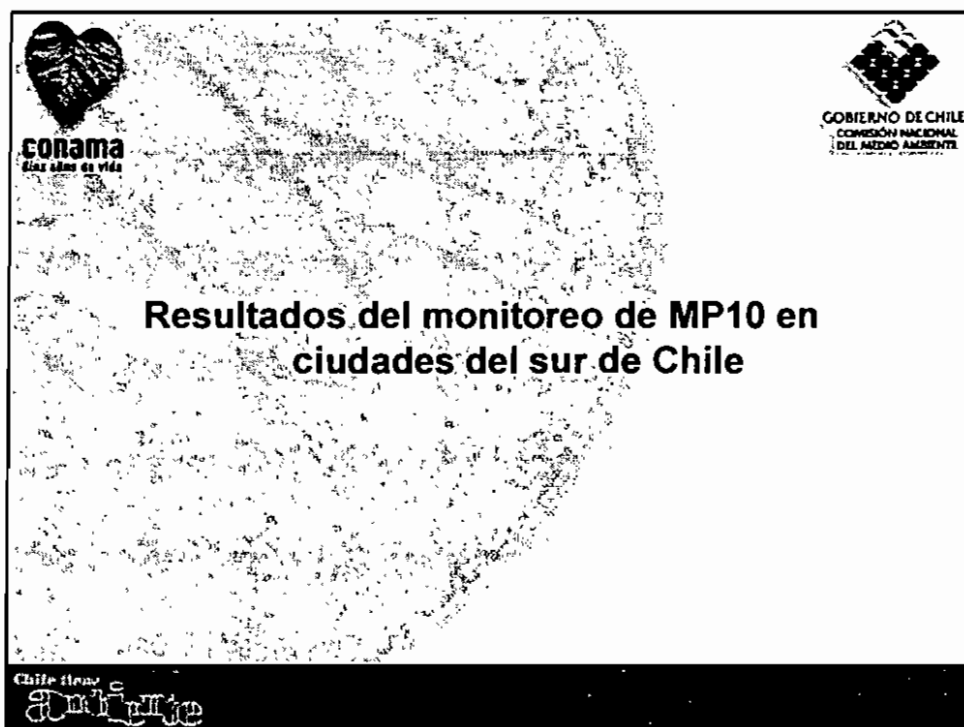
conama
más años de vida

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Resultados de Estudios y Antecedentes:

1. Resultados del monitoreo de MP10 en ciudades del sur de Chile
2. Resultados estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" 2005, preparado para la Comisión Nacional de Energía por el Departamento de Economía, Universidad de Chile (Jefe de proyecto: Andrés Gómez-Lobo)
3. Recopilación sobre la gestión internacional para el control de la contaminación por combustión de leña

Chile tiene
ambiente



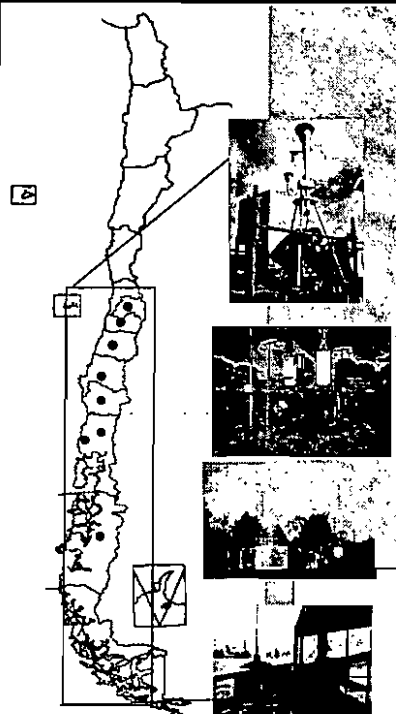
conama
más años de vida

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Resultados del monitoreo de MP10 en ciudades del sur de Chile

Chile tiene
ambiente

Norma primaria de material particulado MP10

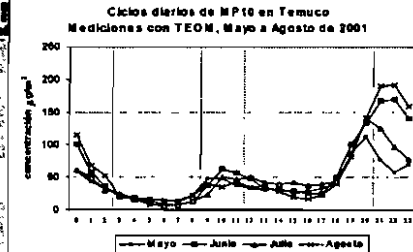


Chile	50	150	7 > a 98% en 1 a
Fuente normativa: D.S. N° 59/1998 D.S. N° 45/2000 del Minsegres			
UE			
2005	40	50	35 > a
2010	20	50	7 > a
USA			
PM10	50	150	99% en 3 a
PM2.5	15	65	98% en 3 a

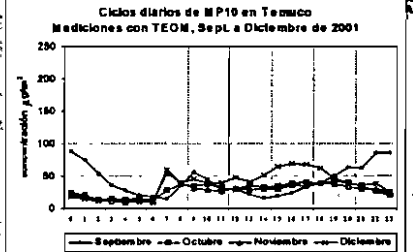
Estacionalidad del Problema de Contaminación Atmosférica:

Ciclos diarios de MP10:

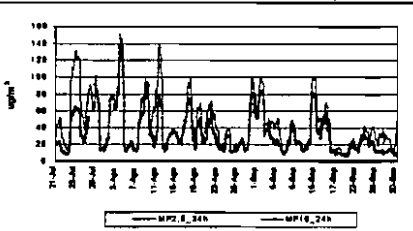
Ciclos diarios de MP10 en Temuco
Mediciones con TEOM, Mayo a Agosto de 2001

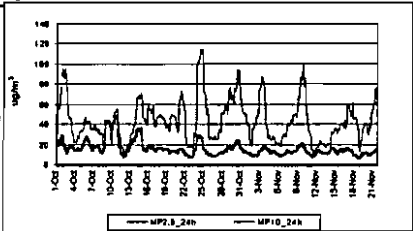


Ciclos diarios de MP10 en Temuco
Mediciones con TEOM, Sept a Diciembre de 2001

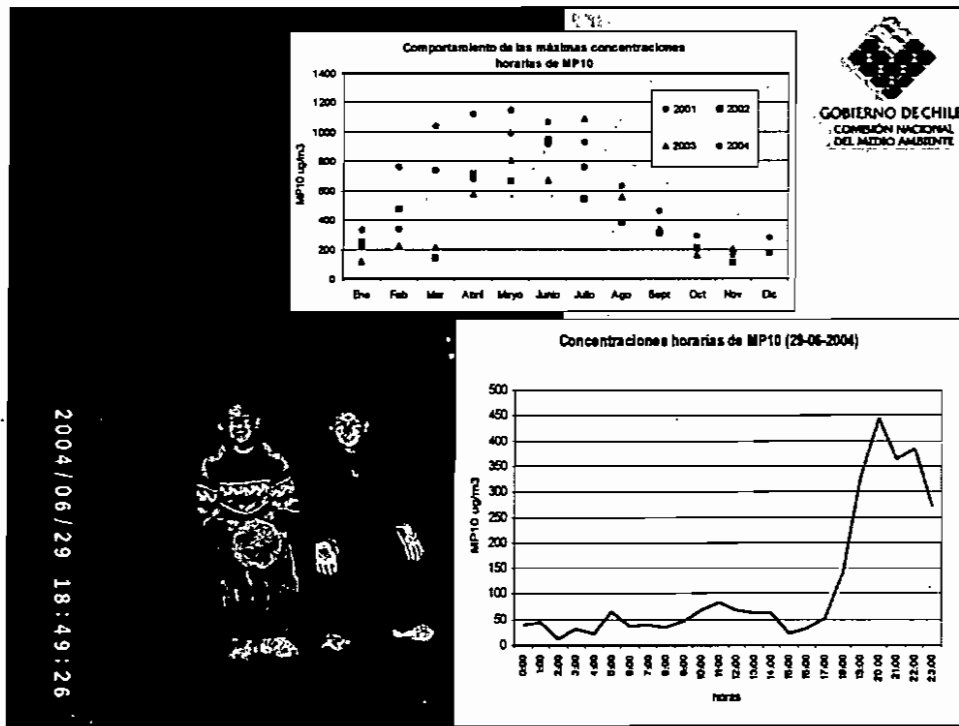


Promedio móviles de 24 hrs para MP10 y MP2,5:

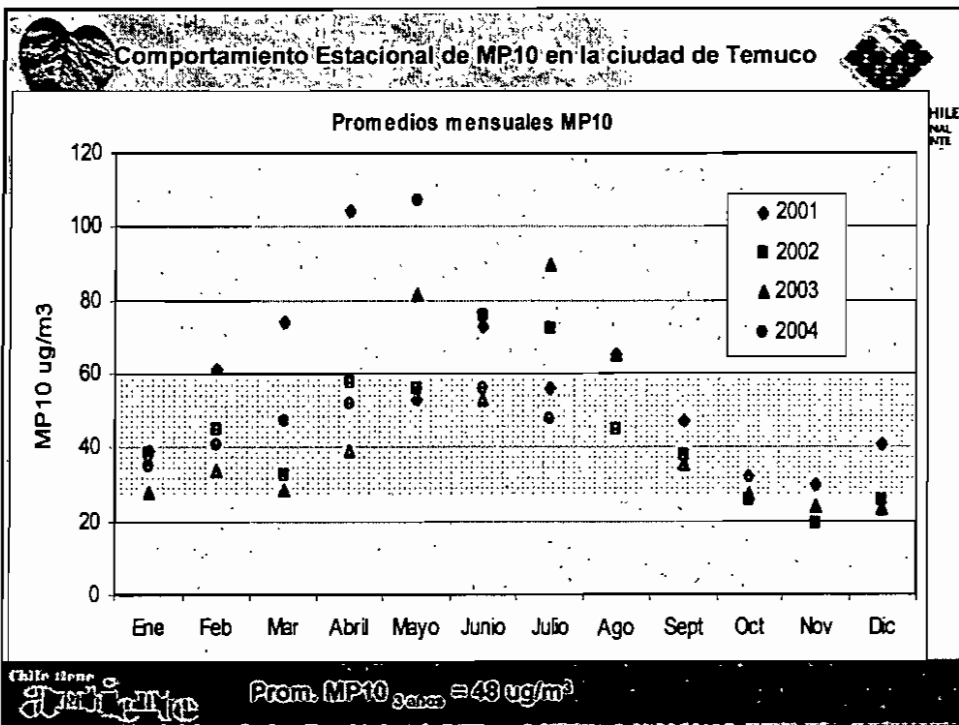


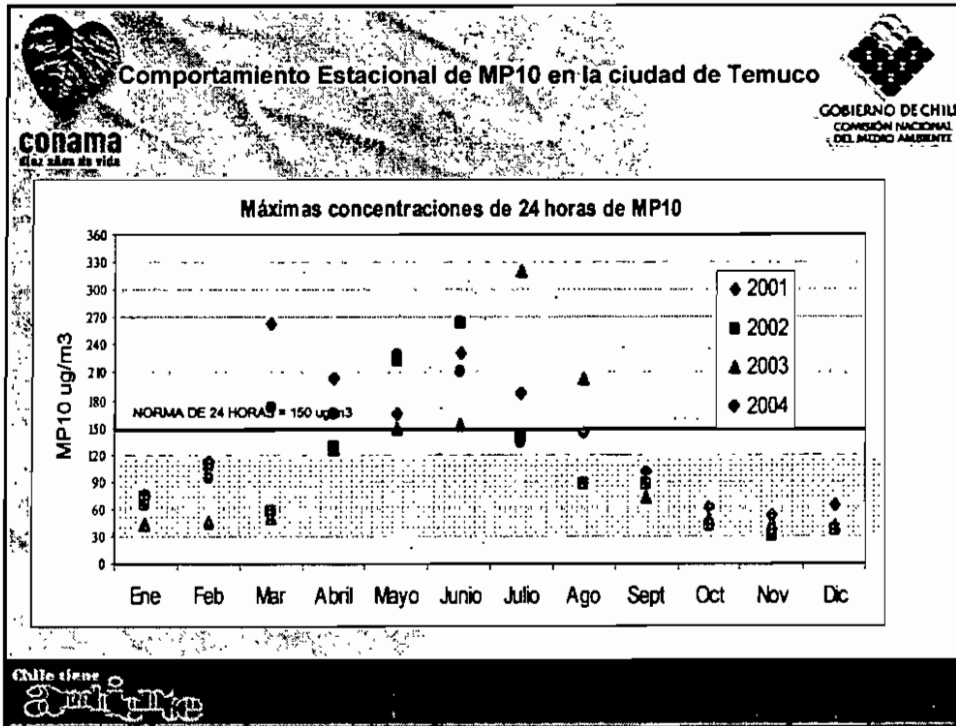


Chile: 4 veces la proporción de MP2,5/MP10 en periodos de alta contaminación

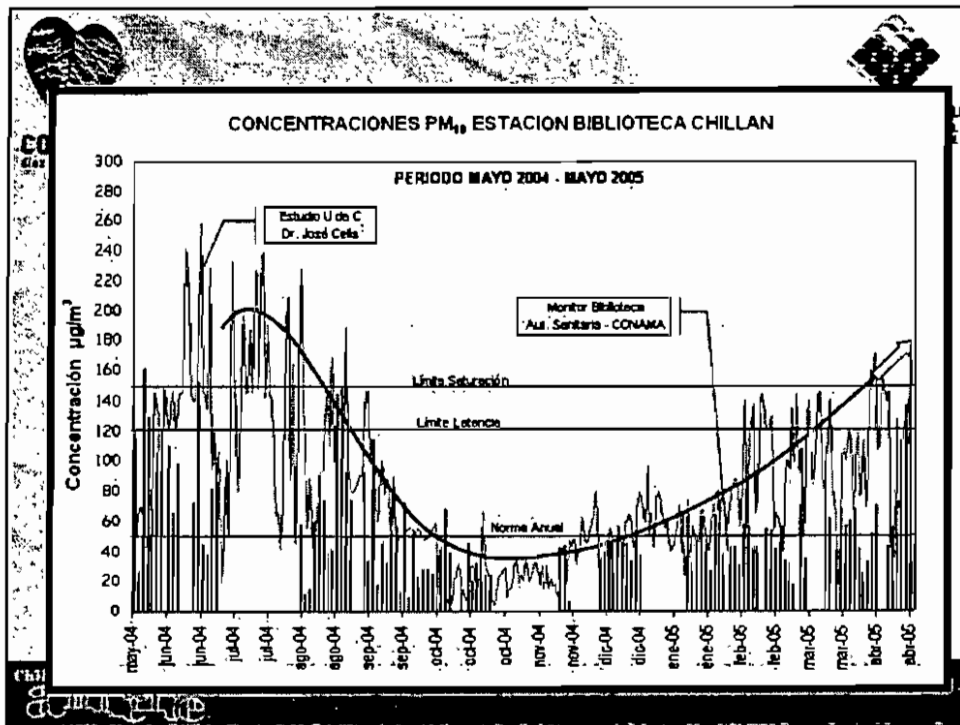


2004/06/29 18:49:26

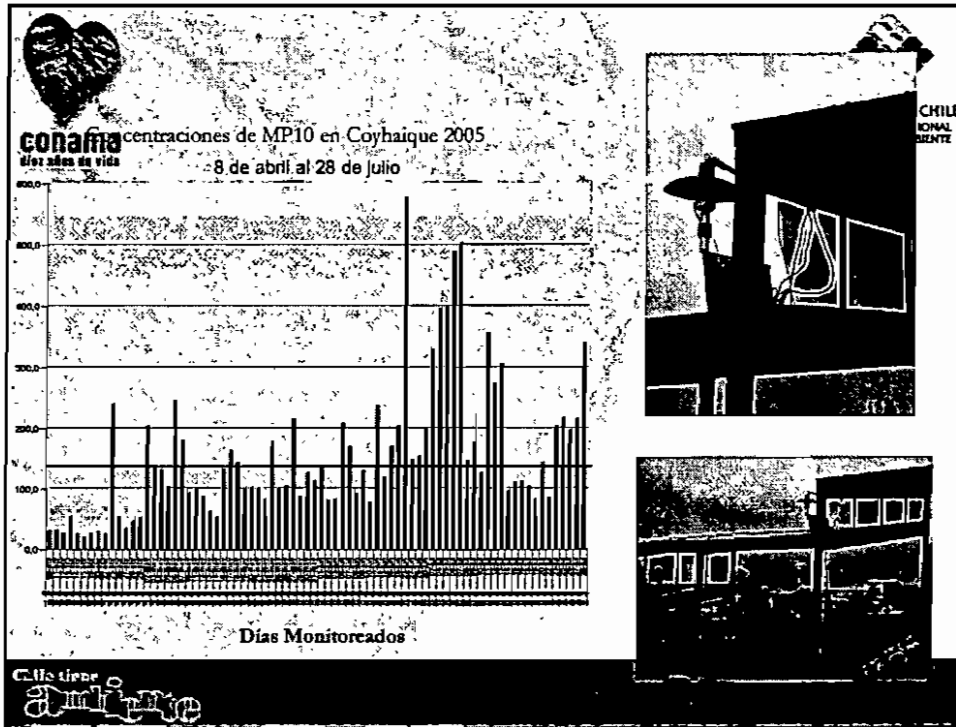




Chile tiene **ambiente**



Chile tiene **ambiente**



conama Chile tiene Ambiente

GOBIERNO DE CHILE COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Resultados estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" 2005.
Preparado para la Comisión Nacional de Energía por el Departamento de Economía, Universidad de Chile
(Jefe de proyecto: Andrés Gómez-Lobo)


Chile tiene Ambiente

SECTOR		SUBSECTOR		Leña y otros			
				2001	2002	2003	
Transporte	Camino	-	-	-	-	-	
	Ferrovial	-	-	-	-	-	
	Martimo	-	-	-	-	-	
	Aéreo	-	-	-	-	-	
	Total Transporte						
Industrial y Minería	Cobre	3,5	2,8	3,0			
	Salitre	-	-	-			
	Hierro	-	-	-			
	Papel y Celulosa	5.629,4	6.310,3	3.737,0			
	Siderurgia	-	-	-			
	Petroquímica	-	-	-			
	Cemento	-	-	-			
	Azúcar	-	-	-			
	Pescas	-	-	-			
	Industrias Varías	3.443,4	3.818,3	3.919,0			
	Minas Varías	-	-	-			
Total Industrial y Minería				9.078	10.132	7.679	
Comercial, Pública y Residencial	Zona Carbonífera Comercial	-	-	-			
	Residencial	28.485,5	28.630,0	28.773,0			
	Total Com. Púb. Residencial				28.487	28.630	28.773
Centros de Transformación	Electricidad: Autoproducción	4.602,3	4.161,5	4.068,0			
	- Serv. Público	294,4	213,1	235,0			
	Gas, Coke Gas Corriente	-	-	-			
	- Siderurgia	-	-	-			
	Petróleo, Gas Natural	-	-	-			
	Carbón y Leña	-	-	-			
	Gas Natural Metanol	-	-	-			
	Total Centros de Transf.				4.897	4.375	4.303
	Consumo Total				42.144	43.137	40.154


Participación de la leña en el mercado energético nacional es de un 17,5%, ocupando el tercer lugar después del petróleo y el gas natural.

CHILE NACIONALMENTE

Fuente: Balance Nacional de Energía, años 2001 a 2003. Comisión Nacional de Energía.



Consumo nacional de leña residencial para el año 2003



Se estima que en el país el sector residencial es el segmento de mayor importancia en el consumo de leña para los fines de calefacción y cocina.

Los principales patrones que presenta la combustión residencial de leña es:

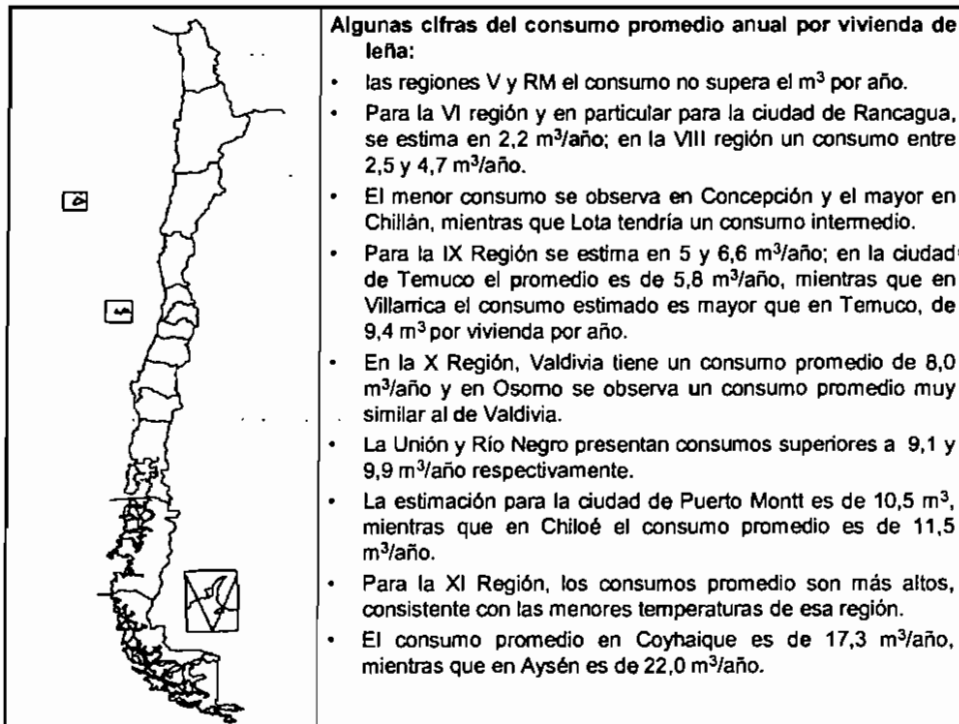
- tendencia creciente en el consumo por vivienda a medida que más al sur se habita;
- para una misma región, el consumo de leña es mayor en ciudades de menor tamaño
- El consumo residencial rural es significativamente mayor comparado con el consumo urbano.

Consumo Nacional : 10.939.908 m3 sólidos: 36,5% corresponde a consumo urbano y el 63,55 al rural.

Se registra consumo en las regiones IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII y RM.

De las regiones VIII a la X se concentra el 54% del consumo total, seguido por la VII con un 17%.

Chile tiene **Amigable**



Principal combustible utilizado para cocinar a nivel nacional, Censo 2002 (porcentajes)

GOBIERNO DE CHILE
DONALD RENTE

COMBUSTIBLE	NACIONAL	URBANO	RURAL
Gas Natural	9,1%	10,2%	1,8%
Gas Licuado	77,5%	82,2%	46,8%
Parafina	0,1%	0,1%	0,1%
Leña ó carbón	12,3%	6,4%	50,3%
Carbón	0,2%	0,2%	0,4%
Electricidad	0,2%	0,2%	0,1%
Energía Solar	0,0%	0,0%	0,0%
No cocina	0,6%	0,6%	0,6%
Total	100,0%	100,0%	100,0%
No. de hogares	4.141.427	3.587.301	554.126

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2002, INE.

NACIONAL

COMBUSTIBLE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
Gas Natural	2,4%	2,2%	1,7%	1,9%	12,3%	2,2%	2,7%	3,0%	2,6%	2,9%	1,6%	33,4%	13,3%
Gas Licuado	92,1%	94,2%	93,9%	90,9%	83,0%	87,2%	83,4%	72,3%	42,0%	32,3%	26,2%	1,0%	55,2%
Petróleo	0,3%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
Leña, aserrín	3,1%	1,2%	3,0%	6,3%	1,2%	8,6%						4,4%	0,7%
Carbón	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,1%	1,3%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
Electricidad	0,1%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%
Energía solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
No se sabe	2,0%	1,7%	1,2%	0,7%	0,3%	0,7%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%	0,2%	0,2%	0,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Hogares	111.873	124.107	68.664	164.902	140.704	214.349	232.194	503.811	231.315	293.914	23.693	43.216	1.636.538

SECTOR URBANO

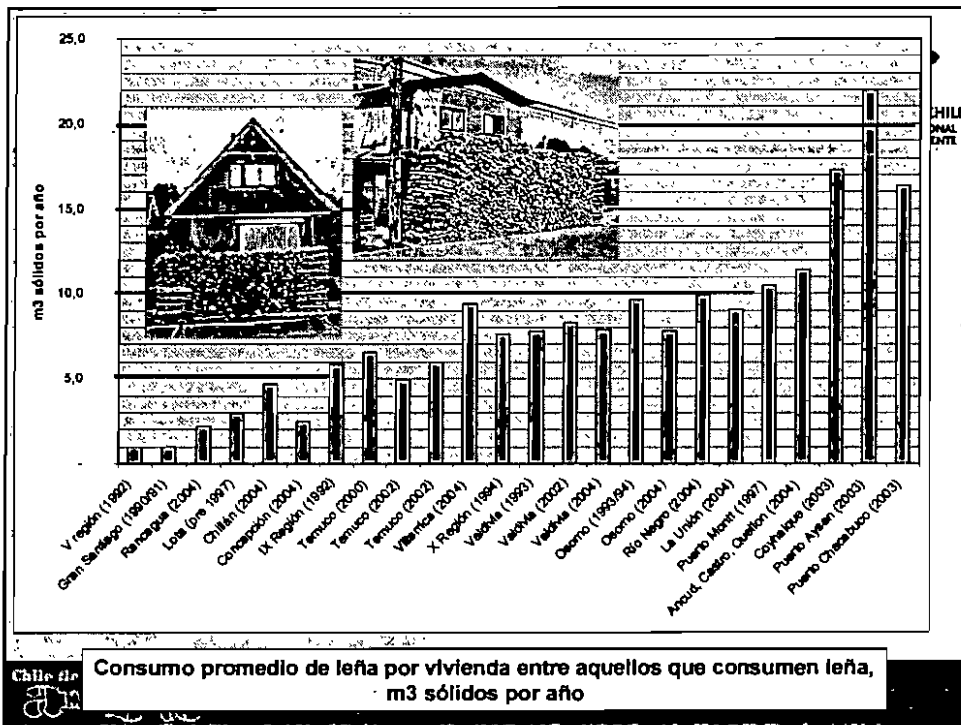
COMBUSTIBLE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
Gas Natural	1,1%	2,3%	1,3%	1,0%	13,4%	2,3%	2,3%	3,2%	3,4%	3,4%	1,0%	36,4%	12,4%
Gas Licuado	74,1%	94,6%	93,3%	90,2%	84,9%	93,8%	84,3%	64,3%	42,0%	43,7%	31,3%	1,3%	53,0%
Petróleo	0,3%	0,1%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,0%	0,1%
Leña, aserrín	1,1%	0,8%	1,2%	1,1%	0,9%	7,1%	2,9%	3,2%				1,7%	0,5%
Carbón	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	1,0%	1,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%
Electricidad	0,1%	0,0%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,3%
Energía solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
No se sabe	2,1%	1,7%	1,1%	0,6%	0,3%	0,6%	0,4%	0,4%	0,3%	0,4%	0,2%	0,1%	0,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Hogares	103.643	121.813	61.770	138.612	494.893	352.033	167.993	471.679	341.322	200.703	19.962	48.706	1.609.234

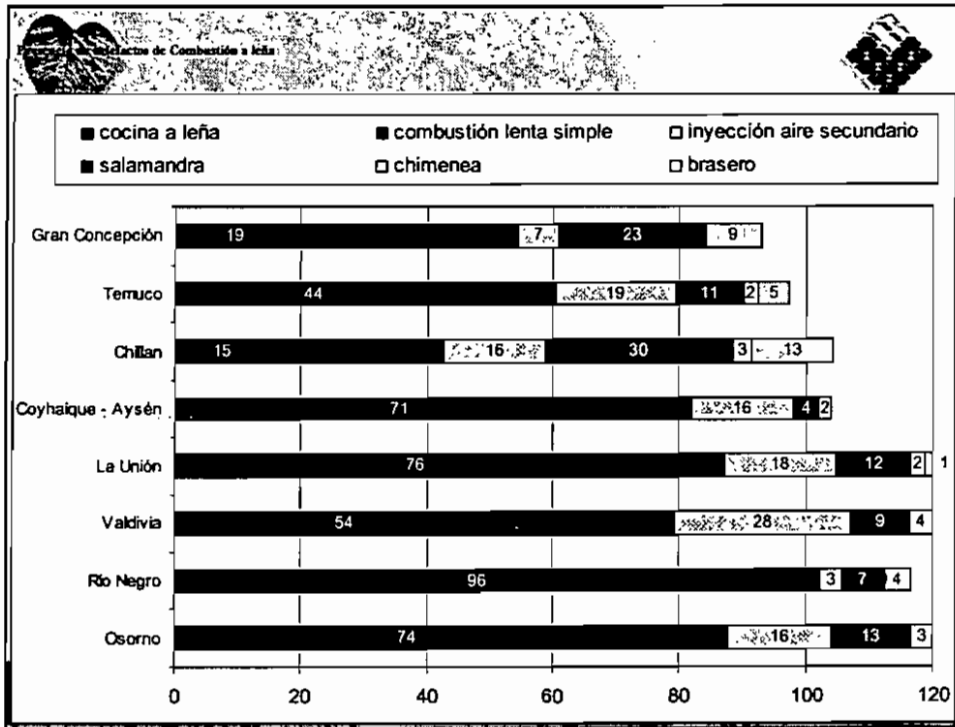
SECTOR RURAL

COMBUSTIBLE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM
Gas Natural	1,4%	1,6%	1,1%	1,7%	1,9%	2,0%	2,4%	1,4%	0,8%	0,7%	0,3%	37,1%	2,1%
Gas Licuado	59,4%	72,3%	74,5%	73,1%	84,0%	71,3%	66,2%	34,8%	9,5%	8,2%	7,7%	11,5%	90,7%
Petróleo	0,3%	0,4%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
Leña, aserrín	37,0%	21,3%	22,2%	23,7%	11,2%	23,6%						48,1%	6,2%
Carbón	0,1%	0,0%	0,3%	0,2%	0,1%	0,2%	1,3%	0,5%	0,3%	0,1%	0,1%	0,1%	0,3%
Electricidad	0,1%	0,0%	0,3%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,3%	0,1%
Energía solar	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
No se sabe	1,8%	4,2%	1,3%	1,0%	0,7%	0,9%	0,4%	0,3%	0,3%	0,3%	0,2%	1,1%	0,7%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Hogares	6.510	2.297	3.914	34.290	33.811	62.374	84.199	91.339	37.893	82.209	3.731	3.510	47.314

Principal combustible utilizado para cocinar a nivel regional, Censo 2002 (porcentajes)

Chile tiene ambiente






conama
con años de vida

GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

**Resultados Valorización de los efectos en salud,
basada en el concepto de la disposición a pagar
por percibir una mejora**

Estudio "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" 2005.
Preparado para la Comisión Nacional de Energía por el Departamento
de Economía, Universidad de Chile
(Jefe de proyecto: Andrés Gómez-Lobo)

Chile tiene
Agua Limpia



Ejemplo Estudio:
Residential Wood Combustion.
Summarized Results of the 1998-1999 Sampling Program
<http://www.hpacanada.org/links.asp>



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Este estudio compara niveles de calidad del aire de un área considerada como de alta influencia por la combustión residencial (Riviere-des-Prairies) con un área sin la presencia de esta actividad emisora (Montreal).

Los resultados del estudio señalan un incremento de:

- Un 45% de PAH's hidrocarburos aromáticos policíclicos.
- Sobre un 200% incrementan algunos compuestos orgánicos volátiles.
- De un 40 a un 100% se incrementa el PM2.5.
- Un 40% algunos metales (producto de la quema de basuras).

Foto: CONAMA





**Valorización de los efectos en salud,
basada en el concepto de la disposición a pagar para
percibir una mejora.**

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

- Esta estimación utiliza la misma metodología utilizada para el PPDA-RM.
- La evaluación se realizó para la Zona Sur y la Zona de Temuco y Padre Las Casas, ciudad declarada saturada por MP10, asociado en un 70% a emisiones que provienen del sector residencial.
- Los costos fueron separados en tres componentes:
- el costo del tratamiento del efecto adverso que corresponde a los gastos médicos,
- la productividad perdida debido a la ocurrencia del efecto, representan las pérdidas de ingresos de las personas afectadas
- y la no utilidad que experimenta la persona debido a la ocurrencia del efecto, es decir, muestra la disminución en el bienestar de la persona.

Chile tiene
ambiente




**Valorización de los efectos en salud,
basada en el concepto de la disposición a pagar por
percibir una mejora.**


Los resultados indican:

- para la Zona Sur una reducción de una unidad de material particulado fino implica un **daño total que varía entre 6.073 y 27.700 millones de pesos.**
- Mientras que para la Zona de Temuco y Padre Las Casas, el cambio en una reducción de una unidad de material particulado fino, implica un **daño total que varía entre 1.200 millones de pesos y 5.418 millones de pesos.**
- Los efectos que muestran un mayor costo social, son los asociados a la mortalidad, en particular la asociada a la exposición de largo plazo.
- En términos de efectos anuales, el mayor impacto se da en **los días de trabajo perdidos y los días de actividad restringida.**

Chile Aéreo
Antilime



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

En Temuco el riesgo relativo es de un 13%, esto significa que si la concentración de PM10 aumentara en 100 ug/m³ su concentración, la población presentaría un 13 % de aumento en la mortalidad cardiorrespiratoria.

conama
Max años de vida

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Recopilación sobre la gestión internacional para el control de la contaminación por combustión de leña

Chile tiene ambiente

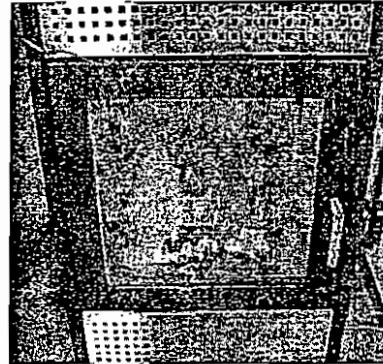
Pais	Estándares Internacionales	<p>Líneas de Trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estándar de emisión • Regular altura cañón • Programas de recambio tecnológico • Regular calidad de la leña • Programas de Educación • Mejorar la calidad de la vivienda.
US-EPA Washington Colorado Oregon Alaska Michigan New England States	MP	
Canadá	MP	
CEN	CO HC	
Dinamarca	CO CO2	
Suecia	CO HC (OGC) MP Eficiencia	
Noruega	MP Eficiencia térmica	
Suiza	CO HC MP Eficiencia	
Austria	CO NOx HC (OGC) MP	
Alemania	CO	
UK	MP	
Australia Nueva Zelanda	MP Eficiencia y potencia Test combustible	

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

Particle Emissions from Residential Wood Combustion – Design and Operation Conditions Determine Health Impacts

000665

N. Klippel, T. Nussbaumer, A. Hess, Verenum, Zürich



1

Verenum

Focus of this study

- Wood stoves < 20 kW
- Influence of:
 - stove type and design
 - type of fuel:
 - wet and dry wood logs
 - wood and straw pellets
 - operation conditions:
 - small batches of small wood logs or
 - filling of stove with large logs
 - use of air inlet valve
- Quantify particle emissions
- Estimate health impacts based on biological cell tests



2

Verenum

Investigated Stoves

000666

Conventional wood stoves

Wood stove with two-stage combustion

Pellet stove

with Swiss quality label for low emissions

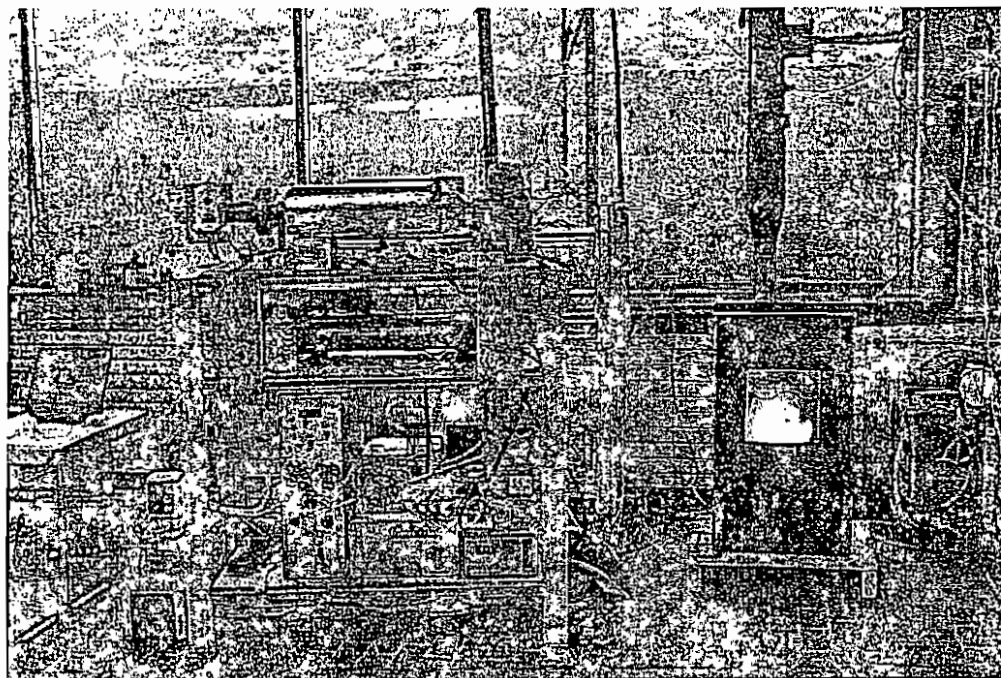
small metal stove (no quality label)



3

Verenum

Experimental set-up



4

Verenum

Test Methods

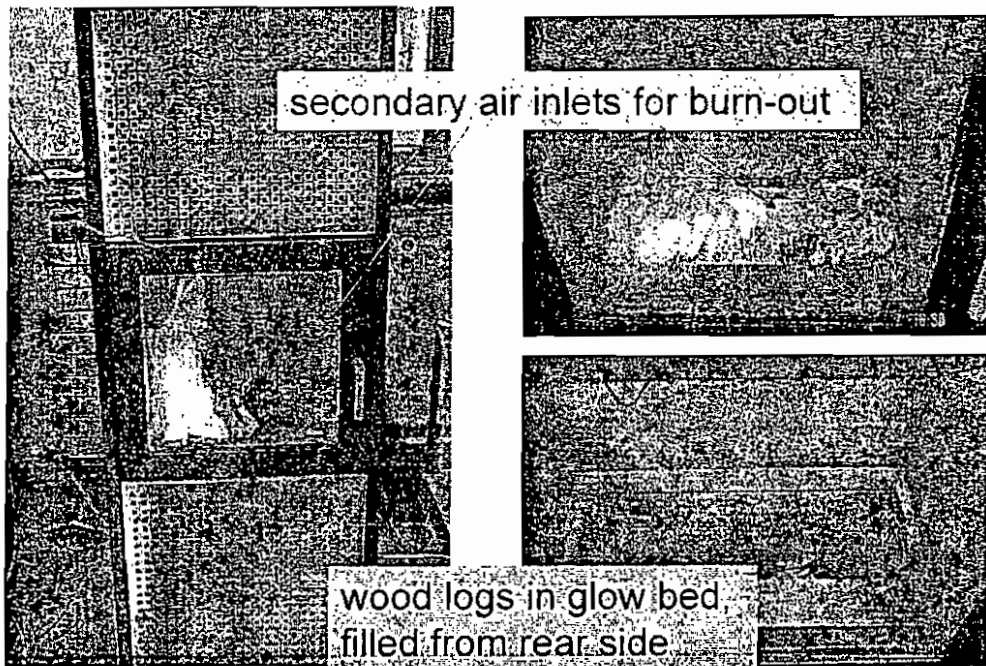
- Total particle mass emissions including condensibles according to EPA
- Size distribution from 20nm to 20µm with
 - SMPS
 - Optical particle counter
- Sampling in impinger bottles and on filters
 - for subsequent PAH analysis and
 - biological tests



5

Verenum

Wood log stove with two-stage combustion



6

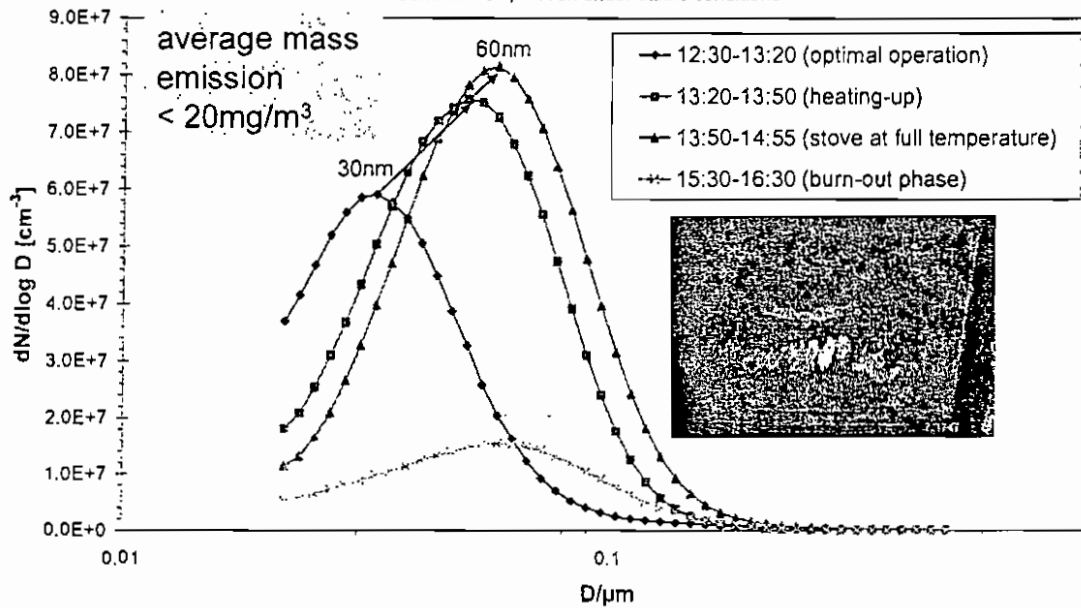
Verenum

Two-stage combustion

000668

Sirius operation with dry Swiss beech (w=10%) 6. Sept. 2005

Continuous operation under stable conditions



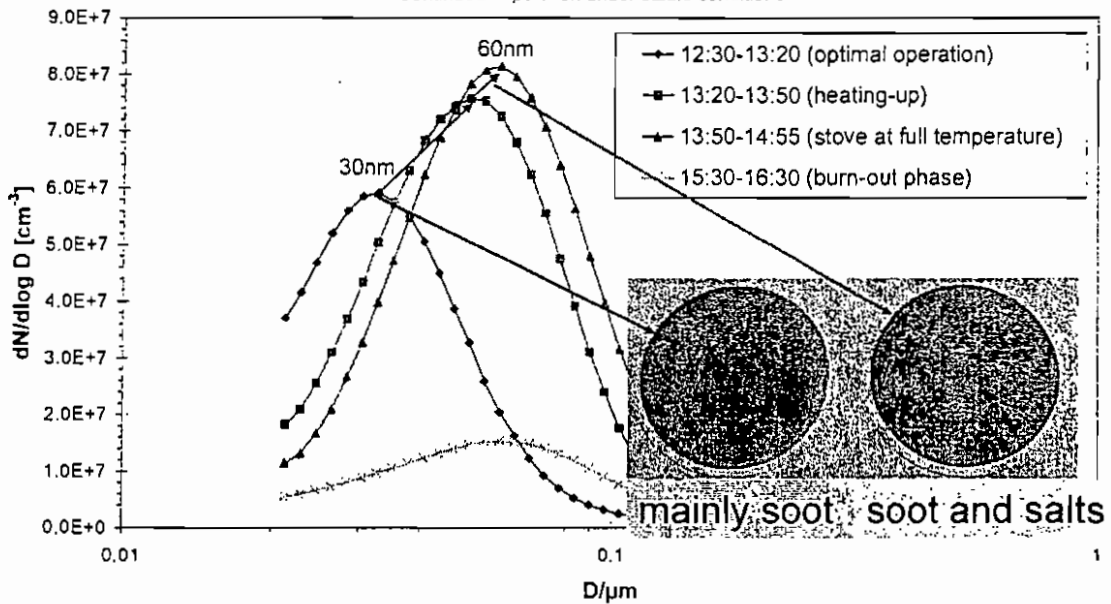
7

Verenum

Two-stage combustion

Sirius operation with dry Swiss beech (w=10%) 6. Sept. 2005

Continuous operation under stable conditions

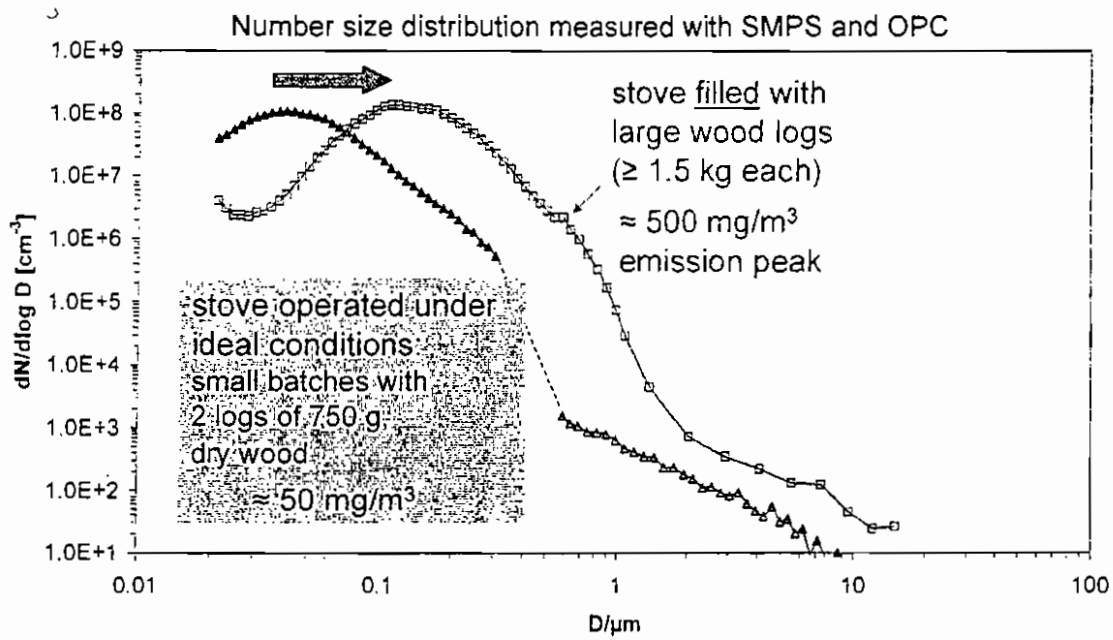


8

Verenum

Conventional stove

000669

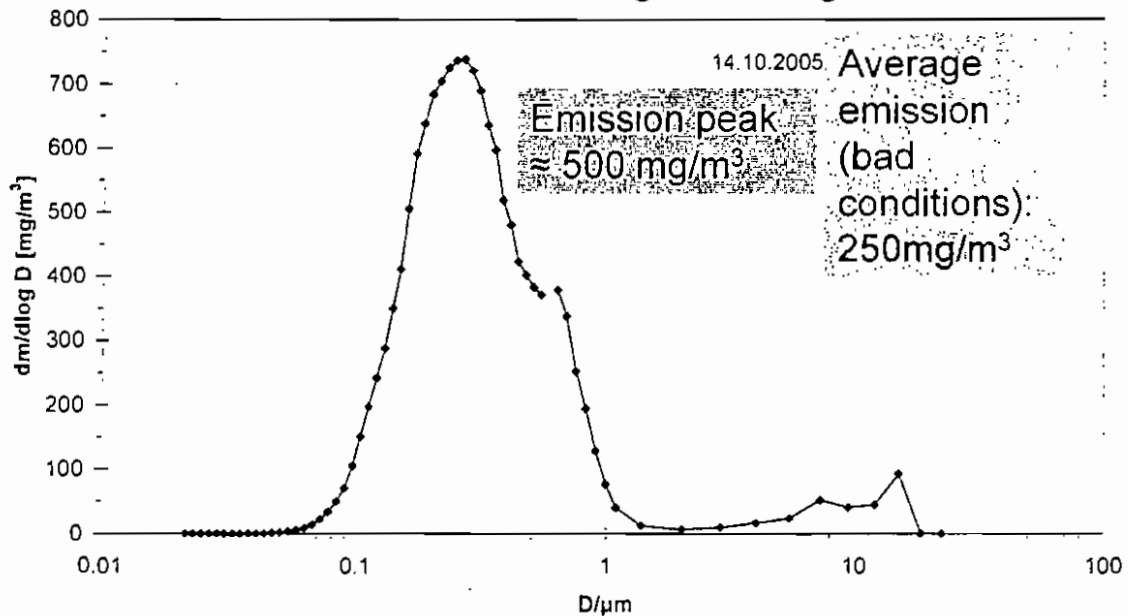


9

Verenum

Mass spectrum, conventional stove

Stove filled with large wood logs



10

Verenum

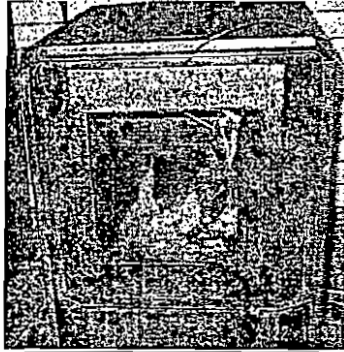
Combustion in a small metal stove under very bad conditions

000670

Excerpt of the manual from overseas:

"To reach a good combustion during the whole night, do the following:

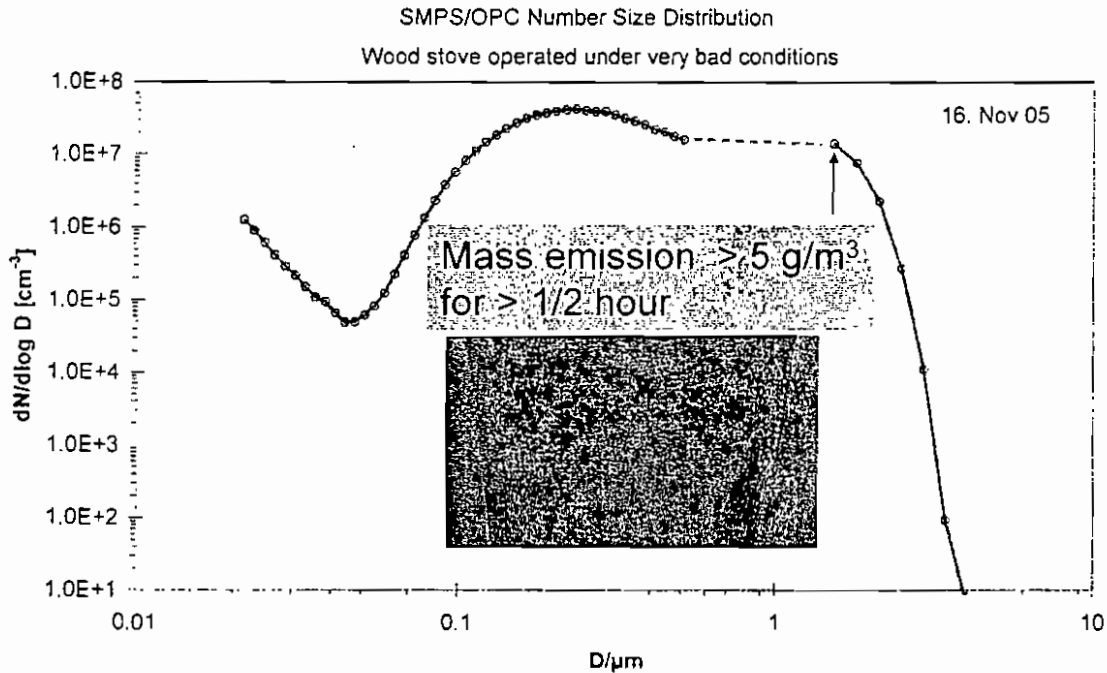
- (a) establish a glow bed based on the existing fire
- (b) fill the stove with wood logs
- (c) as soon as the wood starts to burn, close the air inlet"



✓ 11

Verenum

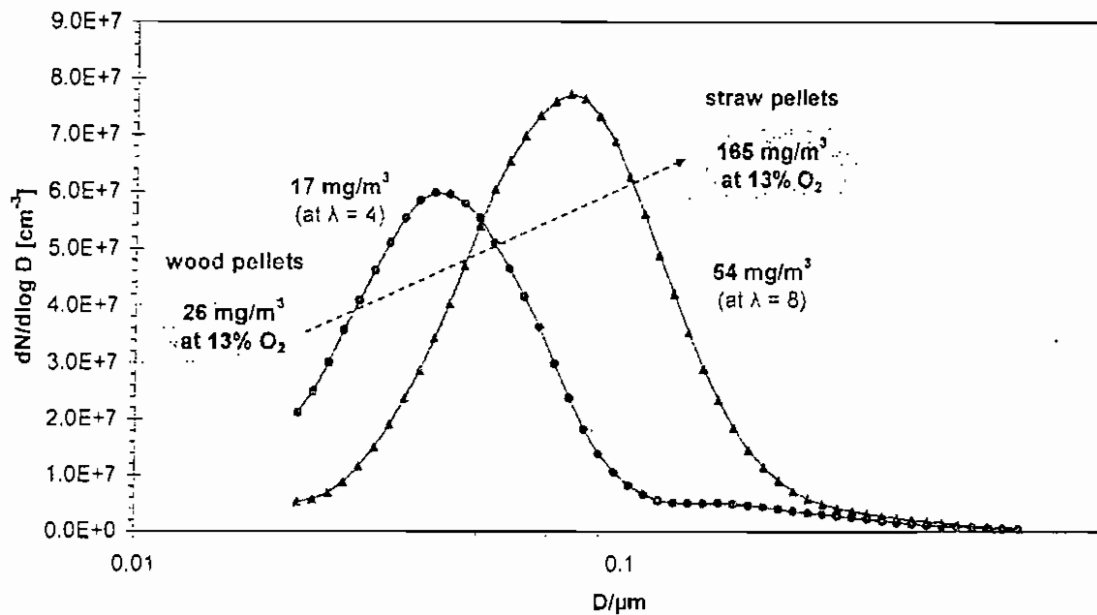
Incomplete combustion in a small metal stove



✓ 12

Verenum

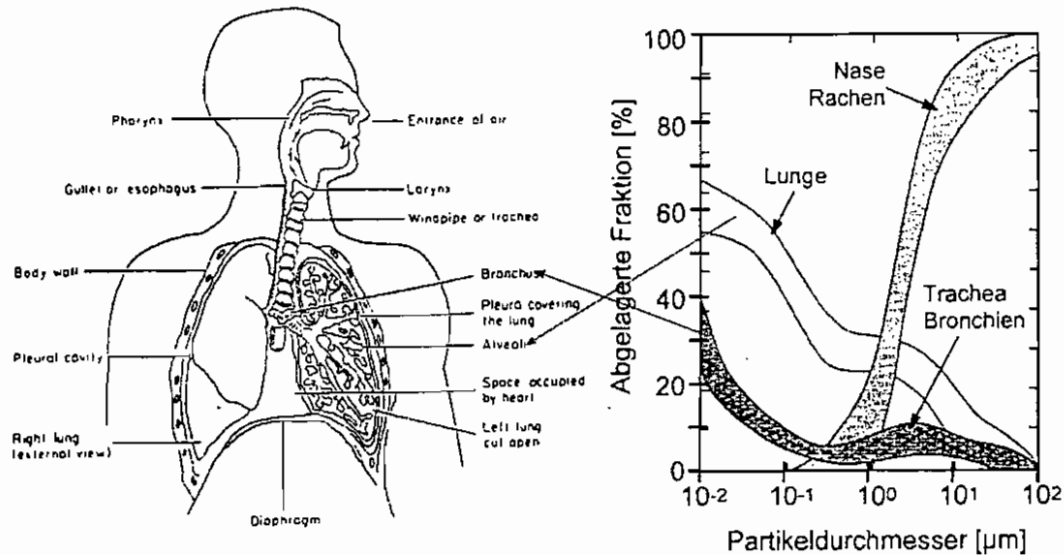
Pellet stove



Particle Emissions from wood stoves

- Huge differences in emissions:
 - $\leq 30 \text{ mg/m}^3$ achieved in two-stage wood log stove and pellet stove
 - 50 mg/m^3 possible in conventional stove but only under optimal operation conditions
 - up to **5000 mg/m^3** possible in small metal stove under very bad operation conditions
- Particle size distribution shifted to larger particles under bad conditions, however:
- Emissions are dominated by particles $\leq 2\mu\text{m}$ even at 5000 mg/m^3

Particle deposition in respiratory tract 000672



15 [Boubel et al., 1994]

[Health Phys. 12. 173]

Verenum

Health impacts of high emissions from small wood log stoves

- Predominant fraction of emitted particles inhalable (PM_{2.5} or PM₁)
- Chemical analysis for bad combustion:
 - Particles consist mainly of soot (carbon and hydrocarbons), low amount of inorganic salts
 - Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) fraction attached to particles is much higher than for Diesel soot
- Biological tests performed for sampled particles with V79 fibroblast cells of Chinese hamster

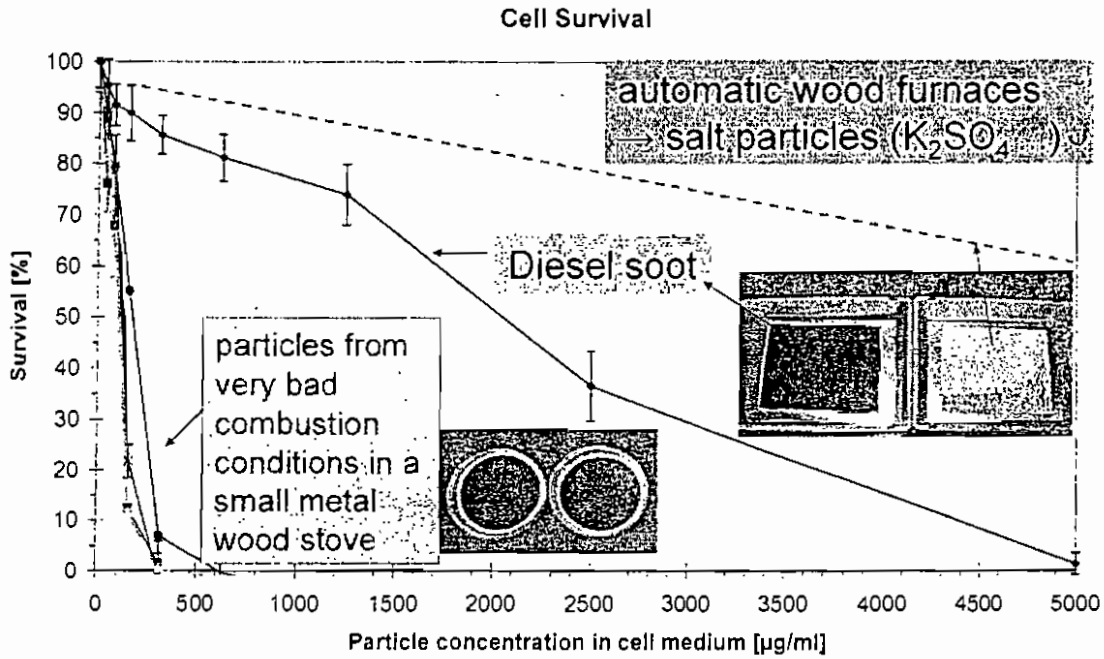


16

Verenum

Results of Cytotoxicity Tests

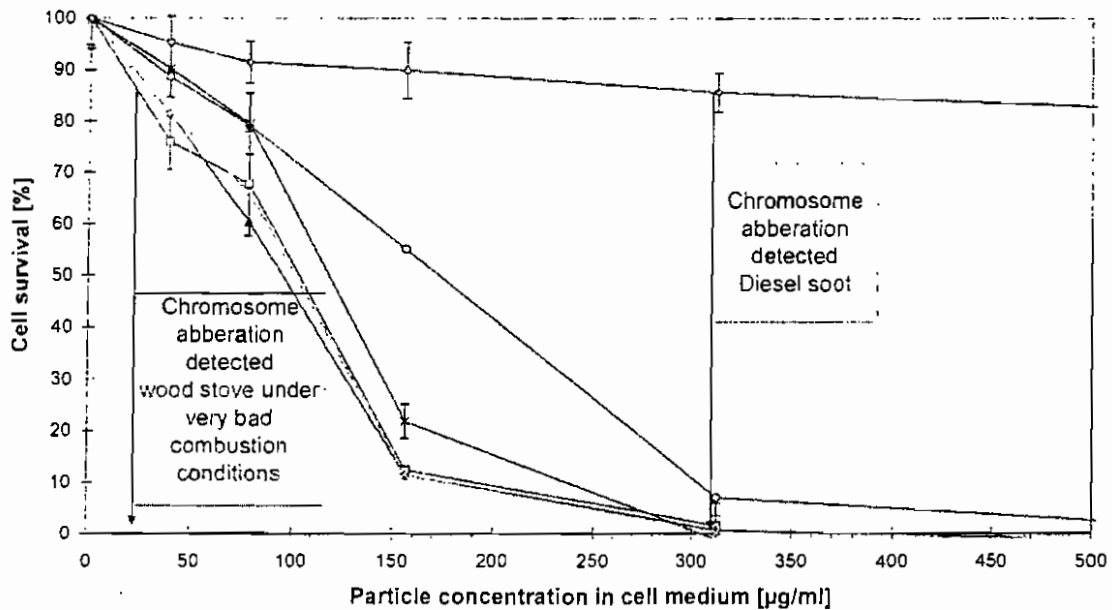
000673



✓ 17

Verenum

Carcinogenic potential estimated by observation of chromosome defects



✓ 18

Verenum

Summary and Conclusions

- Huge variability in PM: $< 20 \text{ mg/m}^3$ to $> 5000 \text{ mg/m}^3$
- Conventional stoves
 - achieve low PM emissions at ideal conditions
 - exhibit strong influence of operating conditions
 - hence emission factors from wood may be under estimated
- Two-stage wood stove and pellet stove achieve $< 50 \text{ mg/m}^3$ safely with low influence of user
- Advantage not rewarded in present legislation
 - two-stage stove planned to be taken from market (!)
- Modified type approval is highly recommended
- Biological toxicity compared to Diesel soot particles:
 - higher for bad wood log combustion (soot)
 - lower for automatic furnaces (inorganic salts)



Acknowledgements

- Swiss Federal Office of Energy (SFOE), Berne
- Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Berne
- Tiba AG, Bubendorf, Switzerland
- RCC Cytotest Cell Research, Darmstadt, Germany
- Swiss Federal Institute of Material Testing and Sciences (EMPA), Dübendorf
- Alstom Technology Centre, Switzerland
- A. Mayer, TTM, Switzerland





000675

verenum

Verenum
Langmauerstrasse 109
CH - 8006 Zürich (Switzerland)
Phone ++41 (0)44 377 70-70 / direct -71
Fax ++41 (0)44 377 70 77
Email thomas.nussbaumer@verenum.ch
Web www.verenum.ch

Thomas Nussbaumer

Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile

Report for CONAMA and COSUDE

Zürich, 10. May 2006 (**revised** Version 4 before final data evaluation)

Content

1	Background: First proposal for limit values	3
2	Results from test of wood stoves in Switzerland	3
3	Investigated wood fuels	4
4	Investigated wood stoves	4
5	Preliminary results and provisional conclusions	5
5.1	Comparison of EPA and VDI	5
5.2	Influence of water content and log size	5
5.3	Influence of wood species	6
5.4	Influence of operation	6
5.5	Influence of stove design	6
5.6	Time dependence and stop of measurement	7
6	Revised recommendations for limit values	8
7	Annex: Particle emissions measured during tests	10

1 Background: First proposal for limit values

In the report from 17. November 2004 (Version 2), the following **emission limit values** were proposed for wood stoves and boilers:

Particles:	60 mg/m³ at 13% O₂ (dry gas, 1013 mbar, 0°C)
CO:	800 mg/m³ at 13% O₂ (dry gas, 1013 mbar, 0°C)

Further, the following minimum **requirements for efficiencies** were proposed:

Stoves:	75% combustion efficiency
Hearths:	70% combustion efficiency in application for heating or cooking and heating For cooking only, 55% combustion efficiency are proposed in a first step
Boilers:	80% boiler efficiency. Alternative: Combustion efficiency of 85% in a first step

In addition to these "hard" requirements it is proposed to measure and evaluate "soft" requirements which are implemented as **recommendations**:

Combustion temperature	> 800°C
Gas residence time in the combustion chamber	> 0.3 s

2 Results from test of wood stoves in Switzerland

Between September 2005 and January 2006 extensive tests on three different wood stoves and one pellet stove were performed in Switzerland with measurements of:

- **CO, O₂ and CO₂**, quasi-continuously.
- **Total Particle Mass, off-line, discontinuously (typically 15 minute periods)**
 - a) total particles by sampling and gravimetric measurement according to VDI
 - b) total particles according to EPA, i.e., as a1) but with additional sampling of condensable matter.
- **Particle size distribution, on-line, quasi-continuously (typically 3 minute periods)**
 - a) by Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) from around 15 nm to 700 nm
 - b) by Optical Particle Counter (OPC) from around 500 nm to 20 microns

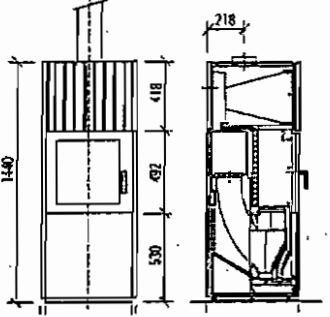

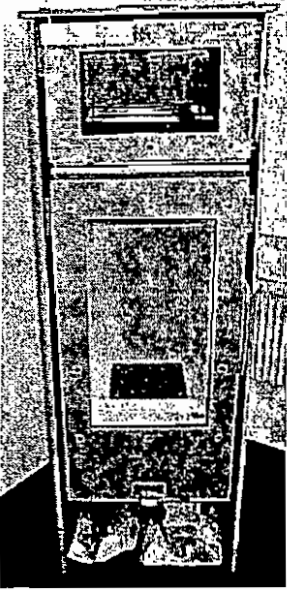
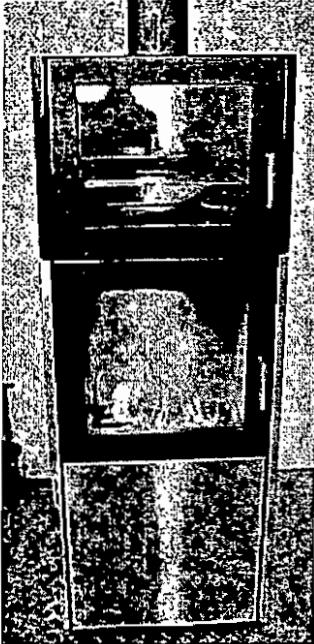
The measurement of the particle size distribution results in a size distribution. With assumption of a medium particle density, the mass concentration can be estimated, which enables a time-resolution for the particle mass concentration of app. 3 minutes instead of 15 minutes. By comparison with off-line measurement of the particle mass, the accuracy of the calculated mass concentration can be evaluated.
- **Flue gas temperature, ambient air temperature, combustion temperature.**

3 Investigated wood fuels

Two types of wood were used for the tests, i.e., typical beech wood as available in Switzerland and typical roble hualle (*notofagus obliqua*) as a typical wood fuel from Temuco. Further, different water contents of the wood fuel were measured. In addition, the size of the wood logs was varied.

4 Investigated wood stoves

The following three wood stoves have been tested:

		
		
<p>Wood stove 1 Typical wood stove from Chile with relatively small combustion chamber and small mass of refractory lining and without separation between fuel hopper and combustion chamber.</p>	<p>Wood stove 2 Typical wood stove from Switzerland with relatively large combustion chamber fully refractory lined and separated heat exchanger but without separation between fuel hopper and combustion chamber.</p>	<p>Wood stove 3 Specially designed wood stove (prototype) with two-stage combustion and physical separation between fuel hopper (not visible behind combustion chamber) and combustion chamber (fully refractory lined). Secondary air is injected before entering the combustion chamber.</p>

5 Preliminary results and provisional conclusions

The detailed evaluation of all data, especially on the particle size distribution as well as on average CO emissions, is ongoing. Hence preliminary results on total particle mass are summarized in table 1 in the annex.

5.1 Comparison of EPA and VDI

Result: The concentration of condensable organic substances is almost negligible and the difference between VDI and EPA is close to zero during very good combustion conditions with less than 50 mg/m³ at 13 vol.-% O₂ particles. Hence it is assumed that $VDI = (0.95 - 1) \times EPA$ under such conditions. During combustion conditions with particles concentrations between 200 and 1000 mg/m³ measured by EPA, up to 50% of the particle content according to EPA results from condensable matter. Hence $VDI = 0.5 \times EPA$ to $max. 1 \times EPA$ can be assumed for such conditions. Under extremely bad conditions, $EPA = 6600 \text{ mg/m}^3$ and $VDI = 5500 \text{ mg/m}^3$ was found.

Conclusion: For the definition and comparison of emission limit values for particles, the difference between EPA and VDI method need to be respected only under poor combustion conditions, while for good combustion conditions – as aimed at with emission limits – the difference is only of minor importance. Since the content of condensable matter is almost negligible under good combustion conditions, the EPA method increases the differences between good and poor combustion conditions, while the VDI method underestimates the importance of poor combustion conditions, since condensable matter is assumed as health relevant, as tar and high molecular hydrocarbons are potentially carcinogenic. Hence EPA is judged as advantageous but VDI is acceptable for low particle emissions and good combustion conditions.

5.2 Influence of water content and log size

Result: As well known from earlier investigations, the water content is a key parameter for the combustion quality achieved in wood stoves. However, the log size and the fuel mass for one batch is important as well. In the Chile stove, good combustion conditions can be achieved, if small logs of very dry wood (12%) is introduced to the combustion chamber in very small batches, i.e., only two logs with 750 g each (hence half or less of the typical log size in Temuco) thus utilizing in only app. 30% of the fuel hopper capacity. This type of wood is untypical for Chile nowadays. Further, the operation needed to maintain a high combustion quality is not realistic for practical applications, as a manual feeding in very short intervals would be needed. A water content of 20%, which is below the typical water content of log wood available in Chile, leads to a significant increase of the particle emissions. If operated with 3 logs of 1500 g each as typical operation, the particle emissions increase by more than a factor of 10 in comparison to an ideal operation with very dry wood. An increase of the water content from 20% to 33% resulted in an moderate additional increase of the particle emissions.

Conclusion: Existing stoves in Chile should be operated only as described, i.e., with very small logs of very dry wood and in operation with very small batches (not more than two small logs at a time). This

operation is inconvenient and not realistic for usual heating purposes. However, as indicated by the high immission levels found in Temuco and other areas, existing stoves exhibit very high particle emissions if operated different to this ideal operation.

5.3 Influence of wood species

Result: For roble and beech at similar water content of app. 20%, no relevant difference was found according to the wood species. It is assumed, that the water content is far more relevant than the wood species. However, the structure of roble is assessed as relatively dense which might hinder the drying of large logs.

Conclusion: Log wood from roble should be stored in smaller pieces than typical nowadays. Logs of app. 750 g instead of 1500 g are recommended to enable sufficient drying.

5.4 Influence of operation

Result: For beech with 20% water content, one test-run with the conventional stove 1 was performed by closing the air inlet to prolong the heating period of one batch. This type of operation is often used in practice, as it is the only possibility to reduce the instantaneous heat output of such stoves and hence prolong the time period between refilling. During the resulting smoldering combustion, excessive particle emissions of more than 5'000 mg/m³ were found.

Conclusion:

- Operation of conventional wood stoves as stove 1 with fully closed air inlet needs to be strictly avoided.
- The conventional wood stove 2 does not enable such an operation, as a minimum air inlet is guaranteed at all time. However, this type of construction is only acceptable if combined with a damper in the chimney which needs to be closed when the stove is not in operation, since otherwise excessive heat losses during shut-down periods of the stove result from undesired air flow through the stove. Furthermore, stove 2 exhibits a relevant heat storage capacity thanks to the mass. Hence the need of instantaneous heat reduction can be avoided, as the heat release from the stove is delayed.
- The two-stage stove does not enable an operation with reduced air inlet. Thanks to the downdraft principle applied in the fuel hopper and a separation between fuel hopper, combustion chamber and heat exchanger, the time period of one batch is increased by more than a factor of 5.

5.5 Influence of stove design

If operated ideally (in case of conventional stoves with very small amounts of wood) and with very dry wood, all three investigated wood stoves achieve a good combustion quality with particle emissions below 50 mg/m³ measured with the start-up of the cold stove. With ideal, very dry wood stove with two-stage combustion with separated fuel hopper, combustion chamber and heat exchanger enables a reduction of app. 50% of the particles in comparison to the conventional stoves without separation of fuel hopper and combustion chamber. However, the difference between the conventional stoves and the two-stage combustion stove is becoming most relevant for typical operation as expected in practice. If operated with typical log size of wood with 20% water content, the two-stage stove still

enables low particle emissions, i.e., below 50 mg/m^3 , while the incomplete combustion in the conventional stoves lead to an increase of particle emissions by a factor of 3 to more than 10, i.e., between 150 and 1200 mg/m^3 . These particles consist mainly of soot and organic matter and hence need to be regarded as health relevant. The broad range of particle emissions found in the conventional stoves demonstrates that stable combustion conditions cannot be safely maintained. Particle emissions in this order of magnitude are unacceptable for residential areas, as they contribute excessively to toxic PM in the ambient and they are related to undesired odor. A further increase of the water content to 33% causes a further increase of the particle emissions in the conventional stove 1, which, however, is not relevant in comparison to the difference between ideal operation and wood with 20% water content. In the two-stage stove, wood with 33% water content leads to an increase of app. a factor of 2 when compared with 20% water content. Although the particle emissions do not exceed 150 mg/m^3 , such an operation should also be avoided as it demonstrates the limits of wood stoves even if two-stage combustion is applied.

5.6 Time dependence and stop of measurement

Result: The semi-continuous measurement of particles during the whole batch shows that the initial combustion phase in wood stoves (i.e., start-up and stationary combustion) is most relevant for the particle emissions, while the shut-down phase exhibits only a minor contribution (typically less than 20%) to the total particle emissions. On the other hand, the shut-down period can contribute to more than 50% of the total CO emissions. Since particle emissions are regarded as far more relevant than CO, it is of high priority to measure the particle emissions during start-up and stationary combustion. Since there are only minor particle emissions during shut-down and since CO is not regarded as very relevant, the measurement of the shut-down period is of second priority only. This is most important for the definition of the measurement procedure:

Conclusion: It is most important to measure the start-up and stationary phase, while the shut-down period should not be included for the particle measurement, as it could lead to an under estimation of the particle emissions and an increased inaccuracy. With respect to the report from 2004, the easier applicable method b) instead of method a) might be favorable if for an optional definition of the end of the measurement, i.e.: b) $\text{CO}_2 < 4 \text{ Vol.-%}$ or $\text{CO}_2 < 0.25 \times (\text{CO}_2 \text{ during maximum burn rate})$ if the CO_2 concentration during maximum burn rate is smaller than 16 Vol.-%.

6 Revised recommendations for limit values

If PM 10 in the ambient air resulting from residential wood burning needs to be effectively reduced, the following measures are of high priority:

1. **Existing typical wood stoves in Chile** need to be restricted to an operation with only a **few small logs** (two or three logs of app. 750 g) of **very dry wood** (app. 12%). To enable sufficient drying of the wood, smaller logs than used today seem to be necessary, as existing log wood in Chile exceeds the acceptable water content significantly. Further, existing wood stoves should be operated only with small batches of wood, i.e., two or maximum three small logs at a time. Further, closing of air inlets to reduce instantaneous heat output needs to be strictly avoided. If these measures cannot be implemented and if PM 10 from such stoves need to be reduced, local prohibition of the utilization of such wood stoves is necessary.

2. For new wood stoves, an emission limit value of **60 mg/m³ particles at 13% O₂** (dry gas, 1013 mbar, 0°C) or even **lower** (while a lower value can also be introduced in a second step) seems reasonable, as it can be safely achieved under good combustion conditions. Further, the emission of condensable organic matter is expected to be very low under such conditions. However, it is essential to introduce **improved and stringent norms for a standardization test** which do exclude an unrealistic operation during type tests. Hence, reasonable batches of wood need to be defined. Further, a decision on typical or maximum allowable water content for log wood is needed. If a water content of up to 20% is regarded as typical and reasonable for regional log wood, the type test needs to be performed with wood of this water content, but not with lower water content. A water content of much more than 20% is regarded as unrealistic even for improved wood stoves and needs to be avoided by improved drying of the wood.

3. The definition of additional limit values, especially of CO, is of second priority with respect to PM but advisable to enable a comparison with other tests and to gain additional experience. However, it might be reasonable to increase the proposed **CO limit value** of 800 mg/m³ at 13% O₂ (dry gas, 1013 mbar, 0°C) by up to a factor of 2 without affecting the expected particle emissions. The same is true for the limit value on the **efficiency**, which is achievable in nowadays type-tests but most probably only under idealized test conditions which do not reflect practical applications. If an improved type-test is introduced as proposed above, the proposed limit value on efficiency of 75% for wood stoves maybe needs to be reduced to e.g. 70%. As the final data evaluation is ongoing, figures on CO and efficiency will be proposed later. The recommended **combustion temperature** of > 800°C is probably also too high and might be replaced by a lower value of maybe 700°C for wood stoves and will also be discussed later. The same is true for the proposed value of a residence time of > 0.3 s.

4. The measurement of a typical wood stove from Chile with typical wood from Chile performed in Switzerland confirm the results found during measurements on a similar stove in Temuco. Hence the results from Temuco and from Switzerland during typical operation with typical wood from Chile can be used as a first estimation of **emission factors** from wood stoves in Chile. However,

there is a range of app. a factor of 5 during typical operation, which underlines the significant uncertainty for emissions from wood stoves. Further, the range even increases, if bad operation is respected too, which is certainly necessary to estimate the real-life emissions in Temuco. Hence, beside an estimation of the amount of wood burnt in Temuco, also an estimation of the share of "typical" operation and "bad" operation will be needed to calculate the resulting emissions from wood stoves.

7 Annex: Particle emissions measured during tests

Table 1: Particle emissions in mg/m³ at 13 Vol.-% O₂ according to EPA, data according to VDI are given in brackets.

Operation	Wood	Water content Log size	Stove 1 Chile stove	Stove 2 Swiss stove	Stove 3 Two-stage stove	Remarks
1) Ideal operation with small, dry wood logs and fuel hopper of stove 1 and 2 only 30% filled* without start-up	Beech	w = 12% m _{log} = 750 g	20	40	10 – 20	Operation is not relevant for practice but can be simulated in approval tests, hence approval tests need to be performed under reasonable conditions
			50	50	20 – 30	
2) Typical operation for heating, i.e., fuel hopper well filled**	Beech or Roble	w = 20% m _{log} = 1500 g	250 – 1200 (125 – 600)	150 – 250 (100 – 125)	30 – 50 (30 – 50)	Two-stage combustion enables app. 90% reduction
	Roble	w = 33% m _{log} = 1500 g	500 – 1200 (250 – 600)	not measured	60 – 150 (50 – 100)	Two-stage combustion enables > 50% reduction but w = 33% is too high for all stoves
3) Bad operation for long heating period with closed air inlet according to manual of stove 1	Beech	w = 20% m _{log} = 1500 g	6600 (5500)	Closed air inlet not possible due to minimum air inlet; filled stove not tested with closed air inlet since not in accordance to manual	not possible due to two-stage combustion principle	

*In stove 1: 2 x 750 g, in stove 2 slightly more, stove 3 fully filled

**In stove 1: 3 x 1500 g, in stove 2 slightly more, stove 3 fully filled

Particle emissions from residential wood combustion – Design and operation conditions determine health impacts

Norbert Klippel, Thomas Nussbaumer, Adrian Hess

Verenum, Langmauerstrasse 109, CH-8006 Zurich (Switzerland), www.verenum.ch

Particle emissions from small wood furnaces strongly depend on furnace design, operation conditions, and type and properties of the used wood fuel. The aim of the present study is to indicate the range of variability of particle emissions and size distributions and to assess the health impacts of wood particles resulting from different combustion conditions in comparison to Diesel soot. The ability to deal with wood of different quality, which is mainly determined by the water content, is compared for the following combustion devices:

1. A metal stove with small combustion chamber and low mass of ceramics lining,
2. A modern wood stove with large combustion chamber and heavier ceramic lining which fulfils the requirements of the Swiss quality label,
3. A newly designed wood stove with two-stage combustion by gasification and consecutive gas oxidation in a separated combustion chamber with secondary air
4. A modern pellet stove operated with wood pellets and straw pellets.

In addition to conventional mass concentration measurements of solid particles, the time dependence and size distribution of the particle emissions is monitored in the size range from 20 nm to 10 μm by a combination of a scanning mobility particle sizer (SMPS) and an optical particle counter (OPC). Furthermore, the mass concentration of condensable matter is measured and chemical analyses on organic carbon and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) of solid particles and condensable matter are performed.

The resulting particle emissions vary between 20 mg/m^3 at 13% O_2 for stove no. 3 operated with dry wood, and up to 5 000 mg/m^3 for stove no. 1 operated under very bad conditions. An important finding is that very bad conditions are prevented by the advanced design features of stove no. 3. The size distribution is shifted significantly by operation conditions with a predominant fraction of PM 2.5 in all cases. The spectra for low emissions are comparable to modern oil burners, while bad operation creates a large fraction of particles near 0.5 to 1 μm .

The composition of the particles is an important parameter for the interaction with the human body and resulting health effects. The toxicity of the particles is tested by a standard test method with lung cells of the Chinese hamster. This cell line allows also a standard detection of chromosome defects, which are an indicator for the carcinogenic potential of the applied particles. In a recent study we have shown that particles from automatic wood furnaces are less toxic than Diesel soot [1]. This result is not transferable to small wood furnaces. Unlike automatic furnaces the particles do not mainly consist of salts but contain high concentrations of soot. In addition, condensable organic compounds are found in relevant concentrations. Consequently, the present results show, that wood particles from very bad operation conditions in stove no. 1 exhibit a significantly higher cell toxicity and carcinogenic potential than Diesel soot. Furthermore, the chemical analyses reveal substantially higher concentrations of PAHs, which are assumed to contribute to the increased toxicity.

Reference:

- [1] N. Klippel, T. Nussbaumer, K. Meurer, 9th ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles, 2005.

Acknowledgments:

Swiss Federal Office of Energy (SFOE), Berne; Federal Office for the Environment (FOEN), Berne; Tiba AG, Bubendorf, Switzerland; RCC Cytotest Cell Research GmbH, Rossdorf, Germany; Swiss Federal Institute of Material Testing and Sciences (EMPA), Dübendorf, Switzerland; Alstom Technology Centre, Switzerland; A. Mayer, TTM, Switzerland.



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000686

D. E. N° 061643 /

Ant.: Norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión a leña.

Mat.: Informa sobre modo de colaboración en Estudio.

Santiago, 14 JUN 2006

Señor
Cristian de Amesti
Gerente General
Amesti
Presente

De mi consideración:

En el marco del trabajo de elaboración de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión residencial de leña, tengo a bien exponer a usted lo siguiente:

1. Se ha iniciado el estudio, "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales", que consiste en la medición de 5 artefactos de combustión a leña.
2. De acuerdo al trabajo realizado en el Comité Operativo que lleva adelante la formulación de la norma y considerando su oferta de colaboración en el proceso normativo y de apoyo al desarrollo del estudio citado, es que me permito solicitar a Usted poner a disposición de CONAMA un artefacto de su empresa para su medición. El modelo de dicho artefacto será indicado por quien coordina este proceso normativo, quien tomará a la brevedad contacto con Usted.
3. Dado que el artefacto será objeto de una medición que seguramente lo afectará y podrá sufrir por tanto alteraciones, es que solicito a Ud. suscribir la carta adjunta que da cuenta del conocimiento y comprensión de lo anterior por parte de su empresa.
4. En el caso de que a la fecha usted ya haya enviado dicha declaración de colaboración, agradeceré no considerar lo expuesto anteriormente.

000687

Quedando a vuestra disposición para cualquier eventual consulta al respecto,
saluda atentamente a usted.



Ana Lya Uriarte Rodríguez

Ana Lya Uriarte Rodríguez
Directora Ejecutiva
Comisión Nacional del Medio Ambiente

JTC/MJG/CCF/pdb

Adj.: Lo indicado

c.c.:

- Dirección Ejecutiva
- Expediente Público Norma
- Depto. Control de la Contaminación
- División de Jurídica



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000688

D. E. N° 061644 /

Ant.: Norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión a leña.

Mat.: Informa sobre modo de colaboración en Estudio.

Santiago, 14 JUN 2006

Señor
Luis Alberto Echeñique
Gerente General Bosca S.A.
Presente

De mi consideración:

En el marco del trabajo de elaboración de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión residencial de leña, tengo a bien exponer a usted lo siguiente:

1. Se ha iniciado el estudio, "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales", que consiste en la medición de 5 artefactos de combustión a leña.
2. De acuerdo al trabajo realizado en el Comité Operativo que lleva adelante la formulación de la norma y considerando su oferta de colaboración en el proceso normativo y de apoyo al desarrollo del estudio citado, es que me permito solicitar a Usted poner a disposición de CONAMA un artefacto de su empresa para su medición. El modelo de dicho artefacto será indicado por quien coordina este proceso normativo, quien tomará a la brevedad contacto con Usted.
3. Dado que el artefacto será objeto de una medición que seguramente lo afectará y podrá sufrir por tanto alteraciones, es que solicito a Ud. suscribir la carta adjunta que da cuenta del conocimiento y comprensión de lo anterior por parte de su empresa.
4. En el caso de que a la fecha Usted ya haya enviado dicha declaración de colaboración, agradeceré no considerar lo expuesto anteriormente.

5. Por otro lado, en la reunión de trabajo realizada el pasado 27 de abril, usted ha expresado que certificó un modelo de artefacto a través de la Agencia Ambiental de los EEUU (US-EPA). Sobre este particular, agradeceré a usted tenga a bien hacer llegar dicha información a objeto de que pueda ser incorporada al Expediente del proceso normativo.

Quedando a vuestra disposición para cualquier eventual consulta, saluda atentamente a usted.



JTC/MJG/CCF/pdb
Adj.: Lo indicado
c.c.:

- Dirección Ejecutiva
- Expediente Público Norma
- Depto. Control de la Contaminación
- División de Jurídica



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000690

D. E. N° 61645 /

Ant.: Procedimiento de elaboración de la Norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión a leña.

Mat.: Solicita colaboración en Estudio.

Santiago, 14 JUN 2006

Señor
Jaime Vernal Silva
Metal con Valor de Manufactura MVM Ltda.
Presente

De mi consideración:

En el marco del trabajo de elaboración de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión residencial de leña, tengo a bien exponer a usted lo siguiente:

1. Se ha iniciado el estudio, "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales", que consiste en la medición de 5 artefactos de combustión a leña.
2. De acuerdo al trabajo realizado en el Comité Operativo que lleva adelante la formulación de la norma y considerando su oferta de colaboración en el proceso normativo y de apoyo al desarrollo del estudio citado, es que me permito solicitar a Usted poner a disposición de CONAMA un artefacto de su empresa para su medición. El modelo de dicho artefacto será indicado por quien coordina este proceso normativo, quien tomará a la brevedad contacto con Usted.
3. Dado que el artefacto será objeto de una medición que seguramente lo afectará y podrá sufrir por tanto alteraciones, es que solicito a Ud. suscribir la carta adjunta que da cuenta del conocimiento y comprensión de lo anterior por parte de su empresa.
4. En el caso de que a la fecha usted ya haya enviado dicha declaración de colaboración, agradeceré no considerar lo expuesto anteriormente.

Quedando a vuestra disposición para cualquier eventual consulta al respecto, saluda atentamente a usted.



JTC/MJG/CCFpdb

Adj.: Lo indicado

c.c.:

- Dirección Ejecutiva
- Expediente Público Norma
- Depto. Control de la Contaminación
- División de Jurídica

000693



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

**ANTECEDENTES ASOCIADOS
AL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
POR COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA**

Departamento Control de la Contaminación
Área Control de la Contaminación Atmosférica

15 de junio, 2006

ANTECEDENTES ASOCIADOS AL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA

Contenidos

1.	La leña en el Mercado Energético Nacional	3
2.	Principales patrones del consumo de leña	4
3.	Impactos ambientales asociados a la combustión residencial de leña	5
4.	Marco regulatorio orientado a la combustión residencial de leña	7
	4.1 Regulación de emisiones de la combustión residencial en la Región Metropolitana	8
	4.2 Formulación de la Norma de Emisión para artefactos de combustión residencial	9
	4.3 Norma Chilena sobre requisito para utilizar la leña como combustible	9
5.	Barreras para la gestión y el control de la contaminación por leña	9
	5.1 Ausencia de regulación orientada a los artefactos de combustión	9
	5.2 Informalidad del mercado de la leña y pérdida de recaudación del IVA	10
	5.3 Desconocimiento del potencial de disponibilidad y ventajas de sustitutos de la leña	10
	5.4 Escasos esfuerzos de innovación tecnológica	10
	5.5 Información no verificable e inconsistente entregada en la venta de artefactos de combustión a leña	11
	5.6 Bajo Impacto del Programa de Leña	12
6.	Conclusiones	13
7.	Bibliografía disponible orientada al mercado de la leña, energía e impacto ambiental	13

ANTECEDENTES ASOCIADOS AL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA

El Programa de Gobierno para el período 2006 – 2010, plantea “generar un Proyecto de Ley que entregue atribuciones a la SEC para regular combustibles sólidos como la leña, que genera problemas de degradación del bosque nativo y de contaminación de las ciudades en el sur de Chile”. En este contexto, el documento que se presenta, expone aquellos antecedentes que la Dirección Ejecutiva de la CONAMA ha desarrollado sobre el particular, poniendo énfasis en la temática del control de la contaminación por combustión residencial de leña, atendiendo el marco regulatorio asociado a este combustible.

1. La leña en el Mercado Energético Nacional

De acuerdo al Programa País de Eficiencia Energética del MINECON, Chile no ha logrado un desacoplamiento entre crecimiento económico y demanda energética (Figura 1).

Por otra parte, el país presenta una relevante dependencia en la importación de combustibles y un alto potencial de disponibilidad local de energía no convencional renovable, en particular de biomasa sólida. En la matriz energética, la biomasa ha representado una participación cercana al 17,5%, ocupando ésta el tercer lugar como combustible de mayor importancia en el país, después del petróleo y el gas natural (Figura 2).

Una reciente estimación realizada por la CNE, señala que el consumo nacional para el año 2003 fue del orden de los 14,9 millones de m³ sólidos de leña, más un consumo aproximado de 5,1 millones de m³ sólidos de desechos industriales (U. de Chile-CNE, 2005).

De acuerdo al balance de energía, el consumo final por sectores señala que el transporte representa el mayor consumo con un 34%, le sigue el sector industrial con un 26% y el residencial con un 22% (Figura 3).

Por su parte, el sector residencial ha sido el de mayor importancia en el uso de leña, estimándose un consumo de 10,4 millones de m³ sólidos al año. El sector industrial es el segundo de mayor importancia, con un consumo de leña estimado de 3,9 millones de m³ sólidos por año. El sector comercial e institucional presenta un consumo marginal estimado de 0,6 millones de m³ al año.

En la última década, el consumo energético de leña ha ocupado una importante participación, comparada con otros combustibles de uso residencial (Figura 4), concentrándose éste en la zona centro sur del país, donde constituye el principal combustible utilizado para calefaccionar viviendas. El segundo uso de la leña es para cocinar.

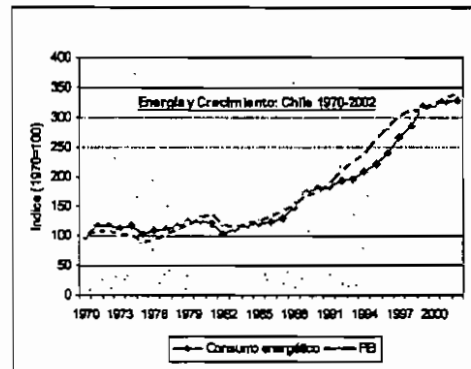


Figura 1: Energía y crecimiento en Chile, 1970 al 2002. Fuente: PPEE.

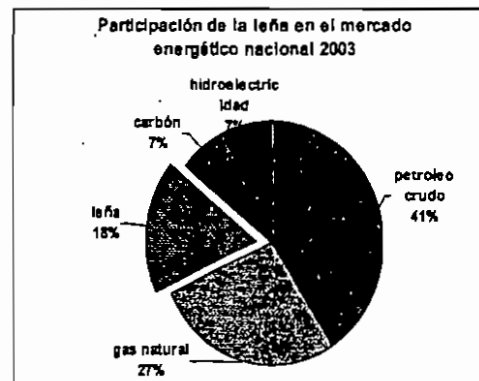
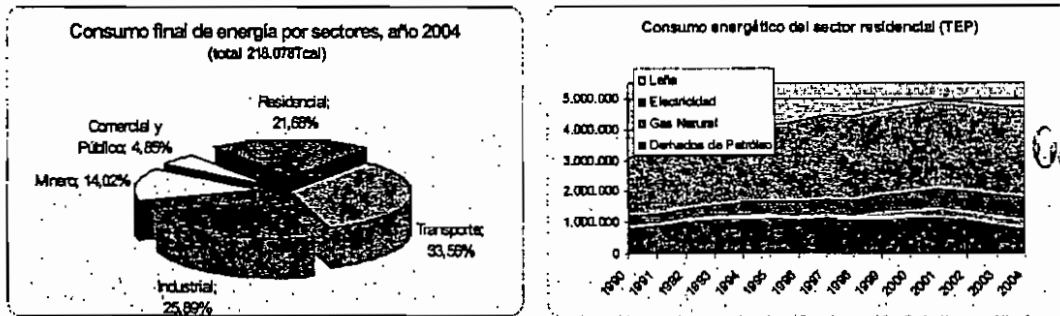


Figura 2: Participación de la leña en el mercado energético nacional 2003. Fuente: U.de Chile-CNE



Figuras 3 y 4

Fuente: Balance de energía CNE.

2. Principales patrones del consumo de leña

Los principales patrones de distribución espacial que presenta el consumo residencial de leña, corresponden a los siguientes:

- Una tendencia creciente en el consumo por vivienda a medida que más al sur se habita, situación que se explica dado que a mayor latitud aumentan los días de frío y con esto el periodo de encendido de los artefactos. Por ejemplo, el periodo anual de operación de los artefactos en Temuco es de abril a septiembre y en Coyhaique todo el año.
- El consumo varía de acuerdo al tamaño de la ciudad o de la localidad, siendo éste, por hogar, mayor en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región. Este hecho se explica, por ejemplo, en el caso de Lota o Chillán respecto al Gran Concepción, o el caso de Villarrica respecto a Temuco, por el bajo precio de la leña respecto a sustitutos y en su mayor disponibilidad. Este patrón de consumo, según el tamaño de la ciudad o localidad, tiene su expresión máxima en el caso de los hogares rurales, donde se estima que el consumo por hogar es muy superior al consumo promedio urbano.

Según los resultados del CENSO, para el periodo intercensal 1992-2002, el consumo de leña para cocinar disminuyó considerablemente de un 19,3% a un 12,5%, respectivamente. Si bien el uso de la leña para cocinar se asocia a una componente cultural, esta importante reducción en 7 puntos, se explica pues las nuevas familias que se constituyen, estarían optando por el uso del gas antes que la leña para este fin. Cabe hacer presente, por su parte, que la cocina es uno de los artefactos domésticos de combustión a leña más contaminantes.

A nivel nacional, las regiones donde más del 10% de los hogares utilizan leña para cocinar, corresponden a las regiones VII con un 12%, VIII con un 18%, IX con un 51%, X con un 64% y la XI región con un 72% de hogares. A nivel urbano, sólo las regiones IX, X y XI superan el 10% de los hogares que consumen leña como principal combustible para cocinar, con un 33%, 52% y 66% respectivamente. En cambio, a nivel rural, el uso de leña como principal combustible para cocinar supera el 10% de los hogares en todas las regiones del país, exceptuando la RM. El consumo de leña para cocinar supera el 30% de los hogares rurales en la I, VIII, IX, X, XI y XII región con 37%, 62%, 89%, 91%, 92% y 48%, respectivamente.

Respecto al consumo de leña por vivienda, se constata que en las regiones V y RM no supera el m^3 por año. Para la VI región y en particular para la ciudad de Rancagua, se estima en $2,2 m^3/año$ y en la VIII región el consumo está entre $2,5$ y $4,7 m^3/año$. El menor consumo se observa en Concepción y el mayor en Chillán, mientras que Lota tendría un consumo intermedio. Para la IX Región se estima en 5 y $6,6 m^3/año$; en la ciudad de Temuco el promedio es de $5,8 m^3/año$, mientras que en Villarrica el consumo estimado es mayor que en Temuco, de $9,4 m^3$ por vivienda por año. En la X Región, Valdivia tiene un consumo promedio de $8,0 m^3/año$ y en Osorno se observa un consumo promedio muy similar al de Valdivia. La Unión y Río Negro presentan consumos superiores a $9,1$ y $9,9 m^3/año$ respectivamente. La estimación para la ciudad de Puerto Montt es de $10,5 m^3$, mientras que en Chiloé el consumo promedio es de $11,5 m^3/año$. Para la XI Región, los consumos promedio son más altos, consistente con las menores temperaturas de esa región. El consumo promedio en Coyhaique es de $17,3 m^3/año$, mientras que en Aysén es de $22,0 m^3/año$.

En cuanto a la distribución del consumo por sector socioeconómico, en Rancagua el consumo de leña se concentra en el nivel socioeconómico medio (52% del total), en cambio en Chillán, Temuco, Aysén y algunas

comunas de la X Región el consumo se concentra principalmente en los niveles socioeconómicos bajos (59%, 48%, 73% y 54% del total, respectivamente).

Se sabe que las especies de madera utilizadas como leña en Chile varían de región en región². En nuestro país, se ha comprobado que la leña que se comercializa o utiliza, en su mayoría tiene contenidos de humedad sobre un 40%.

00690

3. Impactos ambientales asociados a la combustión residencial de leña

El uso de la leña está ligado a impactos ambientales importantes en todo el centro y sur de Chile. A manera de ejemplo, en la Región Metropolitana se estima que la combustión de leña aporta con 228 toneladas por año de Material Particulado Respirable, contribuyendo con un 5,5% a las emisiones de este compuesto con origen en procesos de combustión (fuente: Conama-Cenma, Inventarios de emisiones 2000). En el caso de la zona de Temuco y Padre Las Casas, en la región de la Araucanía, la combustión residencial de leña está asociada a episodios de contaminación por Material Particulado, de modo que ya existe una declaración de Zona Saturada para estas dos comunas (D.S.N° 35/2005 de Minsejpres, del 2 de marzo de 2005). Específicamente, se estima que la combustión residencial de leña aporta en más del 70% a las emisiones de Material Particulado en ambas comunas afectadas (fuente: Conama-Cenma, 2002).

Actualmente se han realizado mediciones de concentración de material particulado exploratorias y oficiales en distintas ciudades del país (Tabla 1). Los resultados de las mediciones han permitido constatar niveles de concentración de material particulado que superan el valor estándar de calidad del aire considerado tolerable para la protección de la salud de las personas. Si bien, no todas las ciudades cuentan con inventarios de emisiones o monitoreos de calidad del aire, se prevé que otras ciudades estarían presentando el mismo problema de contaminación causado por la combustión de leña.

Tabla 1: Ciudades donde se ha medido en forma exploratoria o continua y se ha constatado un problema de contaminación del aire

Ciudad	¿Se ha medido calidad del aire?	Participación significativa de la combustión residencial de leña en el problema de contaminación
Región Metropolitana	x	6% del total de las emisiones
Rancagua	x	Si
Gran Concepción	x	Si
Chillán	x	Si
Temuco	x	70% del total de las emisiones
Osorno	x	Si
Valdivia	x	Si
Coyhaique	x	si

La leña está formada por un 43% de carbono (C), un 7% de hidrógeno (H) y un 49% de oxígeno (O₂). La composición elemental de la madera no sufre mayores variaciones en las diferentes especies.

Los principales compuestos orgánicos de la madera son celulosa, hemicelulosa y lignina, con una pequeña fracción correspondiente a resinas.

Durante la combustión de la leña se dan procesos de formación de productos deseados como el CO₂ y agua, no obstante, en la práctica no es posible lograr una combustión completa, por lo que se producen productos gaseosos como monóxido de carbono CO e hidrocarburos HC. Los HC, a su vez, pasan por otro tipo de reacciones formando hollín y carbono sólido, mientras que moléculas de celulosa, hemicelulosa y lignina, junto a fragmentos de HC, forman estructuras de carbono orgánico aromáticas que pueden aglomerarse para formar moléculas poliaromáticas, constituyéndose en los condensables indeseados. Adicionalmente, elementos de la madera como K, Ca, Na, pueden convertirse en sales que se condensan en el flujo del gas en forma de partículas, siendo estos los elementos corrosivos y alquitranes que comúnmente se observan en los caños y techos de las viviendas.

² Respecto a las especies consumidas, en Rancagua se consume principalmente leña de especies frutícolas (52%) y Eucalipto (39%). En Chillán se consume principalmente Hualle (58%) y Aromo (21%). En Temuco se consume principalmente leña tipo Hualle (77%). En las comunas encuestadas de la X Región se consume principalmente Ulmo (40%) y Hualle (38%). En la Región de Aysén se consume principalmente Lengua (71%) y Ñirre (17%) (y Coigue en menor medida, 7%).

Producto de la combustión de la leña se emiten principalmente partículas orgánicas, donde cerca del ~90% presenta una distribución de tamaño menor a $1\mu\text{m}$ y el 10% restante corresponde a carbono elemental (hollín). Menos del 1% corresponde a compuestos inorgánicos como sales corrosivas ácidas KCl, K_2SO_4 , entre otras (Figura 5).

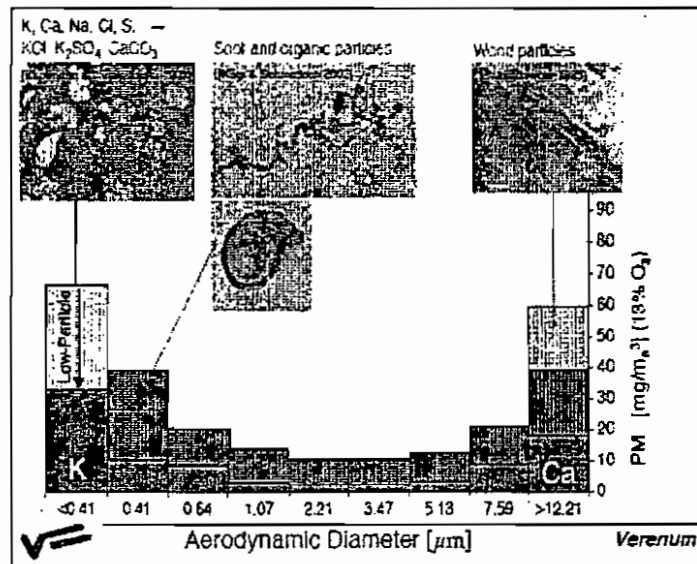


Figura 5: Distribución del tamaño de MP y características de su composición química. Fuente: T.Nussbaumer.

La gravedad del problema de contaminación radica en la composición de las sustancias emitidas por la combustión de leña, que tienen comprobados efectos sobre la salud de las personas. La combustión residencial de biomasa ⁽³⁾, en particular de leña, corresponde a una fuente emisora de contaminantes atmosféricos como hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y material particulado (MP), entre otros, con comprobados efectos sobre la salud de las personas. La exposición a estos contaminantes ha sido asociada en general con diferentes efectos de morbilidad y mortalidad de los tipos cardiopulmonar y cancerígena.

Utilizando la metodología que se basa en el concepto de la disposición a pagar por percibir una mejora, que se aplicó para el Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA-RM), se estimó los costos en salud provocados por la contaminación atmosférica para la Zona Sur y específicamente para Temuco y Padre Las Casas. Los costos fueron separados en tres componentes: i) el costo del tratamiento del efecto adverso, correspondiente a los gastos médicos; ii) la productividad perdida debido a la ocurrencia del efecto, es decir, las pérdidas de ingresos de las personas afectadas; y iii) la no utilidad que experimenta la persona debido a la ocurrencia del efecto, es decir, la disminución en el bienestar de la persona.

Los resultados indican que el beneficio social de reducir en un microgramo las concentraciones de material particulado fino (MP_{2,5}) en la ciudad de Temuco y Padre Las Casas alcanzaría entre US\$2,2 a US\$10 millones. Si los beneficios se amplían para toda la población urbana de la zona centro sur del país, éstos alcanzan entre US\$11,2 a US\$51,3 millones.

Los efectos que muestran un mayor costo social, son los relacionados con la mortalidad, en particular la asociada a la exposición de largo plazo. En términos de efectos anuales, el mayor impacto se da en los días de trabajo perdidos y por los días de actividad restringida.

En el escenario descrito, resulta mucho más ventajoso realizar las correcciones preventivas necesarias lo antes posible, procurando mantener un nivel aceptable de calidad del aire, que tener que invertir para implementar medidas de reducción de emisiones cuando el problema de contaminación sea una realidad manifiesta.

³ Se entenderá en este documento como energía de biomasa, a la que se origina de combustibles de madera, como leña, briquetas de madera y pellets de madera.

Durante fines del 2005 e inicios del 2006, se realizó una medición de una estufa típica chilena y de una estufa suiza que incorpora el concepto de doble combustión, es decir, una cámara para la combustión de la leña y otra para la post-combustión de los gases. La estufa chilena se seleccionó considerando criterios de marca conocida, distribuida por distintos canales de venta y de alta demanda. La estufa suiza se seleccionó considerando un potencial de ingreso al mercado local chileno y que incorporara los principios de una combustión optimizada de la leña.

Se realizaron mediciones con leña seca y húmeda para tres tipos de operación: ideal, típica y mala. La "operación ideal" no es posible de implementar en el caso real de operación del calefactor chileno; la "operación típica" es la recomendada por los fabricantes y la "mala" es la operación real que se realiza comúnmente en los hogares chilenos. Los resultados fueron los siguientes:

Tabla 2: Resultados de las mediciones.

Operación	Humedad	Estufa chilena		Estufa suiza de 2 etapas	
		Carga troncos leña	MP [mg/m ³] normalizado a 13% O ₂	Carga troncos leña	MP [mg/m ³] normalizado a 13% O ₂
1. Operación ideal con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. No incorpora en la medición el aporte de contaminantes que se da durante el encendido del artefacto	12%	2 x 750 g	20	Carga Completa	10 - 20
2. Operación ideal con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. Incorpora en la medición el encendido.	12%	2 x 750 g	50	Carga Completa	20 - 30
3. Operación típica para calefacción, carga completa	20%	3 x 1500 g	250 - 1.200	Carga Completa	30- 50
4. Operación típica para calefacción, carga completa	33%	3 x 1500 g	500 - 1.200	Carga Completa	60 - 150
5. Mala operación, ingreso de aire cerrado durante encendido	20%	3 x 1500 g	6.600	Carga Completa	No es posible operar

Los resultados anteriores se traducen en los siguientes factores de emisión para la Estufa Chilena:

- condiciones ideales: 0,60 g/kg de leña seca
- condiciones típicas: 3,0 - 14,4 g/kg leña seca
- condiciones malas: 79,3 g/kg leña seca.

Dado el factor de emisión para las condiciones de operación malas, se deduce que un 8% de la leña se pierde en las emisiones como material particulado. Además, dado que la madera está compuesta por un 50% de carbono, se pierde hasta un 16% de este elemento en las emisiones de material particulado MP.

Se concluye que a mayor humedad de la leña, se produce un mayor gasto de energía en evaporar el agua y, por lo tanto, la combustión es más incompleta, con la consiguiente mayor emisión de contaminantes. Un parámetro que tiene una influencia importante en las emisiones son las prácticas de operación de los equipos, lo cual es crítico para poder evaluar el potencial de reducción de emisiones de material particulado vía reducción del porcentaje de humedad de la leña. Por otra parte, se constató que el modelo tradicional chileno medido permite en su diseño la mala operación por parte del usuario.

4. Marco regulatorio orientado a la combustión residencial de leña

Los esfuerzos por controlar la contaminación asociada a la combustión de leña comenzaron con la labor de la Comisión Especial de Descontaminación de la Región Metropolitana, cuando se prohibió el uso de chimeneas de hogar abierto y se estableció la exigencia de uso de estufas de doble cámara para calefacción (D.S.N°811/1993 del Minsal).

Posteriormente, desde el año 2001 a la fecha, la Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA, ha desarrollado junto con otras instituciones públicas (CORFO, SERNAC, CONAF, entre otros), académicas y no gubernamentales, varios programas orientados a avanzar en las distintas aristas del problema. De este modo, se

han realizado esfuerzos para mejorar la calidad de la leña, promover el perfeccionamiento de la tecnología de combustión, promover la eficiencia energética en las viviendas y articular acciones de educación e informativas para generar una mayor conciencia y responsabilidad ambiental en los usuarios que operan artefactos de combustión a leña.

La experiencia desarrollada a la fecha por la CONAMA, ha permitido concluir que para poder dar pasos importantes en la reducción de la emisión de material particulado respirable proveniente de la combustión residencial de la leña, se deben conjugar los siguientes cuatro grandes factores (Figura 6):

1. Mejoramiento térmico de la vivienda, lo cual comprende el mayor potencial de reducción de emisiones, pues permite ahorros en la demanda de energía para calefacción, con la consecuente reducción en el consumo de combustible y en los niveles de contaminación.
2. Mejoramiento de la tecnología de los actuales artefactos de combustión a leña y de las alternativas de sistemas de calefacción, lo cual debiera traducirse en una mayor eficiencia térmica, una optimización de la combustión y post-combustión, un menor consumo de combustible y una mayor generación de calor.
3. Mejoramiento de las características del combustible leña, en cuanto a su contenido de humedad y potencial desarrollo de sustitutos de biomasa como pellets de madera y briquetas de madera.
4. Y lo más importante, dada la naturaleza de la fuente emisora que comprende al usuario y la comunidad en general, es fundamental contar con un consumidor educado e informado respecto de la conveniencia de usar leña seca y de operar de manera adecuada el artefacto de calefacción.



Figura 6: Factores que se deben integrar para la reducción de la contaminación por la combustión residencial de leña

4.1 Regulación de emisiones de la combustión residencial en la Región Metropolitana

A inicios de la década de los 90 se da la primera pauta para regular estos artefactos a través del Decreto Supremo 811/1993 del Ministerio de Salud. Esta norma prohíbe el uso de las chimeneas de hogar abierto, destinadas a calefacción de viviendas y establecimientos públicos y privados, que no estén provistas de sistemas de doble cámara o mecanismos de captación de partículas. Las estufas de doble cámara son las únicas autorizadas para operar en la RM.

Posteriormente, el PPDA de la RM (D.S. N°16/1998 del Minseggres) modificó el D.S. 811, estableciendo la prohibición de funcionamiento de todo tipo de chimeneas que cuenten o no con sistemas de doble cámara en situaciones de emergencia ambiental. En la reformulación del PPDA, D.S. N° 54/2003, capítulo VII, se establecen límites graduales de emisión para equipos nuevos de calefacción residencial, señalando que desde el 1° de enero de 2006 la emisión máxima permitida de material particulado es de 7,5 g/hr y desde el 1° de enero del 2008, de 4,5 g/hr.

No obstante la existencia de esta norma de emisión, su aplicación aún no resulta posible. Según lo establece el propio Plan de Descontaminación, la entrada en vigencia de esta norma suponía el desarrollo previo de un estudio que determinaría el procedimiento de certificación de los equipos nuevos de calefacción residencial. Este estudio y, por consiguiente, el sistema de certificación aún no se han concretado. En consecuencia, lo que actualmente se encuentra vigente es el Decreto Supremo 811/1993 del Ministerio de Salud, no resultando posible, por ninguna vía regulatoria actual, prohibir la entrada al mercado, venta o instalación de artefactos que

no cumplan un estándar de emisión. Tampoco resulta posible prohibir la venta de equipos de combustión a leña en la cuenca de Santiago.

A inicios del 2005, se realizó una segunda auditoría internacional al PPDA, la que señala en relación a la calefacción domiciliar que *"la quema de leña es un gran problema de los hogares santiaguinos. La combustión de la leña genera material particulado, monóxido de carbono y sustancias carcinógenas. Alguna regulación de emisiones debe ser implementada para la calefacción por leña, pero en una ciudad del tamaño de Santiago, eventualmente tales regulaciones resultarán inadecuadas. En el largo plazo los hogares deberían calefaccionarse con gas natural o licuado y prohibirse la quema de leña salvo con propósitos recreativos en días con buen poder dispersivo"* (CONAMA RM, 2006).

4.2 Formulación de la Norma de Emisión para artefactos de combustión residencial

En el acuerdo N° 261 del 17 de enero de 2005, el Consejo Directivo de la CONAMA aprobó la constitución del Comité Operativo para el proceso de elaboración de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión residencial. Este Comité quedó integrado por el Ministerio de Salud, la Seremi de Salud de la Región Metropolitana, la Seremi de Salud de la Región de La Araucanía, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la Seremi de Vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana, la Seremi de Vivienda y Urbanismo Región de La Araucanía, el Servicio Nacional del Consumidor, la Comisión Nacional de Energía y la Superintendencia de Electricidad y Combustible. A la fecha se cuenta con un borrador de anteproyecto.

La norma a dictar tiene como objetivo proteger la salud de la población, mediante el control de las emisiones de material particulado de los artefactos nuevos que operan con leña-biomasa. De su aplicación se espera, como resultado, una reducción de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.

4.3 Norma Chilena sobre requisito para utilizar la leña como combustible

En agosto de 2005 el Consejo del Instituto Nacional de Normalización (INN) aprobó dos normas asociadas al combustible leña. E trata de la NCh 2907, sobre "Combustible sólido Leña - Requisitos", la cual establece la clasificación y requisitos que debe cumplir la leña para ser empleada como combustible en los sectores residencial, industrial y público comercial, y la NCh 2965 "Combustible sólido Leña - Muestreo e Inspección", la cual establece los procedimientos de muestreo e inspección que permiten verificar que un lote de leña cumple con los requisitos establecidos en NCh 2907. Ambas normas fueron oficializadas por el MINECON, a través de la Resolución Exenta N° 569, de fecha 13 de septiembre de 2005, publicada en el D.O. el 23 de septiembre de 2005.

Para el caso de Temuco, se estudia la posibilidad de vincular estas normas a una ordenanza de gestión ambiental municipal, con el objeto de que pasen a ser un instrumento legal reconocido que pueda regular la venta y expendio de la leña.

5. Barreras para la gestión y el control de la contaminación por leña

5.1 Ausencia de regulación orientada a los artefactos de combustión

En Chile la Ley N° 18.410, que crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), entrega potestad a esta institución para regular combustibles líquidos y gaseosos, no para los sólidos. La SEC, además, en su orgánica contiene reglamentos y procedimientos para la certificación, instalación y fiscalización de artefactos que operan con combustibles líquidos, gaseosos y eléctricos.

Los artefactos que operan con leña o con otro combustible típico de biomasa, no están incorporados en el sistema de certificación obligatoria de la SEC, por lo cual no se les exige cumplir con requerimientos para su instalación, seguridad, información al consumidor, eficiencia térmica, entre otras.

000701

5.2 Informalidad del mercado de la leña y pérdida de recaudación del IVA

El mercado de la leña se caracteriza por un alto grado de informalidad y atomización de los agentes que participan en su comercialización. En la mayoría de las regiones del sur, donde hay información disponible, se evidencia que más del 90% de los hogares no reciben boleta o factura por su compra de leña. Esta situación, según estimaciones preliminares, conlleva una pérdida de recaudación del IVA de entre US\$14 y US\$16 millones al año.

Lo anterior pudiera ir en desmedro de cualquier iniciativa de gestión pública que plantee la necesidad de incorporar a los artefactos de combustión a biomasa, al sistema de certificación de la SEC, o pudiera invalidar la necesidad de establecer requisitos para otros potenciales combustibles sustitutos de la leña, como las briquetas de madera y pellets de madera.

En este contexto y sobre este particular, la CONAMA ha estimado que los costos sociales de "no hacer nada" se vislumbran cada vez más altos, surgiendo así la necesidad de que el Estado estudie la factibilidad jurídica, económica y técnica de entregar nuevas facultades a la SEC, con el objetivo de incorporar a los artefactos que operan con combustibles sólidos al sistema de certificación obligatorio y hacer exigible aspectos técnicos para los combustibles típicos de biomasa sólida. Dicha regulación equilibraría y reduciría los vicios del mercado de la leña.

5.3 Desconocimiento del potencial de disponibilidad y ventajas de sustitutos de la leña

En el mercado chileno existe un alto potencial de comercialización de briquetas de madera y pellets de madera, siendo ambos combustibles excelentes potenciales sustitutos de la leña. Briquetas y pellets presentan ventajas en términos ambientales y de reducción de la contaminación, dado que poseen un mayor valor energético, no presentan problemas de humedad y su quemado no presenta tantas variaciones como la leña, dada la homogeneidad del combustible. No obstante, la población desconoce los beneficios y ahorros que producen tales combustibles y tampoco existen regulaciones de los aspectos técnicos asociados a dichos productos.

5.4 Escasos esfuerzos de innovación tecnológica

El mercado de artefactos de combustión se compone principalmente por 3 empresas de calefactores localizadas en la RM, que juntos se estima ocupan cerca del 75% del mercado local. El resto lo componen aproximadamente de 50 a 80 pequeñas o micro empresas que se dedican además a la fundición y hojalatería, localizadas desde la RM al Sur (concentradas en la IX Región).

Para tener una idea de los niveles de producción⁵ se estima que las 3 empresas producen juntas cerca de 64.000 calefactores anuales, mientras que un fabricante micro o mediano tiene un nivel de producción que va desde los 30, 600 y no más de 2.000 artefactos anuales. En el caso de las fábricas de cocinas, éstas se localizan principalmente en la IX y X Región, distribuyendo sus productos a todo el país. Se desconoce el nivel de producción anual (CONAMA, 2006).

Con respecto al diseño de los artefactos, los propios fabricantes han señalado que el diseño no ha variado desde la década de los 90. De acuerdo a un Estudio de la U. de Concepción (2002), en el diseño de los calefactores no se logra conjugar la regla de las 3T (temperatura, turbulencia y tiempo de quemado). Esto se debe a que no es posible lograr una operación con alta eficiencia y bajas emisiones debido a la limitada mezcla entre los gases combustibles y el aire de combustión. Se constata que ningún calefactor incluye un segundo volumen para la post-combustión. No obstante, los calefactores presentan un alto potencial de mejoramiento.

En el caso de las cocinas, se trata de un modelo tradicional que no se ha modificado en el tiempo. Comparada con los calefactores, en la cocina el volumen de la caja es de menor tamaño e incorpora un tiraje y un horno. Se ha constatado que algunos modelos incorporan radiadores y termos para almacenar agua. La cocina a leña

⁵ Información entregada verbalmente en el Comité Ampliado de la Norma y en entrevistas realizadas en las fábricas.

comúnmente se utiliza para calefaccionar una vivienda, estimándose que tienen una operación de más de 1.000 horas por año. La cocina presenta pocas posibilidades de mejoramiento dado el concepto de diseño que presenta.

Los artefactos de combustión a leña alcanzan valores de eficiencia térmica entre un 20-30% en el caso de las cocinas y entre un 30-50% en el caso de los calefactores. Por otra parte, valores de eficiencia internacionales para este tipo de artefactos están en un rango de 50% a un 70%, y en el caso de una estufa que opera con pellets o briquetas este valor se incrementa a valores cercanos al 80-85%.

Se conocen 4 iniciativas de mejoramiento e innovación tecnológica por la vía de CORFO, no obstante una vez finalizado los proyectos de mejoramiento se ha constatado que posteriormente no se comercializan ni entran al mercado dichos prototipos.

5.5 Información no verificable e inconsistente entregada en la venta de artefactos de combustión a leña

Un comprador de un artefacto que opera con leña, a objeto de tomar una decisión de compra, requiere conocer la siguiente información:

1. Potencia térmica nominal o capacidad energética, es decir, cuánto calor entrega el artefacto por hora.
2. Cuánto dura una carga específica de combustible o la cantidad de combustible que se consume en una carga (combustible/tiempo); y
3. Rendimiento o capacidad del artefacto para aprovechar la energía del combustible (eficiencia térmica %).

Artefactos de uso masivo/residencial que operan con kerosene o gas entregan información técnica y de operación y cumplen pruebas de certificación de calidad, instalación y seguridad, en tanto son certificados por la SEC. En el caso de los artefactos de combustión de biomasa sólida, no existe un marco normativo que permita a la autoridad competente realizar esta labor.

La figura 7 muestra la relación entre la superficie de calefacción máxima informada por el fabricante (m^2) en función de la potencia térmica (expresada en kcal/h). No todos los fabricantes entregan este último valor. Los pequeños fabricantes sólo entregan la capacidad térmica expresada en área a calefaccionar. Se concluye por lo tanto que un número importante de fabricantes no tiene conocimiento de la potencia térmica de los equipos que comercializa.

De la figura 7, se puede concluir que existen incongruencias entre los valores entregados por los fabricantes, dado que en principio para una misma potencia térmica se debiera tener aproximadamente la misma superficie máxima a calefaccionar. Del gráfico se aprecian diferencias de casi un 100%. Por ejemplo, para una potencia indicada de 6.000 kcal/h los diferentes fabricantes indican superficies a calefaccionar entre 80 a 150 m^2 . Por lo tanto, algunos sino la mayoría de los fabricantes de estufas no se rigen por el mismo estándar, lo que induce a confusión a los usuarios de estos equipos. Los fabricantes deberían entregar valores de capacidad de sus estufas, expresados en potencia térmica, como por ejemplo kcal/h o kW, y no una magnitud no claramente definida como superficie a calefaccionar.

Sin duda, el precio constituye el principal factor que determina la decisión de las personas por adquirir un determinado producto. En el gráfico 8, aparece el costo específico en $\$/m^2$ superficie de calefacción máxima de las estufas según la información entregada por los distintos fabricantes. Se aprecia que el costo específico varía en un amplio rango entre 1.000 y 3.000 $\$/m^2$ de calefacción. No obstante, gran parte de los datos graficados no permiten comparar directamente los precios debido a la incertidumbre de los valores de superficie de calefacción máxima entregados por los fabricantes.

La figura 9, presenta la relación entre el peso y la potencia de los modelos. Los modelos se dividieron en dos grupos: los de menor peso corresponden a modelos sin material refractario y los de mayor peso a modelos con refractarios.

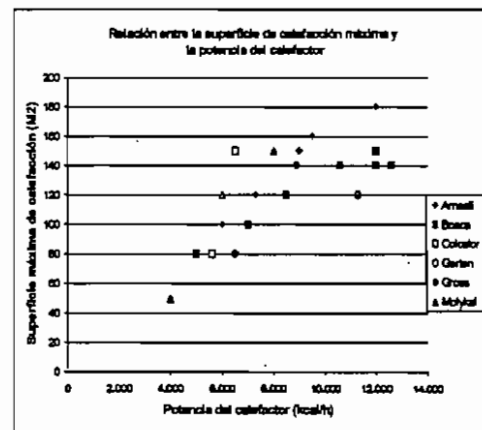


Figura 7: Relación entre la superficie de calefacción máxima y la potencia del calefactor

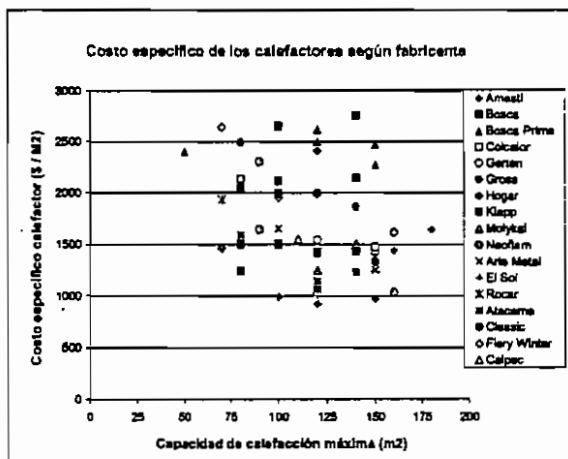


Figura 8: Relación entre el costo específico del calefactor y la capacidad máxima de calefacción

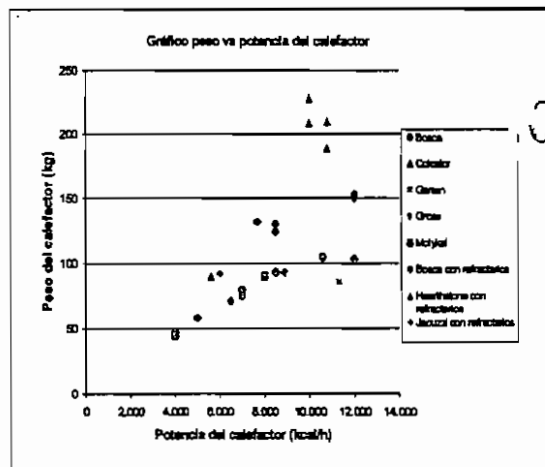


Figura 9: Relación entre el peso y la potencia del calefactor

5.6 Bajo Impacto del Programa de Leña

Durante el año 2003 y 2006, se ha implementado un Programa, conocido como Programa de Leña, que ha logrado articular a distintas instituciones públicas y del sector privado con el fin de generar las condiciones para un mejoramiento de la leña en cuanto a su contenido de humedad y origen.

Uno de los principales logros del programa es el diseño de una campaña de **difusión, comunicación y sensibilización** orientado a la comunidad sobre el uso de la leña seca. Se ha constatado un cambio en la percepción ciudadana respecto del origen del problema ambiental que las afecta, identificando sus causas y con esto un cambio sustantivo en las conductas de la población, que demanda por leña seca.

No obstante lo anterior, bien es sabido que permanentes cambios de conductas en la comunidad se logran en el largo plazo, sobretodo si el uso de leña incorpora una fuerte componente cultural y social. Con la aplicación de este programa se ha dado un primer paso que debiera seguir siendo un eje estratégico de acción.

Otro resultado del Programa ha sido el traspaso de conocimientos sobre técnicas prácticas de bajo costo a comercializadores y productores de leña, con objeto de sensibilizar al sector y lograr durante la producción, transporte y venta final un producto seco.

Cabe destacar, además, los esfuerzos orientados a la generación de información sobre el mercado de la leña en las ciudades de Rancagua y Chillán y su posterior difusión, sumando con esto importantes insumos para las estadísticas de la CNE y CONAMA, con objeto de orientar de mejor forma y eficientemente las políticas públicas que se emprendan en esta materia.

A pesar de lo positivo del programa, se ha constatado durante su implementación un débil impacto en cuanto a cobertura y a la existencia de una serie de vacíos asociados a la falta de procedimientos que permitan un adecuado control y seguimiento. Por otra parte, y no en desmedro de la importancia social, cultural y ambiental que ha tenido el Sistema de Certificación de Leña, iniciativa público y privada que actualmente se ejecuta, se reconoce la ausencia de indicadores que den cuenta de la efectividad del sistema, esto se comprueba al no existir proyecciones de volúmenes de leña mejorada en el mercado en el mediano plazo.

Lo anterior se podría explicar dado que el sistema de certificación, en un marco legítimo de certificación voluntaria, no incorpora acciones de fiscalización con el objetivo de disminuir la presión del comercio informal o desleal frente a los comerciantes que si desean mejorar su producto, existiendo también dificultades asociadas a la atomización e informalidad de los distintos agentes. Por otro lado, una causa



Figura 6: Portada de manual sobre uso de leña y calefactores

estructural que impide la adopción de leña sustentable por los actores del mercado es la falta de un mecanismo de diferenciación de este producto.

300704

6. Conclusiones

Está comprobado que el uso masivo de leña, en toda la zona centro-sur del país, está generando serios problemas de contaminación atmosférica en un porcentaje significativo de centros urbanos, con los consecuentes efectos negativos sobre la salud de la población.

La experiencia desarrollada a la fecha por la CONAMA, ha permitido concluir que para poder dar pasos importantes en la reducción de la emisión de material particulado respirable proveniente de la combustión residencial de la leña, se deben conjugar los siguientes cuatro grandes factores:

- a) Mejoramiento térmico de la vivienda, lo cual comprende el mayor potencial de reducción de emisiones, pues permite ahorros en la demanda de energía para calefacción, con la consecuente reducción en el consumo de combustible y en los niveles de contaminación.
- b) Mejoramiento de la tecnología de los actuales artefactos de combustión a leña y de las alternativas de sistemas de calefacción, lo cual debiera traducirse en una mayor eficiencia térmica, una optimización de la combustión y post-combustión, un menor consumo de combustible y una mayor generación de calor.
- c) Mejoramiento de las características del combustible leña, en cuanto a su contenido de humedad y potencial desarrollo de sustitutos de biomasa como pellets de madera y briquetas de madera.
- d) Y lo más importante, dada la naturaleza de la fuente emisora que comprende al usuario y la comunidad en general, es fundamental contar con un consumidor educado e informado respecto de la conveniencia de usar leña seca y de operar de manera adecuada el artefacto de calefacción.

Los calefactores a leña tienen un alto potencial de mejoramiento en cuanto a su diseño, eficiencia térmica y consecuente reducción de contaminantes. En el caso de las cocinas el potencial de mejoramiento es bajo, no obstante, se registra una significativa reducción de uso por hogar entre el periodo intercensal 1992-2002.

El mercado de la leña presenta un alto grado de informalidad y atomización por parte de los agentes de mercado. No obstante, se ha constatado en algunas ciudades, dado el problema de contaminación, que la comunidad está sensibilizada y demanda por un producto de mejor calidad.

Existe un potencial de uso de briquetas y pellets de madera como combustibles biomásicos. No obstante dichos combustibles sólidos de madera, con alto potencial de sustitución de la leña, no están reconocidos como tales.

El mercado de la leña se caracteriza por un alto grado de informalidad y atomización de los agentes que participan en su comercialización. En la mayoría de las regiones del sur, donde hay información disponible, se evidencia que más del 90% de los hogares no reciben boleta o factura por su compra de leña. Esta situación, según estimaciones preliminares, conlleva una pérdida de recaudación del IVA de entre US\$14 y US\$16 millones al año.

Los artefactos que operan con leña o con otro combustible típico de biomasa, no están incorporados en el sistema de certificación obligatoria de la SEC, por lo cual no se les exige cumplir con requerimientos para su instalación, seguridad, información al consumidor, eficiencia térmica, entre otras.

7. Bibliografía disponible orientada al mercado de la leña, energía e impacto ambiental.

- Ábalos, M. (2001), "Estudio de Casos sobre Combustibles Forestales", Proyecto Información y Análisis para el Manejo Forestal Sustentable: Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 Países Tropicales en América Latina, FAO.
- AIFBN (2005), "Secado de Leña en la Provincia de Valdivia", Informe Final, Proyecto "Sistema de Certificación para el Uso Sustentable de la Leña en Valdivia".
- Banco Central de Chile-CONAF (2001), Cuentas Ambientales: Metodología de medición de Recursos Forestales en Unidades Físicas 1985-1996.

- Bello, A. (2003), "Aspectos Sociales y Culturales involucrados en la Producción, Consumo y Uso de la Leña", Editorial Universitaria.
- Callieri, C., (1996), "Degradación y Deforestación del Bosque Nativo por Extracción de Leña", *Revista Ambiente y Desarrollo*, Vol XII, N°1.
- CENER S.A. (1997), "Desarrollo Balance Energético en la VIII Región", Informe Final. 000705
- CENMA (2000), "Mediciones Meteorológicas y de Calidad de Aire en Temuco y Rancagua para la Obtención de Antecedentes Técnico-Científicos para la Generación de la Norma de Calidad Primaria para Material Particulado Fino MP2.5".
- CENMA (2001), "Caracterización de la Contaminación Atmosférica por Material Particulado en Ciudades del Sur de Chile: Antecedentes para la generación de la Norma de Calidad Primaria de Material Particulado MP2.5".
- CNE, Área de Hidrocarburos, (2002), "Estimación preliminar de impactos en Salud Pública asociados a eventuales problemas de contaminación atmosférica en ciudades del sur del país".
- CNE, (2004), "Balance Nacional de Energía preliminar 2003". 149
- CONAMA, CONAF, SERNAC e Ilustre Municipalidad de Temuco (no registra año), "Programa de mejoramiento de la calidad de la leña en Temuco y Padre Las Casas, Bases para el periodo 2004-2005".
- Crespi, G. (2003), *PyME en Chile: Nace, Crece y Muere: Análisis de su Desarrollo en los últimos siete años*, Fundes Internacional
- DECON-CNE (2002), "Análisis de Subsidio al Gas Natural de Red en el Sector Residencial de Ciudades con problemas ambientales", Departamento de Economía, Universidad de Chile, Informe Final.
- DECON-CNE (2004), "Mercado de la leña en zonas urbanas de la X Región", Departamento de Economía, Universidad de Chile, Informe Final.
- ENERGER (1996), "Balance y Perspectivas del Sector Energético en la IX Región: Alternativas de Abastecimiento. Primera Parte", Informe Final.
- Faúndez, P., (2001) "Análisis del Desarrollo de la Dendroenergía en Chile", Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal, Universidad de Chile.
- Figueroa, R. y J. Valdés (1992), "Bases para un Monitoreo de la Calidad del Aire en la Ciudad de Temuco", Cuarto Encuentro Científico del Medio Ambiente, Volumen II, pag 441.
- Gil, L., D. Cáceres, L. Quiñones y M. Adonis (1997), "Contaminación del Aire en Espacios Exteriores e Interiores en la Ciudad de Temuco", Informe Resumido, *Ambiente y Desarrollo*, VOL XIII – N° 1, 70-78.
- INFOR (1994), "Evaluación del consumo de leña en Chile", Informe Final.
- INFOR (2004a), "Propuesta de una metodología para el estudio de la oferta de leña en Coyhaique y Puerto Aysén", Informe Final.
- INFOR, (2004b), "Propuesta de una metodología para el estudio de la demanda de leña en Coyhaique y Puerto Aysén", Informe Final.
- INFOR (2004c), Estadísticas forestales 2003, Boletín Estadístico 95. 150
- INFOR-CONAMA, (2005a), "Estudio del mercado de la leña en la ciudad de Chillán", Informe Final.
- INFOR-CONAMA, (2005b), "Estudio del mercado de la leña en la ciudad de Rancagua", Informe Final.
- INGENER, (1997), "Desarrollo del Balance Energético de la X Región", Informe Final.
- INGENER, (1997), "Balance Energético de la VII Región del Maule", Informe Final.
- INTEC (1992), "Determinación de Emisión de Contaminantes por Uso de Leña en Santiago", Informe Final.
- Jaramillo, W., [no registra año], "Estimación de Consumo de Combustibles de Madera en el Sector Residencial de la Ciudad de Villarrica", Proyecto Leña, Ilustre Municipalidad de Villarrica.
- Kavouras, I. y P. Koutrakis (1999), "Distribución de Fuentes de MP10 y MP2.5 en Cinco Ciudades Chilenas Usando Análisis de Factores (Iquique, Rancagua, Temuco, Valparaíso y Viña del Mar)", Universidad de Harvard.



Santiago 12 de julio de 2006

000706

Sra
Ana Lya Uriarte Rodriguez
Directora Ejecutiva
Comisión Nacional del Medio Ambiente

Ref: Procedimiento de elaboración de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión a leña.

Presente

De mi consideración

Junto con saludarla, quiero manifestarle que el espíritu que inspira a nuestra empresa, es el de colaboración respecto al trabajo que realiza el Gobierno y en particular la CONAMA referente al tema Medio Ambiental.

Dado lo anterior adjunto Declaración de Colaboración a la cual se le han insertado algunos aspectos que son de interés para nuestra empresa preservar.

Sin otro particular, y en espera de su positiva acogida.

Cordialmente


Cristian Vega Contreras
Metalmecánica MVM Ltda.

Cc Jorge Troncoso
Jefe Depto Control de la Contaminación

Declaración simple de Colaboración

- MEDICIÓN DE ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON BIOMASA
PARA APOYAR PROCESOS REGULATORIOS AMBIENTALES -

000707

En *Santiago* a 10 de julio de 2006. Yo, Cristian Vega Contreras, representante legal de Metalmecánica *MVM* Ltda RUT 78.969.060-k, voluntariamente hago entrega a la Comisión Nacional del Medio Ambiente del artefacto denominado: *Calefactor 9000 Full*.

Declaro estar en conocimiento que la entrega del artefacto se realizará para colaborar en el estudio "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales". El artefacto se utilizará para medir material particulado, monóxido de carbono y la eficiencia del artefacto en un laboratorio de acuerdo a los métodos oficiales chilenos CH-28, CH-5G, CH-3A. Los resultados formaran parte del proceso normativo.

El calefactor de doble cámara facilitado para ser analizado en los laboratorios de SERPRAM, corresponde a un equipo del tipo estándar cuya serie de fabricación es del año 2005. Este fue facilitado con la única finalidad y en el entendido que va a ser utilizado en conjunto con otros equipos producidos en nuestro País, como referencia del mercado para la definición de parámetros básicos asociados al desarrollo de la futura norma que se está elaborando en la actualidad.

Basados en lo anterior, los resultados de los calefactores no deben estar orientados a un análisis del orden competitivo entre las muestras, sino insisto, al aporte de datos que contribuyan a definir las bases para la futura norma.

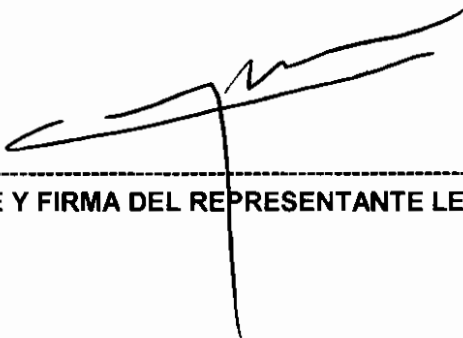
Solicitamos, en consecuencia, que la información generada se mantenga estrictamente anónima y no sea facilitada para otros usos diferentes a los correspondientes a los objetivos de este trabajo.

Por lo anterior se ha asumido que los resultados obtenidos serán de uso reservado de la CONAMA y no se manejarán en un contexto de información de uso publicitario con los posibles riesgos de mal uso de la información que se pudiera dar.

Considerando todo lo antes indicado y centrados en el contexto original sobre el cual ha sido solicitado y facilitado nuestro equipo, y teniendo en consideración que éste se ha enviado con las premisas de la colaboración para sentar las bases de la futura norma, y no con la premisa de realizar una competencia de marcas, solicitamos se resguarde la información en el carácter de bases de datos referenciales para lo que fue concebida.

Para mayor información, en la actualidad nos encontramos desarrollando equipos de calefacción con nuevos y mejores estándares que los actuales, los cuales por razones de confidencialidad no podrán ser facilitados sino hasta fin de año.

Manifiesto que la entrega del artefacto será en el lugar donde se realizará la medición, dirección: **Los Alerces 2742 comuna de Ñuñoa Región Metropolitana a nombre de SERPRAM**; asimismo asumo la responsabilidad de posible pérdida y deterioro que pueda sufrir el artefacto a causa de las mediciones que será sometida, el costo de transporte que implica la entrega y el posterior retiro del artefacto hasta y desde el laboratorio de medición.

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes, positioned above a horizontal dashed line.

NOMBRE Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL

000709

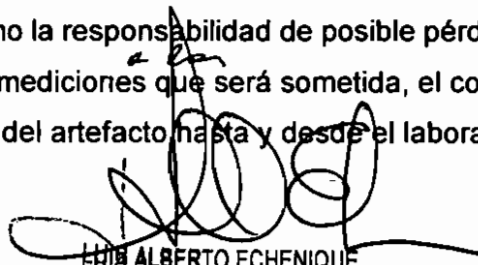
Declaración simple de Colaboración

- MEDICIÓN DE ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON BIOMASA
PARA APOYAR PROCESOS REGULATORIOS AMBIENTALES -

En Santiago a 19 de mayo de 2006. Yo, Luis Alberto Echenique Braun rut: 6.374.307-0, representante legal de la persona jurídica de derecho privado Ingeniería de Combustión Bosca Chile S.A., voluntariamente hago entrega a la Comisión Nacional del Medio Ambiente del artefacto denominado: Scan 380 Limit.

Nuestra empresa pone a disposición de CONAMA este equipo para que realice los ensayos que estime conveniente relacionados con el estudio de "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales". Considerando que los ensayos pueden causar daños irreparables al equipo, los costos relacionados con el equipo y traslados del mismo serán de cargo de nuestra empresa, no así los costos de los ensayos que se realicen por encargo de CONAMA, los cuales serán de su cargo. Los resultados serán publicos y podrán utilizarse como referencia en el proceso de dictación de norma de emisión de material particulado para calefactores a leña.

Manifiesto que la entrega del artefacto será en el lugar donde se realizará la medición, dirección: **Los Alerces 2742 comuna de Ñuñoa Región Metropolitana a nombre de SERPRAM**; asimismo asumo la responsabilidad de posible pérdida y deterioro que pueda sufrir el artefacto a causa de las mediciones que será sometida, el costo de transporte que implica la entrega y el posterior retiro del artefacto hasta y desde el laboratorio de medición.



LUIS ALBERTO ECHENIQUE
Gerente General
BOSCA CHILE S.A.

NOMBRE Y FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL

- (1) Original CONAMA
- (2) Copia a quien suscribe
- (3) Se adjunta catalogo de artefacto SI - NO (marcar alternativa)

000710

Santiago, 4 de julio de 2006.

Señora
Ana Lya Uriarte Rodriguez
Directora Ejecutiva
Comision Nacional del Medio Ambiente
PRESENTE



De nuestra consideración:

En relación a su carta de fecha 14 de junio pasado, nos es grato adjuntar copia de los respectivos certificados de la Environmental Protection Agency de Estados Unidos de Norteamérica (USEPA - Agencia Ambiental de EEUU), mediante los cuales se certifica que un modelo de calefactor Bosca, sometido a los procedimientos de certificación pertinentes, ha cumplido con las exigencias requeridas para ser comercializado en dicho país.

Dado que para la obtención de esta certificación, nuestra empresa incurrió en la inversión de recursos humanos y financieros, hemos optado por mantener en reserva el modelo de calefactor para el cual se obtuvo dicha certificación. Por esa razón, podrá observar que nos hemos permitido tachar, en los documentos adjuntos, la mención al modelo del equipo certificado. No obstante lo anterior, si resultare indispensable para vuestro análisis contar con la especificación del modelo, podemos ponerlo en su conocimiento, ante lo cual nos permitiremos solicitar mantener en reserva los antecedentes citados, a fin de substraerlos del conocimiento público, para asegurar la confidencialidad comercial y/o proteger los procedimientos de certificación llevados a cabo.

En concordancia con nuestra intención de continuar esta iniciativa, informamos a Uds. que hemos iniciado el proceso de certificación de un segundo equipo en Estados Unidos, cuyos resultados se los haremos llegar una vez que dicho procedimiento concluya.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.

Luis Alberto Echenique B.
Gerente General
BOSCA S.A.



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

000711

JUL 28 2005

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Luis Alberto Echenique Braun
Chief Executive Officer
Ingenieria De Combustion Bosca Chile S.A.
Americo Vespucio 2077
Santiago, Chile

Dear Mr. Echenique:

I am pleased to inform you that the [REDACTED] noncatalytic wood heater has been approved for certification under the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Standard for Residential Wood Heaters. The Wood Heater Certification for this model line, (certificate number 626) is enclosed. Please refer to this certificate number in all future correspondence.

This model line is certified as meeting the emission limits in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.532(b). Your certificate to manufacture this model line is valid for five years. The expiration date is located in the bottom right corner of your certificate. Please note, this date is based on the date of initial certification and not the recertification date. You may not manufacture this model line after the expiration date on the certificate unless this certificate is renewed.

Due to resource constraints, it is our policy to review only certificate renewal applications submitted to the EPA within ninety days of the certificate expiration date. Certificate renewal applications received more than ninety days before the expiration date will not be processed.

All wood heaters manufactured under this certification must comply with the labeling requirements found in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536. The following information must be displayed (by blunt arrow) on your temporary label:

Emission Rate:	4.4 g/hr
Overall Efficiency:	63%
Heat Output Range:	11,800-26,800 Btu/hr

Requirements for the permanent label are listed in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536.


In addition, you must comply with all other applicable requirements under this regulation including:


1. Recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that may affect the particulate emission rate. This includes changes in the components listed under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(o). You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliance(s) may exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owners manual, as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536, and for catalytic heaters, a warranty. These items must be included with each wood heater sold under this certification.
4. Retaining records and submitting reports as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.537.
5. Submitting wood heaters, as requested, for audit testing under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements may result in revocation of this certificate and/or enforcement action(s) including penalties, as specified under the Clean Air Act.

Please refer any questions to John DuPree of my staff at (202) 564-5950.

Very truly yours,



 Michael S. Alushin, Director
Compliance Assessment and Media Programs Division
Office of Compliance

Enclosure

WOOD HEATER CERTIFICATION

This certificate is issued in recognition that
the following wood heater model line:

Bosca

Model Name

Model Number

Ingenieria De Combustion Bosca Chile S.A.

Manufacturer Name

has completed all requirements necessary for
certification and is a certified model line pursuant to
Environmental Protection Agency regulations.

John Spillo

Director

Compliance Assessment and Media
Programs Division

7/28/05

Date

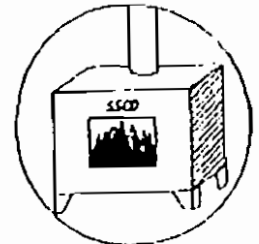


626

Certificate Number

JUL 28 2010

Expiration Date



500713



000714

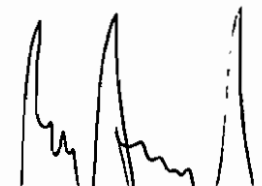
Declaración simple de Colaboración

- MEDICIÓN DE ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON BIOMASA
PARA APOYAR PROCESOS REGULATORIOS AMBIENTALES -

En *Santiago* a *20 de Junio* de *2006* yo, *Cristián de Amesti Armas* rut: *6.614.513-1* representante legal de la persona jurídica de derecho privado *CDEA INGENIERIA LTDA*, voluntariamente hago entrega a la Comisión Nacional del Medio Ambiente del artefacto denominado: *RONDO 450*

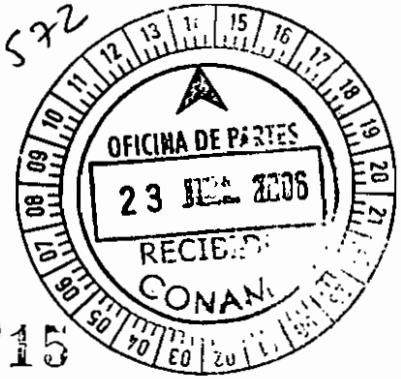
Nuestra empresa pone a disposición de CONAMA este equipo para que realice los ensayos que estime conveniente relacionados con el estudio de "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales". Considerando que los ensayos pueden causar daños irreparables al equipo, los costos relacionados con el equipo y traslados del mismo serán de cargo de nuestra empresa, no así los costos de los ensayos que se realicen por encargo de CONAMA, los cuales serán de su cargo. Los resultados serán públicos podrán utilizarse como referencia en el proceso de dictación de norma de emisión de material particulado para calefactores a leña.

Manifiesto que la entrega del artefacto será en el lugar donde se realizará la medición, dirección: **Los Alerces 2742** comuna de **Ñuñoa** Región Metropolitana a nombre de **SERPRAM**.



Cristián de Amesti Armas
AMESTI LTDA

- (1) Original CONAMA
- (2) Copia a quien suscribe
- (3) Se adjunta catalogo de artefacto SI - NO (marcar alternativa)



Santiago, 20 de Junio de 2006

Señora
Ana Lya Uriarte
Directora Ejecutiva
Comisión Nacional del Medio Ambiente
Presente

De mi consideración

Conforme con lo solicitado en su carta fechada 14 de Junio de 2006, accedemos a poner a disposición de CONAMA un calefactor modelo Rondo 450 y adjuntamos la declaración correspondiente.

La saludo muy atentamente

Cristián de Amesti Armas
Gerente General
AMESTI LTDA

Recopilación de estándares internacionales

Preparado por: Carmen Gloria Contreras. 17 de julio de 2006. CONAMA Nacional

Actualmente, los países que cuentan con alguna regulación de un valor límite de emisión para artefactos de combustión a leña, de escala pequeña, en su mayoría establecen valores no sólo para material particulado, sino que también para monóxido de carbono, compuestos orgánicos, todos estos contaminantes asociados a un valor para la eficiencia térmica del artefacto ⁽⁴⁻¹⁴⁻²⁰⁻²¹⁻²⁵⁻²⁶⁾. Respecto a este último parámetro de interés ambiental se excluye a EEUU (ver recopilación en anexo 1, tabla 1).

Con respecto a las unidades utilizadas para expresar el valor límite de emisión, se utiliza:

- (a) *g/kg* masa de sustancia emitida por unidad de masa de combustible.
- (b) *g/MJ* masa de sustancia emitida por unidad de energía de producción del artefacto.
- (c) *mg/m³* masa de sustancia emitida por unidad de volumen, como concentración.
- (d) *g/h* masa de sustancia emitida por unidad de tiempo, como flujo de emisión.

No se recomienda el uso de valores límite sobre el flujo másico, definición (d), ya que la emisión de contaminante no es normalizada ni a la producción de energía ni al consumo de combustible del artefacto. El caso normativo "*g/h*", castiga el empleo de un artefacto de combustión grande en vez de varios pequeños, lo que puede ser desventajoso en términos ambientales, como se verá en el ejemplo de más abajo ⁽²¹⁻²²⁻²³⁻²⁴⁾.

Se considera útil expresar las emisiones utilizando las definiciones (a), (b) y (c), dado que se expresa la emisión en función de la energía que produce el artefacto o de la cantidad de combustible consumido o de la concentración del flujo. Estas unidades son utilizadas en su mayoría por Australia, Nueva Zelanda y países de la Comunidad Europea ⁽²⁴⁾.

A continuación se muestra un ejemplo con dos situaciones de un valor límite de emisión de 4,5 gramos de partículas por hora:

Situación 1 cumple la regulación: Para calefaccionar un edificio grande, se tienen 5 estufas cuya potencia es de 10 kW, eficiencia del 50% y 4,0 g/h emisión de partículas, es decir, cumple la regulación futura de 4,5 g/h.

- Esto da como resultado una emisión total de $5 \times 4,0 \text{ g/h} = 20 \text{ g/h}$ y un consumo de biomasa correspondiente a $50 \text{ kW}/0,5 = 100 \text{ kW}$.
- Con leña seca se obtiene un aporte energético de 5 kWh/kg, por lo tanto es necesario utilizar 20 kilogramos de leña seca por hora de operación.
- Asumiendo un período de calefacción de 2.000 horas al año, se requiere quemar 40.000 kg de leña seca y la emisión anual resultante corresponde a 40 kg de partículas.

Solución 2 no cumple la regulación: Como una alternativa, un único dispositivo de combustión con una potencia de 50 kW, eficiencia del 75% y 5,0 g/h emisión de partículas.

- Con esta instalación se tendría un consumo menor de combustible de 26.700 kg anuales y una emisión anual de partículas de 10 kg.
- La solución 2 no puede instalarse si no cumple la regulación, aunque se podrán reducir las emisiones de partículas en un 80% y el consumo de combustible en un tercio.

Por lo anterior, no es aconsejable, para el control de emisiones, limitar los valores al flujo másico de la emisión. La regulación del tipo "*g/h*" no es satisfactoria para artefactos de combustión de biomasa, pero podría ser útil por ejemplo para grandes plantas industriales ⁽²⁴⁾.

Por otro lado, el valor límite de emisión se normaliza a un porcentaje de O₂.

La Tabla 2 muestra una recopilación de valores límites de emisión de MP10 transformados a mg/m³ normalizados al 13% de O₂.

En Estados Unidos el año 1985, el Estado de Oregon implementó límites de emisión, luego el Estado de Colorado y finalmente adoptó esta regulación, la oficina de la US-EPA. Actualmente, el Estado de Washington presenta requerimientos con mayores restricciones respecto a otros Estados, para certificar, vender, instalar u operar un artefacto de combustión a leña. Respecto a los métodos de medición en EEUU se utilizan¹ el 5H (consistente en la medición directa en el flujo) o el 5G (consistente en el túnel de dilución) y el 28 (acondicionamiento de combustible y procedimientos de ensayo). Ambos métodos 5H o 5G dan diferentes resultados⁽²²⁾.

Un análisis preparado por la EPA², la asociación de fabricantes y un destacado laboratorio privado (OMNI), señala que el método 28 refleja condiciones irreales de operación por varias razones. Primero, el control de aire no puede ser modificado después del inicio del test; segundo, no hay paradas para la posición del aire para las tasas de quemado media baja y media alta; tercero, el operador o usuario común, frecuentemente, tiende a cerrar la entrada de aire del calefactor manteniendo toda la noche encendido el calefactor a una potencia mínima; cuarto, no se incluye el encendido o las cargas de combustible, periodo en que ocurre las mayores tasas de emisión. Por último, el método 28 produce valores irreales dado que las 4 tasas de quemado son finalmente ponderadas. Dicha ponderación fue diseñada con la intención de reflejar la distribución de tasas de quemado de todo el país (EEUU), asunto que se sabe es limitado en cuanto a información e incierto⁽²¹⁻²²⁻²³⁾.

Posteriormente, desde noviembre de 2000, distintos Condados y Estados de EEUU, por ejemplo Northern Sonoma County han establecido un test de medición basado en Automated Woodstoves Emissions Sampler (AWES) desarrollado por la propia OMNI, con el objeto de reflejar la real operación de los artefactos.

En el caso de la Comunidad Europea (CE), desde el año 1992 se cuenta con una norma que establece requisitos para los artefactos de combustión de biomasa, Norma UNE-EN13240, en cuanto al diseño, fabricación, instalación, seguridad, eficiencia térmica y un valor límite para las emisiones de monóxido de carbono. Adicional al cumplimiento de la norma de la CE, algunos países europeos utilizan el etiquetado o certificación que exige, además, la medición de MP y otros contaminantes. Por ejemplo, en el caso de Suiza se espera que para el año 2007 se implemente, por la Swiss Federal Office of Environment, estándares con carácter obligatorio que incluyen límites para CO, MP y eficiencia. En este país, las categorías calefactor a leña y cocinas tienen valores límite de emisión relativamente altos, debido a que, por una parte técnicamente es un incentivo para el sector de fabricantes alcanzar buenas condiciones de quemado; y por otra parte, los calefactores y cocinas están en operación prácticamente sólo durante 0 a 100 horas por año, no obstante su contribución en el tipo y calidad de las emisiones es importante.

En Chile la situación es diferente, ya que estufas y cocinas a leña comúnmente se utilizan para calefaccionar una vivienda y tienen una operación de hasta más de 1.000 horas por año, dependiendo de la zona del país.

Un caso interesante, a la hora de analizar la experiencia de otros países, es la evolución de la regulación en Nueva Zelanda que inicialmente establece un valor de 35g/h. Con posterioridad, al evaluar la efectividad de dicho valor y constatar la posibilidad de mejoramiento tecnológico en los artefactos, establece desde el año 1992 un límite de emisión de 5,5 g/kg; el cual comienza gradualmente a ser más exigente, el año 2001 de 4 g/kg; el año 2002 de 1 g/kg, valor asociado a una eficiencia térmica de 65%⁽²⁵⁻²⁸⁾. Particularmente, la ciudad de Christchurch, que está aproximadamente en la misma latitud de Temuco, ha experimentado una evolución en los valores límites de emisión de 5,5 g/kg; 3,0 g/kg; 1,5 g/kg y 1,0 g/kg en los años 1992, 1997, 2000 y 2002 respectivamente, ubicándose en el orden de los niveles establecidos en países como Suecia, Suiza y Austria⁽²⁰⁾.

¹ Incluidos en el 40 Code Federal Regulation part60, appendix A.

² Análisis preparado por la EPA en conjunto con la asociación de productores Hearth Products Association y el laboratorio OMNI.

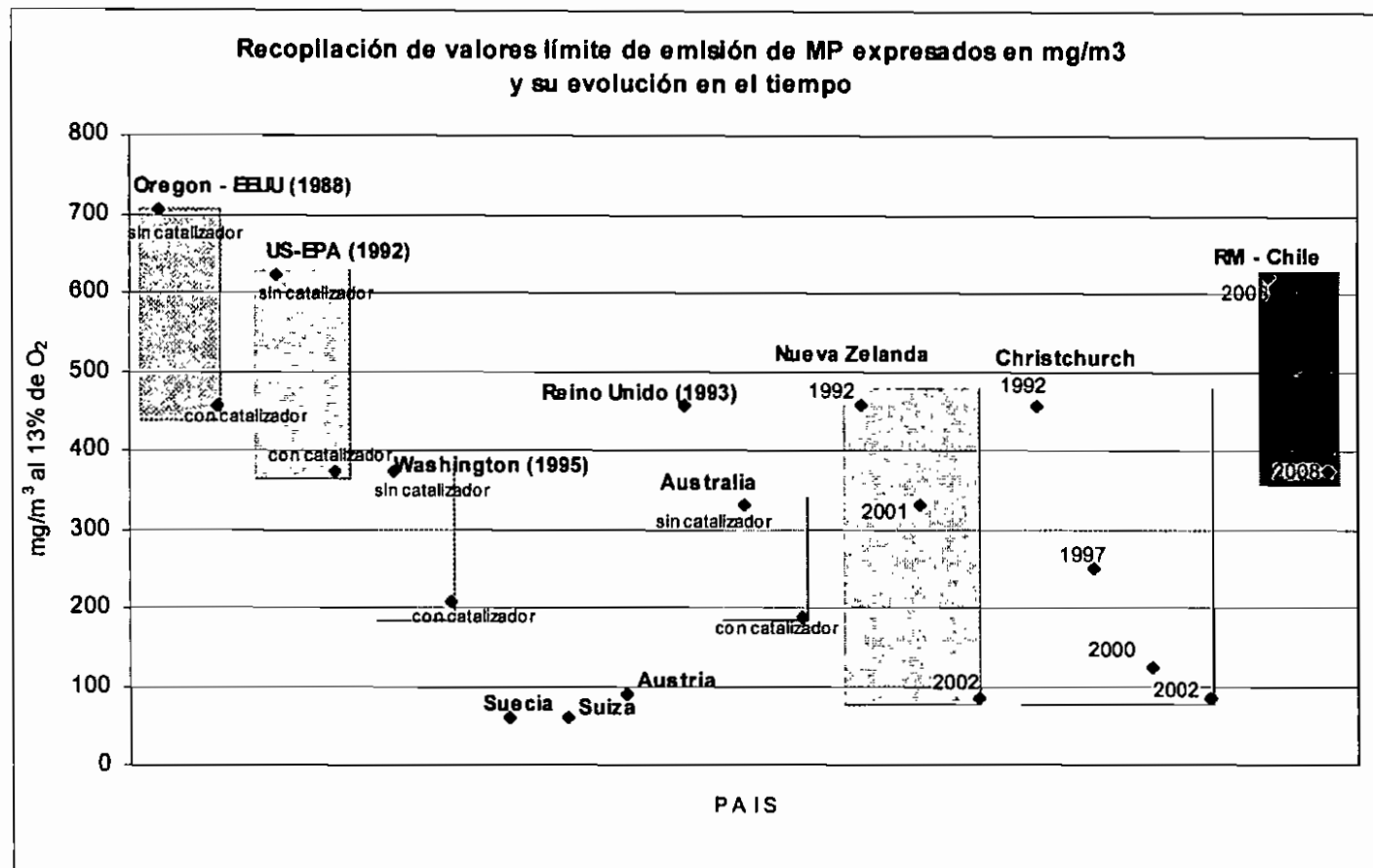
Tabla 2: Recopilación de valores de emisión para MP ⁽²⁰⁻²⁴⁻²⁵⁾

Pais	Año	Valor límite de emisión	Unidades	Valor límite de emisión expresado en mg/Nm ³ al 13% de O ₂
Oregon-US	1988	8,5 ⁽¹⁾	g/h	706
		5,5 ⁽²⁾	g/h	457
US Federal EPA	1992	7,5 ⁽¹⁾	g/h	623
		4,5 ⁽²⁾	g/h	374
Estado de Washington	1995	4,5 ⁽¹⁾	g/h	374
		2,5 ⁽²⁾	g/h	208
Suiza	-	60 ⁽³⁾	mg/m ³	60
		100 ⁽⁴⁾	mg/m ³	100
Suecia	2001	40	mg/MJ	60
Austria	-	60	mg/MJ	90
United Kingdon	1993	5,5	g/kg	457
Australia	-	4,0	g/kg	332
		2,25	g/kg	187
Nueva Zelanda	1987	35	g/h	
	1992	5,5	g/kg	457
	2001	4,0	g/kg	332
	2002	1,0	g/kg	83
Christchurch	1992	5,5	g/kg	457
	1997	3,0	g/kg	249
	2000	1,5	g/kg	125
	2002	1,0	g/kg	83
RM (Chile)	2006	7,5	g/h	623
	2008	4,5	g/h	347

⁽¹⁾ sin catalizador. ⁽²⁾ con catalizador. ⁽³⁾ Calefactor a leña. ⁽⁴⁾ Cocina a leña.

⁽⁵⁾ Los valores expresados en mg/Nm³, fueron transformados a partir de los siguientes supuestos: tasa de quemado de 1 kg/h; flujo del gas 4,58 m³/kg leña seca; O₂ de referencia 13%; Lambda de referencia 2,63; valor energético de la leña seca 5 kWh/kg; eficiencia del artefacto 50%. Fuente: Elaboración propia. Revisado por Thomas Nussbaumer.

Figura 3:



Los valores expresados en mg/Nm³, fueron transformados a partir de los siguientes supuestos: tasa de quemado de 1 kg/h; flujo del gas 4,58 m³/kg leña seca; O₂ de referencia 13%; Lambda de referencia 2,63; valor energético de la leña seca 5 kWh/kg; eficiencia del artefacto 50%.
 Fuente: Elaboración propia. Revisado por Thomas Nussbaumer.

000713

000720

Pauta Reunión Comité Operativo
Jueves 3 de Agosto. 10:00 – 13:00 hrs.

1. Informa sobre propuesta de valor norma y criterio para verificar cumplimiento de norma.
2. Informa sobre estudio de medición de artefactos de combustión residencial.
Contrapartes: Autoridad Sanitaria RM – CONAMA RM – CONAMA.
3. Observaciones recibidas al anteproyecto.
Carolina Gómez, CNE - Jaime Tellez, SEREMI MINVU RM - Ximena Ubilla, CONAMA VI - Nicolás Shiapaccasse, CONAMA IX - Juan Olguín, Autoridad Sanitaria RM - Jimena Silva, CONAMA XI.
4. Informa sobre próximas actividades:
 - (a) Licitación de estudio Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES). Contrapartes: SEREMI MINVU RM – CONAMA.
 - (b) Envío formal de versión corregida de anteproyecto y documento bases sobre fundamentos para elaborar la norma. Se propone recepción de observaciones hasta el **lunes 28 de agosto**.
 - (c) Publicación de extracto del anteproyecto la 1º quincena de septiembre e inicio de la etapa de consulta.

Reunión Comité Operativo Norma Emisión
03 de agosto de 2006

N°	NOMBRE	INSTITUCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	Candina Gómez A	CNE	3656876		cgomez@cne.cl
2.	Jaime Téllez T.	SEREMI-MINVU	3512947	6640465	jtellez@minvu.cl
3.	CONRADO RAUVAL	CONAMA	2405624	2057 PR	crauval@conama.cl
4.	Cecilia Barríos	CONAMA RM	6713052	6717597	cbarríos.rm@conama.cl
5.	Nicolás Schiappacasse P.	CONAMA IX	(45) 238200 Anexo 27	(45) 238200 Anexo 31	nschiappacasse@conama.cl
6.	JUAN Manuel Ojeda Alvarado	SEREMI Salud RM.	3992578 (02-)	3992541	jojeda@dsrm.cl
7.	Ximena Zubilla Álvarez	CONAMA XI	92-224549 -229770 -239106	✓	xzubilla.6@conama.cl
8.	Carmen G. Contreras	CONAMA IX			
9.					
10.					
11.					

000721

OBSERVACIONES A LA VERSIÓN BORRADOR ANTEPROYECTO NORMA

CG: Carolina Gómez - XU: Ximena Ubilla - JO: Juan Olguín - JT: Jaime Tellez - NS: Nicolas Shiappacasse – JS : Jimena Silva.

Asesores jurídicos: Conrado Ravanal, Natalia Fernández.

OBSERVACION	EMITID A POR:	PROPUESTA - RESPUESTA
1. Porque se eliminó la regulación de CO	CG	Al ingresar la norma al programa priorizado, se indicó que se regularía MP10. Ahora, se propone que la norma contemple la medición adicional de CO y de la eficiencia térmica, con objeto de generar antecedentes adicionales para su revisión futura.
2. Art. 3 y todo lo relativo cuando se usa "biomasa-leña" se debería uniformar (leña-biomasa, biomasa-leña, combustión sólida de biomasa)	NS-JO	Se uniformará en el nombre final que se le de al proyecto
3. El valor de la norma debería ser uno...	JT/CR	Se propone omitir la gradualidad de la norma. Esto debe ser evaluado en el AGIES.
4. ¿La norma regula sólo artefactos nuevos?	CG	<p>La norma surge para regular las emisiones de los artefactos de combustión a leña. En reuniones anteriores el Comité Operativo acordó que el anteproyecto se aplicaría sólo a artefactos nuevos (entendiendo como aquellos que posterior a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto, entrarán al mercado para su comercialización). Además, representante de MINSAL señaló posibilidad fiscalizadora sobre artefactos nuevos y no en operación. No obstante, esta pregunta surge en cada reunión, por lo tanto, se propone (discutido jurídicamente)</p> <p>Que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - "Desde el 1° de enero de 2008 todo artefacto nuevo del tipo calefactor, deberá cumplir con el valor de emisión de material particulado de 60 (mg/m3N) corregido al 13% de O₂; y todo artefacto nuevo del tipo cocina, deberá cumplir con el valor de emisión de material particulado de 100 (mg/m3N) corregido al 13% de O₂". - "Desde el 1° de enero de 2020 todos los artefactos deberán cumplir con la presente norma de emisión". <p>La factibilidad de cumplimiento de los valores y plazos será evaluado en el estudio del AGIES. (Nota: en el caso de los Planes de Descontaminación se puede restringir el plazo, y además contar con instrumentos económicos para acelerar el recambio tecnológico).</p>
5. por que se cambio la definición: "...un modelo se diferencia de otro si una modificación produce una variación en sus emisiones" a "Modelo representativo: aquel artefacto nuevo que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la presente norma, que representa un conjunto de artefactos nuevos que tienen características idénticas en cuanto a dimensiones, diseño constructivo y materiales".	CG	<p>Algunos aspectos a considerar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La incertidumbre de asegurar que el modelo representativo refleje efectivamente las características de la partida de artefactos. 2. La norma no se puede hacer cargo del control de calidad de productos. 3. Se asume que si se cambian las características del modelo representativo en cuanto a dimensiones, diseño constructivo y materiales, se podría producir una variación en las emisiones. 4. En el ámbito internacional, de acuerdo a lo señalado por T. Nussabaumer, se identifican grupos de artefactos por la potencia kW, pueden existir por ejemplo partidas de un mismo modelo pero de distintos tamaños, entonces se toma como prueba el menor y el mayor, si cumplen, se asume que cumplen todos.
6. En el Artículo 10, punto 6. señala "El certificado tendrá validez mientras el modelo no cambie en aspectos de los considerados en los análisis correspondientes y que signifiquen una variación en sus emisiones....." no se entiende "no cambie en aspecto de los considerandos en los análisis correspondiente", que quieres decir???	XU	<p>El o los laboratorios autorizados tendrán la función de implementar los métodos de medición y de efectuar una verificación de los aspectos constructivos del modelo representativo.</p> <p>Verificación de los aspectos constructivos, que se entenderá como la comprobación de que el modelo representativo a medir corresponde con la información y antecedentes técnicos descriptivos entregada por el fabricante, que se apoyará por la información de valores medidos en cuanto a dimensiones, espesores, etc.</p>
7. Se solicita fundamentar los métodos de medición 5H y 5G en cuanto a sus diferencias y el método 28 dado que no refleja condiciones reales de operación	CG	
8. Se puede realmente prohibir que se instalen u operan las estufas	CG	No existen facultades para prohibir la comercialización de un producto, con la excepción de que MINSAL establezca que un producto por su composición o elementos, por los daños comprobados sobre la salud prohíbe ciertos elementos en los productos.

9. qué se entiende por potencia de ingreso de 70 kW .	NS	potencia de ingreso se entenderá como el flujo de la energía contenida en la biomasa que se combustiona en el artefacto. Esta potencia de ingreso es equivalente al producto entre el poder calorífico inferior por la tasa de quemado del combustible. Es decir no considera eficiencia del artefacto, humedad de la leña, ni pérdidas de calor, etc. ES TODO LO QUE ENTRA.
10. respecto al valor límite de potencia de ingreso de 70 kW . ¿se había identificado un valor más bajo?	JO	
11. Art. 10 - Nº 11. En manual Incluir una advertencia que indique que una mala operación produce daños a la salud y al medio ambiente	CG	Se incluye
12. La verificación de conformidad no incluía medir, ¿porque se modificó?	CG	
13. Artículo 11. - En el evento comprobado de adulteración o falsificación de certificados o de la información entregada al consumidor, se recurrirá a la Policía Local o a la justicia del crimen.	JT- XU	Se omite este artículo
14. Valores norma no coinciden con documento bases	CG	Corregido.
15. Señalar condiciones normales de operación N	CG	

Otras Observaciones

16. indicar forma de llevar a cabo la descarga de las emisiones a la atmósfera, con el fin que los contaminantes al formar la pluma correspondiente, se ubique a una altura tal que pueda ser dispersada por el viento más fácilmente y, no provocar mayor molestia a la comunidad, vecinos. Se debe tomar en cuenta altura mínima, diámetros interno, externo, distancia entre chimeneas etc., sin dejar de lado por cierto, todo lo relativo a la seguridad que debe otorgar la instalación de un ducto de descarga de este tipo.	SEREMI SALUD RM	
17. Qué sucede si existe una estufa, con certificación al día, pero por molestias a la comunidad, se hiciera una medición y no cumpliera los estándares	SEREMI SALUD RM	
18. Qué exigencia tendrán los equipos antiguos?	SEREMI SALUD RM	
19. Respecto a los fabricantes deberán respetar una numeración de fábrica y mantener registros.	SEREMI SALUD RM	
20. En el punto 12 se indica sobre un equipo certificado y comercializado, pero sería adecuado que también sea un equipo utilizado.	SEREMI SALUD RM	
El método es para PM10 , y el estándar es para PM10, ya que la norma es para PM10	SEREMI SALUD RM	
22. Respecto a los ductos de evacuación, existe un diámetro o un largo de ductos que garantice los buenos resultados, o capacidad de extracción.	SEREMI SALUD RM	
23. Con referencia a los 10 días para responder la Seremi, ¿son muy pocos días?	SEREMI SALUD RM	



000724

Santiago, 11 de octubre de 2006
GG.386.06

Señor
Jorge Troncoso
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente
Teatinos 254
Santiago

Ref.: Contrato N° 24-26-014/06

De nuestra consideración:

Adjuntamos nuestro Informe Final, en papel y en medio magnético, de la "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales", desarrollado según el contrato de la referencia.

Sin otro particular, saluda atentamente a Ud.



Claudio Simian L.
Gerente General
SERPRAM S.A.

CSL
c.c./Archivo

Certified ISO 9001 : 2000 by



SERVICIOS Y PROYECTOS AMBIENTALES S.A.

Los Alerces 2742 - Ñuñoa - Santiago - Chile - Código Postal: 6840663 - Teléfono (56-2) 2387513 - Fax (56-2) 2387595 - E-mail: serpram@serpram.cl

**ESTUDIO:
MEDICIÓN DE ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON
BIOMASA PARA APOYAR PROCESOS
REGULATORIOS AMBIENTALES**

ACLARATORIA:

"El siguiente estudio ha sido desarrollado por el laboratorio de medición de SERPRAM. Los artefactos de combustión a leña medidos en este estudio, han sido facilitados por fabricantes a través de una declaración de colaboración para los fines del estudio. Por acuerdo expresado por los propios fabricantes, los resultados de este estudio no pueden ser utilizados con fines comerciales. Por su parte, la Comisión Nacional del Medio Ambiente no promueve ninguna marca en particular, ni tampoco distingue aspectos de calidad constructiva o de emisiones entre los distintos artefactos medidos".

Profesionales SERPRAM:

Manuel Martínez Alvarez
Luis Guardamagna
Patricio Venegas Zúñiga
Reynaldo Ramos

Contraparte Técnica:

Carmen Gloria Contreras, CONAMA
Cecilia Barrios, CONAMA RM
Enrique Rojas, Seremi de Salud RM
Juan Manuel Olgúin, Seremi de Salud RM

000720

ESTUDIO:
MEDICIÓN DE ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON
BIOMASA PARA APOYAR PROCESOS
REGULATORIOS AMBIENTALES

1. INTRODUCCION

La Comisión Nacional del Medio Ambiente, solicitó a SERPRAM, realizar una serie de ensayos de medición en artefactos de combustión de uso residencial que operan con leña, con el propósito de conocer información de línea base de sus emisiones a escala de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio consistieron en medir las concentraciones de material particulado y gases (O₂ y CO) generados por cada artefacto a tasas de quemado fijas, con el objetivo de determinar las emisiones de material particulado y otros parámetros de interés ambiental como el monóxido de carbono y la eficiencia térmica. En Anexo 1 se incluyen los Términos de Referencia del presente trabajo.

Las citadas mediciones se efectuaron en conformidad a lo especificado en los métodos¹ CH-28 de certificación, el método CH-5 G para la determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución y el método CH-3A, para la determinación del contenido de oxígeno y monóxido de carbono en los gases. Todos los métodos señalados corresponden a métodos oficializados por el Ministerio de Salud a través del Instituto de Salud Pública (ISP),

Los objetivos del servicio encomendado son medir artefactos de combustión con el propósito de contar con resultados que permitan:

- Aplicar y validar los métodos de medición que se han propuesto en el anteproyecto de la norma.
- Conocer información de línea base de las emisiones en laboratorio de los artefactos existentes en el mercado.
- Contar con un insumo para realizar el análisis global del impacto económico y social de la norma (AGIES)

El presente informe corresponde al trabajo realizado en los laboratorios de SERPRAM, el que consistió básicamente en realizar mediciones a cuatro calefactores y a una cocina que combustionan leña.

¹ El método CH-5G está oficializado según Res Exenta Núm. 34 del 19 de enero de 2006. "Fija metodología de medición de contaminantes atmosféricos, para la aplicación del reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias".

En cuanto a la medición de la cocina, se incluye un capítulo aparte, en el cual se propone una alternativa de medición de sus emisiones de material particulado.

2. IDENTIFICACIÓN DEL LABORATORIO DE MEDICIONES.

2.1 Identificación del Laboratorio

Nombre	:	Servicios y Proyectos Ambientales S.A. SERPRAM S.A.
Dirección	:	Los Alerces N°2742, Ñuñoa
Fono	:	2387513
Fax	:	2387595
Cód. Postal	:	6840663
E-mail	:	serpram@sepram.cl
R.U.T.	:	96.799.790-0

2.2 Individualización completa de las personas que dirigen el Laboratorio

La gestión de la empresa está a cargo de Claudio Simian Lasserre, como Gerente General. El ha trabajado en numerosos estudios relacionados con la temática ambiental.

El grupo técnico de SERPRAM está dirigido por Manuel Martínez Alvarez, Gerente de Operaciones, especialista de reconocido prestigio en materias de contaminación atmosférica, quien fue uno de los fundadores del Grupo Aire de INTEC-CHILE.

2.3 Personal encargado de prestar los servicios detallados

La persona responsable del estudio, de la planificación y aprobación de los ensayos de laboratorio fue Manuel Martínez Alvarez.

El encargado de la puesta a punto de la metodología y de los cálculos de los diferentes ensayos (emisiones y eficiencia térmica) fue Luis Guardamagna, ingeniero especialista de vasta experiencia en proyectos de energía y en mediciones de fuentes fijas.

El encargado de realizar las mediciones de emisiones de los artefactos fue Patricio Venegas Zúñiga, autorizado como Operador de Unidad de Control CH-5 y de gases por la SEREMI de Salud de la región Metropolitana, y que ha desarrollado una amplia experiencia en la utilización de estas metodologías desde principios de la década de 1990.

El encargado del tratamiento de las muestras de material particulado y de su pesaje fue Reynaldo Ramos.

3. METODOLOGIA

000720

3.1 Mediciones del material particulado en calefactores que utilizan leña como combustible.

La cuantificación de las emisiones de partículas totales de un calefactor a leña se realizó usando el Método CH- 28, oficializado por la resolución exenta N° 1.349/97. del Instituto de Salud Pública, aprueba las “Normas Técnicas que indica sobre metodologías de medición y análisis de medición de fuentes estacionarias, que aprueban en particular los métodos: CH-28 sobre determinación de material particulado y certificación y auditoría de calefactores a leña y CH-3A”.

El Método CH - 28 describe la infraestructura de prueba, la carga de combustible, la operación del calefactor, los procedimientos para determinar las tasas de quemado, los procedimientos de cálculos y hace mención que la determinación de las emisiones de material particulado, se debe realizar utilizando el Método CH- 5H ó CH- 5G.

Las determinaciones de las emisiones de material particulado proveniente del calefactor a leña se realizaron utilizando el Método CH-5G, el cual mide integradamente el material particulado y los condensables, producto de la combustión de leña. El método CH-5G está oficializado según Resolución Exenta N°34 del 19 de enero de 2006. “Fija metodología de medición de contaminantes atmosféricos, para la aplicación del reglamento de laboratorios de medición y análisis de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes estacionarias”.

A continuación se hace una breve descripción de este método:

Aspectos generales del Método CH- 5 G

- Se muestrea proporcionalmente en un sólo punto.
- Se usan dos filtros de 4” (fibra de vidrio), separados 10 cm máximo, mantenidos por dilución a no más de 32°C (con sensor de temperatura entre los dos filtros en contacto con el gas o en el lado de entrada del gas al primer filtro). Portafiltros de vidrio con frita de teflón o acero inoxidable.
- Se usa boquilla de 3/8” de acero inoxidable o vidrio y sonda de 60 cm de largo (mismos materiales)
- En la zona de medición de velocidad del túnel de dilución se usa pitot S o estándar, según Método CH-2
- Flujo de muestreo inicial aproximado de 0.015 m³/min
- Se puede muestrear con o sin caja fría.
- El ducto de evacuación de los humos de la estufa se aisló parcialmente.

TUNEL DE DILUCIÓN

- La primera sección (o de mezclado), fabricada en acero, se compone de una campana con diámetro de entrada mínimo de 30 cm y un diámetro de salida igual al de la chimenea del calefactor (en general de 6"), le sigue un tubo vertical con diámetro definido por la campana y de largo adecuado al montaje en el laboratorio; luego un codo de 90°; seguido por otro ducto horizontal de largo también adecuado, con dos deflectores interiores semicirculares distanciados 30 cm y colocados perpendicularmente al eje del ducto (en lados opuestos y aproximadamente a mitad de su largo). Termina esta sección con otro codo de 90° que la conecta con la sección de muestreo (vertical descendente). Todas las uniones deben sellarse.
- La sección de muestreo (entre el segundo y tercer codo) es de acero y diámetro de 15 cm con largo total de 2.4 m; con dos puertos a 90° en su sección media para medir la velocidad de los gases según el Método CH-2 y que permitan buen sello para no diluir adicionalmente. A 1.2 m aguas abajo de los puertos anteriores se ubica el puerto único de muestreo, también con buen sello.
- El largo total de las dos secciones anteriores no debe exceder 9 metros.
- Ambas secciones recién detalladas deben ser extremadamente limpiadas antes de someter el calefactor al muestreo definitivo (escobilladas)
- A continuación se ubica un ventilador con dámper, con capacidad aprox. 4 m³st/min

PROCEDIMIENTO ANTES DEL MUESTREO

- Determinación del tiro. Prepare el calefactor de acuerdo al Método CH-28, ubique la campana del túnel de dilución centralmente sobre la chimenea de la estufa. Opere el ventilador del túnel al flujo que se usará durante el muestreo. Mida el tiraje impuesto sobre el calefactor por el túnel (o sea la diferencia en el tiro medido con y sin ventilador operando). Ajuste la distancia a la campana de modo que el tiraje inducido sea menor que 0.005" de agua. Esto se realiza con la estufa sin fuego, con la puerta de carga cerrada y las entradas de aire totalmente abiertas.
- Captura de humo. Durante el período de ignición en el pre-test, definido en el Método CH-28, opere el túnel de dilución y observe el humo a la salida de la chimenea de la estufa, operando el calefactor con la puerta cerrada. Compruebe entonces que el 100 % del humo sea captado por la campana del túnel; si no ocurre así: ajuste la distancia entre la campana y la chimenea de la estufa, hasta que no se vea escapar humo. Luego, detenga el proceso de encendido del pre-test y repita la medición del tiro inducido ya descrita.
- Medición de velocidad. También durante el período de ignición en el pre-test, con el túnel de dilución operando, realice una travesa de velocidad para identificar el punto de velocidad promedio (que será usado para medir la velocidad durante la experiencia o corrida). Mida los diámetros del ducto para ambas travesas y calcule con éstos el área promedio del ducto. Coloque el Pitot en el centroide de la sección de medición por uno de los puertos (es recomendable realizar un chequeo de fugas en el sistema del Pitot) y determine la velocidad del gas; ajuste el dámper del ventilador del túnel hasta que la

velocidad sea aproximadamente de 220 m/min. Continúe leyendo el delta P y la temperatura hasta que la velocidad se mantenga constante por un minuto (cambio menor a 5%) y realice entonces una medición de velocidad completa de acuerdo al Método CH-2 (usando 4 puntos por travesía, Método CH-1). Verifique que el flujo resulte ser $4 \pm 0.45 \text{ m}^3/\text{N}/\text{min}$; si no es así, reajuste el dämpner del ventilador, mida nuevamente la velocidad y repita el esquema hasta lograrlo. La humedad de los gases se asumirá 4 %.

(Nota: si la tasa de quemado supera 3 kg/hr, se permite subir el flujo por el túnel y el diámetro del ducto, manteniendo la velocidad del gas en unos 220 m/min. Se recomienda que la razón másica de los promedios de flujo en el túnel y de la tasa de quemado sea menor que 150:1)

- Prueba de mediciones de velocidad. Después de conseguir que los resultados de la travesía de velocidad cumplan con los requerimientos de flujo, escoja un punto de velocidad promedio y coloque allí el pitot y la termocupla. Alternativamente, puede colocarlos en el centroide de la sección del ducto y calcular un factor de corrección de velocidad. Fije el pitot para que no se mueva durante la corrida y selle los puertos para evitar que entre aire. Alinee el pitot paralelo al eje del ducto en el punto de medición. Compruebe que esta condición se mantenga durante la corrida (a intervalos de 30 minutos aprox.). Monitoree la velocidad y temperatura durante el período de encendido en el pre-test para asegurar que se mantiene el flujo apropiado. Corrija si es necesario.

MUESTREO

Generalidades

- Marque la sonda para ubicarla en la posición correcta para muestrear.
- Se recomienda realizar un test de fugas antes de iniciar el muestreo, con un vacío de 5" Hg
- Se exige un test de fugas al finalizar cada corrida, con vacío de 5" Hg o al máximo vacío usado durante el muestreo (lo que sea mayor)
- Determinaciones generales.
- Determine la presión, temperatura y velocidad promedio de los gases en el túnel, como se indicó antes. La humedad del gas diluido en el túnel se asume 4 %, para realizar los cálculos de flujo

Operación del tren de muestreo

Coloque la sonda dentro del túnel en el centroide de la sección de muestreo y selle las aberturas alrededor de la sonda en el puerto de muestreo.

Inicie el muestreo de la corrida, manteniendo un flujo de muestreo proporcional al flujo del túnel de dilución (dentro del 10% de la razón de proporcionalidad inicial) y menos de 32° C en los filtros. El flujo inicial de muestreo será aprox 0,015 m³/min.

Anote los datos iniciales y finales en la planilla de muestreo; y los intermedios cada 10 minutos durante la corrida.

Compruebe, cada 30 minutos, el cero del manómetro y su nivel

Durante la corrida, haga ajustes para mantener la temperatura entre (o aguas arriba de) los filtros al nivel adecuado. (No cambie trenes de muestreo durante una corrida)

Al finalizar cierre la válvula de ajuste grueso, saque la sonda y corte la bomba de vacío, anote el valor final indicado por el medidor de gas y realice la prueba de fugas. También pruebe fugas en las líneas del Pitot.

Calcule el % de proporcionalidad PR para validar el muestreo. En general se espera que todos los valores estén dentro del 90% a 110%, pero se acepta hasta un 10% de valores hasta 80% o 120%. Si no es válido repita la corrida.

Recuperación de la muestra

Los dos filtros pueden tratarse juntos. El secado no debe extenderse más allá de 36 horas antes del pesado inicial, y finalmente se pesará a peso constante.

Sólo se lava con acetona interiormente, desde la boquilla hasta el segundo portafiltro.

El blanco de la acetona deberá ser a lo menos 50 ml.

Las aguas de la caja fría se usan sólo para determinar la humedad si se desea.

La masa del material particulado recolectado en la sonda de muestreo y los filtros se determina gravimétricamente.

Tiempos de Muestreo

Los tiempos de muestreo de un calefactor hay que diferenciarlos en tres etapas. La primera etapa consiste en quemar un calefactor durante diez horas con la finalidad de eliminar todos los restos de pintura, aceite u otros elementos que pueden alterar la concentración de material particulado. La segunda etapa consiste en determinar las tasas de quemado máxima, mínima e intermedias para proceder a realizar las pruebas que exige el método CH - 28. Esta etapa tiene una duración de tres días. Por último, está la tercera etapa que es la etapa de las mediciones. En general se realizan del orden de cinco pruebas por calefactor, y cada prueba, dependiendo de la tasa de quemado y del tamaño del calefactor, dura entre seis a 12 horas.

En resumen, un ensayo completo de un calefactor, aplicando esta metodología, dura entre siete y diez días, teniendo en consideración una jornada de trabajo de ocho horas.

3.2 Mediciones del Oxígeno y Monóxido de Carbono (O₂ y CO) en los calefactores que utilizan leña como combustible.

Las concentraciones Oxígeno y Monóxido de Carbono se determinan siguiendo el método CH-3A (Determinación de las Concentraciones de Oxígeno y de Dióxido de Carbono en Emisiones de Fuentes Estacionarias - Procedimiento de Análisis Instrumental), oficializado en la resolución exenta N°1.349/97 del Instituto de Salud Pública, que aprueba las Normas Técnicas que indica sobre metodologías de medición y análisis de medición de fuentes estacionarias.

La muestra de gas es extraída desde la chimenea por medio de una sonda, línea de muestreo y acondicionador de muestra.

Las concentraciones de Oxígeno se miden usando un analizador marca California Instruments, el cual posee celdas electroquímicas.

El rango del analizador de O₂ es:

0-25%

Las concentraciones de CO se miden usando un analizador infrarrojo con filtro de correlación marca Thermo Environment.

Los rangos del analizador de CO son los siguientes :

0-1000 ppm

0-10000 ppm

0-50000 ppm

3.3 Determinación de las tasas de quemado

Antes de medir las emisiones de un calefactor que utiliza leña como combustible, es necesario determinar las tasas de quemado que exige el método de certificación CH-28.

Las tasas de quemado se determinan en forma aproximada por pruebas realizadas durante el quemado de la pre-carga, con excepción de la tasa máxima, que resulta operando con el control de aire completamente abierto. Se verifica, en cada posición del control de aire evaluada, si se cumple aproximadamente con el valor promedio del rango establecido por el método CH-28 para cada categoría de quemado, y luego se marcan en los casos positivos.

Estos rangos de quemado son: tasa máxima (>1.9 kg/h), intermedia alta (1,25 a 1,90 Kg/h), tasa intermedia baja (0,8 a 1,25 Kg/h) y tasa mínima (<0.8 Kg/h).

La tasa mínima se busca llevando la regulación de aire cerca de su mínimo (en principio a unos 2 mm de la posición cerrado) y se varía lentamente hasta lograr que la estufa opere sin apagarse (como quemando brasas) y resulte una tasa de quemado inferior a 0,8 Kg/h.

La tasa intermedia – baja se busca abriendo ligeramente la regulación de aire más allá de la marca anterior y se mide la tasa resultante. Si no se logra un valor aproximado al valor promedio especificado para esta tasa (0,8 a 1,25 Kg/h) se cierra o abre ligeramente el control de aire hasta lograr cercanamente el valor deseado.

La tasa intermedia – alta (1,25 a 1,9 Kg/h) se determina en forma similar a la anterior.

Cabe hacer notar, que todas las estufas tienen un sistema de control del aire con un recorrido de la regulación entre 5 y 10 cm, pero en la realidad sólo hay regulación del aire de entrada en los primeros 10 mm.

3.4 Metodología para la medición de la cocina a leña

- La cocina está compuesta por un hogar de reducido tamaño de alta velocidad de quemado (comparado con las estufas de combustión lenta normalmente medidas), lo que impide aplicar el Método CH-28, ya que por su naturaleza resultan sólo tasas de quemado máximas. Cuenta con una parrilla inferior y una puerta de carga que se debe manejar cerrada (según el fabricante).

- Bajo el hogar, existe un cenicero con una puerta que puede ser usada como control de aire grueso.

- A continuación del hogar existe el espacio bajo la parrilla de calentamiento y un damper que puede evacuar los gases de escape a la chimenea o bien derivarlos hacia el horno de la cocina y luego hacia su escape por la chimenea. Las mediciones se realizaron con los gases pasando por el horno, para considerar la situación energética más eficiente.

- Se utilizó el Método CH-5G para medir las emisiones y éstas se realizaron en dos condiciones: puerta de control de aire cerrada y ¼ abierta, sin presentar gran diferencia. Cabe señalar que el túnel de dilución usado está pensado para quemar a tasas aproximadas a 3 Kg/h, lo que impidió operar con la puerta de control de aire más abierta.

- Como no se puede aplicar totalmente el Método CH-28, se realizaron las mediciones ingresando al hogar un trozo de eucaliptus aserrado de 2" x 4", con humedad controlada y de peso aproximado a 1 Kg, después de preparar una pre-carga de base a alta temperatura. Entonces se inicia y desarrolla el muestreo en la forma acostumbrada igual que en las estufas y cuando el palo se ha consumido, o sea se acerca el peso del remanente al valor de pre-carga (10 a 15 minutos), se agrega otro trozo de madera. Se repite esta situación hasta conseguir un muestreo aproximado de una hora, cortándolo al llegar aproximadamente al peso base de partida.

- No se presentan otras variantes en los muestreos realizados con la cocina.

3.5 Método para medir la eficiencia térmica

Para medir la eficiencia térmica de los calefactores se usó el método de certificación ASME Power Test Code for Steam Generating Units PTC 4.1 de 1964, también designado por el nombre de ANSI PTC 4.1 de 1974 reafirmado en 1985.

La eficiencia de combustión se define de la siguiente forma:

$$\text{Eficiencia} = 100 - \text{Pérdidas de energía (\%)}$$

Las pérdidas de energía son: Calor en los humos, por evaporación y sobrecalentamiento de la humedad producida por la combustión, por evaporación y sobrecalentamiento de la humedad de la leña, por combustión incompleta y por carbón sin quemar en las cenizas.

En Anexo 5 se presenta un detalle de las fórmulas que permitieron calcular la eficiencia térmica.

Por último, cabe hacer notar que esta metodología de cálculo fue propuesta por la Seremi de Salud de la Región Metropolitana.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS CALEFACTORES SOMETIDOS A LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

A continuación se entrega una breve descripción de los artefactos utilizados en los ensayos de laboratorio.

4.1 ESTUFA BOSCA

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

Fabricante del equipo : BOSCA CHILE S.A.
Nombre y Número del Modelo : RESERVADO
Peso : 87.35 Kg

DESCRIPCION DEL CALEFACTOR

Materiales de Construcción : Plancha de fierro, puerta con vidrio templado, templador fabricado en plancha de fierro con una perforación en la parte posterior por el cual ingresa aire en forma permanente, está recubierto con lana de vidrio en la parte superior y sello de fibra de resistente a la temperatura en la puerta. Posee refractarios sólo en las dos paredes laterales. No incluye equipo de abatimiento de emisiones. Funciona con las puertas cerradas (de acuerdo a información entregada por el fabricante).

Sistema de entrada de aire : Una entrada de aire regulable por la parte superior del calefactor por la parte de arriba de la puerta a la caja de fuego.
Una entrada de aire directo a través de una perforación, ubicada en la parte posterior del calefactor a un dispositivo denominado templador,

donde el aire es precalentado e inyectado directamente al lugar donde se realiza el quemado del combustible y combustión.

Sistema de control de la combustión	:	Control del aire
Otras características	:	Tiene un cenicero que recolecta las cenizas que caen a través de cuatro ranuras tipo celosías que posee en la parte inferior de la caja de fuego. El cenicero está sellado con una puerta de hierro.

DIMENSIONES DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Volumen	:	0,04866 m ³
Largo (cm)	:	40
Ancho (cm)	:	38
Alto (cm)	:	42
Ajustes (describa)	:	Control de aire primario

Observaciones:

- * Al realizar las primeras mediciones se constató que el artefacto en la tasa mínima de quemado se apaga y humea durante todo el ensayo, suponiendo ciertas fallas en su construcción.
- * A través de CONAMA se notificó al fabricante, con objeto de que señalara si el artefacto funciona del modo indicado o se trata de un desperfecto. El fabricante señaló que era una exigencia de los consumidores.
- * Se optó por medir otro artefacto del mismo modelo.
- * Al verificar el segundo artefacto, se puede decir que corresponde al mismo modelo del primero, la diferencia básicamente corresponde a que la entrada de aire fijo a través del templador no permite que el calefactor se apague, obteniendo tasas de quemado mínimas superiores a 1 kg/h.

4.2 ESTUFA AMESTI

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

Fabricante del equipo	:	C DE A Ingeniería Ltda.
Nombre y Número del Modelo	:	RESERVADO
Peso	:	71.25 Kg

DESCRIPCION DEL CALEFACTOR

Materiales de Construcción : Plancha de fierro, puerta con vidrio templado, templador fabricado en plancha de fierro con una perforación en la parte posterior por el cual ingresa aire en forma permanente y sello de fibra resistente a la temperatura en la puerta. La caja de fuego de esta estufa es semicilíndrica. Posee refractarios alrededor de la pared semicilíndrica. No incluye equipo de abatimiento de emisiones. Funciona con las puertas cerradas (de acuerdo a información entregada por el fabricante).

Sistema de entrada de aire : Una entrada de aire por la parte superior del calefactor por la parte de arriba de la puerta al hogar.
Una entrada de aire directa al templador , a través de una perforación, ubicada en la parte posterior del calefactor

Sistema de control de la combustión : Control del aire

Otras características : No tiene.

DIMENSIONES DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Volumen : 0,031337 m³
Largo (cm) : 35
Ancho (cm) : 40
Alto (cm) : 30
Ajustes (describa) : Control de aire primario

Observaciones: No hay.

4.3 ESTUFA PUCON**IDENTIFICACION DEL EQUIPO**

Fabricante del equipo : Empresas MVM S.A.
Nombre y Número del Modelo : RESERVADO
Peso : 70.35 Kg

DESCRIPCION DEL CALEFACTOR

Materiales de Construcción : Plancha de fierro, puerta con vidrio templado, templador fabricado en plancha de fierro con una perforación en la parte posterior por el cual ingresa aire y sello de fibra resistente a la temperatura en la puerta. Posee refractarios en las dos caras laterales y en la posterior de la caja de fuego. No incluye equipo de abatimiento de emisiones. Funciona con las puertas cerradas (de acuerdo a información entregada por el fabricante).

Sistema de entrada de aire : Una entrada de aire regulable por la parte superior del calefactor por la parte de arriba de la puerta al hogar.
Una entrada de aire permanente entra directo al templador, a través de una perforación, ubicada en la parte posterior del calefactor.

Sistema de control de la combustión : Control del aire

Otras características : Tiene un cenicero que recolecta las cenizas que caen a través de unas ranuras que posee en la parte inferior de la caja de fuego. El cenicero está sellado con una puerta de fierro.

DIMENSIONES DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Volumen : 0,0399 m³
 Largo (cm) : 40
 Ancho (cm) : 34
 Alto (cm) : 29
 Ajustes (describa) : Control de aire primario

Observaciones:

- * Al realizar las primeras mediciones se constató que el artefacto no va a reflejar los resultados de emisiones adecuadas, debido a que hay entrada de aire falsa a través del cenicero, suponiendo ciertas fallas en su construcción.
- * A través de CONAMA se notificó al fabricante, con objeto de que señalara si el artefacto funciona del modo indicado o se trata de un desperfecto. El fabricante señaló que se trataba de un desperfecto.
- * Se optó por medir otro artefacto del mismo modelo.
- * Al verificar el segundo artefacto, se volvió a llamar al fabricante, ya que el templador no correspondía, era más pequeño que el del primer artefacto. El fabricante, señaló que no correspondía y procedió a cambiarlo por uno del mismo tamaño que el de la primera estufa.
- * Realizados los cambios se puede decir que corresponde al mismo modelo del primer artefacto, las diferencias básicamente se presume que corresponden a que la puerta del cenicero estaba bien sellada.

4.4 ESTUFA GERTEN

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

Fabricante del equipo : Calefactores Gerten
 Nombre y Número del Modelo : RESERVADO
 Peso : 71.95 Kg

DESCRIPCION DEL CALEFACTOR

Materiales de Construcción : Plancha de fierro, puerta con vidrio templado, templador fabricado en plancha de fierro con una perforación en la parte posterior por el cual ingresa aire y sello de fibra resistente a la temperatura en la puerta. No incluye equipo de abatimiento de emisiones. Funciona con las puertas cerradas (de acuerdo a información entregada por el fabricante).

Sistema de entrada de aire : Una entrada de aire por la parte superior del calefactor por la parte de arriba de la puerta al hogar.
 Una entrada de aire directa al templador , a través de una perforación, ubicada en la parte posterior del calefactor

Sistema de control de la combustión : Control del aire

Otras características : No tiene.

DIMENSIONES DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Volumen : 0,051706 m³
 Largo (cm) : 38
 Ancho (cm) : 43
 Alto (cm) : 33
 Ajustes (describa) : Control de aire primario

Observaciones:

- * Al realizar las primeras mediciones se constató que con el artefacto en su tasa máxima de quemado (3.08 kg/h), se observan llamas en los primeros 10 cm del cañón de evacuación de los gases.

4.5 COCINA GROSS

IDENTIFICACION DEL EQUIPO

Fabricante del equipo : Sociedad Tecno Industrial Gross S.A.
 Nombre y Número del Modelo : RESERVADO
 Peso : 108.60 Kg

DESCRIPCION DE LA COCINA

Materiales de Construcción: La cocina está compuesta por un hogar de reducido tamaño, fabricado con planchas de fierro recubiertas con cemento refractario. Cuenta con una parrilla inferior y una puerta de carga que se debe manejar cerrada (según el fabricante). Bajo el hogar, existe un cenicero con una puerta que puede ser usada como control de aire grueso. A continuación del hogar existe el espacio bajo la parrilla de calentamiento y un damper que puede evacuar los gases de escape a la chimenea o bien derivarlos hacia el horno de la cocina y luego hacia su escape por la chimenea.

Sistema de entrada de aire : Aire entra por una puerta donde está el cenicero, el ingreso es a través de la parrilla.

Sistema de control de la combustión : Control grueso del aire

Otras características : No tiene

DIMENSIONES DE LA CAMARA DE COMBUSTION

Volumen	:	0,01118 m ³
Largo (cm)	:	35
Ancho (cm)	:	19
Alto (cm)	:	13
Ajustes (describa)	:	Control grueso de aire primario

Observaciones: No hay.

5. RESULTADOS

A continuación, en Tablas 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los distintos ensayos realizados en el laboratorio. Cada tabla presenta los resultados de un equipo. En Anexo 2 se presenta un ejemplo de cálculo que explica cómo se obtuvieron los resultados y en Anexo 3 se presenta un detalle de cada uno de los ensayos realizados a los distintos artefactos.

Los parámetros medidos son:

- Material particulado (MP10) Si bien los métodos señalan PTS, existen fundados antecedentes para indicar que se trata de MP10. Cerca del 90% de las emisiones de calefactores a leña son menores a un micrómetro (se trata de nanopartículas), el resto se distribuye en diámetros menor que 10 micrómetro.
- Monóxido de carbono (CO)
- Eficiencia térmica (%)

500740

TABLA 5.1

**RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UN CALEFACTOR DE COMBUSTION LENTA
CALEFACTOR "A - 1"**

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.26	12.18	285.9	4.67	3.71	13120	66.9
1.32	16.93	213.8	3.75	2.84	5990	60.0
1.46	14.03	316.0	6.18	4.23	7430	61.5
2.63	26.40	93.4	3.24	1.23	3760	63.1
Promedio ponderado según CH-28			4.66			

TABLA 5.2

**RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UN CALEFACTOR DE COMBUSTION LENTA
CALEFACTOR "A - 2"**

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.17	11.42	185.0	2.85	2.44	8370	71.7
1.30	14.65	143.0	2.52	1.94	9500	66.0
1.39	14.20	358.0	6.61	4.76	13870	68.0
1.66	19.48	89.3	2.00	1.20	4210	64.0
Promedio ponderado según CH-28			3.20			

000741

TABLA 5.3

**RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UN CALEFACTOR DE COMBUSTION LENTA
CALEFACTOR "B"**

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
0.61	6.99	290.6	2.12	3.48	25880	59.0
0.81	8.62	127.2	1.26	1.56	26560	59.5
1.19	10.11	132.7	2.06	1.73	11340	71.5
1.60	13.14	170.7	3.51	2.19	18010	67.8
1.86	21.90	228.0	5.48	2.95	5860	56.1
Promedio ponderado según CH-28			2.54			

TABLA 5.4

**RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UNA COCINA
CALEFACTOR "C"**

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
3.18	70.75	106.2	4.49	1.41	218	52.7
3.64	86.67	131.2	6.44	1.77	181	46.7
3.85	81.42	147.3	7.57	1.97	501	49.5
Promedio según CH-28			6.17	1.72	300	49.6

TABLA 5.5

300742

RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UN CALEFACTOR DE COMBUSTION LENTA
CALEFACTOR "D-1"

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.17	15.13	437.8	6.54	5.59	13990	58.8
1.68	20.18	310.8	6.76	4.02	20540	53.5
2.80	22.72	214.4	7.58	2.71	21100	62.4
3.06	32.47	217.4	8.93	2.92	7910	52.8
Promedio ponderado según CH-28			6.74			

TABLA 5.6

RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UN CALEFACTOR DE COMBUSTION LENTA
CALEFACTOR "D-2"

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
0.86	8.54	2042.0	21.80	25.35	25400	66.0
1.60	18.64	1660.0	35.58	22.24	12230	61.9
Promedio			28.69	23.80	18815	64.0

TABLA 5.7

**RESUMEN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES y
DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA TÉRMICA
EN UN CALEFACTOR DE COMBUSTION LENTA
CALEFACTOR "E"**

TASA QUEMADO (Kg/h)	FLUJO	EMISIONES				EFICIENCIA
	m ³ N/h bases seca	MP10 (mg/m ³ N al 13 % de O ₂)	MP10 (g/h)	MP10 (g/Kg de leña)	CO (ppmv)	%
1.39	19.71	497.7	9.11	6.55	6500	58.9
1.47	16.03	184.6	3.57	2.43	8570	66.4
1.50	22.99	204.4	3.93	2.62	14200	54.9
2.16	30.63	121.0	3.54	1.64	3400	56.2
3.08	46.40	135.6	5.85	1.90	3000	51.0
Promedio ponderado según CH-28			5.01			

**6. PRINCIPALES COMENTARIOS A PARTIR DE LAS MEDICIONES
REALIZADAS.**

A continuación se entregan los principales comentarios que se pueden formular a partir de los ensayos llevados a cabo.

- Las mediciones realizadas a los distintos artefactos permitieron aplicar y validar los métodos de medición que se han propuesto en el anteproyecto de la norma.
- La mediciones realizadas a los distintos artefactos permitieron conocer información de línea base de las emisiones en laboratorio de los artefactos existentes en el mercado.
- Cada vez que se somete un calefactor a ensayos con el método CH-5 G, hay que ser muy minucioso en el limpiado de los distintos tramos de la chimenea.
- Para mantener una temperatura inferior a los 32 °C en los filtros que recolectan el material particulado fue necesario hacer una modificación al método, utilizando una sonda refrigerada para extraer la muestra.
- Para no tener problemas con el PR (porcentaje de proporcionalidad) es necesario cada treinta minutos chequear el cero del manómetro del delta P.
- El método CH-5 G comparado con el CH 5 H, es un método de medición de emisiones de material particulado simple, seguro, con buena reproducibilidad y confiable.

- Existen calefactores que tienen problemas de fabricación, tales como entradas de aire falso a través de un cenicero, control de aire se traba con la temperatura y no permite hacer regulaciones de la tasa de quemado, entrada de aire directo al templador no permite obtener tasas de quemado inferiores a 1,0 kg/h, tasas máximas de quemado provocan llamas en el cañón de evacuación de gases.
- De acuerdo a los señalado por fabricantes y constatado en el laboratorio, existen calefactores de un mismo modelo que tienen diferencias de construcción, las cuales inciden fuertemente en las emisiones. Esto se puede deber a que el control de calidad de producción en fabrica no es confiable.
- Existen calefactores que permiten obtener tasas de quemado inferiores a 0.8 Kg/h, en las que humean durante todo el desarrollo de la prueba y se apagan; y otros del mismo modelo y fabricante, en que las tasas de quemado mínimas son superiores a 1.0 Kg/h y no se apagan.
- Si bien no es una conclusión de los resultados del estudio, a partir de otras mediciones realizadas por SERPRAM a un calefactor del mismo fabricante y modelo, medido con los métodos CH-5 G y CH-5 H, dió valores más altos de emisiones de material particulado con el método CH-5 H.
- El método de medición CH- 5 G es mucho más simple que el CH-5H, sobre todo en la etapa de recuperación de la muestra. El método CH- 5 G no utiliza reactivos químicos tóxicos como SO₂ y diclorometano.
- La eficiencia térmica de los calefactores medidos es superior a la calculada, ya que no se considera como parte de la estufa los 2 m de cañón que quedan al interior del recinto. Hay que tener en cuenta que en este tramo de cañón hay transferencia de calor hacia el interior del recinto calefaccionado.
- Si bien el método de certificación CH-28 y el método de medición CH-5G son sólo para medir calefactores a leña, puede ser utilizado para medir una cocina teniendo en consideración sólo tasas máximas de quemado.



GOBIERNO DE CHILE
SERVICIO DE SALUD DEL AMBIENTE
REGION METROPOLITANA

Calidad del Aire
Norma de calefactores a leña

INFORME 2

Santiago, 25 julio 2006

Observaciones respecto de mediciones realizadas por Serpram:

1. Toda información que provenga de las mediciones respecto de los equipos es útil para el fortalecimiento del respaldo a la norma, más aun si los equipos escogidos corresponden a equipos representativos y muy utilizados por la gente.
2. No se puede "RELAJAR" el procedimiento de elección al azar de los equipos a ser medidos, incluso debe explorarse la posibilidad de medir equipos que pudieran estar en "vitrina" en tiendas en esta etapa de mediciones de referencia.
3. Se debe registrar todo evento que se considere importante, como fue señalado con anterioridad, detectar fallas en diseño es fundamental, más aun si los fabricantes piensan que no es posible mejorar lo actual.
4. Es muy importante no aceptar modificaciones a los equipos a medir, no se trata de un estudio para lograr mejoras, en caso de disconformidad aceptar cambio de equipo pero teniendo el cuidado de seguir el procedimiento de elección al azar (pto 2).
5. No aceptar equipos o anexos a equipo que modifiquen operación de calefactor, por ejemplo, restrictor de flujo. El equipo debe ser medido como pueda ser operado considerando las tasas del método, si no se pudiera medir en todas las tasas, informar lo sucedido y medir en las tasas posibles, señalando la situación e indicando la razón probable.
6. Respecto de las diferencias que pudieran presentarse en las mediciones realizadas con método CH- 5h y con CH-5g, se considera que ambos métodos pueden ser comparables teniendo ciertas precauciones respecto de la forma en como es capturado el particulado y el tipo de particulado que es capturado, no se debe dejar de tomar en cuenta que estos métodos no pretenden medir lo realmente emitido a la atmósfera como lo operará el usuario del equipo, sino, que permiten medir equipos dado un protocolo para su certificación, esto es, poder comparar los montos de MP que emiten los equipos operados de "similar" forma.

Además, los equipos fueron medidos con el método 5H hace varios años y no sabemos si el diseño de los equipos se ha mantenido con el tiempo para un mismo modelo, o si las estufas actuales del mismo modelo son exactamente iguales entre sí, entonces, no es de extrañar que los resultados sean diferentes.

Minuta: Informa visita a fabricas de artefactos de combustión a leña.
Viernes 17 Marzo / 9:00-13:30 hrs.

300740

Profesionales CONAMA:

- Cecilia Barrios, CONAMA R.M.
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA

Objetivos de la visita:

- Conocer línea de producción y modelos de Trotter y MVM.
- Apoyar selección de 3 artefactos a medir.

Contactos en las fabricas:

Enlozados Industriales Ltda. ALBIN TROTTER. Contacto: Raúl Quevedo. Fono: 7723795.
 Dirección: Andrés Bello 3626. Carrascal.

Calefactores Pucón (MVM). Contacto: Joaquín Perelló. Fono: 7325531. Dirección:
 Panamericana Norte 1515. Independencia.

Enlozados Industriales Ltda. ALBIN TROTTER

- Producto: calefactores de combustión a leña
- Año inicio comercialización: 2004.
- Descripción: producción manual en base a matrices.
- Producción actual: 1.000 unidades anuales que vende a TROTTER.
- Modelos: 4.
- Trabaja con concepto de calidad en cuanto a prestaciones del artefacto. Todos los materiales son importados (pintura, vidrio, fierro, otros).
- Época de Producción: Temporada de invierno: 1) desarrollo de nuevos productos para próxima temporada; 2) comercialización. Temporada primavera – verano: producción.
- Precio mínimo y máximo de producto: \$160 - \$260 mil.
- Destino producto: medio, medio alto.

Medición de Artefactos: Entregan a profesional de CONAMA, informe de medición realizado el 30 de enero de 2004. Se solicitó confidencialidad. Las mediciones fueron realizadas por la USACH y presenta resultados sobre análisis de parámetros de combustión.

Calefactores Pucón (MVM)

- Producto: calefactores de combustión a leña
- Año inicio comercialización: 2003.
- Descripción: producción manual en base a matrices.
- Producción actual: 15.000 unidades anuales
- Canales de distribución (actual): D&S , Groven (LIDER), TROTTER (TROTTER), RECO (Falabella), GARRETY (Sodimac), Tempy (DIN), PUCON (ABC) y otros canales zonales (como por ejemplo tiendas regionales: Germany (Gejman) en la ciudad de Temuco).
- Modelos: 24.
- Cajas de combustión: 4.
- Precio mínimo y máximo de producto: no se indica.

Medición de artefactos: Señalan que han iniciado proyecto CORFO sobre Innovación Tecnológica junto a la Universidad UTFSM, fabricante SUECO de artefactos y distribuidores de los productos. El proyecto tiene 3 meses de ejecución, tiene por objeto introducir mejoras en modelos que se comercializan actualmente y en optimizar diseño de futuros productos. De acuerdo a información entregada verbalmente, Pucón ocupa el 25% del mercado local de calefactores distribuidos desde La Serena a Pta. Arenas.

Términos de Referencia

Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales

1. Antecedentes

Fundado en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y el reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión del año 1996, CONAMA ha coordinado la dictación de un número importante de normas, encontrándose en este minuto, entre otras, en la elaboración de una norma titulada "Norma de emisión de material particulado y monóxido de carbono para artefactos de combustión de uso residencial que operan con biomasa-leña".

Uno de los antecedentes que se ha estimado relevante es la medición de artefactos, con objeto de conocer información de línea de base de las emisiones en laboratorio de algunos artefactos existentes en el mercado; también como un insumo para realizar el análisis global del impacto económico y social de la norma (AGIES) y para validar los métodos de medición propuestos (métodos CH-28, 5G-EPA y CH-3A).

Los criterios para seleccionar los calefactores a medir corresponden a: tecnología, participación en el mercado, costo, tamaño y características particulares.

En el caso de las cocinas, no se cuenta con antecedentes sobre resultados de medición con algún método. Los resultados obtenidos en la presente consultoría servirán como primer paso para superar este déficit de información.

2. Objetivos

Medir artefactos de combustión con objeto de contar con resultados que permitan:

- a) Aplicar y validar los métodos de medición que se han propuesto en el anteproyecto de la norma.
- b) Conocer información de línea de base de las emisiones en laboratorio de los artefactos existentes en el mercado.
- c) Contar con un insumo para realizar el análisis global del impacto económico y social de la norma (AGIES).

3. Especificación del servicio de medición

3.1 Artefactos a medir: se medirán 5 artefactos, correspondientes a una cocina y cuatro calefactores, los que serán proporcionados al laboratorio por CONAMA. Estos equipos deberán ser devueltos una vez realizadas las mediciones.

3.2 Medición de la cocina: Atendiendo que la medición de este tipo de artefactos tiene mayores incertezas en cuanto a la aplicación de los métodos, se espera que el consultor prepare un capítulo específico y concluya sobre la factibilidad de aplicación del método e interpretación de resultados.

3.3 *Contaminantes a medir y método de medición:* los contaminantes a medir, el método de medición y la unidad de expresión de los resultados se señalan en la siguiente tabla.

Tabla 1:

Contaminantes a medir	Método	Unidad
Material particulado	5G-EPA	- g/hr - g/kg - g/m ³ normalizado a un 13% de O.
Monóxido de carbono	CH3-A con instrumental	- g/hr - g/kg - g/m ³ normalizado a un 13% de O.
Eficiencia Térmica	ANSI PTC 4.1	%
Banco de pruebas	CH-28	--

Es fundamental la aplicación del método, por dicha razón la primera medición que se realice servirá para validar y adaptar posibles aspectos de los métodos propuestos.

3.3 *Informe de Medición:* el consultor deberá entregar un informe de los resultados de medición señalando como mínimo:

- Aquellos aspectos identificados en los métodos para cada parámetro.
- Entregar una propuesta de un procedimiento para determinar las tasas de quemado.
- En el caso de la cocina, se entregarán recomendaciones para aplicar los métodos propuestos.

El informe se entregará en tres copias en formato impreso junto a su versión electrónica, tanto en versión de Microsoft Word (extensión .doc) como en Acrobat Reader (extensión .pdf) en un medio digital (CD), el cual contendrá toda la información de respaldo.

4. Plazos

El plazo total para la realización de este estudio corresponde a 11 semanas. Se contempla que las mediciones deben iniciarse en el año 2005.

Ítem/semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Preparación de pruebas	x										
Artefacto 1		x	x								
Artefacto 2				x	x						
Artefacto 3						x	x				
Artefacto 4								x	x		
Artefacto 5										x	x
Reuniones con contraparte	x		x		x		x		x		x
Informe de resultados											x

Durante el estudio el consultor deberá mantener una comunicación fluida, via e-mail, con la contraparte técnica de CONAMA, indicando los problemas o dificultades que ocurran durante el desarrollo de las mediciones, los resultados parciales de los análisis y de otros hechos relevantes a informar.

CONAMA o el equipo consultor podrán solicitar reuniones extraordinarias durante el desarrollo de las mediciones.

5. Presupuesto y Forma de Pago

El presupuesto asciende a la suma de \$ 3.700.000 (tres millones setecientos mil pesos) que se pagarán de la siguiente forma:

- Un 50% es decir, 1.850.000 (un millón ochocientos cincuenta mil pesos), que se pagará a la firma del contrato.
- El otro 50%, se pagará una vez aprobado el informe de la presente consultoría.

El consultor deberá presentar una boleta de garantía bancaria o póliza de seguro con el objeto de garantizar el fiel cumplimiento del contrato, una vez que le sea adjudicado el Estudio, a nombre de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, por un monto equivalente al 10% del monto total del presente estudio.

6. Contraparte Técnica

La contraparte técnica de este estudio será liderada por CONAMA. Sin perjuicio, las siguientes instituciones participarán como contraparte: Ministerio de Salud, Seremi de Salud Región Metropolitana e Instituto de Salud Pública.

7. Perfil del ejecutor

Al respecto se considerará como requisito que la empresa ofertante cuente con un laboratorio con las instalaciones que permitan realizar las mediciones de los métodos propuestos.

8. Términos de Referencia preparados por:

- Unidad de Control de la Contaminación CONAMA Región de La Araucanía.
- Departamento de Control de la Contaminación CONAMA Dirección Ejecutiva.

00750

Reunión comité operativo. 13 de septiembre de 2006

La reunión se realizó en Santiago, en las oficinas de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Teatinos 258, 5° piso.

Asistentes:

- Miguel Camus, ISP
- Jeanne Verdugo O., MINVU
- Enrique Rojas Flores, Seremi de Salud RM
- Juan Manuel Olguín Alvear, Seremi de Salud RM
- Jaime Telléz, Seremi MINVU RM
- Nicolas Schiappacasse, CONAMA IX
- Carolina Gómez, CNE
- Ignacio Urrutia, CONAMA rm
- Conrado Ravanal, CONAMA
- Jorge Troncoso, CONAMA
- Natalia Fernández, CONAMA
- Cecilia Barrios, CONAMA RM
- Maritza Jadrijevic, CONAMA
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA

Temas:

1. Resultados de estudio de medición realizado por SERPRAM
2. Algunos aspectos asociados al Método CH-28
3. Ventajas en el uso del método CH-5G
4. Unidades para expresar los valores de emisión
5. Revisión de extracto y avance de la versión de anteproyecto norma

Conclusiones y compromisos:

1. Se adjunta minuta con los aspectos más relevante sucedidos durante la medición. Se hace ver que la futura norma no puede hacerse cargo de un sistema de calidad, el cual con lo sucedido con los artefactos de dos empresas, pareciera que se carece de tal control sobre los productos. Se hace ver además que algunas tasas mínimas de los artefactos no fue posible medir.
2. El método CH-5G (túnel de dilución) de presenta ventajas respecto al CH-5H (medición directa en el efluente), pues es más económico, requiere menor tiempo y considera la masa de material particulado condensable. Se adjunta documento EPA, que además señala que le método CH-5G presenta mayor confiabilidad y precisión.
3. Respecto al método CH-28, para preparar el ensayo y acondicionar el combustible, persisten dudas sobre su utilidad y aplicación en la norma, pues se aleja de las emisiones que ocurren durante una operación real, dado que para obtener la tasa de emisión total de material particulado se ponderan las cuatro tasas medidas. La ponderación no refleja la resultante que da entre las distintas tasas. Se analiza y propone que debería comprobarse que para cada tasa emitida se cumple el valor norma.

MINUTA: Informa sobre aspectos relevantes durante la medición de artefactos en el contexto del estudio: Ensayos de medición en artefactos de combustión de uso residencial que opera con leña. SERPRAM, 2006.

A continuación se presentan algunos de los principales aspectos relevantes de registrar, durante la medición de los artefactos.

1. **Selección de artefactos:** los criterios para seleccionar los calefactores a medir corresponden a participación en el mercado, canales de venta, costo accesible y tamaño. Profesional de CONAMA, Srta. Carmen Gloria Contreras, realiza visita a AMESTI, TROTTER y MVM y en conjunto con el fabricante se selecciona el modelo a medir. En el caso de TROTTER, se descartó medir algún artefacto dado principalmente al nivel de producción respecto a los otros fabricantes. BOSCA fue visitado con anterioridad. En el caso de las cocinas, no se cuenta con antecedentes sobre resultados de medición con algún método.
2. **Auditorías a las mediciones:** Los señores Juan Manuel Olgún y Enrique Rojas, de la SEREMI de Salud RM, realizaron las auditorías respectivas durante la medición de los artefactos en el laboratorio de SERPRAM. Por otro lado, la contraparte
3. **Respecto a la medición de artefactos** Lo siguiente es un resumen de lo informado por el Sr. Manuel Martínez, jefe de proyecto del estudio:
 - a. **AMESTI:** Se detectó que había arrastre de partículas que se van acumulando en el caño, sobretodo donde están instalados los deflectores. Al limpiar, se repitió dos veces la prueba de mínima y los resultados bajaron considerablemente. Conclusión: antes de cada prueba se realiza limpieza de los caños.
 - b. **BOSCA¹:** se detectó problemas en las pruebas realizadas al calefactor Bosca 380. Las pruebas en tasa mínima dieron valores de emisión altos. Se cree que el calefactor Bosca, tiene algún problema técnico o de fabricación, del cual el laboratorio no fue capaz de detectar. El laboratorio recomendó avisar esta situación al fabricante con objeto de realizar pruebas en otro artefacto del mismo modelo. Se comunicó la situación a BOSCA (Sr. Juan Breque). No obstante, BOSCA no se pronuncio ni envió un nuevo artefacto.
 - c. **MVM-calefactores Pucón²:** El calefactor Pucón al parecer presenta un problema de fabricación, ya que siempre está entrando aire por un cenicero. Esto ha creado problemas con la prueba de máxima tasa de quemado, donde se han alcanzado altas temperaturas (800 ° C) a 10 cm de la salida de los gases. Después de realizada una prueba de tasa de quemado intermedia (1.6 Kg/hora), se detectó un arrastre de cenizas causado por la turbulencia e ingreso de aire frío a través del cenicero, lo que generó una recolección de gran cantidad de partículas. Revisando el sello del cenicero se observa que tiene fugas. Se realizará una prueba con el 100 % del control de aire primario cerrado. Se recomendó avisar al dueño del calefactor que repare esta anomalía o en caso contrario que indique si el artefacto funcionan así. El fabricante cambio el calefactor, se constató que el nuevo calefactor Pucón no es diferente al anterior. Con el control del aire totalmente abierto tiene una tasa de quemado de 3 Kg/h y totalmente

1 Manuel Martínez informa por e-mail a Contraparte de Estudio. 19.07.06.

2 Manuel Martínez informa por e-mail a Contraparte de Estudio. 21.07.2006

cerrado da una tasa de quemado de 1.6 kg/ h. Los filtros salen negros, similares a las mediciones anteriores. Esta estufa no permite tener las cuatro tasas de quemado que exige el método, para poder conseguir las se tendría que poner un restrictor de flujo en el caño de salida de los gases. El fabricante de calefactores Pucón pidió que no comenzáramos con las mediciones, ya que el templador que viene con la estufa es uno corto, el que según él, no corresponde y tiene que cambiarlo. El equipo venía embalado de fábrica listo para su venta.

- d. **Cocina GROSS:** Un palo de 1.25 kg se quema en 10 minutos. Por lo tanto, se realizó una prueba comenzando con 500 g de brasas y agregando seis cargas de 1.25 Kg. Los palos se agregan a medida que se van consumiendo. Esta prueba se repitió tres veces para ver su reproducibilidad.
4. **Perforación a los artefactos a ensayar:** Antes de realizadas estas mediciones se perforaban los artefactos de prueba. De acuerdo a lo señalado en el Método 28 artículos 6.5 y 6.4.1, no es necesario hacer perforaciones al equipo pues solo requiere medir temperaturas superficiales a fin de hacer seguimiento al proceso de quemado del combustible; además el método señala que el tiempo entre corridas deberá ser de una hora.
5. **Pronunciamento de la contraparte:** En un escenario "con norma", la regulación no se hace cargo del control de calidad de los productos, en otras palabras, el artefacto nuevo corresponde a un "modelo representativo" que se somete a una medición para establecer si cumple o no cumple. En el caso que un "modelo representativo" no cumple, el fabricante opta por hacer mejoramiento al "modelo representativo" y volver a medirlo hasta que cumpla. No obstante, en el procedimiento de control y fiscalización que se propone para la norma, el laboratorio autorizado deberá notificar al fiscalizador de los resultados para ese modelo representativo.
6. **Documentos que complementan la medición:** Review of Wood Heater and Fireplace Emission Factors (estudio experimental que señala resultados entre los métodos 5H y 5G). Se adjunta.

Review of Wood Heater and Fireplace Emission Factors

000753

James E. Houck
OMNI Consulting Services, Inc., 5465 SW Western Avenue, Beaverton, OR 97075
houck@OMNI-Test.com

John Crouch
Hearth Products Association, 7840 Madison Avenue, Fair Oaks, CA 95628
crouchpa@ix.netcom.com

Roy H. Huntley
U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards (MD-14)
Research Triangle Park, NC 27711
huntley.roy@epa.gov

ABSTRACT

Wood heater and fireplace air pollutant emissions factors that are generally used in the calculation of emission inventories are those compiled in the U.S. Environmental Protection Agency's AP-42 and Locating and Estimating (L &E) documents. For a number of pollutants the AP-42/L&E emission factors for wood heaters and fireplaces are based on a limited number of tests on few models. In addition, much of the data making up the wood heater emission factor database are from older models.

In particular, two significant emission factor categories, which have a wider and more current database than is represented in the EPA documents, are polycyclic organic matter (POM) from wood heaters, and particles and carbon monoxide from fireplaces. Residential wood combustion (RWC) has been implicated as a major source of POM. New POM data for Phase 2 certified stoves and another conventional stove are now available that allow for the revision of POM emission factors.

Fireplace emissions are becoming of increasingly more importance due to the fact fireplaces are installed in the construction of new homes. The number of fireplaces is growing more rapidly in comparison with the number of wood stoves. Already, in the South and West census regions nearly one quarter of the total cordwood used for RWC is burned in fireplaces. By using data from reports that were not widely distributed and from new reports, particulate and carbon monoxide emission factors for fireplaces were developed based on a largely expanded number of individual fireplace tests.

The appropriateness of expressing particulate emissions as "5H equivalent" was also evaluated. Method 5H is a wood heater certification method not a method designed to provide real-world particulate emission values.

A large number of fireplaces use manufactured wax/sawdust firelogs for fuel. No emission factors for wax/sawdust firelogs have been included in AP-42. Emission data for the use of manufactured wax/sawdust firelogs are provided here. These emission data are significant not only because manufactured firelogs are widely used but because they also provide emission reductions when used in lieu of cordwood.

INTRODUCTION

Air pollution emission factors for residential wood combustion (RWC) need to be revised for three primary reasons: (1) Limited data have been used to represent a large number of appliances and

variables. There are many hundreds of types or models of wood burning devices in use, many dozens of tree species are commonly used for wood fuel, draft characteristics vary from home to home (chimney conditions), household altitude is variable, there are variations in fuel wood seasoning and storage practices (wood moisture), and there are wide variations in the home occupants operation of wood burning devices (burn rate, burn duration, damper setting, kindling approach, etc.). Each of these parameters have significant impacts on combustion conditions and will change emissions. The measurement of emissions from a very limited number of models and burning conditions to represent the estimated 9.8 million wood stoves, 7.3 million wood burning fireplace inserts, 27 million wood burning fireplaces without inserts, and 0.3 million pellet stoves in homes (1999) in the United States has the potential of producing very non-representative emission data. (2) Semi-volatile organic compounds as well as water soluble organic compounds, such as alcohols, aldehydes and organic acids, make up a very large fraction of RWC emissions. The choice of sampling approaches changes the capture efficiency of emissions and the partitioning between gas and particulate phases. For example, there have been a number of different particulate sampling approaches which will produce different emission factors for the same set to test conditions., and, (3) Since 1990 there has been considerable improvement in new RWC appliance performance, i.e., lower emission factors, which is not represented adequately in the EPA emission factor compilations simply due to the age of many studies. Related to this is the fact that the federal wood heater certification manufacturing and sale requirements were put in place between 1988 and 1992. Studies prior to this generally did not evaluate current state-of-the-art appliances. In addition, there is general recognition that there has been improvement in both cordwood and pellet stoves since the first introduction of high technology models in the late 80's and early 90's.

It is beyond the scope of this limited paper to provide revised emission factors for all air pollutants for all RWC appliance types. Four topics were selected to illustrate the revisions and improvements possible in RWC emission data. These were: (1) POM emissions from wood heaters, (2) particles and carbon monoxide from fireplaces, (3) emission data from manufactured wax/sawdust firelogs burned in fireplaces, and, (4) an evaluation of the effects of particulate sampling approaches on emission factors.

POLYCYCLIC ORGANIC MATTER FROM WOOD STOVES

Residential wood combustion has been identified as a source of polycyclic organic matter (POM). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) are a subset of POM. Sixteen (and seven) specific PAH compounds have been used as indicators of POM emission levels and they are generally used in emission inventories in that role. They are referred to as 16-PAH and 7-PAH. The seven compounds that make up the 7-PAH group are carcinogens.

Emission factors for a number of PAH compounds for conventional, catalytic and high technology non-catalytic stoves have been compiled in AP-42¹. 16-PAH and 7-PAH emission factors based on that PAH data are provided in EPA's Locating and Estimating (L & E)document². Review of the references used to develop the AP-42 PAH emission factors revealed that no references published more recently than 1986 were used to develop the high technology non-catalytic emission factors and that no references published more recently than 1990 were used to develop the catalytic emission factors. Consequently, no certified stoves were among the stoves that were used to develop the high technology non-catalytic emission factors and only one phase 2 certified stove, along with uncertified models and one Oregon certified model, was used to develop the catalytic emission factors. In addition, the conventional stove emission factors in AP-42 were based only on one stove.

Two new studies (one sponsored by the U.S. EPA³ and one by Environment Canada⁴) have recently been published that contain data for phase 2 stoves and therefore contain data more representative of stoves now manufactured and sold than the AP-42 data. (All wood stoves sold after July 1, 1992 have had to be phase 2 certified.) The EPA sponsored study measured emissions from phase 2 stoves that were used at least seven years in homes to take into account normal performance

degradation. A total of 16 used phase 2 stoves were tested for multiple one-week periods for a total of 43 runs for that study.

000755

The Environment Canada study tested a new phase 2 certified stove in the laboratory under realistic burn conditions (six runs). This study also tested one more conventional stove under realistic use conditions (six runs).

The test results from the two new studies were combined with part of the AP-42 referenced data⁵ containing the one phase 2 stove and the one conventional stove to produce more realistic 7-PAH and 16-PAH results. A comparison between the updated and currently published emission factors is shown in Table 1. As can be seen, the updated emission factors for all three stove categories, for both 7-PAH and 16-PAH, are lower than the currently published emission factors. In addition, the difference in the emission factors between conventional stoves and phase 2 certified stoves is larger than the difference shown for conventional stoves and older model catalytic or high technology non-catalytic stoves.

FIREPLACE PARTICULATE AND CARBON MONOXIDE EMISSIONS

A comprehensive literature review was conducted to establish the range and distribution of fireplace carbon monoxide and particulate emissions. Twenty four unique sources (not including multiple reports and publications based on the same tests) were found to contain relevant data. Sixteen of these⁶⁻²¹ are not included in the particulate or carbon monoxide calculations used to derive the values tabulated in AP-42. Some of these sources are recent publications or had limited distribution.

The tests used to develop the database represent a "cross section" of fireplace types and fireplace usage characteristics. The tests have been conducted over a 32-year period. Tests were conducted on masonry and metal manufactured fireplaces of various sizes, various sizes and styles of grates were used, some tests were conducted without grates, different chimney heights and types were used, some tests employed hot starts, some tests employed cold starts, and a variety of cordwood and dimensional lumber fuel types were used.

Carbon monoxide emission factors (g/dry kg) were compiled. The emission factor data are based on 277 tests on 70 fireplace models. The mean was 64.1 g/dry kg and the standard deviation was 40.7 g/dry kg. The results are compiled in Table 2 and plotted in Figure 1. For comparison purposes, the carbon monoxide emission factor value listed in AP-42 is 126 g/dry kg.

Particulate emission factors (g/dry kg) were compiled. Because there have been a number of test methods used to measure particulate emissions, results were all converted to Method 5H equivalent values to put them on the same basis. Conversion of data collected with the Automated Woodstove Emission Sampler (AWES), the Virginia Polytechnic Institute (VPI) sampler and Method 5G-like dilution sampling systems to Method 5H equivalent values was conducted with equations developed for the U.S. Environmental Protection Agency²². Data collected with the Emission Sampling System (ESS) developed for the Washington state certification program¹⁴ and for the Northern Sonoma County method²¹ were converted to Method 5H equivalent values with the relationship developed with simultaneous testing with Method 5H and the ESS²¹. Historical data collected with a Method 5 sampler were converted to Method 5H equivalents by developing a relationship between the values obtained with a Method 5H sampler and the same sampler with the particulate material collected on the back filter removed from the calculation. (The key physical difference between a Method 5H sampler and a Method 5 sampler is that the Method 5 sampler does not have a back filter but the Method 5H does). Based on 20 data points, the relationship between Method 5H and Method 5 was determined to be: $\text{Method 5H} = 1.11898 (\text{Method 5}) - 0.9374$, $R^2 = 0.9815$.

The emission factor data are based on 388 tests on 112 models. The mean was 11.8 g/dry kg and the standard deviation was 11.6 g/dry kg. The results are compiled in Table 3 and plotted in Figure 2. For comparison purposes, the particulate emission factor value listed in AP-42 is 17.3 g/dry kg²³.

MANUFACTURED FIRELOGS

It has been estimated that 100 million wax-sawdust firelogs or 0.8 million wood cord equivalents are burned each year²⁴. Based on survey data, wax-sawdust firelogs were burned some of the time in 30% of fireplaces and exclusively in 12% of the fireplaces during the 1994-1995 heating season²⁵.

Wax-sawdust firelogs are composed of approximately 40% to 60% wax with the remaining portion sawdust. Waxes obtained from petroleum refineries are typically used. The heat content of wax-sawdust firelogs is much higher than that of cordwood (15,700 Btu/lb. for wax-sawdust firelogs as compared to 8900 Btu/lb. for Douglas fir) and their moisture content is much lower (3% as compared to 20% for well-seasoned cordwood). There are two types of manufactured firelogs, densified firelogs and wax-sawdust firelogs. Wax-sawdust firelogs, discussed here, are used in much greater numbers than densified logs and are for use exclusively in fireplaces. They require no kindling, and are designed for one-at-a-time use. While several sizes of firelogs are commercially available, those with a burn duration of about three to four hours, which is the typical fireplace usage period, are most popular.

There have been a number of studies that have evaluated the reduction in particulate and carbon monoxide emissions achievable with wax-sawdust firelogs as compared with cordwood^{9,12,17 & 26}. These studies used emission rates (g/hr) rather than emission factors (g/kg fuel) or emissions per unit of heat (g/Mj) to compare emissions. This was done since the heat content is different for wax-sawdust firelogs than for a cordwood and their prescribed usage (one log burned at a time without the use of kindling) is also different than for cordwood. That is, the average emission rates over a normal burn cycle for both cordwood and firelogs provide the best measure for comparison of the total amount of air pollutants that are released into the environment when a standard fireplace is used in a normal fashion with either fuel type. The results of all studies showed substantial reduction in particulate matter (PM) and carbon monoxide (CO) emissions. The average reduction in particulate emissions for the studies was 69% and the average reduction in carbon monoxide emissions was 88%. Because virtually all particles emitted from cordwood and firelogs burned in fireplaces are sub-micron in diameter, reductions documented for total particulate matter (PM) emissions are also representative of reductions in PM₁₀ and PM_{2.5} particles. The emission reductions for the most representative use scenarios provide the best assessment of the level of pollutant reductions that can be reasonably expected in an airshed through the use of firelogs.

Research was conducted on the most realistic use scenarios for both cordwood and firelogs and emission measurements of particles, carbon monoxide and air toxics were made for them¹³. The most representative fireplace scenario for cordwood consists of seasoned oak fuel, 3-hour wood addition period, a standard factory-supplied grate and an approximately 3 kg/hr burn rate. The most representative firelog scenario consists of burning a "4-hour" firelog following manufacturer's instructions (one at a time on a grate with bar spacing less than 3 inches) and tapping the log with a fireplace poker when visible flames start to flicker out. In both cases the most common/typical fireplace and chimney set-up which consisted of a 36-inch radiant fireplace, no glass doors, and a 16.5 ft chimney height was used.

The overall results of the study are illustrated in Figure 3 and can be simply stated. Emissions of key air pollutants (particles, carbon monoxide, formaldehyde, benzene, and 16-PAH) were reduced in the range from 69% to 90% through the use of wax-sawdust firelogs in fireplaces. Emission rates for both oak cordwood and firelogs are shown in Figure 3. Since the nominal weight of firelogs used in the test was 6 lbs. (2.7 kg), emission factors (g/kg) and perhaps more importantly total emissions per six pound log can be calculated from the data. (The weighted average weight of firelogs sold in the U.S. is estimated, based on sales numbers, as 4.95 lbs.). It should be noted that since the overwhelming

majority of particles emitted from both cordwood and firelogs are less than 2.5 μ , the values for PM, PM₁₀ and PM_{2.5} for a given test were within the uncertainties of the methods and also that the values as shown in Figure 3 are essentially 5G equivalents. The corresponding PM 5H equivalent for the 46.1 g/hr value shown in Figure 3 for cordwood is 51.9 g/hr and the corresponding PM 5H equivalent for the 12.4 g/hr value for a firelog is 15.8 g/hr (based on the conversion factor used for AP-42).

000757

PARTICULATE COLLECTION AND REPORTING

As previously noted, particulate emissions have been measured by a variety of methods (viz., EPA methods 5, 5G and 5H, with the AWES, VPI and ESS samplers, and with various custom dilution systems) and equations have been developed to relate results from each method to a "5H equivalent" value to allow for comparisons. The correlation between methods is generally not good primarily because of the organic makeup of RWC emissions²⁷ and the various uses of filters, resins and impingers by the different methods to collect emissions. Figure 4, for example, shows the poor correlation between Methods 5G and 5H data generated independently by three laboratories in the emission rate range characteristic of new and used phase 2 wood heaters. Table 4 shows the magnitude of the difference between results directly obtained with Method 5G and the corresponding equivalent Method 5H values obtained by two standard conversion equations

In addition to the "scatter" seen in the correlations between methods, the selection of 5H equivalent values as the format for compiling particulate emissions is inappropriate since Method 5H is a certification method (not a method for collecting representative real-world emissions) and is designed for wood heaters only. (It is not for appliances with high amounts of excess air such as fireplaces.) It is generally believed that a dilution tunnel with the tunnel and filter temperatures near a given wintertime ambient temperature would produce the most representative particle emission factors for RWC.

CONCLUSIONS

- \$ 16-PAH and 7-PAH values for phase 2 stoves are lower than the values currently compiled for high technology catalytic and non-catalytic stoves. The revised values for the conventional stove category are also lower and the difference between conventional stoves and phase 2 stoves is greater than the difference between conventional stoves and the published values for high technology catalytic and non-catalytic stoves.
- \$ Particulate and carbon monoxide emission factors for wood burning fireplaces based on an expanded database are lower than the values compiled in AP-42.
- \$ Emission data for wax/sawdust firelogs burned in fireplaces are important to include in RWC emission compilations due to the wide spread use of the fuel. Emissions from their use are lower than for cordwood.
- \$ The interconversion of particulate emission factors determined by different samplers has a high uncertainty associated with it. The use as of "5H equivalent" as measure of emission factors needs to be viewed with caution since Method 5H is strictly a certification method for wood heaters.
- \$ Upon review of existing reports and publications, a number of other revisions/updates in RWC emission factors are appropriate and possible using existing data. Notably, these include the revision of emission factors for pellet stoves to be representative of new models, the revision of conventional and certified stove particulate emission factors, the addition of emission factors for densified manufactured fuel, and the revision of volatile organic compound/ hazardous air pollutant emission factors for both wood stoves and fireplaces.

REFERENCES

1. U.S. Environmental Protection Agency, *Compilation of Air Pollution Emission Factors – Volume 1: Stationary Point and Area Sources*, AP-42, Chapter 1.10, Research Triangle Park, NC, revised October 1996, pp 1.10-1-1.10-10.

2. U.S. Environmental Protection Agency, *Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Polycyclic Organic Matter*, Research Triangle Park, NC, 1998, EPA-4545/R-98-014.
3. Fisher, L.H., Houck, J.E., Tiegs, P.E., and McGaughey, J., *Long-Term Performance of EPA-Certified Phase 2 Woodstoves, Klamath Falls and Portland, Oregon: 1998/1999*, Prepared for U.S. Environmental Protection Agency by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR 2000, EPA-600/R-00-100.
4. Environment Canada, *Characterization of Organic Compounds from Selected Residential Wood Stoves and Fuels*, Ottawa, ON, 2000, report ERMD 2000-01.
5. Burnet, P.G., Houck, J.E., and Roholt, R.B., *Effects of Appliance Type and Operating Variables on Woodstove Emissions*, Prepared for U.S. Environmental Protection Agency by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR, 1990, EPA-600/2-90-001.
6. Barnett, S.G., *In-Home Fireplace Performance: Comparison of a Conventional Fireplace with a Retrofit Firecrest Masonry Insert in the Zagelow Residence Vancouver, Washington*, Prepared for Mutual Materials Company, by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR, 1991.
7. Barnett, S.G., *Particulate and Carbon Monoxide Emissions from a Bellfire 28 Rosin Fireplace Using a Simulated Real-World Test Procedure*, Prepared for Sleepy Hollow Chimney, Inc., by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR, 1992.
8. Barnett, S.G., *Summary Report of the In-Home Emissions and Efficiency Performance of Five Commercially Available Masonry Heaters*, OMNI Environmental Services, Inc., Prepared for The Masonry Heater Association, by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR, 1992.
9. Bighouse, R.D., and Houck, J.E., *Evaluation of Emissions and Energy Efficiencies of Residential Wood Combustion Devices using Manufactured Fuels*, Prepared for Oregon Department of Energy, by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR, 1993.
10. Clayton, L., Karels, G., Ong, C., and Ping, T., *Emissions from Residential Type Fireplaces*, Bay Area Air Pollution Control District, San Francisco, CA, 1968.
11. DeAngelis, D.G., Ruffin, D.S., and Reznik, R.B., *Preliminary Characterization of Emissions from Wood-Fired Residential Combustion Equipment*, Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, by Monsanto Research Corporation, Dayton, OH, 1980, EPA-600/7-80-040.
12. Hayden, A.C.S., and Braaten, R.W., "Reduction of Fireplace and Woodstove Pollutant Emissions through the Use of Manufactured Firelogs," Presented at the 84th Annual Meeting and Exhibition of the Air and Waste Management Association, Vancouver, BC, 1991, paper 91-129.1.
13. Houck, J.E., Scott, A.T., Sorenson, J.T., Davis, B.S., and Caron, C., "Comparison of Air Emissions between Cordwood and Wax-Sawdust Firelogs Burned in Residential Fireplaces", Presented at the Joint International Specialty Conference: Recent Advances in the Science and Management of Air Toxics, Banff, Alberta, 2000.
14. OMNI Environmental Services Inc., Reports on forty-five fireplace tests submitted to the Washington State Department of Ecology, Olympia, WA, pursuant to WAC 51-309-3102 and UBC Standard 31-2, 1995-2000.
15. OMNI-Test Laboratories, Inc., *The Effects of Fireplace Design Features on Emissions*, Prepared for the Fireplace Manufacturer's Caucus of The Hearth Products Association, Arlington VA, 2000.
16. Shelton, J. W., and Gay, L, *Colorado Fireplace Report*, Prepared for Colorado Air Pollution Control Division by Shelton Research, Inc., Santa Fe, NM, 1987.
17. Shelton, J.W., *Testing of Sawdust-wax Firelogs in an Open Fireplace*, Prepared for Conros Corp., Duraflame Inc., and Pine Mountain Corporation by Shelton Research, Inc., Santa Fe, NM, 1988.
18. Shelton, J.W., Sorensen, D., Stern, C.H., and Jaasma, D.R., *Fireplace Emission Test Method Development*, Prepared for Wood heating Alliance and Fireplace Emissions Research Coalition, by Shelton Research, Inc. Santa Fe, NM, and Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA, 1990.

19. Stern, C.H., and, Jaasma, D.R., *Study of Emissions from Masonry Fireplaces*, Prepared for Brick Institute of America, by Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA 1991.
20. Stern, C.H., Jaasma, D.R., and Shelton J.W., *Masonry Heater Emissions Test Method Development*, Prepared for Wood Heating Alliance by Virginia Polytechnic Institute, Blacksburg, VA and Shelton, Research, Inc., Santa Fe, NM, 1990. 000759
21. Tiegs, P.E., and Houck, J.E., *Evaluation of an Emission Testing Protocol for Wood -Burning Fireplaces and Masonry Heaters*, Prepared for Northern Sonoma County Air Pollution Control District, by OMNI Environmental Services, Inc., Beaverton, OR, 2000.
22. E.H. Pechan and Associates, Inc., *Emission Factor Documentation for AP-42 Section 1.10*, Appendix A, report to U.S. Environmental Protection Agency Research Triangle Park, NC, 1993.
23. U.S. Environmental Protection Agency, *Compilation of Air Pollution Emission Factors – Volume 1: Stationary Point and Area Sources*, AP-42, Chapter 1.9, Research Triangle Park, NC, revised October 1996.
24. Buckley, J.T. “A Steadily Burning Passion Gas Fireplaces Stoke Love of Hearth,” *USA Today*, January 5, 1998, pp. 1D and 2D.
25. Vista Marketing Research, *Fireplace Owner Survey Usage and Attitude Report*, Prepared for Durflame, Inc., Stockton, CA, 1996.
26. Aiken, M., *Canadian Firelog Ltd. Emission Testing*, Prepared for Canadian Firelog Ltd., by B.C. Research, Vancouver, BC, 1987.
27. Purvis, C.R., McCrillis, R.C., and Kariher, P.H., “Fine Particulate Matter (PM) and Organic Speciation of Fireplace Emissions,” *Environ. Science Technol.*, 2000, 34, 1653-1658.

Table 1. Comparison of updated 16-PAH and 7-PAH emission factors with values derived from L&E/AP-42 Documents.

Emission Factor Category	Catalytic Stoves		High-Technology Non-Catalytic Stoves		Conventional Stoves	
	7-PAH (g/kg)	16-PAH (g/kg)	7-PAH (g/kg)	16-PAH (g/kg)	7-PAH (g/kg)	16-PAH (g/kg)
L&E/AP-42	0.024	0.314	0.024	0.314	0.022	0.359
Updated	0.005 ¹ (phase 2)	0.161 ¹ (phase 2)	0.003 ² (phase 2)	0.127 ² (phase 2)	0.020 ³	0.223 ³

1. Average of 5 used phase 2 certified stoves (13 tests) and one new phase 2 certified stove (2 tests), references 3 & 5.

2. Average of 11 used phase 2 certified stoves (30 tests) and 1 new phase 2 stove (6 tests), references 3 & 4.

3. Average of 2 conventional stoves (18 tests) using 4 wood types, 4 burn rate categories, 2 altitude categories, references 4 & 5.

Table 2. Distribution of fireplace carbon monoxide emissions factors (g/dry kg)

Comments	Maximum Value of Interval (g/dry kg)	Cumulative Number of Data Points	Cumulative Percentage	Number of Data Points in Interval
	10	16	6%	16
	22	34	12%	18
Mean - SD	23.4	42	15%	8
	30	59	21%	17
	40	73	26%	14
	50	112	40%	39
	60	135	49%	23
Mean	64.1	150	54%	15
	70	160	58%	25
	80	192	69%	32
	90	221	80%	29
	100	236	85%	15
Mean + SD	104.7	240	87%	4
	110	246	89%	10
	120	257	93%	11
	130	262	95%	5
	140	266	96%	4
	150	270	97%	4
	175	272	98%	2
	200	274	99%	2
	225	275	99%	1
	250	275	99%	0
	275	276	100%	1
	300	277	100%	1

Number of models=70

Number of tests=277

SD=Standard Deviation= 40.7 g/dry kg

Table 3. Fireplace particulate emission factors (expressed as 5H equivalents)

000762

Comments	Maximum Value of Interval (g/dry kg)	Cumulative Number of Data Points	Cumulative Percentage	Number of Data Points in Interval
Mean - SD	0.3	0	0	0
	1.2	8	2	8
	3.5	46	12	46
	4	58	15	50
	6	104	27	46
	8	148	38	44
	10	198	51	50
Mean	11.8	235	61	37
	14	275	71	40
	16	304	78	29
	18	328	85	24
	20	346	89	18
Mean + SD	23.4	361	93	15
	25	366	94	20
	30	378	97	12
	35	381	98	3
	45	383	99	2
	50	385	99	2
	55	385	99	0
	60	385	99	0
	65	386	99	1
	80	387	100	1
	170	388	100	1

Number of models=112

Number of tests=388

SD=Standard Deviation=11.6 g/dry kg

Table 4. Conversion of 5G to 5H particulate values

00762

Measured	Calculated		Difference			% Difference	
	5G (g/hr)	5H (g/hr) ¹	5H (g/hr) ²	5G-5H ¹	5G-5H ²	5G-5H ¹ 5G	5G-5H ² 5G
0.2	0.48	0.38	-0.28	-0.18	0.10	-139%	-89%
0.4	0.85	0.71	-0.45	-0.31	0.14	-113%	-77%
0.6	1.19	1.02	-0.59	-0.42	0.17	-99%	-70%
0.8	1.51	1.32	-0.71	-0.52	0.19	-89%	-65%
1	1.82	1.62	-0.82	-0.62	0.20	-82%	-62%
2	3.24	3.03	-1.24	-1.03	0.20	-62%	-52%
3	4.53	4.38	-1.53	-1.38	0.15	-51%	-46%
4	5.75	5.68	-1.75	-1.68	0.07	-44%	-42%
5	6.92	6.95	-1.92	-1.95	-0.03	-38%	-39%
6	8.05	8.19	-2.05	-2.19	-0.14	-34%	-37%
7	9.15	9.42	-2.15	-2.42	-0.27	-31%	-35%
8	10.22	10.63	-2.22	-2.63	-0.41	-28%	-33%
9	11.27	11.83	-2.27	-2.83	-0.55	-25%	-31%
10	12.30	13.01	-2.30	-3.01	-0.70	-23%	-30%
15	17.23	18.78	-2.23	-3.78	-1.55	-15%	-25%
20	21.87	24.36	-1.87	-4.36	-2.49	-9%	-22%
25	26.32	29.81	-1.32	-4.81	-3.49	-5%	-19%
30	30.63	35.16	-0.63	-5.16	-4.53	-2%	-17%
35	34.81	40.42	0.19	-5.42	-5.62	1%	-15%
40	38.88	45.62	1.12	-5.62	-6.73	3%	-14%
45	42.88	50.75	2.12	-5.75	-7.87	5%	-13%
50	46.80	55.82	3.20	-5.82	-9.03	6%	-12%
55	50.65	60.85	4.35	-5.85	-10.20	8%	-11%
60	54.44	65.84	5.56	-5.84	-11.40	9%	-10%
65	58.18	70.78	6.82	-5.78	-12.60	10%	-9%
70	61.87	75.69	8.13	-5.69	-13.82	12%	-8%
75	65.52	80.57	9.48	-5.57	-15.05	13%	-7%
80	69.13	85.42	10.87	-5.42	-16.29	14%	-7%
85	72.69	90.23	12.31	-5.23	-17.54	14%	-6%
90	76.22	95.02	13.78	-5.02	-18.80	15%	-6%
95	79.72	99.79	15.28	-4.79	-20.07	16%	-5%
100	83.19	104.53	16.81	-4.53	-21.34	17%	-5%
110	90.04	113.95	19.96	-3.95	-23.91	18%	-4%
120	96.78	123.28	23.22	-3.28	-26.50	19%	-3%
130	103.43	132.55	26.57	-2.55	-29.12	20%	-2%
140	109.99	141.74	30.01	-1.74	-31.75	21%	-1%
150	116.47	150.87	33.53	-0.87	-34.40	22%	-1%
160	122.88	159.95	37.12	0.05	-37.06	23%	0%
170	129.22	168.97	40.78	1.03	-39.74	24%	1%

¹ 40CFR: 5H = 1.820(5G)^{0.830} (g/hr)

² AP 42: 5H = 1.619(5G)^{0.905} (g/hr)

Figure 1. Cumulative fireplace carbon monoxide emissions factor distribution.
(x = mean, — = mean \pm SD)

000763

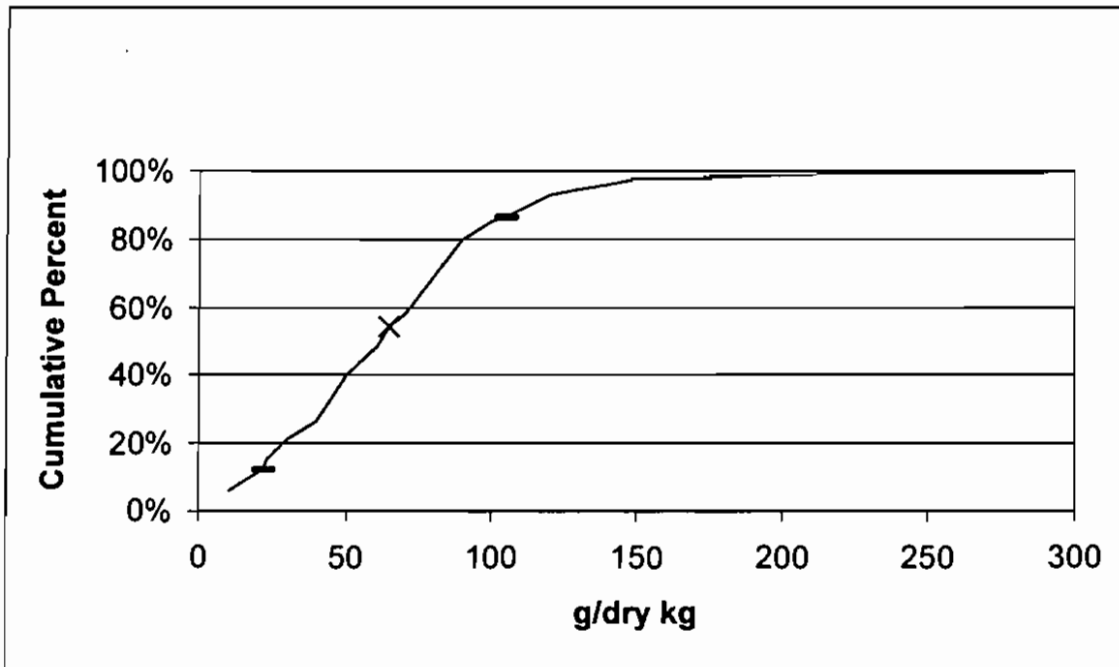


Figure 2. Cumulative fireplace particulate emissions factor distribution.
(x = mean, — = mean \pm SD)

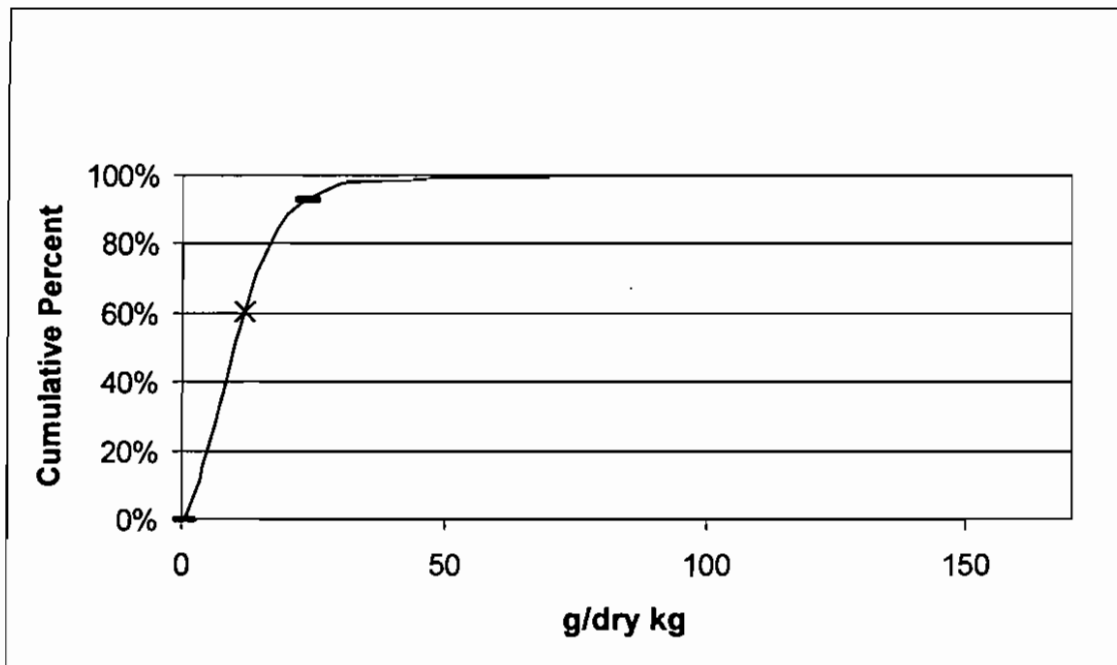


Figure 3. Comparison of air emission rates for representative cordwood and firelog use scenarios

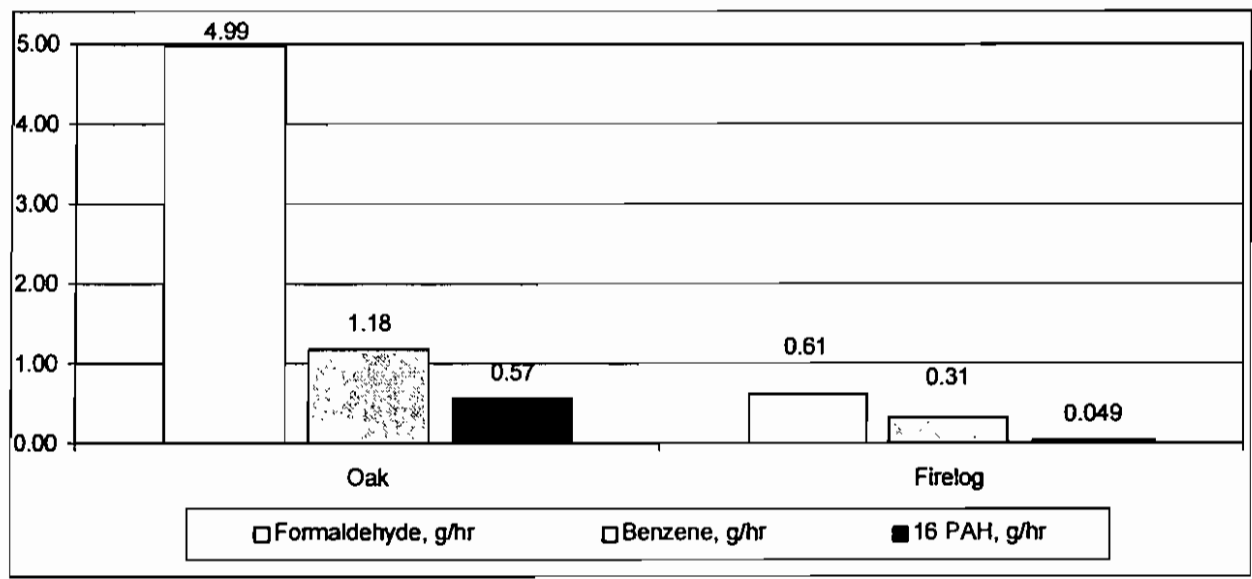
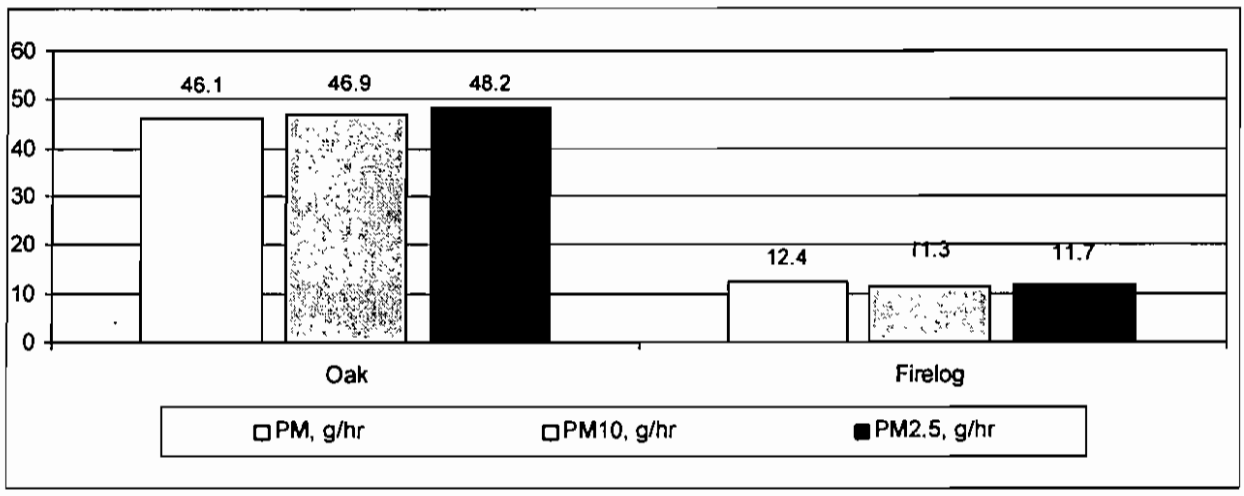
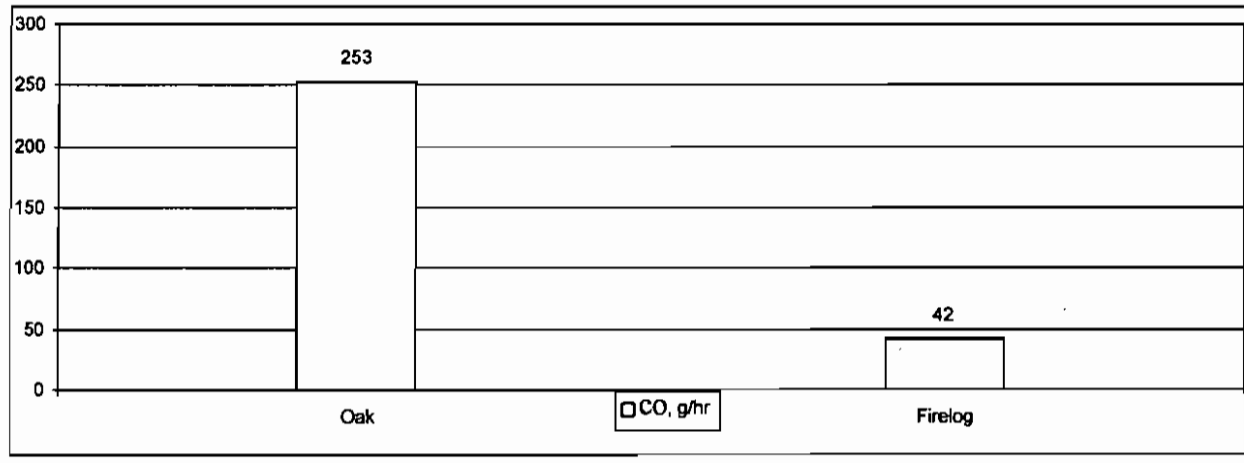
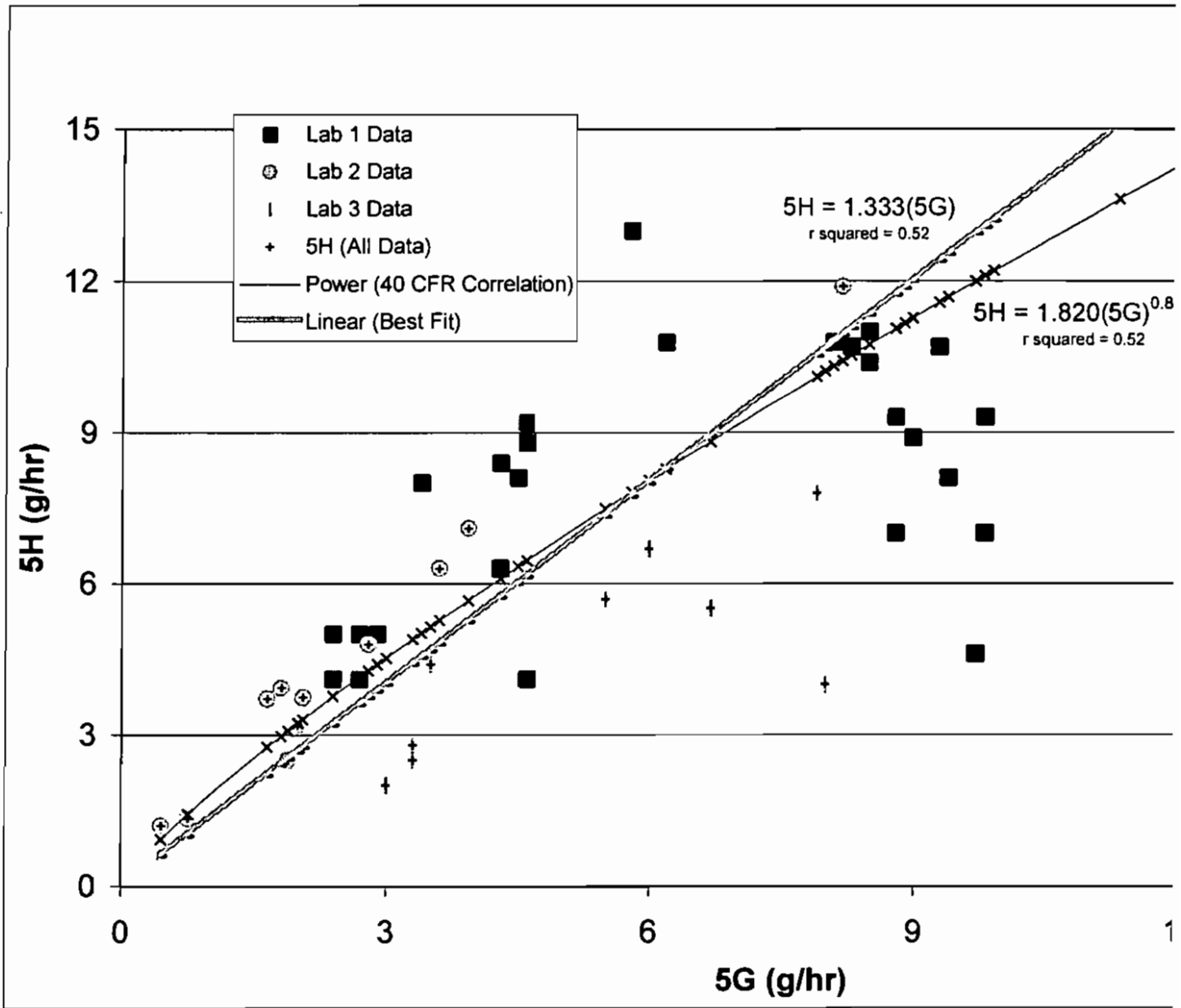


Figure 4. Method 5G-5H correlation

000765



Abstracto documentos disponibles por la EPA

Residential Wood Combustion Technology Review. Volume 1. Technical Report
Prepared by: James E. Houck and Paul E. Tiegs OMNI Environmental Services, Inc.
5465 SW Western Avenue, Suite G Beaverton, OR 97005 EPA Purchase Order 7C-R285-NASX

2.1 State-of-the-Art of Cordwood Stove Combustion and Emissions Control Technologies

The use of densified fuel logs as a fuel has been shown to reduce particulate emissions in the 20% to 30% range as compared to cordwood (Tables 2.1-1 and 2.1-2). Densified fuel is most readily available in the Western United States. For the purposes of this discussion, the term "densified fuel" is used to describe those manufactured fuel logs which contain only compressed wood materials (e.g., chips, sawdust, etc.) in contrast to wax fire logs which contain about 60% petroleum wax and are burned in fireplaces. Densified fuel is clean, uniform in size, and convenient, however it costs about 70% more than cordwood. Some interviewees felt densified fuel offered a viable option for reducing emissions, others felt that it did not since many wood stove users are low income and either cut their own fuel wood or could not afford the additional cost of densified fuel.

Pág. 10. Emissions expressed in g/hr units are meaningless for masonry heaters due to the fact that their heat release is not contemporaneous with their fuel burn cycle. Emissions expressed in g/kg or g/MJ are more meaningful.

2.2 State-of-the-Art of Fireplace Emissions Control Technology

Pág. 14. There is no federal certification requirements for fireplaces. They are exempt from EPA certification because their air-to-fuel ratios are in excess of the 35:1. The states of Washington (WAC 150-31-200) and Colorado (Regulation 4) have fireplace standards and currently provide the only regulatory impetus for the manufacture of fireplaces with low emissions. Two local air quality authorities in California (i.e., Northern Sonoma County and San Louis Obispo County) are in the process of developing fireplace emissions standards.

An alternative to burning cordwood in fireplaces for aesthetic or recreational purposes is decorative gas log systems. They are known to have negligible particulate emissions at all heat input levels and therefore, as with wax fire logs, the emission rate (g/hr) reporting units may be appropriate when comparing emissions from fireplaces burning cordwood and used for aesthetic or recreational purposes with those using gas logs.

2.3 State-of-the-Art of Wood-Fired Central Heating Furnace Emission Control Technology

Wood-fired furnaces most commonly heat water, which is circulated into the home, either through a heat exchanger coil in the central air duct or directly into the living space through baseboard radiators. Since many homes do not have the space or the type of flue system needed for in-home installation, many current furnaces are designed to be standalone units located adjacent to the house enclosed to look like a small utility building. Most current wood-fired furnaces consist of a combustion chamber in the front and a boiler in the back of the unit. Hot gases generated in the combustion chamber pass around horizontal boiler tubes. In single-pass designs, the gases then exit through the stack, while in double pass designs the gases flow horizontally back to the front into a separate compartment above the combustion chamber and then out the stack.

The furnace control system regulates the draft as needed to maintain boiler water temperature.

When water temperature drops below the set point the draft opens which, in most designs, means the forced-draft fan is turned on. When the water temperature rises above the upper set point, the fans shuts off, reducing the draft to the low fire setting. A manually operated shutter on the fan inlet provides a means of fine tuning the unit to local weather conditions, stack height, house size, etc. When properly sized to the heating need, these furnaces need to be stoked 1-2 times per day.

The smaller units will accept a fuel load of 18-25 kg of wood. On the basis of two fuel loadings per day such a unit is rated at 120 MJ/hour heat output. Recent testing of units showed that their typical efficiencies were in the 50% range.

Wood-fired central heating furnaces are exempt devices, i.e., there is no U.S. certification for them. There is however an applicable draft Canadian emissions standard (CSAB415.2).

2.4 State-of-the-Art of Pellet-Fired Wood Stove Technology

There are five models listed as certified by the U.S. EPA as of August 12, 1997. Appliances with a greater than a 35 to 1 air-to-fuel ratio are exempt from certification. Early models with the high air-to-fuel ratio had lower efficiencies than certified models due to sensible heat loss out the exhaust. This is not the case with newer models, since the high air-to-fuel ratio needs to be demonstrated only at low burn rates to obtain the exemption.

At more normal burn rates, the air-to-fuel ratio is much lower for exempt models.

Efficiency values for pellet stoves shown in AP-42 (i.e., 68% for certified and 56% for exempt) were based on field studies conducted during the 1989/1990 heating season for certified pellet stoves and during the 1990/1991 heating season for exempt pellet stoves. (The five pellet stove models that have been certified as Phase II units have certified emission rates ranging from 1.3 g/hr to 2.7 g/hr. The typical in-home burn rate of a pellet stove is approximately 3 lbs/hr (1.36 kg/hr). Based on this burn rate, the corresponding emission factors for the certified stoves would range from 0.96 g/kg to 1.98 g/kg.

Cordwood stove emissions are composed primarily of condensed organic compounds that are mostly submicron in size, whereas pellet stove emissions due to the more complete combustion characteristic of a pellet stove are believed to contain a higher fraction of entrained inorganic ash that is typically composed of larger particles. This perception is supported by some very limited data that shows that the ratio of the mass of particles collected on the back half (ice water impingers) to the front half (heated filter) of EPA Method 5 sampling trains is lower for pellet stoves than for cordwood stoves.

2.5 Ramifications of the International Organization for Standardization (ISO) Draft

Standard WD 13336 Since approximately 1990, significant efforts have been made by hearth products industry members, primarily from New Zealand and Australia, to develop International Organization for Standardization (ISO, Geneva, Switzerland) test standards for measuring pollutant emissions and thermal efficiency, and for determining performance margins for safe wood stove operations. All of these test standards are currently in active development and classified in "draft" status. The last full meeting of ISO Technical Committee (TC) 116, Subcommittee 3 for individual heating appliances was held in Langenbruck, Switzerland on November 18-20, 1998.

Table 2.5-1

Comparison of the Draft ISO 13336 Test Standards and the U.S. EPA NSPS Test-Standard Methods 5G, 5H, and 28 for Wood Stoves

000768

Test Standard/ Method	Emissions Sampling Technique	Fuel Spacing	Fuel Species	Thermal Efficiency	Burn Rate Requirements	Units
ISO 13336: Wood Stove Operation and Emissions Sampling	Dilution Tunnel	0.75 Inches	Many Including Coal	Calorimeter Room	Low, Medium, High Based on Percentage of Maximum	g/kg
U.S. EPA 28 Wood Stove Operation	NA	1.5 Inches	Douglas Fir	NR	Specified Burn Rate Categories: <1, 1-1.25, 1.26-1.5, and Maximum	kg/hr
U.S. EPA 5G Emissions Sampling	Dilution Tunnel	NA	NA	NR	NA	g/hr
U.S. EPA 5H Emissions Sampling	Direct Fine-Gas	NA	NA	NR	NA	g/hr

NA = Not Applicable, NR = None Required

2.6 Correspondence Between In-Home and Laboratory Emissions Test Results

The data for the certification tests are based on testing with Method 5G or Method 5H following the Method 28 stove operating procedures (40 CFR Part 60, Appendix A). The data for the field studies are based on tests conducted with a sampler referred to as the Automated Woodstove Emissions Sampler (AWES) except for data for Crested Butte, Colorado which was based on tests conducted with a sampler referred to as the Virginia Polytechnic Institute (VPI) sampler.

Most research laboratory tests have utilized Method 5 samplers or samplers developed from EPA's Method 5 train. These include Method 5 itself, Method 5H, Modified Method 5 (i.e., Method 23) and Oregon's Method 7. Some laboratory testing utilized a dilution tunnel prior to sampling with a Method 5-based sampling train. Some utilized a research dilution sampler developed by the Southern Research Institute (SRI) referred to as the Woodstove Sampling System (WSS).

In the development of emission factors for AP-42, data obtained from the two in-home samplers were converted to their equivalent Method 5G values first, then the 5G values were converted to equivalent Method 5H values. For the AWES sampler the equation used to convert results to Method 5G values was:

$$\text{Method 5G} = 0.8653 \times \text{AWES}^{0.9289} \quad \square$$

For the VPI sampler the equation used was:

$$\text{Method 5G} = 0.6748 \times \text{VPI}^{1.007}$$

These equations were developed by performing linear regression on data taken from simultaneous AWES-M5G and VPI-M5G tests. The 5G equivalent data were then converted to method 5H equivalent values by the equation:

$$\text{Method 5H} = 1.619 \times \text{Method 5G}^{0.905}$$

Review of Wood Heater and Fireplace Emission Factors

James E. Houck OMNI Consulting Services, Inc., 5465 SW Western Avenue, Beaverton, OR 97075. houck@OMNI-Test.com. John Crouch Hearth Products Association, 7840 Madison Avenue, Fair Oaks, CA 95628 crouchpa@ix.netcom.com. Roy H. Huntley U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards (MD-14) Research Triangle Park, NC 27711 huntley.roy@epa.gov

Particulate emission factors (g/dry kg) were compiled. Because there have been a number of test methods used to measure particulate emissions, results were all converted to Method 5H equivalent values to put them on the same basis. Conversion of data collected with the Automated Woodstove Emission Sampler (AWES), the Virginia Polytechnic Institute (VPI) sampler and Method 5G-like dilution sampling systems to Method 5H equivalent values was conducted with equations developed for the U.S. Environmental Protection Agency²². Data collected with the Emission Sampling System (ESS) developed for the Washington state certification program¹⁴ and for the Northern Sonoma County method²¹ were converted to Method 5H equivalent values with the relationship developed with simultaneous testing with Method 5H and the ESS²¹. Historical data collected with a Method 5 sampler were converted to Method 5H equivalents by developing a relationship between the values obtained with a Method 5H sampler and the same sampler with the particulate material collected on the back filter removed from the calculation. (The key physical difference between a Method 5H sampler and a Method 5 sampler is that the Method 5 sampler does not have a back filter but the Method 5H does). Based on 20 data points, the relationship between Method 5H and Method 5 was determined to be:

Method 5H = 1.11898 (Method 5) - 0.9374, R² = 0.9815.

Method 28 requires that Douglas fir 2 x 4's and 4 x 4's with a 19% to 25% (dry basis) moisture

The air control prescribed by Method 28 is unrealistic for several reasons. First, the air control setting cannot be changed after the initial five minutes of the Method 28 test regardless of the state of the burning conditions. Second, there are no stops for the air settings for the medium-low and medium-high burn rates prescribed by the Method 28 protocol, consequently they are not generally reproduced by the in-home operator. Third, the in-home operator often loads the stove and "dampers-down" the unit at the same time for an "all night" burn at the end of the day — a condition which is not simulated by the Method 28 protocol. In addition to the actual testing procedures, data reduction prescribed by Method 28 produces unrealistic values because emissions rates are burn-rate weighted. The weighting factors were designed to be representative of the distribution of wood stove burn rates of the nation as a whole. The geographical distribution of in-home burn rate data is very limited.

2.7 EPA Method 28 Strengths and Weaknesses

2.11 Feasibility of Developing Separate Emission Factors for Dry and Wet Wood and for Softwood and Hardwood Species A review of the RWC literature and the responses of the interviewees revealed that there is little data to quantify either the effect of fuel tree species or of moisture on particulate emissions of wood burned in home heating appliances. Most interviewees believed that fuel moisture has a larger effect on emissions than tree species. Part of the concern regarding the effect of fuel tree species and wood moisture on particulate emission rates stems from the fact that the certification Method 28 specifies that only Douglas fir 2 x 4's and 4 x 4's with a moisture content of 19% to 25% (dry basis) can be used in the certification of wood stoves. Discounting the issue of dimensional lumber, clearly wood from many other tree species with different moisture contents are burned nationally in homes. For example, the U.S. Department of Agriculture, in cooperation with the Oregon State University Extension Service, listed the fuel wood characteristics of 47 tree species in a recent RWC guidance circular¹¹ and an in-home emission study¹² of 28 homes in upstate New York and Vermont showed that the average moisture content of wood in the home woodpiles ranged from 17% to 41% (dry basis). Even from the limited number of homes included in the in-home studies from which AP-42 emission factors were derived and from which wood stove durability was assessed there were over 31 descriptions of wood types. These were: ash, aspen, apple, alder, beech, birch, black cherry, cedar, unspecified cherry, Douglas fir, elm, fir, unspecified hardwoods, hornbeam, juniper, lodgepole pine, laurel, unspecified maple, madrone, unspecified oak, unspecified pine, pinion pine, poplar, red fir, red oak, unspecified spruce, unspecified soft wood, white fir, white oak, white pine, and yellow pine. Most of the unspecified categories were mixtures of different tree species and in some cases the same generic term (e.g., oak) was used in different parts of the country which suggests that different tree species made up the cordwood even within the same category.

There are physical and chemical differences in softwoods (conifers) and hardwoods (deciduous trees) that may influence particulate emission rates. The average heat content and density of softwoods and hardwoods are distinct although there is considerable overlap. The reported¹³ average higher heat content of 10 hardwood tree species is 8100 Btu/lb dry wood (18.8 MJ/kg) with a standard deviation of 215 Btu/lb (0.5 MJ/kg) and for eight softwood species it is 8746 Btu/lb (20.3 MJ/kg) with a standard deviation of 861 Btu/lb (2.0 MJ/kg). The average heat content of softwood is higher than for hardwood because the resin content is on the average higher in wood from conifers than from deciduous trees. The resin content in conifers is reported to range from 0.8% to 25%, whereas its content in deciduous trees is from 0.7% to 3%. The higher heat content of resin is 17,400 Btu/lb (40.4 MJ/kg) as compared to about 8000 Btu/lb (20.0 MJ/kg) for dry wood without resin. Softwood also has on the average a slightly higher heat content because it usually contains more lignin than hardwood. Lignin has a higher heat content than cellulose. The average density of wood from 22 deciduous tree species is 2689 lbs/dry cord (1.222 metric tons/cord) and for wood from 14 conifer tree species it is 2007 lbs/dry cord (0.912 metric tons/cord)¹¹.

There has been some limited data from laboratory studies suggesting that pine may produce lower emissions than oak in RWC appliances. The average difference in emission factors from changing from pine to oak shown in two of these studies was in the 30 to 40% range, however, in both cases the effect was below the 90% confidence limit (bound) probably due to the complicating effect of the large number of variables. Results from other laboratory studies suggest that emissions from oak are lower than from pine or fir. Most laboratory studies did not reach any conclusions on the effect of wood type. A number of the interviewees felt that oak produced lower emission than softwood. PM_{2.5} (particles with aerodynamic diameters less than 2.5 microns) emission data compiled by the U.S. Forest Service¹⁴ for slash and brush burning revealed that there is little inherent differences in particulate emission factors from the combustion of wood from various wood species under these conditions. The standard deviation around the mean emission factor of 21.1 g/kg of fuel consumed based on a total of 45 tests on a variety of species was only 3.2 g/kg or 15% of the mean. Species and mixtures tested by the U.S. Forest Service were Douglas fir/hemlock, hardwoods, ponderosa pine/lodgepole pine, mixed conifer, juniper sagebrush and chaparral. The probable small effect of tree species on emission rates was anecdotally noted by one interviewee who pointed out that a well-designed wood stove seems to burn either hardwood or softwood equally as well.

In regards to the effect of wood moisture on particulate emission factors, the general consensus is that the lowest emissions occur with wood moisture in the 15% to 25% range (dry basis). High moisture reduces combustion temperature and hence combustion is more incomplete.

Alternatively, low moisture produces high temperatures which allows volatile organic compounds to be vaporized and escape without being combusted, some which condense to form particles after leaving the stack. One laboratory study examined the effect of burning cured cordwood (15.0% and 12.3% moisture content on a dry basis) versus uncured cordwood (31.8% and 34.9% moisture content on a dry basis). The average particulate emission factor for the drier wood was about 13% lower at a 90% confidence limit. While the magnitude of the effect was small, the moisture levels of both the cured and uncured wood were not far from the apparent optimal moisture levels and hence do not represent the extremes. Interestingly, even though the moisture range in cordwood studied did not represent the entire range of cordwood moisture, the magnitude of the effect seems to be small which is contrary to the opinion of many interviewees.

The difficulty in retrospectively using existing field and laboratory data to isolate and quantify the effect of moisture or tree species is due to the fact that there are so many interrelated variables (appliance type, fuel tree species, altitude, burn rate, fuel moisture, fuel size, kindling characteristics, etc.) that were not controlled in the studies. Technically the feasibility of developing emission factors for moisture or wood type is straight forward if an experiment is designed to do so. This was noted by one interviewee who stated that the fuel type and moisture effect has not been quantified simply because there has been not been an adequate study funded to specifically do it. One pragmatic suggestion regarding the certification was that instead of burning one fuel type at four different burn rates as it is done now that it would make more sense to burn different fuels with different moisture contents from which an average is calculated or to burn a mixture of fuel types with different moisture contents at each burn rate.

Reunión Norma de Leña
13 de septiembre de 2006

N°	NOMBRE	INSTITUCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	Miguel Camus B	I.S.P	3507346	3507581	mcamus@ispch.cl
2.	Jeanne M. Verdugo	MINVU	3513671	-	jverdugo@minvu.cl
3.	Enrique Rojas Flores	Seremi de Salud RM	3992566	3992543	erojas@asrm.cl
4.	Juan M. Ojain Alvar.	SEREMI SALUD RM	3992578	3992543	jojain@asrm.cl
5.	Jaime Téllez T	SEREMI-MINVU	3512947	6640465	jtellez@minvu.cl
6.	Nicolás Schiappacasse P.	CONAMA IX Región	(45)238200	(45)238200	nschiappacasse.9@conama.cl
7.	Cándida Gómez Aguirre	C.N.E	3656876		cgomez@cne.cl
8.	Ignacio Urrutia	CONAMA RM	6713052		IURRUTIA.RM@CONAMA.CL
9.	CONRADO RAVANAL	CONAMA	2405624	2405788	cravanza@conama.cl
10.	Jorge Troncoso	CONAMA	2405724		JTroncoso@conama.cl
11.	Natalia Tenenhaus	CONAMA DE	2405714		ntenenhaus@conama.cl

000772

12.	Maritez Jadrjevic	CONAMA	2405688		mjadrijevic@conama.cl
13.	Cecilia Barrrios	CONAMA RM	6713052		cbarrrios.rm@conama.cl
14.	Carmen G. Contreras	CONAMA	2405772		cc@conama.cl
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					

2405772

Reunión comité operativo. 12 de octubre de 2006

La reunión se realizó en las oficinas de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, Teatinos 258, 5° piso.

Asistentes:

- Carolina Gómez, CNE
- Walter Folch, MINSAL
- Miguel Camus, ISP
- Pedro Navarrete, ISP
- Conrado Ravanal, CONAMA
- Juan Manuel Olgún Alvear, Seremi de Salud RM
- Cecilia Barrios, CONAMA RM
- Nicolas Schiappacasse, CONAMA IX
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA

Temas:



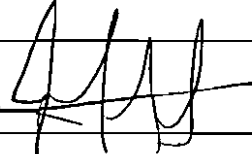
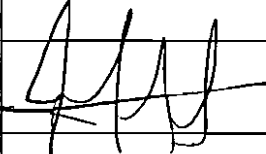
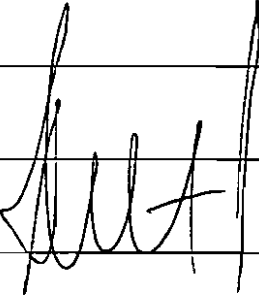
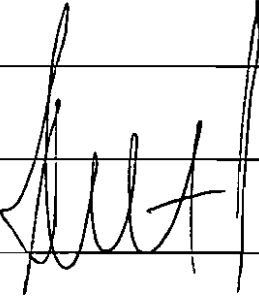
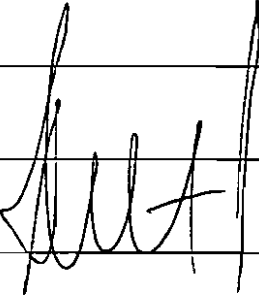
Revisión de anteproyecto en cuanto a las facultades para el control y fiscalización del ISP.

Conclusiones y compromisos:

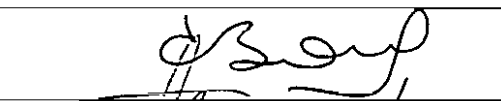
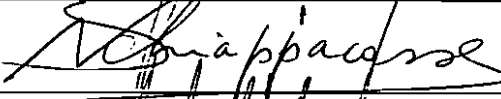

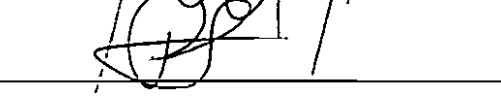
1. Se revisan las competencias y facultades que podría tener el ISP, en un rol de única institución certificadora, se visualizan pros y contras y algunas incertezas jurídicas que hacen prever que aún no está claro las posibilidades de dicho organismo para cubrir el rol de certificador. Queda vacío el rol de quién y cómo se fiscaliza.
2. Queda como compromiso organizar una reunión bilateral entre abogados y técnicos del MINSAL y CONAMA.
3. Se revisa tabla resumen de extracto de norma que se entregará en el Comité Ampliado.

..//

ASISTENCIA REUNION COMITÉ OPERATIVO – 12 DE octubre de 2006

<i>Institución</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>
- Comisión Nacional de Energía	Carolina Gómez	
- Ministerio de Salud	Walter Folch	
- Seremi de Salud de la Región Metropolitana	Enrique Rojas	
- Seremi de Salud de la Región Metropolitana	Juan Manuel Olgún	
- Seremi de Vivienda y Urbanismo Región Metropolitana	Jaime Tellez	
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Jean Marie Verdugo	
- Instituto de Salud Pública	Miguel Camus	
- Superintendencia de Electricidad y Combustible	Ausente del proceso	
- Servicio Nacional del Consumidor	Ausente del proceso	
- Seremi de Salud de la Región de La Araucanía	Ausente del proceso	
- Superintendencia de Electricidad y Combustible	Ausente del proceso	
-		

000774

- Conama RM	Cecilia Barrios	
- CONAMA IX	Nicolas Schiappacasse P.	
- I.S.P.	Higuel Camus B	
- T.S.P	PEDRO NARANJO	
-		
-		
-		
-		

(*) Ausente del Proceso

000775

Reunión comité ampliado. 12 de octubre de 2006

La reunión se realizó en las oficinas de la Comisión Nacional de Energía.

Asistentes:

- Ricardo Katz, GAC asesor fabricantes
- Cristián de Amesti, AMESTI
- Joaquín Perelló, calefactores Pucón
- Marisol Olivares, calefactores Pucón
- Pablo Daud, Arcadia/Bosca.
- Juan Pablo Breque, BOSCA
- Luis Alberto Echenique, BOSCA
- Raúl Quevedo, TROTTER
- Javier Vergara, Vergara Abogados/AMESTI
- Nicolás Schiappacasse, CONAMA IX
- Maritza Jadrijevic, CONAMA
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA

Temas:

1. Se informa sobre resultados de estudio de medición realizado por SERPRAM
2. Se informa sobre avances del anteproyecto. Se entrega resumen en cuanto a sus contenidos.
3. Se informa sobre inicio de AGIES.

Conclusiones y compromisos:

1. Se informa sobre resultados de estudio de medición realizado por SERPRAM, al respecto:
 - Se hace ver que la futura norma no puede hacerse cargo de un sistema de calidad, el cual con lo sucedido con los artefactos de dos empresas, pareciera que se carece de tal control sobre los productos. Se hace ver además que algunas tasas mínimas de los artefactos no fue posible medir.
 - El método CH-5G (túnel de dilución) presenta ventajas respecto al CH-5H (medición directa en el efluente), pues es más económico, requiere menor tiempo, considera la masa de material particulado condensable, presenta mayor confiabilidad y precisión.
 - Respecto al método CH-28, para preparar el ensayo y acondicionar el combustible, se informa que el comité operativo estima que persisten dudas sobre su utilidad y aplicación en la norma, pues se aleja de las emisiones que ocurren durante una operación real, dado que para obtener la tasa de emisión total de material particulado se ponderan las cuatro tasas medidas. La ponderación no refleja la resultante que da entre las distintas tasas. Por lo tanto, se propone que debería comprobarse que para cada tasa emitida se cumpla el valor norma.
2. Queda como compromiso que CONAMA enviará los términos de referencia del análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES).
3. Los fabricantes expresan que el resumen que se presenta no refleja gradualidad. CONAMA señala que esto se evaluará en una análisis costo-beneficio en el AGIES.
4. BOSCA señala que tiene un nuevo asesor, que ya no está asociado a AMESTI.

..//

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
REUNION COMITÉ AMPLIADO - 12 de octubre de 2006
RESUMEN CONTENIDOS ANTEPROYECTO
NORMA DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE PARA ARTEFACTOS DE
COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA

Tabla Resumen:

Objetivo de protección ambiental	Proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado, producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa.
Ámbito territorial de aplicación	La norma de emisión se aplicará en todo el territorio nacional.
Cantidades Máximas permitidas	Artefacto nuevo tipo calefactor: A contar de cumplido 1° año desde la entrada en vigencia del presente decreto: 60 mg/m ³ N corregido al 13% de O ₂ en volumen. Artefacto nuevo tipo cocina: A contar de cumplido 1° año desde la entrada en vigencia del presente decreto: 100 mg/m ³ N corregido al 13% de oxígeno O ₂ en volumen.
Métodos de Medición	CH-5G: Determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución (Resolución exenta N°34/06 del MINSAL). CH-28: Determinación de material particulado. Certificación y auditoría de calefactores a leña (Resolución exenta N° 1.349/97 del MINSAL). Se informará como parte de los resultados de la medición los siguientes parámetros de interés ambiental: monóxido de carbono (CO) y eficiencia térmica del artefacto. CH-3A: Determinación de las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono en las emisiones de fuentes estacionarias (Resolución exenta N° 1.349/97 del MINSAL).
De las condiciones para acreditar cumplimiento	En el caso que el artefacto representativo nuevo: <ul style="list-style-type: none"> - Permite controlar la entrada de aire que modifica sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma para cada tasa medida. - No permite controlar la(s) entrada(s) de aire que modifica(n) sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma para la condición de operación recomendada por el fabricante. Para los dos casos anteriores, cada dos años se verificará el cumplimiento a través de los métodos y procedimientos establecidos.
Control de la norma	Instituto de Salud Pública perteneciente al Ministerio de Salud.

Definiciones:

- a. **Artefacto:** es aquel calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, nuevo, que tiene una potencia de ingreso de hasta 70kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior.
- b. **Artefacto nuevo:** es aquel calefactor o cocina que con posterioridad a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto, no ha sido distribuido para su comercialización y/o se fabricará, armará en el país o se importará.
- c. **Artefacto representativo:** es aquel artefacto nuevo, de un único fabricante o importador que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la presente norma, que representa a un conjunto de artefactos que tienen características idénticas en cuanto a todas sus dimensiones, espesores y materiales.
- d. **Calefactor:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la calefacción.
- e. **Cocina:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la cocción y preparación de alimentos.

..//

Reunión Comité Ampliado
Revisión de la Norma de Emisión
 12 de octubre de 2006

N°	NOMBRE	INSTITUCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	Ricardo Katz	GAC / Amesti	2360886	2351100	rkatz@gac.cl
2.	Cristian de Amesti	AMESTI	7455635	7455636	cristian@amesti.cl
3.	José María Poblete	Pucon	7770434	7771551	ventas@estufaspucon.cl
4.	Marisol Olivares F.	Pucon	7770434	7771551	molivares@mvm.cl
5.	Pablo Deud	Arcadis / Bosca	3816064		pdeud@arcadis.cl
6.	Juan Pablo Breyer	Bosca	321 8500		jbreyer@bosca.cl
7.	Luis Alberto Echeverría	Bosca	328.85.00		lecheverria@bosca.cl
8.	Raúl Claudio	A. Trotter	7723795		raulclaudio@atrotter.cl
9.	Maritza Jedyjevic	CONAMA	2405688		mjedyjevic@conama.cl
10.	Nicolás Schiappacasse	CONAMA IX	45-238200		nschiappacasse.9@conama.cl
11.	Laura Vergara F	Vergara Abogados Amesti	2368077		lvergara lvergara@vergaraabogados.cl
12.	Carmen G. Contreras	CONAMA	2405772		

000775

000780

Carmen Gloria Contreras Fierro

De: Carmen Gloria Contreras Fierro

Enviado: martes, 17 de octubre de 2006 16:23

Para: 'Pablo Daud'; Cristián de Amesti (E-mail); 'Jbreque (E-mail); Marisol Olivares (E-mail); 'Roberto Leiva I. ' (E-mail); 'rkatz@gac.cl'; 'lechenique@bosca.cl'; 'rquevedo@atrotter.cl'; 'jvergara@vergaraabogados.cl'

CC: Maritza Jadrijevic Girardi

Asunto: doc proceso norma emisión: ESTUDIO MEDICION SERPRAM /COMITÉ AMPLIADO

Estimados Integrantes del Comité Ampliado,

De acuerdo a compromiso sobre difusión de documentos, se adjunta Informe Final y anexos del ESTUDIO: MEDICIÓN DE ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON BIOMASA PARA APOYAR PROCESOS REGULATORIOS AMBIENTALES, realizado por SERPRAM.

A aquellos fabricantes que suscribieron un acuerdo de colaboración para los fines del Estudio, se les hará llegar a la brevedad formalmente una copia del citado estudio.

Atenta a sus consultas,

Carmen Gloria Contreras

-----Mensaje original-----

De: Pablo Daud [mailto:pablo.daud@arcadis.cl]

Enviado el: martes, 17 de octubre de 2006 13:26

Para: Carmen Gloria Contreras Fierro

Asunto: documentos sobre proceso de norma

Estimada Carmen Gloria:

Deseaba consultarte si los documentos que se mencionaron en reunión del jueves pasado, sobre el proceso de norma para calefactores, están disponibles (se hizo mención, al menos, a 3 documentos: resultados de las mediciones de calefactores; TDR para estudio económico y social de la norma; y documento que circuló en la misma reunión que contenía los estándares en otros países).

Ideal sería si pudieras enviarlos vía e-mail; de otro modo, te agradecería me hicieras ver como acceder a ellos.

De antemano, muchas gracias.

Pablo Daud M.
ARCADIS Geotécnica
Eliodoro Yáñez 1893
Providencia, Santiago de Chile
Fono (56 2) 381 6062
Fax (56 2) 381 6074

Visite nuestra página web: www.arcadis.cl

Carmen Gloria Contreras Fierro

000781

De: Carmen Gloria Contreras Fierro**Enviado:** viernes, 27 de octubre de 2006 15:20**Para:** Cristián de Amesti (E-mail); 'Jbreque (E-mail); 'Jvergara (E-mail); 'Lechenique (E-mail); Marisol Olivares (E-mail); 'Pablo Daud' (E-mail); 'Rkatz (E-mail); 'Rquevedo (E-mail)**CC:** Maritza Jadrijevic Girardi**Asunto:** Informa sobre proceso normativo**Estimados integrantes del Comité Ampliado**

Por este medio se informa:

- Se ha aplazado la publicación del extracto del anteproyecto norma.
- Se suspende la reunión programada para el 31 de noviembre.
- La próxima reunión se realizará el día **miércoles 15 de noviembre de 10:00 a 13:00 hrs**, en la sala de reuniones del 5º piso de CONAMA. Teatinos 258.
- Se ha enviado con antelación, por este medio, los siguientes estudios: 1) Estudio medición de artefactos SERPRAM. 2) Estudio medición de estufa tradicional chilena y estufa optimizada en Suiza. 3) Términos de referencia del estudio en ejecución, del análisis general del impacto económico y social de la norma (todos disponibles en el Expediente de la norma).
- Se envió (con fecha 25 de octubre) desde la Dirección Ejecutiva de CONAMA copia de informe de SERPRAM a los 5 fabricantes que suscribieron declaración de colaboración.
- Se adjunta documento y presentación de "Particle emissions from residential wood combustion - Design and operation conditions determine health impacts". presentada en el 10th Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zurich, 21st - 23rd August 2006.

Atenta a sus consultas,

Carmen Gloria Contreras Fierro

-----Mensaje original-----

De: Carmen Gloria Contreras Fierro**Enviado el:** martes, 17 de octubre de 2006 17:59**Para:** 'Pablo Daud'; 'Cristián de Amesti (E-mail)'; 'Jbreque (E-mail)'; 'Marisol Olivares (E-mail)'; 'Roberto Leiva I.' (E-mail); 'rkatz@gac.cl'; 'lechenique@bosca.cl'; 'rquevedo@atrotter.cl'; 'jvergara@vergaraabogados.cl'**CC:** Maritza Jadrijevic Girardi**Asunto:** norma emisión:Documento BASES /COMITÉ AMPLIADO

Con respecto al documento bases se enviará a ustedes próximamente (está en versión borrador).

Atentamente,

Carmen Gloria Contreras Fierro

-----Mensaje original-----

De: Carmen Gloria Contreras Fierro**Enviado el:** martes, 17 de octubre de 2006 16:36

000782

Para: 'Pablo Daud'; 'Cristián de Amesti (E-mail)'; 'Jbreque (E-mail)'; 'Marisol Olivares (E-mail)'; 'Roberto Leiva I. ' (E-mail)'; 'rkatz@gac.cl'; 'lechenique@bosca.cl'; 'rquevedo@atrotter.cl'; 'jvergara@vergaraabogados.cl'

CC: Maritza Jadrijevic Girardi

Asunto: RE: doc proceso norma emisión: agies AGIES /COMITÉ AMPLIADO

Estimados Integrantes del Comité Ampliado,

De acuerdo a compromiso sobre difusión de documentos, se adjunta Términos de Referencia del Estudio AGIES: "ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE UNA NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS NUEVOS DE USO RESIDENCIAL QUE OPERAN CON COMBUSTIBLES SÓLIDOS DE BIOMASA".

Atenta a sus consultas,

Carmen Gloria Contreras Fierro

-----Mensaje original-----

De: Carmen Gloria Contreras Fierro

Enviado el: martes, 17 de octubre de 2006 16:29

Para: 'Pablo Daud'; 'Cristián de Amesti (E-mail)'; 'Jbreque (E-mail)'; 'Marisol Olivares (E-mail)'; 'Roberto Leiva I. ' (E-mail)'; 'rkatz@gac.cl'; 'lechenique@bosca.cl'; 'rquevedo@atrotter.cl'; 'jvergara@vergaraabogados.cl'

CC: Maritza Jadrijevic Girardi

Asunto: doc proceso norma emisión: ESTUDIO MEDICION SUIZA /COMITÉ AMPLIADO

Estimados Integrantes del Comité Ampliado,

De acuerdo a compromiso sobre difusión de documentos, se adjunta Informe de estudio: "**Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile**. Report for CONAMA and COSUDE. Thomas Nussbaumer.

Atenta a sus consultas,

Carmen Gloria Contreras



CASARTE

000783

Sr. Hans Willumsen
Jefe Departamento Control de la Contaminación
CONAMA
Presente

Sr. Willumsen

Por medio de la presente le presentamos nuestra empresa y nuestros excelentes productos.

CasArte s.a. se dedica a la importación de productos líder en el mercado internacional. Sus socios son Mónica Delaporte Miqueles, Pablo Vergara Collado y Hans Inge Bollingmo de nacionalidad noruega.

En estos momentos entramos al mercado como importadores y representantes exclusivos de la prestigiosa marca Noruega de calefactores a leña JOTUL.

JOTUL está en el mercado Europeo y otros importantes países del mundo. Los calefactores JOTUL son fabricados completamente en Noruega en la ciudad de Fredrikstad desde el año 1853

Características de los productos

Material

Están realizadas en fierro fundido lo que permite una gran flexibilidad en el arte y el diseño, mantener una alta masa térmica como también tiene una excelente radiación de calor y una fácil mantención.

Jøtul tiene mas de 150 años de experiencia moldeando el fierro (desde 1853) A diferencia de las estufas de acero laminado todas las partes de nuestras estufas de Fierro Fundido son reemplazables. Esto hace que tengan una vida extensa

Combustión

Sistema de Doble Combustión, Las estufas y chimeneas JOTUL tienen incorporado el sistema CB (clean burn, combustión limpia) que reduce enormemente la contaminación del medio ambiente.

La doble combustión de los productos JOTUL permite convertir en energía el 90% de las partículas sólidas y de los gases contenidos en los humos.

Además de reducir en mayor medida el poder contaminante.

A las ventajas descritas, hay que añadir otra no menos sustancial como es la gran reducción de breas y alquitranes en el interior de los conductos de humo.

Todo lo anterior convierte a los productos JOTUL "CB" en aliados del Medio Ambiente.

El Sistema de Doble cámara, mas sencillo que el anterior, convierte en energía la leña en la primera cámara y al alcanzar alta temperatura quema gases en la segunda cámara en una menor proporción que el sistema de doble combustión (estos sólo se comercializan en ciudades no contaminadas)



Ahorro

El nuevo sistema de Doble Combustión permite aprovechar al máximo el poder calorífico de la leña, rebajando considerablemente el consumo de la misma y logrando un importante ahorro económico. 000784

Autonomía

Permite duración de la carga de leña de 8 o más horas entregando seguridad y confort durante toda la noche.

Garantía

Garantía de 10 años en los aparatos y 1 para todas las piezas móviles de su interior.

Diseño

Amplia gama de diseños clásicos y modernos galardonados en varias ocasiones por el Norwegian Design Council.

Seguridad

Adecuación a las normas de calidad y seguridad más exigentes (Noruega, USA, Alemania, etc...).

Valor

Una inversión que revaloriza la casa y se transmite de padres a hijos.

Historia

Un Siglo y medio de experiencia y constante innovación en la producción de chimeneas y estufas de fundición.

PRODUCTOS

Hay 3 líneas de productos : Estufas, Cassettes e Insert

ESTUFA: aparato calefactor que se instala con todas sus paredes vistas y que transmite el calor por radiación. Desde el punto de vista de rendimiento son, sin duda, los aparatos de los que mejor se aprovecha el calor.

En nuestra amplia gama de estufas, y sobre todo en el contraste entre unos modelos y otros, hay un buen equilibrio entre el respeto a la tradición y la constante innovación.

Además de su especial cuidado en el diseño, Jotul no pierde de vista la preocupación por el Medio Ambiente, de ahí que haya incorporado a muchos de sus productos el Sistema CB de combustión limpia.



000785

CASARTE

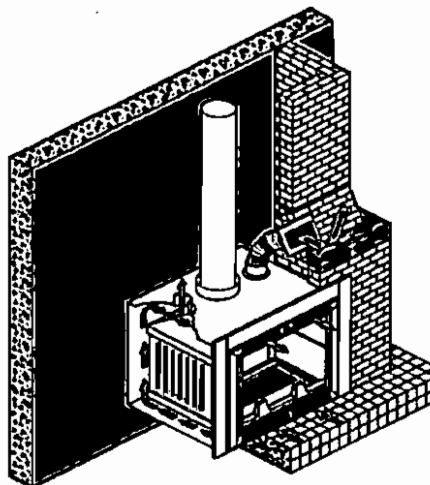
CASSETTE:

Los cassettes son aparatos que satisfacen una necesidad creciente en las viviendas actuales, convertir la chimenea tradicional abierta existente en un foco de calor seguro y económico, todo ello sin perder la belleza de una chimenea ni el placer de disfrutar de la visión del fuego.

Trasmiten calor por convección natural o convección forzada.

Las cassettes se han convertido en los productos calefactores de mayor éxito por: Evitar la fuga de calor que se produce en las chimeneas abiertas, Permitir la utilización de la chimenea sin riesgo de que salten chispas o se desprendan troncos encendidos sobre la tarima y un consumo de leña notablemente inferior al de la chimenea abierta, permitiendo calentar más de una habitación disfrutando a la vez de una perfecta visión del fuego.

Todos ellos reúnen dos características comunes: máxima calidad y la posibilidad de ser instalados en chimeneas ya existentes de medidas reducidas.

**INSERT:**

Se puede decir que son estufas alrededor de las cuales se construye una chimenea nueva. Por su tamaño y eficacia no necesitan ventiladores. Dan calor por convección natural, pero es preciso dejar una buena entrada de aire entre sus patas y aislar completamente la campana superior en la que van colocadas las rejillas.

Recomendamos sólo montar en chimeneas de obra nueva o que deban ser reformadas.

000786

CASARTE



Para mayores detalles visite la página de Jotul en Noruega www.jotul.no y nuestra página web donde se encuentran todos los productos www.casarte.cl

Se adjuntan certificados enviados a JOTUL por la Environmental Protection Agency (EPA) sobre los diferentes modelos.

Se adjunta CD con información de JOTUL, la fabricación de los productos y con los distintos modelos que se comercializan en Chile

Saluda atentamente,


Mónica Delaporte
Presidente
CasArte S.A.
JOTUL


Marisol Gómez
Gerente General
CasArte S.A.
JOTUL

Dirección: Sancho de la Hoz 3440, Vitacura, Tel 2064400, Cel 09-8951642



Presencia de JOTUL en los diferentes países, en donde se cumplen con las normas y certificaciones correspondientes Europeas y específicas de cada país

Australia
Austria
Bélgica
Bosnia
Cánada
República Checa
Dinamarca
Estonia
Finlandia
Francia
Alemania
Islandia
Irlanda
Italia
Japón
Latvia
Lituania
Luxemburgo
Malta
Holanda
Nueva Zelandia
Noruega
Polonia
Portugal
Rusia
Eslovaquia
Eslovenia
Sudáfrica
España
Suiza
Suecia
Ucrania
Inglaterra
Estados Unidos

Sra.
Ana Lya Uriarte
Directora Ejecutiva
CONAMA
Presente

000788

CASARTE

27 de octubre de 2006

Nuestra Empresa es CasArte S.A Importadora y Distribuidora oficial y exclusiva de Jotul en Chile y Argentina para chimeneas y estufas a leña fabricadas por el grupo Jotul,

La casa matriz de Jotul está en Fredrikstad, Noruega.

Jotul es la más grande y más antigua fábrica de artefactos para la calefacción en el mundo, con distribuidores en muchos países, incluyendo aquellos con las más estrictas normas de contaminación ambiental. Es por esta importante razón y por la belleza de su diseño que nos motivamos a traer a Chile un producto de tan alta calidad y tecnología

Adjuntamos una carta de Joachim Heidestrom, Vicepresidente de Exportación de JOTUL AS manifestando su posición ante las nuevas normas de contaminación que Uds. estan considerando para Chile.

Esta carta está en Ingles por lo que adjuntamos también la traducción en Español. Nuestra posición en relación a las nuevas normas a regir en Chile es que deberían ser a la vez estrictas y razonables. De esta manera realmente estaríamos cumpliendo con el gran objetivo de descontaminar nuestra ciudad.

La contaminación y suciedad del aire en Santiago, y otras partes de Chile nos preocupa y deben hacerse todos los esfuerzos para ser limpiado.

Los principales puntos que creemos deben tomarse en cuenta para este efecto son los siguientes:

1.- Introducir solamente artefactos de moderna tecnología de combustión limpia y reemplazar artefactos con tecnología antigua por artefactos modernos.

2.- Testear en laboratorio las emisiones para ser aprobadas y certificadas como combustión limpia

3.- Controlar y certificar la leña con un grado de humedad bajo (<20%)

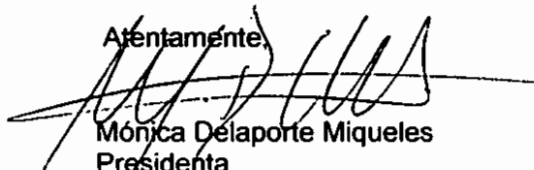
4.- Educar al usuario, en como debe operar su calefactor a combustión lenta para aprovechar al máximo las características antes mencionadas.

Creemos que la clave de cualquier ley es cumplirse, no solamente con lo que dice en palabras escritas sino también en su espíritu:

Las normas a regir deberían tener una posición en que los chilenos se sintieran con la firme convicción y el entusiasmo a apoyarlas y no a violarlas, de esta manera estamos respetando y valorando el derecho de los Chilenos a elegir ser limpios:

Nuestros productos cumplen con las características para poder ser usados en Chile y de esta manera ayudar a descontaminar. Además van en pro de nuestra calidad de vida al poder disfrutar de un lindo y limpio fuego en nuestros hogares:

Atentamente,



Mónica Delaporte Miqueles
Presidenta
CasArte S.A.





000789

A quién Corresponda:

Fredrikstad, Noruega 27 octubre de 2006

Introducción

Jøtul es una empresa noruega que se dedica a la fabricación de estufas y chimeneas, en conjunto con los subsidiarios Jøtul Norteamérica, Jøtul Reino Unido, Jøtul Francia, Jøtul España, Krog Iversen y Co y producción Aps de Kl. Esta agrupación fabrica y vende sus productos bajo marcas de Jøtul, Scan, Kavani y Atra.

Estamos fabricando anualmente más de 130.000 estufas y chimeneas, que nos hacen uno de los principales fabricantes en el mundo.

Nuestros productos se venden a través de una combinación de subsidiarios autónomos y de importadores independientes a través de más de 2.500 distribuidores en más de 40 países alrededor del mundo.

En lo que respecta a nuestro perfil que es extremadamente internacional y al hecho de que estamos entre los fabricantes más grandes del mundo, nuestro importador oficial en Chile y la Argentina, CasArte SA, nos ha pedido que compartamos algo de nuestra gran experiencia en lo que respecta a los nuevos estándares próximos a aplicarse en Chile. Aunque esto es un tema muy largo para discutir en una carta, quisiéramos comenzar con un resumen corto de la situación mundial en materia de las emisiones de partículas

Situación en el resto del mundo

El control de las emisiones de partículas de los calefactores domésticos a leña ha ido en aumento en el mundo. Países como USA, Noruega, Suecia, Dinamarca, Alemania, Austria, Reino Unido, Suiza, Italia, Nueva Zelanda y Australia tienen programas en curso que intentan reducir las emisiones de partículas para mejorar la calidad del aire.

El Tratado de Kyoto es muy interesante porque incrementa el uso del bio combustible (renovable) al considerar neutro el CO₂.

Las autoridades locales encargadas de la calidad del aire de los países de la Unión Europea en parte han impedido este crecimiento al no estimular el uso de artefactos de combustión limpia.

Las estufas de leña de uso doméstico son muy sensibles a la forma en que son operadas en relación a las partículas que emiten.

Las pruebas de laboratorio de los sistemas tradicionales de combustión demuestran que la mayoría de las estufas pueden obtener una combustión completa (limpia) en la gama de 8-12 kW.

Una operación en la misma estufa pero en una gama menor de 4 kW, o sea en una combustión lenta emite una gran cantidad de partículas.

Algunas naciones enteradas de esta situación han tratado de distintas formas de enfrentar el problema.

Los capítulos siguientes explican esta situación en algunos mercados seleccionados.

Escandinavia

Estudios realizados en Noruega en el año 1983, de cómo se operan normalmente las estufas a leña, demostraron que la mayoría se usan en combustión lenta.

A raíz de estos resultados se eligió un método de prueba que midiera emisiones de partículas en niveles bajo, medio bajo, medio alto y alto de tasas de combustión.

El método 28, 5G de US EPA fue modificado levemente para el uso con el combustible noruego y fue publicado como NS 3058 en 1994.

Los requisitos fueron descritos en NS 3059 llegando a un promedio de un total de 10 grs. de partículas por kg de leña.

El producto testeado en laboratorio que cumple con este estándar fue acreditado con un certificado de Combustión limpia (Clean Burn, CB)

Las pruebas de laboratorio demostraron que esta restricción disminuyó en un 75% el material particulado emitido, comparado con las estufas con tecnología tradicional, funcionando de la misma manera (combustión lenta)

En 1998 en Noruega se introdujo la ley que todas las nuevas estufas a leña de uso doméstico deberían ser certificadas como CB.

Esto dio lugar al desarrollo de la tecnología en los sistemas de la combustión que permitían mantener la combustión completa incluso cuando estaba funcionando para operar como combustión lenta (menor que 1,25 kg de leña por hora)

Hoy en día hay se usan en Noruega 1.2 millones de estufas a leña, 30% de estas están certificadas como CB.

Actualmente debido a este cambio se han reducido en 11.000 toneladas las emisiones de partículas por año.

Con esto podemos proyectar que el potencial de reducción de partículas es enorme pensando que quedan con 800.000 productos que todavía necesitan ser reemplazados por un producto certificado los CB.

Un total de 100 000 certificados CB para estufas a leña de uso domésticas se han entregado en Noruega cada año, se espera que este proceso tome mas de 20 años en poder reemplazar todos los artefactos de combustión tradicional al sistema CB

El trabajo y la legislación en Noruega ha influenciado a Dinamarca para implementar requisitos similares, mientras que Suecia tiene una marca de calidad voluntaria "P" para los productos que demuestran la capacidad de mantener la combustión completa en eficiencia calórica baja (menor que 4 kW)

Unión Europea

Otras naciones europeas como Alemania y Austria declaran que los productos usados en sus países no se operan en combustión lenta. Debido a esto han elegido un método de prueba que mide solamente las partículas emitidas a una salida de calor "nominal" entre 6-10 kW.

El método de prueba recoge solamente las partículas sólidas, no hidrocarburos con combustión incompleta, dando resultados de emisiones menores que 100 mg / Nm³

Si convertimos las unidades de estos resultados para compararlos con los de US EPA y NS (Noruega) estos últimos son mucho mas bajos. US EPA y NS recogen en su medición todos los componentes líquidos y sólidos en condiciones de temperatura ambiente.

Oceanía

Nueva Zelanda y Australia ocupan los mismos métodos de US EPA y NS para medir el material particulado, pero no miden la operación en condiciones de combustión baja a menos que el calefactor cuente con la tecnología CB para ser operada.

Por lo tanto la mayoría de los artefactos se miden en combustión media alta a alta dando extremadamente buenos (bajos) números de partículas emitidas, comparándolos a los de US EPA y NS.

Nueva Zelanda ahora está introduciendo un límite de 1.5 grs /kg que no es posible de obtener en condiciones bajas de combustión.

Consecuencia

Si el objetivo de una legislación nacional es reducir la emisión de material particulado de las estufas de uso doméstico, es importante elegir un método de prueba relevante al uso típico que se les da en esa nación y además elegir un nivel de requisito acorde al método de la prueba elegido.

Si el método sugerido es el 28, 5G de US EPA el requisito debería estar en un área entre 4.5 - 7.5 g/h ya que está probado que se puede llegar a esto con la tecnología CB.

Un requisito más estricto que éste actuaría como una prohibición en la distribución de los nuevos artefactos a leña y también evitaría el reemplazo de los calefactores usados que contaminan a las estufas nuevas de tecnología CB.

Aunque los requisitos de estos mercados sean estrictos Jøtul tiene representación en cada uno de ellos contando con una gama de producto que cumple con esas características.

Jøtul tiene productos que pueden alcanzar todos los estándares antes mencionados. Quisiéramos precisar que es muy importante para el ambiente, que cada producto del mercado debería estar en condiciones de poder realizar una combustión limpia en los distintos niveles de la combustión.

La experiencias de Norteamérica

Las autoridades legislativas tienen una influencia de gran alcance en los productos del mercado y muestra que la legislación es una herramienta poderosa para prohibir los productos que contaminan.

US EPA tiene una campaña en curso de intercambiar las estufas a leña tradicional por tecnología CB. Estudios previos realizados han revelado que la mayoría de las estufas a leña de uso doméstico contribuyen a los altos niveles de P.M. 2.5 encontrados en el aire. Aunque los resultados de este estudio no están todavía listos la US EPA ha calculado que más de 1 tonelada de reducción de PM 2.5 por año ocurriría reemplazando 20 estufas de combustión tradicional a estufas certificadas CB
<http://www.epa.gov/woodstoves/changeout.html>

Estadísticas como estas demuestran el gran efecto y contribución para limpiar el aire que cada autoridad nacional puede demandar introduciendo una legislación que induzca un intercambio de calefactores tradicionales a calefactores con una certificación CB

También quisiéramos precisar la importancia de supervisar el uso de la leña y de aplicar presión en los consumidores a utilizar combustible de buena calidad. Nuestra experiencia nos dice que la reducción de partículas en el aire se da cuando el gobierno inicia un control en la distribución de la leña. Solamente así se le garantiza al consumidor que está comprando una leña de buena calidad.

La situación en Chile

Jøtul está informado que en Chile la energía producida por la leña representa aproximadamente un 17,8% de la energía total consumida en Chile.

Un 52,3% de esta energía se considera de uso residencial contra el consumo de energía residencial total.

El mercado anual es aproximadamente 75.000 chimeneas y cocinas instaladas en casas chilenas.

Estamos seguros que el medioambiente chileno se beneficiaría del uso de estufas de leña CB como fuente de energía renovable, lo que significa ir en la misma dirección que la Unión Europea, Escandinavia y USA.

Estos países están completamente enfocados en el uso de la bioenergía, combinado con la más moderna tecnología CB.

000793

Aunque Jøtul tiene productos aprobados para los mas exigentes estándares en el mundo recomendamos que Chile mire al estándar de EPA al desarrollar el propio. Haciendo esto se aseguran dejar fuera del mercado productos que queman limpio en el laboratorio por ser testeados en nivel alto (nominal), pero que están contaminando en su uso diario por estar usados normalmente en baja (menor que 4 kW)

Creemos que 7.5 gramos por hora son un buen comienzo, de esta manera se van a poder reemplazar estufas y chimeneas antiguas que contaminan por tecnología moderna CB y se verá el gran impacto sobre las emisiones de partículas

Sinceramente
Desde Jotul AS

Joachim Heidenstrom,
Vicepresidente de exportaciones



000794

Certificate

Jøtul F 100

Jøtul AS confirms that Jøtul F 100 is type tested for particulate emission according to NS 3058 and NS 3059 at a laboratory with valid accreditation.

The particulate emission during testing at 70% of maximum burn rate (1,3kg/h) was 3,13 g/h according to test report SINTEF 102040.04B, dated 2001-02-21.

The product must be installed to conform to local and national building regulations.

Before preparing for the installation of the appliance, it is important that the instructions issued with the unit are carefully read and strictly adhered to.

Jøtul AS
May 2006

Ola E. Gjone
Laboratory Manager

Jøtul operate a policy of continual product development. Products supplies may therefore differ in specification, colour and type of accessories from those illustrated and described in catalogues and brochures.

Tel. +47 69 35 90 00
Fax +47 69 35 90 01
www.jotul.com

Jøtul AS, Langøyvelen Foretaks/Enterprise no.
P.b./P.O. box 1411, 1602 Fredrikstad, Norway NO 985 5569 MVA

Tel: 217 22 00 Fax 217 82 00 Avda. Las Condes 11.400 Torre B, of 84 Viajesur, Santiago - Chile





UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

000795

JUL 24 2000

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
Jotul North America
400 Riverside Street, P.O. Box 1157
Portland, Maine 04104

Dear Mr. Purinton:

I am pleased to inform you that the Castine F400 noncatalytic wood heater has been approved for certification under the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Performance Standard for Residential Wood Heaters. The Wood Heater Certification for this model line (certificate number 496) is enclosed. Please refer to this certificate number in all future correspondence.

This model line is certified as meeting the emission limits in 40 CFR Part 60, Section 60.532(b). Your certificate to manufacture this model line is valid for five years from the effective date. You may not manufacture this model line after that date unless this certificate is renewed.

All wood heaters manufactured under this certification must comply with the labeling requirements found in 40 CFR Part 60, Section 60.536. The following information must be displayed (by blunt arrow) on your temporary label:

Emission Rate:	3.8 g/hr
Overall Efficiency:	63%
Heat Output Range:	11,300-27,800 Btu/hr

Requirements for the permanent label are listed in 40 CFR Part 60, Section 60.536.

In addition, you must comply with all other applicable requirements under this regulation including:

1. Recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that may affect the particulate emission rate. This includes changes in the components listed under 40 CFR Part 60, Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests as required under 40 CFR Part 60, Section 60.533(o). You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliance(s) may exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owners manual, as required under 40 CFR Part 60, Section 60.536, and for catalytic heaters, a warranty. These items must be included with each wood heater sold under this certification.
4. Retaining records and submitting reports as required under 40 CFR Part 60, Section 60.537.
5. Submitting wood heaters, as requested, for audit testing under 40 CFR Part 60, Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements may result in revocation of this certificate and/or enforcement action(s) including monetary penalties.

Please refer any questions to Robert C. Marshall, Jr. of my staff at (202) 564-7021.

Very truly yours,

Mamie R. Miller for

Michael S. Alushin, Director
Manufacturing, Energy and Transportation Division
Office of Compliance

Enclosure



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

000797

MAR 13 2003

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
Jotul North America, Incorporated
P.O. Box 1157
Portland, Maine 04104

Dear Mr. Purinton:

In a letter dated March 4, 2003, you propose certain design changes in a wood heater currently manufactured and/or sold by your company under certificate number 496. The design changes involve revising the current double front door design into a single door system. The proposed design would utilize a single pane of glass versus the current two panes. The letter included revised design drawings of the proposed change.

Under 40 C.F.R. 60.533, a model line must be recertified whenever any design change is made that is presumed to affect the emission rate. However, if the design change may not reasonably be anticipated to cause wood heaters in the model line to exceed the applicable emission limits, a waiver may be granted. Based on the information provided by you, the proposed design changes are unlikely to cause the model line to exceed the applicable emission rates, and a waiver is hereby granted. Please be advised that all the requirements of the original certification remain in effect. If you have any questions or comments, please call John DuPree at (202) 564-5950.

Very truly yours,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. S. Alushin".

Michael S. Alushin, Director
Compliance Assessment and Media Programs Division
Office of Compliance

WOOD HEATER CERTIFICATION

This certificate is issued in recognition that
the following wood heater model line:

Castine

Model Name

F400

Model Number

Jotul ASA

Manufacturer Name

has completed all requirements necessary for
certification and is a certified model line pursuant to
Environmental Protection Agency regulations.

Mamie R. Miller for

Director

**Manufacturing, Energy, and Transportation
Division**

7/27/00

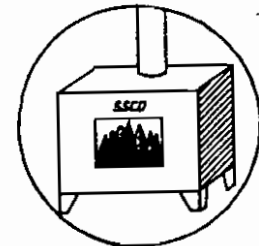
Date

496

Certificate Number

JUL 25 2005

Expiration Date



000798

000799



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

SEP 29 2000

OFFICE OF
AIR AND RADIATION

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
Jotul North America
P.O. Box 1157
400 Riverside Street
Portland, Maine 04104

Dear Mr. Purinton:

I am pleased to inform you that the Jotul F3CBII noncatalytic wood heater has been approved for certification under the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Performance Standard for Residential Wood Heaters. The Wood Heater Certification for this model line (certificate number 499) is enclosed. Please refer to this certificate number in all future correspondence.

This model line is certified as meeting the emission limits in 40 CFR Part 60, Section 60.532(b). Your certificate to manufacture this model line is valid for five years from the effective date. You may not manufacture this model line after that date unless this certificate is renewed.

All wood heaters manufactured under this certification must comply with the labeling requirements found in 40 CFR Part 60, Section 60.536. The following information must be displayed (by blunt arrow) on your temporary label:

Emission Rate:	3.8 g/hr
Overall Efficiency:	63%
Heat Output Range:	11,400-43,500 Btu/hr

Requirements for the permanent label are listed in 40 CFR Part 60, Section 60.536.

In addition, you must comply with all other applicable requirements under this regulation including:

1. Recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that may affect the particulate emission rate. This includes changes in the components listed under 40 CFR Part 60, Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests as required under 40 CFR Part 60, Section 60.533(o). You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliance(s) may exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owners manual, as required under 40 CFR Part 60, Section 60.536, and for catalytic heaters, a warranty. These items must be included with each wood heater sold under this certification.
4. Retaining records and submitting reports as required under 40 CFR Part 60, Section 60.537.
5. Submitting wood heaters, as requested, for audit testing under 40 CFR Part 60, Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements may result in revocation of this certificate and/or enforcement action(s) including monetary penalties.

Please refer any questions to Robert C. Marshall, Jr. of my staff at (202) 564-7021.

Very truly yours,



Michael S. Alushin, Director
Manufacturing, Energy and Transportation Division
Office of Compliance

Enclosure



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

000801

AUG 26 2005

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
Jotul North America
P.O. Box 1157
Portland, Maine 04013

Dear Mr. Purinton:

I am pleased to inform you that the Jotul Model F3CB II noncatalytic wood heater has been recertified under the authority of 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(j)(2) of the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Performance Standard for Residential Wood Heaters. Your renewed certificate, number 499, is enclosed.

Based on the information provided by you, this model line continues to meet the certification requirements of 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(e). The enclosed certificate is valid until the expiration date on the certificate. The expiration date is located in the bottom right hand corner of your certificate. Please note, this date is based on the date of initial certification and not the recertification date. You may not manufacture wood heaters under this certificate after that date unless you renew the certificate again.

Due to resource constraints, it is our policy to review only certificate renewal applications submitted to the EPA within ninety days of the certification expiration date. Certificate renewal applications received more than ninety days before the expiration date will not be processed.

Please be advised that all wood heaters manufactured under this certification must comply with EPA labeling requirements found in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536 of the regulation.

In addition, you must comply with all applicable requirements of the regulation, including:

1. Applying for recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that is presumed to affect the particulate emission rate, including changes in components listed in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests listed in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(o). You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate that units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliances exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owner's manual and, if applicable, a catalyst warranty with each wood heater sold under this certification. The owner's manual must include the information listed in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536.
4. Retaining records and submitting reports as required in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.537.
5. Submitting wood heaters for audit testing if selected by the Administrator under 40 C.F.R. Part 60 Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements could result in revocation of this certificate and/or enforcement action, including penalties, as specified, under the Clean Air Act.

Please refer any questions concerning this letter to John DuPree of my staff at (202) 564-5950.

Very truly yours,

Maime R. Miller for

Michael S. Alushin, Director
Compliance Assessment and Media Programs Division
Office of Compliance

Enclosure

WOOD HEATER CERTIFICATION

This certificate is issued in recognition that
the following wood heater model line:

F3CBII

Model Name

F3CBII

Model Number

Jotul ASA

Manufacturer Name

has completed all requirements necessary for
certification and is a certified model line pursuant to
Environmental Protection Agency regulations.

Mamie K. Miller for

Director

Compliance Assessment and Media
Programs Division

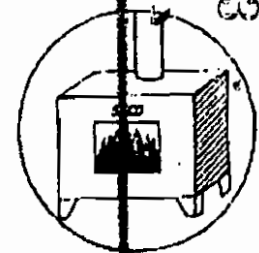
8/26/5
Date

499

Certificate Number

September 29, 2005

Expiration Date



000803



UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

000804

MAR 21 2002

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
400 Riverside Street
P.O. Box 1157
Portland, Maine 04104

Dear Mr. Purinton:

I am pleased to inform you that the F100 Nordic QT noncatalytic wood heater has been approved for certification under the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Performance Standard for Residential Wood Heaters. The Wood Heater Certification for this model line (certificate number 538) is enclosed. Please refer to this certificate number in all future correspondence.

This model line is certified as meeting the emission limits in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.532(b). Your certificate to manufacture this model line is valid for five years from the effective date. You may not manufacture this model line after that date unless this certificate is renewed.

All wood heaters manufactured under this certification must comply with the labeling requirements found in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536. The following information must be displayed (by blunt arrow) on your temporary label:

Emission Rate:	3.0 g/hr
Overall Efficiency:	63%
Heat Output Range:	7,700-27,400 Btu/hr

Requirements for the permanent label are listed in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536.

In addition, you must comply with all other applicable requirements under this regulation including:

1. Recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that may affect the particulate emission rate. This includes changes in the components listed under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(o). You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliance(s) may exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owners manual, as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536, and for catalytic heaters, a warranty. These items must be included with each wood heater sold under this certification.
4. Retaining records and submitting reports as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.537.
5. Submitting wood heaters, as requested, for audit testing under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements may result in revocation of this certificate and/or enforcement action(s) including monetary penalties.

Please refer any questions to Robert C. Marshall, Jr. of my staff at (202) 564-7021.

Very truly yours,



Michael S. Alushin, Director
Compliance Assessment and Media Programs Division
Office of Compliance

Enclosure

WOOD HEATER CERTIFICATION

This certificate is issued in recognition that
the following wood heater model line:

F100 Nordic QT

Model Name

F100 Nordic QT

Model Number

Jotul ASA

Manufacturer Name

has completed all requirements necessary for
certification and is a certified model line pursuant to
Environmental Protection Agency regulations.

Michael A. Alushkin

Director

Compliance Assessment and Media
Programs Division

3/21/02

Date



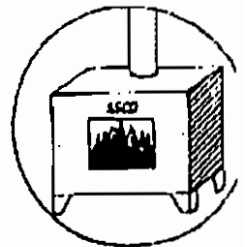
538

Certificate Number

MAR 21 2007

Expiration Date

000806





UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

000807

JUN 13 2003

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
Jotul U.S.A., Incorporated
400 Riverside Street, P.O. Box 1157
Portland, Maine 04104

Dear Mr. Purinton:

I am pleased to inform you that the model Jotul F500, F500 noncatalytic wood heater has been approved for certification under the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Performance Standard for Residential Wood Heaters. The Wood Heater Certification for this model line (certificate number 575) is enclosed. Please refer to this certificate number in all future correspondence.

This model line is certified as meeting the emission limits in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.532(b). Your certificate to manufacture this model line is valid for five years. The expiration date is located in the bottom right hand corner of your certificate. Please note, this date is based on the date of initial certification and not the recertification date. You may not manufacture this model line after the expiration date on the certificate unless this certificate is renewed.

Due to resource constraints, it is our policy to review only certificate renewal applications submitted to the EPA within ninety days of the certificate expiration date. Certificate renewal applications received more than ninety days before the expiration date will not be processed.

All wood heaters manufactured under this certification must comply with the labeling requirements found in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536. The following information must be displayed (by blunt arrow) on your temporary label:

Emission Rate:	3.2 g/hr
Overall Efficiency:	63%
Heat Output Range:	12,000-34,700 Btu/hr

Requirements for the permanent label are listed in 40 C.F.R. Part 60, Section 60.536.

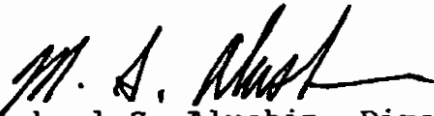
In addition, you must comply with all other applicable requirements under this regulation including:

1. Recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that may affect the particulate emission rate. This includes changes in the components listed under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(o). You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliance(s) may exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owners manual, as required under 40 C.F.R. Part 60; Section 60.536, and for catalytic heaters, a warranty. These items must be included with each wood heater sold under this certification.
4. Retaining records and submitting reports as required under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.537.
5. Submitting wood heaters, as requested, for audit testing under 40 C.F.R. Part 60, Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements may result in revocation of this certificate and/or enforcement action(s) including monetary penalties.

Please refer any questions to John DuPree of my staff at (202) 564-5950.

Very truly yours,



Michael S. Alushin, Director
Compliance Assessment and Media Programs Division
Office of Compliance

Enclosure

WOOD HEATER CERTIFICATION

This certificate is issued in recognition that
the following wood heater model line:

Jotul F500

Model Name

F500

Model Number

Jotul U.S.A., Incorporated

Manufacturer Name

has completed all requirements necessary for
certification and is a certified model line pursuant to
Environmental Protection Agency regulations.

000809

Michael A. Shushan

Director

Compliance Assessment and Media
Programs Division

6/13/03

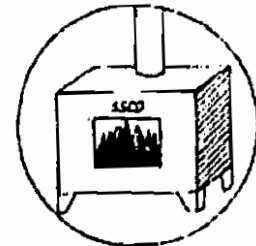
Date

575

Certificate Number

JUN 13 2008

Expiration Date





UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
WASHINGTON, D.C. 20460

JUN 3 2004

000810

OFFICE OF
ENFORCEMENT AND
COMPLIANCE ASSURANCE

Mr. Roger W. Purinton
Project Engineer
Jotul North America
P.O. Box 1157
Portland, Maine 04104

Dear Mr. Purinton:

I am pleased to inform you that the CB Classic Model Number F602 wood heater has been recertified under the authority of Section 60.533(j)(2) of the Environmental Protection Agency's (EPA) New Source Performance Standard for Residential Wood Heaters. Your renewed Certificate, number 424, is enclosed.

Based on the information provided by you, this model line continues to meet the certification requirements of 40 C.F.R. Section 60.533(e). The enclosed certificate is valid until the expiration date on the certificate. The expiration date is located in the bottom right hand corner of your certificate. Please note, this date is based on the date of initial certification and not the recertification date. You may not manufacture wood heaters under this certificate after that date unless you renew the certificate again.

Due to resource constraints, it is our policy to review only certificate renewal applications submitted to the EPA within ninety days of the certification expiration date. Certificate renewal applications received more than ninety days before the expiration date will not be processed.

Please be advised that all wood heaters manufactured under this certification must comply with EPA labeling requirements found in 40 C.F.R. Section 60.536 of the regulation.

In addition, you must comply with all applicable requirements of the regulation, including:

1. Applying for recertification (unless a waiver is granted by EPA) whenever any change is made to the design certified by EPA that is presumed to affect the particulate emission rate, including changes in components listed in 40 C.F.R. Section 60.533(k).
2. Conducting a quality assurance program including parameter inspections and emission tests [Section 60.533(o)]. You must take remedial measures, as appropriate, when these inspections or tests indicate that units are not within applicable tolerances or when the emission tests reveal that the appliances exceed the applicable emission limits.
3. Providing an owner's manual and, if applicable, a catalyst warranty with each wood heater sold under this certification. The owner's manual must include the information listed in Section 60.536.
4. Retaining records and submitting reports as required in Section 60.537.
5. Submitting wood heaters for audit testing if selected by the Administrator under Section 60.533(p).

Failure to comply with these requirements could result in revocation of this certificate and/or enforcement action, including penalties, as specified under the Clean Air Act.

Please refer any questions concerning this letter to John DuPree of my staff at (202) 564-5950.

Very truly yours,



Michael S. Alushin, Director
Compliance Assessment and Media Programs Division
Office of Compliance

Enclosure

WOOD HEATER CERTIFICATION

This certificate is issued in recognition that
the following wood heater model line:

CB-Classic

Model Name

F-602

Model Number

Jotul North America

Manufacturer Name

has completed all requirements necessary for
certification and is a certified model line pursuant to
Environmental Protection Agency regulations.

Michael A. Alush

Director

Compliance Assessment and Media
Programs Division

6/4/04

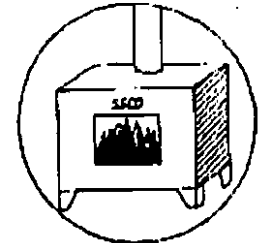
Date

424

Certificate Number

July 28, 2009

Expiration Date



000812



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000813

D. E. N° 063121 /

Ant.: Procedimiento de elaboración de la Norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión a leña.

Mat.: Envía copia de estudio con resultados de medición.

Santiago, 24 OCT 2006

Señor
Según Distribución
Presente

De mi consideración:

Por intermedio de la presente envío a usted copia del estudio: "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales". Al respecto cabe destacar:

1. El estudio fue desarrollado por el laboratorio de medición SERPRAM, con el objeto de (a) aplicar y validar los métodos de medición que se han propuesto en el anteproyecto de la norma; (b) conocer información de línea de base de las emisiones en laboratorio de artefactos existentes en el mercado; y (c) contar con un insumo para realizar el análisis global del impacto económico y social de la norma (AGIES).
2. Con el objeto de cumplir con los fines del estudio, los artefactos de combustión a leña fueron facilitados por 5 fabricantes. Por acuerdo expresado por los propios fabricantes, los resultados de este estudio no pueden ser utilizados con fines comerciales. Por su parte, la Comisión Nacional del Medio Ambiente no promueve ninguna marca en particular, ni tampoco distingue aspectos de calidad constructiva o de emisiones entre los distintos artefactos medidos.

Los antecedentes anteriormente señalados obran en el Expediente Público de la norma. Quedando a vuestra disposición para cualquier eventual consulta al respecto,

Saluda atentamente a usted.



Ana Lya Uriarte Rodríguez
Directora Ejecutiva

Comisión Nacional del Medio Ambiente

HWAM/JG/CCF/pdb
Adj.: Lo indicado

00814

Distribución:

- Sr. Luis Echenique, Gerente BOSCA
- Sr. Cristian de Amesti, Gerente C. de AMESTI Ingeniería Ltda.
- Sr. Joaquín Perello, Calefactores MVM.
- Sr. Oscar Gross, Estufas e Industria Gross S.A.
- Sr. Freddy Gertner, Calefactores GERTEN.
- Dirección Ejecutiva
- Depto. Control de la Contaminación. CONAMA
- CONAMA Región de La Araucanía
- Expediente Público Norma



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000815

OF. ORD. N° 63326 /

ANT.: No hay

MAT.: Envía copia de Informe Final de Estudio a Contraparte Técnica.

SANTIAGO, 10 NOV 2006

DE . : HANS WILLUMSEN ALENDE
JEFE DEPTO. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

A : SEGÚN DISTRIBUCION

De mi consideración,

Por intermedio del presente envío a usted copia del estudio: "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales".

Con respecto al estudio cabe destacar que sus objetivos fueron:

- Aplicar y validar los métodos de medición que se han propuesto en el anteproyecto de la norma.
- Conocer información de línea de base de las emisiones en laboratorio de artefactos existentes en el mercado.
- Contar con un insumo para realizar el análisis global del impacto económico y social de la norma (AGIES).

Con el objeto de cumplir con los fines del estudio, los artefactos de combustión a leña fueron facilitados por 5 fabricantes a través de una declaración de colaboración. El estudio señalado ha sido incluido en el expediente público de la norma.

Saluda atentamente a usted, agradeciendo su aporte técnico,

HANS WILLUMSEN ALENDE
JEFE DEPTO. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

MJG/CCF/pdb

Adj.: Lo indicado

- Dr. Mauricio Osorio Ulloa, SEREMI de Salud RM.
- Sr. Ivo Kovacic, Director (S) CONAMA RM.

c.c.:

- Sr. Marcelo Fernández, Jefe Área Control de la Contaminación Atmosférica CONAMA RM. (c.i.)
- Sra. Cecilia Barrios, Contraparte técnica estudio, CONAMA RM. (c.i.)
- Sr. Enrique Rojas, Contraparte técnica estudio, SEREMI de Salud RM. (c.i.)
- Sr. Juan Olguín, Contraparte técnica estudio, SEREMI de Salud RM. (c.i.)
- Sr. Pedro Riveros, Jefe Calidad del Aire, SEREMI de Salud RM. (c.i.)

000810



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

**Bases para la elaboración del anteproyecto
“Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para
artefactos de uso residencial de combustión a leña”**

Documento preparado por el Departamento Control de la Contaminación
Área Control de la Contaminación Atmosférica
Comisión Nacional del Medio Ambiente

13 de Noviembre de 2006

Bases para la elaboración del anteproyecto "Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña"

Contenidos

1.	ANTECEDENTES.....	4
1.1	EFFECTOS EN SALUD Y ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIO SOCIAL.....	4
1.2	EMISIONES PRODUCTO DE LA COMBUSTIÓN DE LEÑA.....	5
1.3	RESULTADOS DE CAMPAÑAS DE MEDICIÓN DE CALIDAD DEL AIRE.....	6
1.4	RESULTADOS DE MEDICIÓN DE EMISIONES DE ARTEFACTOS QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA.....	6
	<i>Información entregada por los fabricantes al consumidor.....</i>	<i>6</i>
1.5	RESUMEN DEL MERCADO LOCAL DE LA LEÑA Y DE ARTEFACTOS DE COMBUSTIÓN.....	11
1.6	GESTIÓN NACIONAL ORIENTADA A LA REGULACIÓN DE EMISIONES DE ARTEFACTOS DE COMBUSTIÓN DE LEÑA.....	14
1.7	GESTIÓN INTERNACIONAL PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIÓN DE LEÑA.....	14
1.8	RECOPILACIÓN DE VALORES LÍMITES DE EMISIÓN DE USO INTERNACIONAL.....	15
	<i>Caso de Australia y Nueva Zelanda (Christchurch).....</i>	<i>15</i>
	<i>Caso de Estados Unidos.....</i>	<i>16</i>
	<i>Caso de Países de la Comunidad Europea (CE).....</i>	<i>16</i>
	<i>Métodos de medición.....</i>	<i>17</i>
	<i>AS/NZS 4012/3 (túnel de dilución).....</i>	<i>17</i>
	<i>Método 28 – 5H (medición directa en el flujo) – 5G (túnel de dilución).....</i>	<i>17</i>
	<i>Unidades utilizadas para expresar el valor límite de emisión.....</i>	<i>18</i>
1.9	EQUIPOS DE ABATIMIENTO DE EMISIONES PARA ARTEFACTOS DE COMBUSTIÓN RESIDENCIAL DE LEÑA.....	20
1.10	TECNOLOGÍA DE COMBUSTIÓN DISPONIBLE.....	20
2.	CONTENIDOS PROPUESTOS EN EL ANTEPROYECTO NORMA.....	21
2.1	FUNDAMENTOS DE LA NORMA.....	21
2.2	OBJETIVO Y APLICACIÓN DE LA NORMA.....	22
2.3	DEFINICIONES.....	22
2.4	VALOR NORMA.....	23
2.5	OTROS PARÁMETROS DE INTERÉS AMBIENTAL: MONÓXIDO DE CARBONO Y EFICIENCIA TÉRMICA.....	23
2.6	MÉTODOS DE MEDICIÓN.....	24
2.7	DE LAS CONDICIONES PARA ACREDITAR CUMPLIMIENTO DE NORMA.....	24
2.8	FISCALIZADOR DE LA NORMA.....	24
2.9	PROCEDIMIENTO DE CONTROL Y FISCALIZACIÓN.....	24
3.	CONCLUSIONES.....	25
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	26

Anexo 1: Diseño de estufas que combustionan con biomasa

Anexo 2: Recopilación internacional de valores límites de emisión para artefactos que combustionan leña

Anexo 3: Transformación de unidades a mg/m³

000813

El Consejo de Ministros en la sesión N° 261 del 17 de enero de 2005, aprobó la siguiente conformación del Comité Operativo para formular la "Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña":

Ministerio de Salud
Ministerio de Economía y Energía
Comisión Nacional de Energía
Seremi de Salud de la Región Metropolitana
Seremi de Salud de la Región de La Araucanía
Ministerio de Vivienda y Urbanismo
Servicio Nacional del Consumidor
Superintendencia de Electricidad y Combustible
Instituto de Salud Pública

CONAMA
CONAMA Región Metropolitana
CONAMA Región Libertador Bernardo O'Higgins
CONAMA Región del Maule
CONAMA Región del Bío Bío
CONAMA Región de La Araucanía
CONAMA Región de Los Lagos
CONAMA Región de Aysén

Documento revisado por:

- Jorge Troncoso, Jefe¹ Departamento Control de la Contaminación CONAMA
- Maritza Jadrijevic, Jefa Área Control de la Contaminación Atmosférica CONAMA
- Jimena Silva, CONAMA Región de Aysén
- Nicolás Schiappacasse, CONAMA Región de La Araucanía
- Carolina Gómez, Representante Comité Operativo CNE
- Jaime Téllez, Representante Comité Operativo SEREMI MINVU Región Metropolitana

Preparado por:

Carmen Gloria Contreras cccontreras@conama.cl
Ingeniero Área Control de la Contaminación Atmosférica
Departamento Control de la Contaminación
CONAMA

¹ Se desempeñó como Jefe del Departamento Control de la Contaminación hasta el 31 de septiembre de 2006.

Bases para la elaboración del anteproyecto "Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña"

El siguiente documento presenta un resumen de los antecedentes disponibles y utilizados para fundamentar la elaboración del anteproyecto "Norma de emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña". Primero, se presenta un resumen de resultados de distintos estudios realizados a nivel internacional y nacional. En segundo lugar, se entregan los contenidos que se han incorporado en el anteproyecto norma.

1. Antecedentes

1.1 Efectos en salud y estimación de costos y beneficio social

La combustión residencial de biomasa², en particular de leña, corresponde a una fuente de emisión de contaminantes atmosféricos como material particulado (MP10 y MP2.5), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) y varios otros productos de la combustión incompleta. La exposición al material particulado, en su mayoría material fino producto de la combustión, ha sido asociada, en general, con diferentes efectos de morbilidad y mortalidad del tipo cardiopulmonar y cancerígeno.

Utilizando la metodología que se basa en el concepto de la disposición a pagar por percibir una mejora, que se aplicó para el Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA-RM), se estimaron los costos en salud provocados por la contaminación atmosférica para la Zona Sur y específicamente para Temuco y Padre Las Casas⁽¹⁾. Los costos fueron separados en tres componentes: i) el costo del tratamiento del efecto adverso, correspondiente a los gastos médicos; ii) la productividad perdida debido a la ocurrencia del efecto, es decir, las pérdidas de ingresos de las personas afectadas; y iii) la no utilidad que experimenta la persona debido a la ocurrencia del efecto, es decir, la disminución en el bienestar de la persona.

Los resultados indican que el beneficio social de reducir en un microgramo las concentraciones de material particulado fino (MP2,5) en la población urbana de la ciudad de Temuco y Padre Las Casas alcanzaría entre US\$2,2 a US\$10 millones al año. Si los beneficios se amplían para toda la población urbana de la zona centro sur del país, éstos alcanzan entre US\$11,2 a US\$51,3 millones al año.

Los efectos que muestran un mayor costo social, son los relacionados con la mortalidad, en particular la asociada a la exposición de largo plazo. En términos de efectos anuales, el mayor impacto se da en los días de trabajo perdidos y por los días de actividad restringida⁽¹⁾.

Otra estimación de los efectos a corto plazo de la concentración de material particulado respirable MP10 sobre la mortalidad diaria en Temuco⁽²⁾, muestra una fuerte asociación entre el MP10 y tres tipos de causa de mortalidad: la respiratoria total; cardiovascular total y cardiorrespiratorias. Los riesgos relativos para todos los tipos de muertes resultaron ser mayores que para el caso de Santiago. Este mayor riesgo podría deberse a la composición química de las partículas, que para el caso de Temuco es mayoritariamente producto de la combustión de leña, a diferencia de Santiago donde el componente inorgánico de las emisiones vehiculares es más importante.

En términos de impacto, el riesgo relativo es de un 13%, lo cual significa que si la concentración de MP10 aumenta en 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la población presentaría un 13% de aumento en la mortalidad cardiorrespiratoria⁽²⁾.

Tal como se establece en el artículo 15 del *Reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión* (DS 93/95 del Ministerio SEGPRES), se desarrollará un estudio de carácter

² Se entenderá en este documento como energía de biomasa, a la energía que se produce a partir de combustibles de madera, como leña, briquetas y pellets de madera.

técnico-económico para el Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del anteproyecto. En términos generales, el estudio dará cuenta de la factibilidad técnica y económica de la implementación de la norma para los distintos emisores, costos y beneficios para la población directamente afectada; los costos y beneficios para el o los emisores que deberán cumplir la norma; los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización y del cumplimiento de la norma; y los impactos sociales de la aplicación de la futura norma.

1.2 Emisiones producto de la combustión de leña

La leña está formada por un 43% de carbono (C), un 7% de hidrógeno (H) y un 49% de oxígeno (O₂). La composición elemental de la madera no sufre mayores variaciones en las diferentes especies. Los principales compuestos orgánicos de la madera son celulosa (40-50% del peso de leña seca), hemicelulosa (20-30%), lignina (20-30%) y una pequeña fracción que incluye resinas y cenizas ⁽³⁾. La celulosa corresponde a polímeros polisacáridos que incluyen una combinación de carbono, hidrogeno y oxígeno. La lignina, su contenido y composición varía según la especie de leña, esta compuesta de aromáticos los que en la fase de pirólisis de la combustión produce hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP's (Hueglin et al., 1997).

Las emisiones dependen de las características del combustible (sus elementos, contenido de humedad y el tamaño), de la cantidad de combustible quemado por unidad de tiempo (kg/h), del diseño de los artefactos de combustión y del control de la combustión.

Durante la combustión de la leña se dan procesos de formación de productos deseados como el dióxido de carbono (CO₂) y agua, no obstante, en la práctica no es posible lograr una combustión completa, por lo que se producen productos como el material particulado y gaseosos como el monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos (HC). Los HC, a su vez, pasan por otro tipo de reacciones formando hollín y carbono sólido, mientras que moléculas de celulosa, hemicelulosa y lignina, junto a fragmentos de HC, forman estructuras de carbono orgánico aromáticas que pueden aglomerarse para formar moléculas poliaromáticas, constituyéndose en los condensables indeseados. Adicionalmente, elementos de la madera como potasio (K), calcio (Ca) y sodio (Na), pueden convertirse en sales que se condensan en el flujo del gas en forma de partículas ⁽⁴⁾.

Se puede decir que el material particulado que se produce durante la combustión residencial de leña corresponde en un 96% a MP10 y en un 93% a MP2.5 ⁽²¹⁾. Las partículas están compuestas principalmente por partículas orgánicas y carbono elemental (hollín), y una pequeña fracción corresponde a sales inorgánicas como KCl, K₂SO₄, entre otras ⁽⁴⁾.

Por ejemplo, resultados de emisiones en artefactos de combustión abierta, indican que cerca del 74% de MP2.5 corresponde a carbono orgánico y entre un 1-18% a carbono elemental (Fine et al., 2002), el resto corresponde a finas sales que incluyen una combinación de sodio, manganeso, potasio, calcio, zinc, amonio, sulfatos, carbono y nitrato, dependiendo de la especie de madera ⁽²²⁾.

Los compuestos orgánicos presentes en el humo dependen de las condiciones de la combustión y del contenido de lignina en la madera. Las principales especies presentes de HAP son acenaftileno, naftaleno, antracina, fenantreno, benzo(a)pyreno y benzo(e)pyreno. Otros compuestos incluyen una variedad de aldehídos, fenoles, alcoholes, cetonas, ácido carboxilo, ethano, etanol ⁽²²⁾. Los compuestos orgánicos como formaldehídos, benceno, tolueno, xileno, y HAP's, incluyendo benzo(a)pyreno son conocidos por su nivel de toxicidad carcinógeno en el aire.

Con respecto al uso de factores de emisión, el Programa de Mejoramiento de Inventarios de Emisiones (sigla EIIP en inglés) de la US-EPA, reportó el año 2001 para la fuente emisora combustión residencial de leña una lista de factores de emisión para elementos como benceno, cadmio, cromo, manganeso, metiletilcetona, níquel, fenol, tolueno y oxileno. Asimismo, establece una lista de 28 compuestos y familias de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's), además de factores de emisión para los contaminantes típicos que se producen durante la combustión incompleta ⁽⁵⁾.

Bases para la elaboración del anteproyecto:

Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña

1.3 Resultados de campañas de medición de calidad del aire

En Canadá durante los años 1998 y 1999, se realizó una campaña de medición con el objetivo de comparar los niveles de calidad del aire entre un área considerada como de alta influencia por la combustión residencial (Riviere-des-Prairies) con un área sin la presencia de esta actividad emisora (Montreal). Los resultados del estudio ⁽⁶⁾ señalan que en el área donde se usa la combustión residencial de leña se da un incremento de un 45% de hidrocarburos aromáticos polícíclicos (PAH's); un 200% de incremento de algunos compuestos orgánicos volátiles; un 40 a un 100% de incremento del material particulado fino (PM2.5); y un 40% de incremento de algunos metales (producto de la quema de basuras).

En Chile se realizó una campaña de medición en las áreas urbanas de Santiago y Temuco, durante los meses de verano e invierno del año 1998. El objetivo de la campaña fue realizar un diagnóstico del origen de los aerosoles carbonosos, utilizando técnicas de medición específicas³. Los resultados indicaron diferencias entre ambas zonas urbanas. En el caso de Santiago, se detectó altas concentraciones de isopreno del orden de 30-69 ng/m³ y una compleja mezcla de hidrocarburos del orden de 839-1.369 ng/m³, siendo la principal fuente emisora el transporte. En cambio en Temuco, los resultados indicaron altas concentraciones de hidrocarburos aromáticos del orden de 751 +/- 304 ng/m³, derivados oxigenados entre 4 +/- 2 ng/m³ y alquenos entre 16 +/- 13 ng/m³, siendo la principal fuente de emisión la combustión de leña ⁽⁷⁾.

Por otra parte, resultados del monitoreo de material particulado respirable (MP10) en ciudades como Osorno, Chillán, Coyhaique, Valdivia, Temuco, declarada saturada por MP10 asociado en un 70% a emisiones que provienen del sector residencial⁽⁸⁾, Gran Concepción declarada latente por MP10 asociado en un 25% a emisiones del sector residencial, entre otras ciudades; indican que durante los meses fríos aumentan los niveles de concentración de partículas en el aire, registrándose en el ciclo diario un incremento de los niveles de MP10 desde las 18:00 hasta las 2AM, periodo que coincide con el encendido y operación de los artefactos de calefacción. Además, en ciudades donde se han realizado campañas de medición de material fino (MP2.5), se encontró que durante los meses de invierno la proporción de MP2.5 en el MP10 alcanza entre un 90-95% y en los meses estivales dicha proporción se reduce a un 30% ⁽⁹⁻¹⁰⁻¹¹⁾.

1.4 Resultados de medición de emisiones de artefactos que combustionan con leña

El estudio desarrollado por la Universidad de Concepción (2002) ⁽³⁾ señala que en el diseño de los calefactores que se comercializan en Chile, no se logra conjugar la regla de las 3T (temperatura, turbulencia y tiempo de quemado) y que la incorporación de una 2ª cámara de post-combustión no garantiza reducir los niveles de emisión a estándares internacionales, ya que existen dudas sobre el correcto diseño y dimensiones de este.

Con respecto a las cocinas se señala que entre los distintos modelos son similares y no se han introducido mejoras en los diseños durante varios años. Los fabricantes basan su construcción en pequeñas cámaras de combustión de manera de irradiar calor en las zonas de los platos. Sin embargo, no tienen mecanismos de abatimiento de emisiones que permitan mejorar su desempeño desde el punto de vista ambiental.

Información entregada por los fabricantes al consumidor

El estudio analizó la información entregada por los fabricantes en manuales o catálogos que acompañan a los productos en su venta, los resultados señalan que:

La relación entre la superficie de calefacción máxima en función de la potencia térmica (expresada en kcal/h), se concluye que existen incongruencias entre la información entregada por los fabricantes, dado que en principio para una misma potencia térmica se debiera tener aproximadamente la misma superficie máxima a calefaccionar. Se aprecia en la figura 1 diferencias de casi un 100%, por ejemplo, para una

³ Las técnicas utilizadas fueron denuder para material particulado fino MP2.5 y elementos trazas para determinar aerosoles orgánicos, se aplicó un análisis de cluster con objeto de comparar las características químicas de los aerosoles.

potencia indicada de 6.000 kcal/h los diferentes fabricantes indican superficies entre 80 a 150 m². Por lo tanto, algunos, sino la mayoría de los fabricantes de estufas no se rigen por el mismo estándar, lo que induce a confusión a los usuarios de estos equipos.

Además, se constató que sólo algunos fabricantes entregan información sobre la potencia térmica del calefactor. Existen dudas sobre la forma de cómo se ha estimado la potencia térmica.

La figura 2, muestra el costo específico expresado en \$/m² y la superficie de calefacción máxima, según la información entregada por los distintos fabricantes. Se aprecia que el costo específico varía en un amplio rango entre 1.000 y 3.000 \$/m² de calefacción. No obstante, gran parte de los datos graficados no permiten comparar directamente los precios debido a la incertidumbre de los valores de superficie de calefacción máxima. Además, se observa que para una misma superficie de calefacción, por ejemplo 120m², se da una diferencia amplia de precios entre las distintas marcas.

La figura 3, presenta la relación entre la masa (kg) y la potencia de los modelos (kcal/h). Los modelos se dividieron en dos grupos: los de menor masa corresponden a artefactos sin material refractario y los de mayor masa a artefactos con refractarios. Además, se incluye en el gráfico información de modelos de artefactos de la marca *Hearthstone*, certificado por la US-EPA, los cuales presentan una masa notoriamente mayor a los calefactores nacionales, que están en su mayoría entre 50 y 100 kg.

Se sabe que estufas revestidas con material refractario garantizan una mejor combustión al lograr niveles de temperaturas mayores para una post-combustión. Estas estufas generalmente son también de mayor tamaño y peso, pues demandan mayor superficie de transferencia de calor.

Además, el estudio presenta resultados del volumen de los artefactos que señalan ser doble cámara (tabla 1). Al respecto, para artefactos de pequeña escala se recomienda para la cámara secundaria de post-combustión un volumen específico de 1,3 lt/kW. En la tabla, se aprecia que las cámaras (doble cámara) de los modelos nacionales están entre 0,5 y 0,8 lt/kW. Por lo tanto, no se puede asegurar las condiciones de tiempo de residencia de los gases, turbulencia y temperatura (regla de las 3 T's), para una combustión completa.

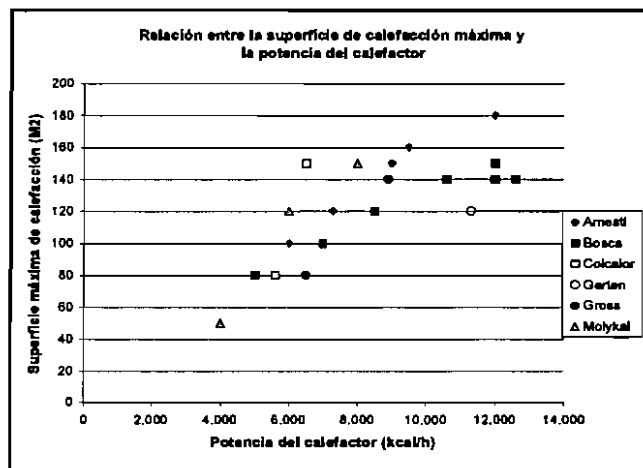


Figura 1: Relación entre la superficie de calefacción máxima y la potencia del calefactor

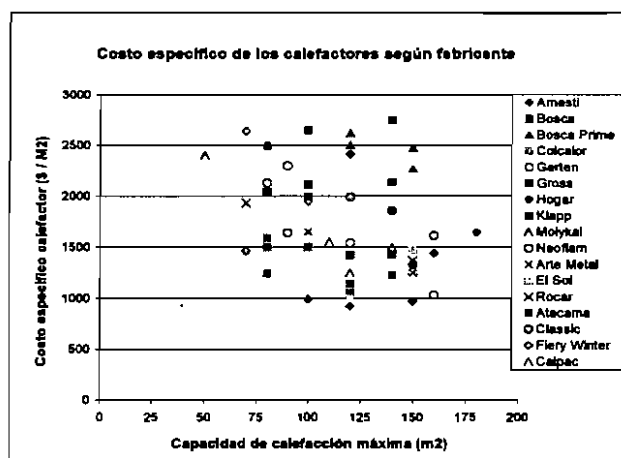


Figura 2: Relación entre el costo específico del calefactor (\$/m²) y la capacidad máxima de calefacción (m²)

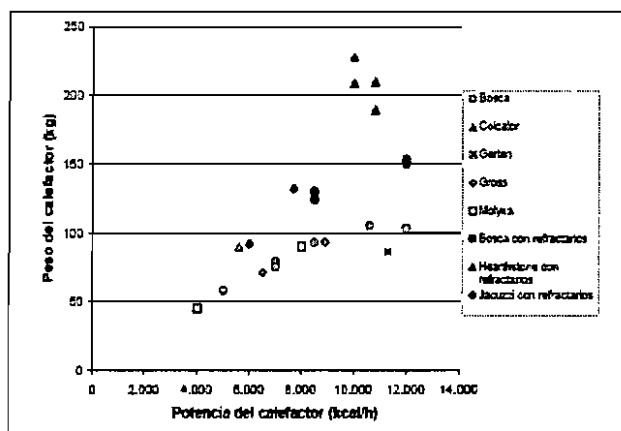


Figura 3: Relación entre la potencia del calefactor (Kcal/m²) y el peso del calefactor (kg)

Tabla 1: Potencia y volumen de artefactos con doble cámara.

MARCA/MODELO	Potencia Kcal/h	Volumen cámara secundaria (ft/kw)
AMESTI SCANTECK 350	6.000	0,51
AMESTI SCANTECK 400 PLUS	9.000	0,64
AMESTI SCANTECK 500	12.000	0,59
BOSCA ECOCALOR 340	5.000	0,74
BOSCA GOLD 400	7.000	0,77
BOSCA PRIME CLSSIC 400	8.500	0,67

000823

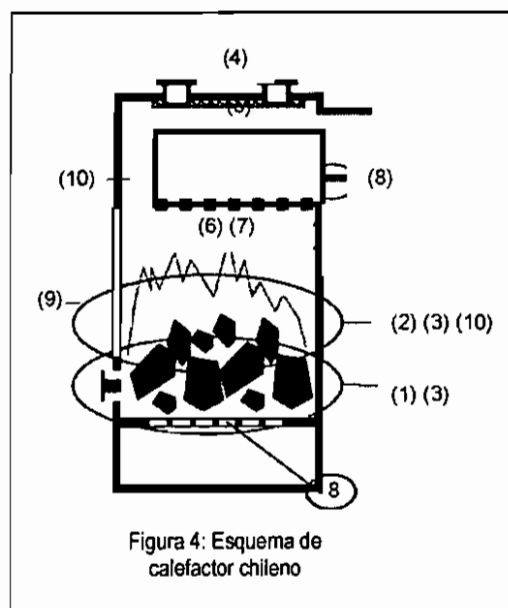
Ref.: Estudio: Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para la gestión de la calidad del aire en Temuco y Padre Las Casas. Universidad de Concepción. 2002. Los datos de potencia son informados por los fabricantes. Los datos de volumen fueron estimados a partir de la medición directa en el artefacto.

Respecto a las cocinas, poseen cámaras de combustión de muy poco volumen en relación con la potencia térmica. Las cocinas analizadas no poseen dobles cámaras. El pequeño volumen de estas unidades se debe a que las cocinas aprovechan la radiación de la llama para calentar o cocinar los alimentos sobre la superficie expuesta a mayor temperatura. Para lograr esta alta temperatura los diseños convencionales de cocinas consideran que los gases en combustión (llama) abandonen la cámara de combustión sin una combustión completa, por lo cual las emisiones de estas cocinas siempre serán significativamente mayores en comparación a las estufas.

Entre las conclusiones del estudio destacan que una de las formas de reducir las emisiones provenientes de las estufas es mejorando la tecnología de los equipos de combustión a leña. Aquí radica la importancia de que los fabricantes apliquen mejoras tecnológicas en sus equipos, como por ejemplo, incorporando cámaras de post-combustión de mayor volumen con una inyección real de aire secundario, con objeto de lograr las 3 T's. Además los diseños deben contemplar la incorporación de una mayor masa refractaria para generar zonas de alta temperatura de combustión.

Otro estudio realizado a través del proyecto COSUDE⁴ ejecutado por CONAMA⁽²³⁻¹⁵⁾, señala que básicamente un calefactor tradicional chileno presenta las siguientes características:

- (1) El secado del combustible, la gasificación y su quemado se da en un mismo lugar.
- (2) La combustión de la leña, la post-combustión de los gases y la extracción del calor se da en un mismo lugar.
- (3) Existe una limitada mezcla del aire con el combustible y con los gases de combustión.
- (4) El caño no está aislado, se produce un tiraje ineficiente en la fase de inicio y una deficiente entrega de energía al ambiente, debido a la alta velocidad del flujo de gas (la mayor parte del calor se pierde a la salida del caño).
- (5) No existe (física ni conceptualmente) una doble cámara que garantice una post-combustión.
- (6) La distribución del aire no es homogénea.
- (7) La mezcla del aire con el gas es ineficiente.
- (8) Se constatan fugas de aire (desde el exterior), que se refieren a que existe un ingreso de aire no deseado a



⁴ Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) Proyecto de cooperación bilateral suizo-chilena: "Contaminación atmosférica: Estrategias, Normas y Instrumentos Económicos" (ENIE).

la cámara de combustión el cual disminuye la temperatura de combustión, aumenta el volumen de los gases requiriendo mayor volumen en el equipo, y disminuye la eficiencia.

- (9) Se constata fuga de gas (hacia el exterior), que son dañino para la salud de las personas ya que el gas posee monóxido de carbono (CO).
- (10) Las paredes de la estufa no están bien aisladas, disminuye la temperatura en la cámara de combustión y por lo tanto la combustión es incompleta.

De esta forma los calefactores tradicionales permiten dos formas de operación: una con moderadas emisiones, pero con una baja eficiencia; y otra, con moderada eficiencia pero con altas emisiones⁵. Este hecho se debe a que no es posible lograr una operación con alta eficiencia y bajas emisiones debido a la limitada mezcla entre los gases combustibles y el aire de combustión.

Por otra parte, al comparar los resultados de emisiones de material particulado utilizando leña húmeda, leña seca y briquetas, se observan concentraciones para leña húmeda de 2,7 veces más que para leña seca, y concentraciones para leña seca el doble que para briquetas.

En cuanto a la eficiencia térmica de los artefactos, los calefactores medidos alcanzan valores de eficiencia térmica entre un 40-60%, valores muy distintos a los indicados en informes de medición que constan en el expediente público de la norma, los cuales reportan eficiencias cercanas a un 80-90%⁽¹⁴⁾. Estos altos valores se explican dado que en las mediciones se incluyó como aporte de energía 1,8 metros del cañón. Por otra parte, valores de eficiencia térmica reportados en informes internacionales para este tipo de artefactos que utilizan leña están en el orden de un 50 hasta un 75%⁽²⁹⁾.

Otro estudio internacional realizado el año 2005 por la oficina de medio ambiente de Nueva Zelanda⁽¹²⁾, comparó las emisiones medidas en laboratorio con emisiones medidas durante la operación real de los calefactores. Los resultados indican que en la operación real, las emisiones fueron sustancialmente más altas en un factor de 4 a 5, que el factor de emisión típico usado para reflejar este tipo de operación real en los artefactos (de 3 g/kg, en gramos por kilo de leña quemada). Se concluyó además que no es posible establecer una relación entre las emisiones que resultan de una operación real, con las del método de medición utilizado.

En el ámbito nacional durante el 2005, a través del proyecto COSUDE, se realizó la medición⁶ de una estufa tradicional chilena y de una estufa Suiza con doble combustión, es decir, una cámara para la combustión de la leña y otra para la post-combustión de los gases.

La estufa chilena se seleccionó considerando criterios de marca conocida, distribuida por

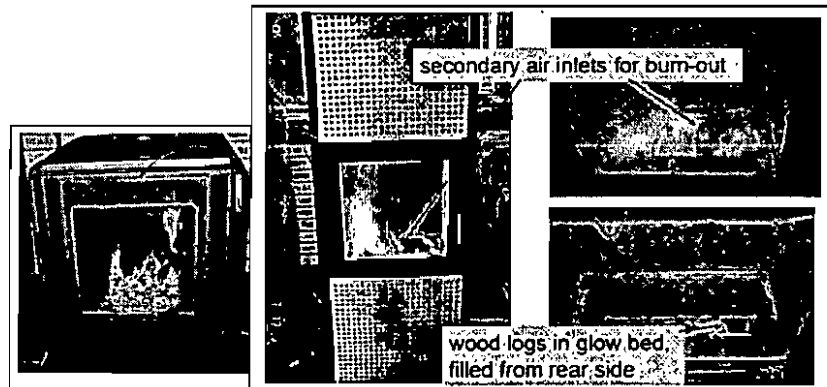


Foto 1: a) Estufa chilena medida en Suiza; y b) Estufa Suiza de doble combustión.

⁵ En este estudio se aplicó el método CH-5, se midieron tres calefactores, dos de ellos tradicionales de marca conocida y el tercero un prototipo no comercializado diseñado por un fabricante de la IX Región, quien diseñó un prototipo con objeto de introducir el concepto de doble combustión. Los cálculos efectuados para presentar los valores promedios, la normalización de las concentraciones de gases, las pérdidas de energía y eficiencia de los calefactores se basaron en las fórmulas presentadas en el documento "Messverfahren zur Erfassung des Emissionsverhaltens von Holzfeuerungen" de los autores D. Wagner y T. Nussbaumer, mayo 1994. El procedimiento de cálculo de la eficiencia se basó en el método indirecto simplificado que considera solamente las pérdidas químicas por efecto del monóxido de carbono (CO) y la pérdida térmica por energía sensible de los gases de combustión, inmediatamente a la salida del equipo calefactor. No se consideró como energía útil el calor cedido por el ducto de evacuación de gases. Como base de cálculo para la determinación de la eficiencia y potencia térmica de los calefactores se consideraron valores típicos de poder calorífico inferior de madera nativa.

⁶ Las mediciones fueron realizadas por N. Klippel y T. Nussbaumer de la Empresa Verenum. En el laboratorio de TIBA AG. La investigación fue financiada por la Swiss Federal Office of Energy y la Swiss Agency for the Environment.

distintos canales de venta con cobertura nacional y de alta demanda. La estufa Suiza se seleccionó considerando principalmente que su concepto de combustión y bajas emisiones presentara un alto potencial de ingreso al mercado local chileno; otros criterios de selección fueron la eficiencia térmica, el grado de comodidad para el usuario y la entrega del calor para fines de calefacción ⁽¹³⁾.

El objetivo de las mediciones fue determinar: i) la influencia sobre las emisiones de MP al utilizar leña seca y húmeda, ii) la influencia sobre las emisiones de MP al incorporar en las mediciones o no el encendido del artefacto, iii) la influencia sobre las emisiones de MP al variar la forma de operación en *ideal*, *típica* y *mala*, iv) la influencia sobre las emisiones de MP respecto al diseño tecnológico del artefacto; y, v) la compatibilidad entre los métodos de medición utilizando VDI (alemán) y la US-EPA.

Tabla 2: Resultados de las mediciones ⁽¹³⁾.

Operación	Humedad	Estufa chilena		Estufa Suiza de 2 etapas		Observaciones
		Carga troncos leña	MP [mg/m ³] normalizado a 13% O ₂	Carga troncos leña	MP [mg/m ³] normalizado a 13% O ₂	
1. Operación ideal con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. No incorpora en la medición el aporte de contaminantes que se da durante el encendido del artefacto.	12%	2 x 750 g	20	Carga Completa	10 - 20	Para efectos de pruebas se mantuvo el monitoreo continuo de CO con objeto de mantener las condiciones de la combustión. Por lo tanto, esta operación no es practicable en la realidad.
2. Operación ideal con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. Incorpora en la medición el encendido.	12%	2 x 750 g	50	Carga Completa	20 - 30	
3. Operación típica para calefacción, carga completa.	20%	3 x 1500 g	250 - 1.200 (125 - 600)	Carga Completa	30- 50 (30 - 50)	La combustión en dos etapas permite una reducción de aproximadamente un 90%.
4. Operación típica para calefacción, carga completa	33%	3 x 1500 g	500 - 1.200 (250 - 600)	Carga Completa	60 - 150 (50 - 100)	La combustión en dos etapas permite una reducción de aproximadamente un 50%. No obstante se observa la influencia de la humedad de la leña.
5. Mala operación, ingreso de aire cerrado durante operación. Siguiendo Instrucciones del Fabricante.	20%	3 x 1500 g	6.600 (5.500)	Carga Completa	No es posible operar	

Tabla 1: Síntesis de los resultados de medición de estufas, realizado por VERENUM (ver informe del experto suizo T. Nussbaumer): Emisiones de MP (mg/m³) con 13% en volumen de O₂, de acuerdo al método de US-EPA; los valores entre paréntesis son siguiendo el método VDI.

Del estudio se concluye lo siguiente:

Con respecto al concepto de combustión de la estufa suiza: las emisiones de MP no son tan sensibles a los distintos tipos de operación (incluyendo distintas calidades de leña). La estufa Suiza funciona en forma semi-automática, y por lo tanto, no permite grandes variaciones en su operación. Entre operación 'ideal' y 'típica', las emisiones se aumentan sólo en un factor 2.5.

Con respecto a la estufa tradicional chilena: las emisiones de MP son muy sensibles a los distintos tipos de operación (incluyendo distintas calidades de leña). Las emisiones bajas en la operación 'ideal' se deben a la experiencia del operador y al monitoreo continuo del CO que fueron decisivos para afinar la combustión. Entre operación 'ideal' y 'típica', las emisiones aumentan en un factor de 12 a 60. El mismo fabricante recomienda en su manual un manejo "*cerrar la entrada de aire secundaria para extender el tiempo de combustión*", lo cual implica emisiones de MP que superan aún considerablemente las de la operación 'típica' (factor 5 - 26), y por mucho las de la operación 'ideal' (hasta en un factor >300). La razón evidente corresponde al efecto de combustión imperfecta que se explica por la falta de oxígeno.

Con respecto a la comparación entre ambas estufas: la estufa Suiza permite poca variabilidad en su manejo, por su parte, la estufa chilena permite una alta variabilidad. Entre las distintas operaciones, las emisiones de la estufa Suiza no varían en el mismo orden o amplitud que presenta la estufa chilena. En la operación 'típica', la estufa Suiza permite una reducción del orden de 90% con respecto a la estufa tradicional chilena. La leña húmeda (33%) no conviene como combustible, con ninguna de las dos estufas. Sin embargo, las consecuencias de quema de leña húmeda son menos graves con la estufa Suiza.

En síntesis: el concepto de combustión de la estufa Suiza ofrece un potencial considerable para la reducción de las emisiones de material particulado. En el caso de ambas estufas, el uso de leña húmeda (33%) influencia negativamente la combustión. La operación 'ideal' es irrelevante para caracterizar la situación real, es decir las emisiones reales en el terreno.

Se constato además las diferencias en cuanto a la composición y naturaleza del MP emitido, que la proporción de contaminantes tóxicos y cancerígenos es sustancialmente mayor en el caso de las elevadas emisiones de la estufa tradicional chilena en operación 'típica' y 'mala'.

Con respecto a factores de emisión para la Estufa tradicional chilena, en:

- condición ideal de operación es de 0,6 g/kg de leña seca
- condición típica de operación es de 3,0 - 14,4 g/kg leña seca
- condición mala de operación es de 79,3 g/kg leña seca.

Dado el factor de emisión para la condición de operación mala, se deduce que un 8% de la leña se pierde en las emisiones como material particulado. Además, dado que la madera está compuesta por un 50% de carbono, se pierde hasta un 16% de este elemento en las emisiones de material particulado MP.

Se concluye, que existe tecnología de combustión de leña optimizada que reduce significativamente las tasas emitidas.

1.5 Resumen del mercado local de la leña y de artefactos de combustión

El estudio desarrollado por la Universidad de Chile para la CNE denominado "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile" ⁽¹⁾, sistematizó distintos resultados de estudios sobre el mercado de la leña, realizados desde la década del 90 a la fecha, estimando una proyección de consumo nacional para el año 2003 del orden de los 14,9 millones de m³ sólidos de leña, más un consumo aproximado de 5,1 millones de m³ sólidos de desechos industriales. Este consumo representó el 17,5% de la matriz energética nacional, colocando a la leña como el tercer combustible de mayor importancia en el país después del petróleo y el gas natural.

El sector residencial es el de mayor importancia en cuanto al consumo de leña estimado de 10,4 millones de m³ sólidos al año. El sector industrial es el segundo de mayor importancia con un consumo de leña estimado de 3,9 millones de m³ sólidos por año. El consumo de leña se concentra en la zona sur del país donde constituye el principal combustible utilizado para calefaccionar viviendas. El segundo uso es para cocinar ⁽¹⁾.

El mercado de la leña se caracteriza por un alto grado de informalidad, que se ha estimado en una pérdida de recaudación del IVA entre US\$14 y US\$16 millones al año ⁽¹⁾.

Los principales patrones de distribución espacial que presenta el consumo residencial de leña, corresponden a los siguientes:

- Una tendencia creciente en el consumo por vivienda a medida que más al sur se habita, situación que se explica dado que a mayor latitud aumentan los días de frío y con esto el periodo de encendido de los artefactos. Por ejemplo, el periodo anual de operación de los artefactos en Temuco es de abril a septiembre y en Coyhaique todo el año.

- El consumo varía de acuerdo al tamaño de la ciudad o de la localidad, siendo éste, por hogar, mayor en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región. Este hecho se explica, por ejemplo, en el caso de Lota o Chillán respecto al Gran Concepción, o el caso de Villarrica respecto a Temuco, por el bajo precio de la leña respecto a sustitutos y en su mayor disponibilidad. Este patrón de consumo, según el tamaño de la ciudad o localidad, tiene su expresión máxima en el caso de los hogares rurales, donde se estima que el consumo por hogar es muy superior al consumo promedio urbano.

Respecto al consumo de leña por vivienda, se constata que en las regiones V y RM no supera el m^3 por año. Para la VI región y en particular para la ciudad de Rancagua, se estima en $2,2 m^3/año$ y en la VIII región el consumo está entre $2,5$ y $4,7 m^3/año$. El menor consumo se observa en Concepción y el mayor en Chillán, mientras que Lota tendría un consumo intermedio. Para la IX Región se estima en 5 y $6,6 m^3/año$; en la ciudad de Temuco el promedio es de $5,8 m^3/año$, mientras que en Villarrica el consumo estimado es mayor que en Temuco, de $9,4 m^3$ por vivienda por año. En la X Región, Valdivia tiene un consumo promedio de $8,0 m^3/año$ y en Osorno se observa un consumo promedio muy similar al de Valdivia. La Unión y Río Negro presentan consumos superiores a $9,1$ y $9,9 m^3/año$ respectivamente. La estimación para la ciudad de Puerto Montt es de $10,5 m^3$, mientras que en Chiloé el consumo promedio es de $11,5 m^3/año$. Para la XI Región, los consumos promedio son más altos, consistente con las menores temperaturas de esa región. El consumo promedio en Coyhaique es de $17,3 m^3/año$, mientras que en Aysén es de $22,0 m^3/año$ ⁽¹⁾.

Un importante dato entrega el CENSO respecto al uso de la leña para cocinar. Sobre este particular, el CENSO 2002 arrojó que el 12,5% de los hogares chilenos utiliza la leña como principal combustible para este fin, siendo su uso más intensivo en el sector rural con un 50,3%, respecto al urbano con un 6,4%. Entre el periodo intercensal 1992-2002, el consumo de leña para cocinar disminuyó considerablemente de un 19,3% a un 12,5% ⁽¹⁾. Si bien el uso de la leña se asocia a una componente cultural, esta importante reducción en 7 puntos, se explica por dos razones, la primera, que las familias jóvenes prefieren el uso del gas antes que el de la leña; y segundo, el tamaño de las viviendas de estrato socioeconómico bajo y medio imposibilitaría la instalación y uso de la cocina a leña.

A nivel urbano, las regiones que superan el 10% de los hogares que consumen leña como principal combustible para cocinar son la IX, X y XI con un 33%, 52% y 66% respectivamente. En cambio, a nivel rural, el uso de leña como principal combustible para cocinar supera el 10% de los hogares en todas las regiones del país, exceptuando la RM. Por otra parte, se supera el 30% de los hogares rurales que usan leña para cocinar en las regiones I, VIII, IX, X, XI y XII con un 37%, 62%, 89%, 91%, 92% y 48% respectivamente ⁽¹⁾.

En cuanto a la distribución del consumo por sector socioeconómico, en Rancagua el uso de leña se concentra en el nivel socioeconómico medio (52% del total), en cambio en Chillán, Temuco, Aysén y algunas comunas de la X Región se localiza principalmente en los niveles socioeconómicos bajos (59%, 48%, 73% y 54% del total, respectivamente).

Las especies utilizadas como leña varían de región en región. Rancagua consume principalmente leña de especies frutícolas (52%) y Eucalipto (39%). En Chillán se consume principalmente Hualle (58%) y Aromo (21%). En Temuco se consume principalmente leña de Hualle (77%). En las comunas encuestadas de la X Región se consume principalmente Ulmo (40%) y Hualle (38%). En la Región de Aysén se consume principalmente Lengua (71%) y Ñirre (17%) y Coigue en menor proporción (7%) ⁽¹⁾.

Con respecto a los distintos artefactos de combustión que se utilizan y consumen leña en los hogares, en Rancagua la mayoría de los hogares posee una estufa de combustión lenta o una salamandra, con 47% y 16% respectivamente. En el Gran Concepción, la mayoría de los hogares posee una cocina (21%) o una estufa de combustión lenta (18%). En la comuna de Chillán, al igual que en Rancagua, la mayoría de los hogares posee una estufa de combustión lenta o una salamandra, con 35% y 18% de los hogares respectivamente. En Temuco, la mayoría de los hogares posee una cocina o una estufa de combustión lenta, con 35% y 30% respectivamente. En las comunas encuestadas de la X Región, la gran mayoría de los hogares posee una cocina, con un 57% de los hogares, o una estufa de combustión lenta, con 34%

Bases para la elaboración del anteproyecto:

Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña

de los hogares. En la comuna de Aysén, el 69% de los hogares tiene una cocina de fierro y el 60% tiene una estufa de combustión lenta⁽¹¹⁾. Se constata además en el patrón espacial que a mayor latitud en una vivienda hay más de un artefacto.

Con respecto al mercado de artefactos de combustión a leña, el sector de fabricantes se compone principalmente por un grupo de empresas de calefactores localizadas en la Región Metropolitana⁷, que se estima ocupan cerca del 75% del mercado de calefactores. El resto lo componen, aproximadamente de 50 a 80 micro empresas que diversifican su actividad a la fundición y hojalatería, y se localizan desde la RM al Sur⁸ (concentradas en la IX Región). Para tener una idea de los niveles de producción⁹, al año 2005, se estima que Bosca y Amesti, producen juntos cerca de 50.000 calefactores anuales y MVM cerca de 14.000 unidades al año, el resto tiene producciones menores que 3.000 artefactos anuales. Mientras que un fabricante micro tiene un nivel de producción que llega hasta los 30, 600 y no más de 2.000 artefactos anuales.

En el caso de las fábricas de cocinas, se localizan principalmente en la IX y X Región, y desde allí distribuyen sus productos a todo el país, desconociéndose el nivel de producción anual⁽¹³⁾.

Con respecto al diseño de los artefactos, los propios fabricantes han señalado que el diseño de calefactores y cocinas no ha variado desde la década de los 90⁽¹⁴⁾. Al respecto, el especialista Sr. Manuel Martínez¹⁰ (comunicación personal), señaló que entre los calefactores de distintas marcas no existen diferencias sustanciales en cuanto al diseño de la caja de combustión y que sus características respecto hace 15 años atrás son las mismas que se constatan en el presente. No obstante, si se puede decir, que los artefactos comercializados hace 10 años atrás por los fabricantes del Sur, han modificado sus artefactos introduciendo básicamente el dispositivo denominado templador.

Con relación a los años de antigüedad de los artefactos, se estima que en el caso de una cocina, ésta puede alcanzar hasta los 50 años, y en el caso de un calefactor su durabilidad puede estar entre los 30 y 35 años⁽¹¹⁾.

⁷ Las fabricas o distribuidores en la Región Metropolitana son: Calefactores Pucón-MVM, BOSCA, Fundición Pirque, AMESTI, Albin Trotter, CASaRTE, JETMASTER.

⁸ Descripción de algunas fabricas (comunicación personal):

- En Coyhaique hay dos fábricas regionales, Angol y Yhunke, ambas tienen como rubro la hojalatería y maestranza. En el caso de la fábrica Angol, su nivel de producción es de 35 estufas anuales y 50 cocinas (las cubiertas de cocina se compran en Temuco). De acuerdo a lo señalado por su representante, las ventas se han reducido debido a que las casas comerciales dan facilidades y créditos con mayor plazo, además los precios de otros artefactos que se comercializan en tiendas regionales y en HOME CENTER (como las marcas BOSCA, AMESTI, TROTTER y PUCON) no permiten competir por el precio de sus productos. Comercializan 3 modelos de cocina, el precio fluctúa entre \$370, \$390 y \$400 mil (incluye kit de un valor aprox. de \$58 mil). El precio de los calefactores fluctúa entre \$150 y 190 mil. La garantía es de un año.
- La fabrica Yhunke, tiene 30 años en el mercado. De acuerdo a lo señalado por su representante, el nivel de producción anual es de 50 estufas. Tiene 5 modelos de cocina. Señala que las ventas se han reducido, por las mismas razones señaladas anteriormente. Los precios fluctúan en valores similares a los anteriores.
- Visita a Enlozados Industriales Ltda. ALBIN TROTTER, el año 2004 inicia la comercialización de calefactores a leña, la producción es de 1.000 unidades al año que vende a TROTTER (TROTTER por su parte compra 2.000 unidades a MVM). Tiene 4 modelos: Parte de los materiales son importados (pintura, vidrio, fierro, otros). Precio mínimo y máximo de producto: \$160 a \$260 mil.
- Calefactores Pucón (MVM Ltda.), tiene 4 años en el mercado. Producción actual cercana a 15.000 unidades anuales. Canales de distribución (actual): D&S, Groven (LIDER), TROTTER (TROTTER), RECO (Falabella), GARRETY (Sodimac), Tempy (DIN), PUCON (ABC) y otros canales zonales (como por ejemplo tiendas regionales: Germany (Gejman) en la ciudad de Temuco. Modelos: 24. Cajas de combustión: 4. Señalan que han iniciado proyecto CORFO sobre Innovación Tecnológica junto a la Universidad UTFSM y un fabricante SUECO. El proyecto tiene por objeto introducir mejoras en modelos que se comercializan actualmente y optimizar diseño de futuros productos en cuanto a sus prestaciones y objetivos ambientales. De acuerdo, a lo señalado Pucón ocupa el 25% del mercado local de calefactores distribuidos desde La Serena a Pta. Arenas.

⁹ Fuentes de información: presentación realizada el 19 de julio en el Comité Ampliado por Juan Breque de la fabrica BOSCA, sobre antecedente generales del mercado de calefactores a leña. E información entregada en entrevistas durante la visita a las fábricas.

¹⁰ Manuel Martínez, participó en el primer estudio realizado a nivel nacional que midió artefactos, realizado por INTEC (año 1988), además a través de SERPRAM participó en 2 proyectos de asistencia técnica de CORFO para 11 fabricantes de la zona sur, ha participado en la medición de otros artefactos utilizando la metodología CH-5H y recientemente en el estudio de medición de emisiones para apoyar procesos regulatorios.

En el caso de las cocinas, se trata, como se indicó, de un modelo tradicional que no se ha modificado en el tiempo. Comparada con los calefactores, en la cocina el volumen de la caja es de menor tamaño e incorpora un tiraje y un horno. Se ha constatado que algunos modelos incorporan radiadores y termos para almacenar agua. Además, la cocina a leña comúnmente se utiliza para calefaccionar una vivienda, estimándose que tienen una operación de más de 1.000 horas por año.

1.6 Gestión nacional orientada a la regulación de emisiones de artefactos de combustión de leña

Los artefactos de combustión a leña de uso residencial, carecen de exigencias mínimas técnicas en cuanto a fabricación, instalación, seguridad y etiquetado, entre otros aspectos comparados con artefactos que usan combustibles líquidos o gaseosos.

La primera pauta que regula los artefactos de combustión a leña es el Decreto Supremo 811 del año 1993, del Ministerio de Salud, de aplicación en la Región Metropolitana. Esta norma prohíbe el uso de las chimeneas de hogar abierto, destinadas a la calefacción de viviendas y establecimientos públicos y privados, que no cuenten con doble cámara o sistemas de control de emisiones ⁽¹⁶⁾.

Posteriormente, el Plan de Prevención y Descontaminación de la RM (D.S. N° 54 del 2003) ⁽¹⁷⁾, en su capítulo VII, establece límites de emisión para artefactos nuevos de calefacción residencial, señalando que desde el 1° de enero de 2006 la emisión máxima permitida de material particulado es de 7,5 g/hr y desde el 1° de enero del 2008, de 4,5 g/hr. No obstante, la existencia de esta norma de emisión, su aplicación aún no resulta posible, dado que según lo que establece el propio Plan de Descontaminación, la entrada en vigencia de esta norma suponía el desarrollo previo de un estudio que determinaría el procedimiento de certificación de los equipos nuevos de calefacción residencial. Este estudio y, por consiguiente, el sistema de certificación aún no se han concretado. En consecuencia, y tal como se señala en el PPDA-RM, lo que actualmente se encuentra vigente es el Decreto Supremo 811/1993 ¹¹.

1.7 Gestión internacional para el control de la contaminación por combustión de leña

El consumo mundial de energía aumenta un 5% cada año, siendo los combustibles fósiles (gas natural, carbón mineral y petróleo) el recurso energético más utilizado. Sin embargo, estos combustibles representan recursos no renovables lo cual está afectando negativamente tanto a la sociedad como al medio ambiente a medida que la población aumenta y se van agotando las reservas de estos combustibles. Por otro lado existe un gran potencial de desarrollo en la utilización, en forma eficiente, de recursos renovables como fuentes energéticas para satisfacer la creciente demanda mundial. Es así como se debe promover e incentivar el uso de combustibles renovables como la energía solar, eólica, geotérmica, hidráulica y biomasa para reducir el uso de combustibles fósiles y asegurar un inagotable flujo energético, siempre y cuando su gestión se realice adecuadamente.

El año 2000, el informe de Energías Renovables de la International Energy Agency (IEA), señala que las fuentes de energía renovable participaron con 1.371Mtoe ¹², correspondientes a un 13,8% de la oferta de energía primaria en el mundo, ocupando la biomasa una oferta de 1.048Mtoe y la hidráulica 226Mtoe ⁽¹⁹⁾.

El consumo global (mundial) de biomasa estimado cerca de un 11,9%, corresponde a consumos en aquellas áreas económicamente más pobres del planeta (47,7% en el sur de Asia, 29,6% en Latinoamérica, 28,8% en el Medio Este y África, 20,3% en el SE de Asia y costa del Pacífico) y disminuyendo considerablemente su uso en los países más desarrollados (2,1% en los países de Europa Occidental, 2,3% en Europa Central y Oriental, 2,64% en norte América).

En los países desarrollados usualmente la combustión de biomasa, se utiliza a nivel de mediana y gran escala, para calefaccionar y generar electricidad. En cambio, en países no desarrollados, la biomasa en

¹¹ Cabe destacar que durante inicios del 2005, se realizó una auditoría internacional al PPDA ⁽¹⁸⁾, la que señala en relación a la calefacción domiciliar que "la quema de leña es un gran problema de los hogares santiaguinos. La combustión de la leña genera material particulado, monóxido de carbono y sustancias carcinógenas. Alguna regulación de emisiones debe ser implementada para la calefacción por leña, pero en una ciudad del tamaño de Santiago, eventualmente tales regulaciones resultarán inadecuadas. En el largo plazo los hogares deberían calefaccionarse con gas natural o licuado y prohibirse la quema de leña salvo con propósitos recreativos en días con buen poder dispersivo".

¹² Mtoe = millón de toneladas de petróleo equivalente.

forma de leña o residuos agrícolas, a escala pequeña, es la forma más común para calefaccionar y cocinar. Por ejemplo, en Europa y Estados Unidos (EEUU), los artefactos de combustión a leña (calefactores), corresponden a un dispositivo auxiliar de calefacción, es decir, para calefaccionar se utilizan principalmente sistemas centralizados. En el caso de las cocinas, son muy escasas y sólo se usan en áreas rurales.

Actualmente, el desafío a nivel mundial en materia de oferta energética, es aumentar la participación de las energías renovables, minimizando el impacto sobre el medio ambiente y aplicando el concepto de uso eficiente de la energía.

Existen tres requerimientos básicos que se deben tener en cuenta para la utilización de biomasa como combustible: sustentabilidad para la naturaleza; sustentabilidad para la sociedad y minimizar la contaminación del aire.

El primer punto se refiere a que no se debe usar más madera de la que está creciendo en el bosque, con el fin de proteger la biodiversidad del área de explotación. En segundo lugar, el uso de la biomasa debe ser complementario con la generación de alimento para la sociedad. Y respondiendo al último punto, la madera es un recurso natural que resulta ser un combustible renovable y que además no contribuye a la emisión de CO₂ a la atmósfera y por lo tanto no incrementa el efecto invernadero. Siempre y cuando la sustentabilidad de la naturaleza se cumpla. Este es un hecho fundamental de por qué en Europa se favorece el uso de la biomasa como generador de energía.

Otro punto a considerar al momento de elegir entre un combustible u otro, es que no debe existir competencia entre el combustible y la energía. Es decir, ambos deben ser independientes entre sí para que un posible problema con uno de ellos (energía o combustible) no afecte al otro y por ende no altere su objetivo de uso (calefacción, luz, transporte, etc.) y por lo tanto la sociedad no se verá afectada.

Respecto al tercer requerimiento, en la actualidad los países que han avanzado en el control de la combustión de biomasa son Austria, Suiza, Suecia y en particular la ciudad de Christchurch de Nueva Zelanda. En la mayoría de estos y otros países las principales líneas de acción para el control de la contaminación por leña comprenden ⁽²⁰⁻²⁹⁾:

- a. Programas de mejoramiento del rendimiento térmico de las viviendas para reducir las necesidades de demanda de energía para calefacción.
- b. Desarrollo de programas de educación y comunicación orientados a la comunidad y agentes que participan en el mercado de la leña y artefactos.
- c. Regulación a través de límites de emisión y exigencias de eficiencia térmica para el artefacto (o su equivalente de certificación en algunos países europeos).
- d. Implementación de programas de intercambio tecnológico de estufas a leña por otras formas de calefacción de baja emisión o por artefactos de combustión a leña con menor emisión.
- e. Prohibición de uso durante episodios de contaminación.
- f. Prohibición de venta e instalación en nuevos conjuntos residenciales.

1.8 Recopilación de valores límites de emisión de uso internacional

Actualmente los países que cuentan con un valor límite de emisión para artefactos (de escala pequeña) de combustión a leña, a través de una regulación o certificación, establecen valores no sólo para material particulado, sino que también para monóxido de carbono y compuestos orgánicos, todos estos contaminantes asociados a un valor de eficiencia térmica del artefacto ⁽⁴⁻¹⁴⁻²⁰⁻²¹⁻²⁵⁻²⁶⁾. Respecto a este último parámetro de interés ambiental se excluye a EEUU (ver recopilación en Anexo 1).

Caso de Australia y Nueva Zelanda (Christchurch)

La combustión residencial de leña fue uno de los primeros tópicos que se desarrolló tempranamente en la ciudad de Christchurch, en el año 1935, cuando un artículo publicado en el Sunlight League of New Zealand identifica a las chimeneas de uso doméstico como una de las principales fuentes de contaminación (Ayrey and Kingham, 2004).

Desde el año 2005, se cuenta con un estándar de emisión de 1,5 g/kg, con objeto de restringir la instalación de artefactos de combustión a leña que no cumplen dicho valor.

Por su parte, el Plan de medidas (2002) desarrolladas por Canterbury Natural Resources Regional Plan – Air (NRRP) incluye las siguientes medidas que fueron desarrolladas basadas en metas de reducción para los niveles de contaminación detectados en la ciudad de Christchurch:

- a. Reducir el límite de emisión de material particulado de 1,5g/kg a 1g/kg con una eficiencia térmica de más de 65%, sobre la base del método AS/NZS 4012/3 (túnel de dilución).
- b. Prohibición de instalación de artefactos de combustión residencial en nuevas viviendas y del uso de combustibles sólidos para la calefacción residencial.
- c. Prohibición de la combustión abierta desde el año 2006.
- d. Retiro de artefactos de combustión después de 15 años de uso.

Resulta interesante la evolución de la regulación en Nueva Zelanda que inicialmente, año 1987, establece un valor de 35 g/h. Posteriormente al evaluar la efectividad de dicho valor y constatar la posibilidad de mejoramiento tecnológico en los artefactos, se establece desde el año 1992 un límite de emisión de 5,5 g/kg (*nótese además el cambio de unidades para expresar dichas cantidades*); el cual comienza gradualmente a ser menor, el año 2001 de 4 g/kg; el año 2002 de 1 g/kg, valor asociado a una eficiencia térmica de 65% ⁽²⁵⁻²⁸⁾. En particular, la ciudad de Christchurch localizada entre las latitudes 40 y 50° Sur (que comprenden en Chile a las ciudades de Osorno y Valdivia) ha experimentado una evolución en los valores límites de emisión de 5,5 g/kg; 3,0 g/kg; 1,5 g/kg a 1,0 g/kg en los años 1992, 1997, 2000 al 2002 respectivamente, ubicándose en el orden de niveles permitidos en países como Suecia, Suiza y Austria ⁽²⁰⁾.

Caso de Estados Unidos

El año 1985 el Estado de Oregón implementó límites de emisión, luego el Estado de Colorado; y finalmente, la oficina de la US-EPA adoptó esta regulación. Actualmente, el Estado de Washington presenta requerimientos con mayores restricciones respecto a otros Estados, para certificar, vender, instalar u operar un artefacto de combustión a leña. Los principales elementos de esta regulación son:

- Aplica en artefactos fabricados después del 1° de julio de 1988 y vendidos desde el 1° de julio de 1990.
- No aplica en chimeneas de albañilería.
- Aplica en calefactores, no aplica en artefactos de combustión abierta, calderas y cocinas a leña.
- El cumplimiento del estándar se verifica mediante un programa de certificación y medición del artefacto en un laboratorio.
- La certificación es válida por 5 años y debe ser renovada.

Caso de Países de la Comunidad Europea (CE)

Desde el año 1992 la Comunidad Europea (CE) cuenta la Norma UNE-EN13240, que establece requisitos para los artefactos que combustionan biomasa, la norma establece requisitos en cuanto al diseño, fabricación, instalación, seguridad, eficiencia térmica y un valor límite para las emisiones de monóxido de carbono. Adicional al cumplimiento de la norma de la CE, algunos países europeos utilizan el etiquetado o certificación que exige, además de la medición de MP, otros contaminantes.

Por ejemplo, en el caso de Suiza se espera que para el año 2007 se implemente por la Swiss Federal Office of Environment, estándares con carácter obligatorio que incluyen límites para CO, MP y eficiencia. En este país, las categorías calefactor a leña y cocinas tienen valores límite de emisión relativamente exigentes, debido a que, por una parte técnicamente es un incentivo para el sector de fabricantes alcanzar buenas condiciones de quemado; y por otra parte, los calefactores y cocinas que están en operación prácticamente sólo durante 0 a 100 horas por año, no obstante, su contribución en el tipo y calidad de las emisiones es importante.

En Chile, si bien la situación es diferente, ya que estufas y cocinas a leña comúnmente se utilizan como el principal artefacto para calefaccionar una vivienda y tienen una operación de hasta más de 1.000 horas por año, dependiendo de la zona del país, su contribución en el tipo y calidad de las emisiones tiene una importancia mayor por la toxicidad y efectos comprobados en salud. Por lo que valores límites de emisión utilizados en el contexto suizo o de la ciudad de Christchurch tendrían una gran utilidad para los fines ambientales que se persiguen.

Métodos de medición

AS/NZS 4012/3 (túnel de dilución)

Básicamente el método consiste en una pieza calorímetra con un túnel de dilución. El artefacto es operado de acuerdo a lo indicado por el método. En total se realizan nueve test que incluyen tres tasas de quemado (mínima, media y alta), se calcula la eficiencia y las emisiones de material particulado se estiman como promedio de las nueve tasas.

Las emisiones que se producen en una operación real no pueden ser reflejadas utilizando el método AS/NZS 4012/3 (túnel de dilución). El método AS/NZS 4012/3, es usado principalmente para comparar bajo condiciones de laboratorio el rendimiento entre distintos artefactos. Por esta razón, el método no provee resultados representativos de emisiones bajo condiciones de una operación real. Se aclara que el estándar establecido y el test sólo permiten comparar en condiciones de laboratorio entre los artefactos y no representa las emisiones generadas en una operación real.

Método 28 – 5H (medición directa en el flujo) – 5G (túnel de dilución)

El método 28, consiste básicamente en preparar el combustible y los test para determinar las emisiones de material particulado utilizando los métodos 5H (medición directa en el flujo) o 5G (túnel de dilución)¹³. Entre ambos métodos, 5H o 5G, existen diferencias en los resultados atribuyéndose un nivel de incertidumbre menor al método 5G, menor tiempo en implementación y más económico respecto al 5H⁽²²⁾.

El método 28 señala que se requiere establecer para la medición, 4 tasas de quemado en el artefacto: menor a 1 kg/hr, entre 1 y 1,25 kg/hr, entre 1,26 y 1,5 kg/hr y la tasa máxima.

Un análisis preparado por la US-EPA¹⁴, la asociación de fabricantes y un destacado laboratorio privado (OMNI), señala que el método 28 no refleja condiciones reales de operación. Por varias razones, primero, el control de aire no puede ser modificado después del inicio del test; segundo, no hay paradas para la posición del aire para las tasas de quemado media baja y media alta; tercero, el operador o usuario común, frecuentemente en la operación real, tiende a cerrar la entrada de aire del calefactor manteniendo toda la noche encendido el calefactor a una potencia mínima; cuarto, no se incluye el encendido o las cargas de combustible, periodo en que ocurre las mayores tasas de emisión. Por último, el método 28 produce valores irreales dado que las 4 tasas de quemado son finalmente ponderadas. Dicha ponderación fue diseñada (a inicios de la década de los 80) con la intención de reflejar la distribución de tasas de quemado de todo el país (EEUU), asunto tal como señala la propia OMNI se sabe es limitado en cuanto a información e incierto⁽²¹⁻²²⁻²³⁾. En los Estados Unidos, un panel de expertos en combustión residencial de leña estuvo de acuerdo en que los valores de emisión obtenidos en condiciones de laboratorio para certificar los artefactos sólo predicen el rendimiento en términos de emisiones de un artefacto⁽²¹⁾.

Posteriormente, desde noviembre de 2000, distintos Condados y Estados de EEUU, por ejemplo Northern Sonoma County han establecido un test de medición denominado Automated Woodstoves Emissions Sampler (AWES) desarrollado por la OMNI, con el objeto de reflejar la real operación de los artefactos.

¹³ Incluidos en el 40 Code Federal Regulation part 60, appendix A.

¹⁴ Análisis preparado por la EPA en conjunto con la asociación de productores Hearth Products Association y el laboratorio OMNI.

Unidades utilizadas para expresar el valor límite de emisión

Con respecto a las unidades utilizadas para expresar el valor límite de emisión, se utiliza:

- (a) g/kg masa de sustancia emitida por unidad de masa de combustible.
- (b) g/MJ masa de sustancia emitida por unidad de energía de producción del artefacto.
- (c) mg/m³ masa de sustancia emitida por unidad de volumen, como concentración.
- (d) g/h masa de sustancia emitida por unidad de tiempo, como flujo de emisión.

De acuerdo a las conclusiones de distintos estudios no se recomienda el uso de valores límite sobre el flujo másico, definición (d), ya que la emisión de contaminante no es normalizada ni a la producción de energía ni al consumo de combustible del artefacto. El caso "g/h", castiga el empleo de un artefacto de combustión grande en vez de varios pequeños, lo que puede ser desventajoso en términos ambientales, como se verá en el ejemplo que se presenta más abajo ⁽²¹⁻²²⁻²³⁻²⁴⁾.

Se considera útil expresar las emisiones utilizando las definiciones (a), (b) y (c), dado que se expresa la emisión en función de la energía que produce el artefacto o de la cantidad de combustible consumido o de la concentración del flujo ⁽²⁴⁾. Por otro lado, el valor límite de emisión si es expresado en concentración se corrige a un porcentaje de O₂.

A continuación se muestra un ejemplo con dos situaciones, de un valor límite de emisión de 4,5 gramos de partículas por hora (tal como contempla el capítulo VII del PPDA de la RM).

Situación 1 cumple la regulación: Para calefaccionar una vivienda, se tienen 5 estufas cuya potencia es de 10 kW, eficiencia del 50% y 4,0 g/h emisión de partículas.

- Esto da como resultado una emisión total de 5 x 4,0 g/h = 20 g/h y un consumo de biomasa correspondiente a 50 kW/0,5 = 100 kW.
- Con leña seca se obtiene un aporte energético de 5 kWh/kg, por lo tanto es necesario utilizar 20 kilogramos de leña seca por hora de operación.
- Asumiendo un período de calefacción de 2.000 horas al año, se requiere quemar 40.000 kg de leña seca y la emisión anual resultante corresponde a 40 kg de partículas.

Situación 2 no cumple la regulación: Como una alternativa, un único dispositivo de combustión con una potencia de 50 kW, eficiencia del 75% y 5,0 g/h emisión de partículas.

- La emisión total es de 5,0 g/h y un consumo de biomasa correspondiente a 50 kW/0,75 = 66,6 kW. Con esta instalación se tendría un consumo menor de combustible cercano a 26.700 kg de leña anual y una emisión anual de partículas de 10 kg.

Conclusión: La solución 2 no puede instalarse dado que no cumple la regulación, aunque se podrán reducir las emisiones de partículas en un 80% y el consumo de combustible en un tercio.

Por lo anterior, no es aconsejable, para el control de emisiones, limitar los valores al flujo másico de la emisión ⁽²⁴⁾. La Tabla 2 muestra una recopilación de valores límites de emisión transformados a mg/m³ normalizados al 13% de O₂ (Ver anexo 1 y 2).

TABLA 3: RECOPIACIÓN DE VALORES DE EMISIÓN PARA MP ⁽²⁰⁻²⁴⁻²⁵⁾

Pais	Año	Valor límite de emisión de MP	Unidades	Valor MP expresado en mg/Nm ³ al 13% de O ₂
Oregon-US	1988	8,5 ⁽¹⁾	g/h	706
		5,5 ⁽²⁾	g/h	457
US Federal EPA	1992	7,5 ⁽¹⁾	g/h	623
		4,5 ⁽²⁾	g/h	374
Estado de Washington	1995	4,5 ⁽¹⁾	g/h	374
		2,5 ⁽²⁾	g/h	208

Bases para la elaboración del anteproyecto:

Norma de Emisión de material particulado respirable (MP10) para artefactos de uso residencial de combustión a leña

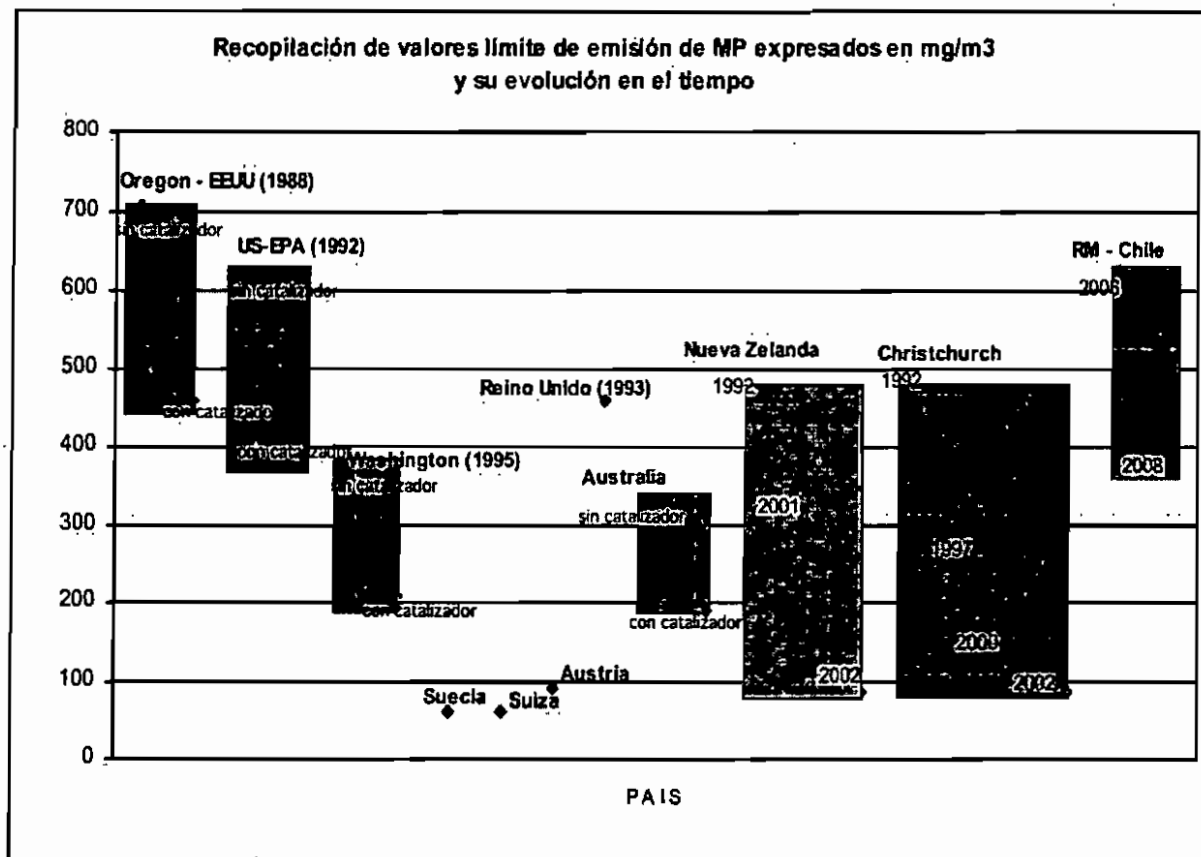
000834

Suiza	SI	60 ⁽³⁾	mg/m ³	60
	SI	100 ⁽⁴⁾	mg/m ³	100
Suecia	2001	40	mg/MJ	60
Austria	SI	60	mg/MJ	90
United Kingdom	1993	5,5	g/kg	457
Australia	SI	4,0	g/kg	332
	SI	2,25	g/kg	187
Nueva Zelanda	1987	35	g/h	-
	1992	5,5	g/kg	457
	2001	4,0	g/kg	332
	2002	1,0	g/kg	83
Christchurch	1992	5,5	g/kg	457
	1997	3,0	g/kg	249
	2000	1,5	g/kg	125
	2002	1,0	g/kg	83
RM (Chile)	2006	7,5	g/h	623
Referencia EPA	2008	4,5	g/h	347

⁽¹⁾ sin catalizador. ⁽²⁾ con catalizador. ⁽³⁾ Calefactor a leña. ⁽⁴⁾ Cocina a leña. SI: sin información.

⁽⁵⁾ Los valores expresados en mg/Nm³, fueron transformados a mg/m³, asumiendo los siguientes supuestos: tasa de quemado de 1 kg/h; flujo del gas 4,58 m³/kg leña seca; O₂ de referencia 13%; Lambda de referencia 2,63; valor energético de la leña seca 5 kWh/kg; eficiencia del artefacto 50%. Fuente: Elaboración propia. Revisado por COSUDE.

Figura 6: Recopilación de valores y evolución en el tiempo (expresados en mg/m³ corregidos al 13% de O₂)



Los valores expresados en mg/Nm³, fueron transformados asumiendo los siguientes supuestos: tasa de quemado de 1 kg/h; Flujo del gas 4,58 m³/kg leña seca; O₂ de referencia 13%; Lambda de referencia 2,63; valor energético de la leña seca 5 kWh/kg. Fuente: Elaboración propia.

1.9 Equipos de abatimiento de emisiones para artefactos de combustión residencial de leña

Se conocen tres tipos de equipos de abatimiento para artefactos de pequeña escala: el catalizador, el filtro y el precipitador electrostático.

Respecto a los catalizadores, en la década de los 80's en EEUU, se realizaron experimentos que arrojaron como resultado que el catalizador reduce en un 80% las emisiones de material particulado y en un 50% las emisiones de la combustión abierta. El material del catalizador es de platino o paladio el cual se activa con temperaturas sobre 425 °C, las que deben mantenerse durante la operación del artefacto. No obstante, también se constató que el catalizador disminuye su efectividad dentro del año de aplicación. Cabe hacer presente que no se conocen experiencias costo-efectivas en el uso de catalizadores⁽³⁻²²⁾. La misma situación se da en el caso de los filtros.

Al respecto el consultor suizo Thomas Nussbaumer, destacó lo siguiente¹⁶:

- El uso de catalizadores para estufas a leña existe ya desde varias décadas, pero su rendimiento es altamente cuestionable.
- Existen dudas con respecto al concepto y a la eficiencia de dichos catalizadores. ¿Funciona el catalizador con gases de escape con altas concentraciones de MP? Además, para evitar problemas de contrapresión, se diseñaron incluso sistemas semi-abiertos; sin embargo, implican que sólo una menor parte de los gases fluyen a través del medio del catalizador, y por tanto, la eficiencia del sistema semi-abierto es aún más cuestionable.
- También existen dudas con respecto a su durabilidad. Los problemas de la durabilidad son claramente reconocidos. En consecuencia, los valores límites para las estufas con catalizadores tendrían que ser más estrictos. Casi no existe data sobre el rendimiento de los sistemas en la operación en el terreno, y aún menos sobre la pérdida de la eficiencia en función del tiempo de operación. ¿Cuánto de su eficiencia se mantendrá después de 2 a 3 años de operación? Esta duda implicaría controles periódicos (anuales o bianuales) en la propia vivienda de los propietarios, lo que a la fecha no se implementa en ninguna parte del mundo para estufas a leña.

En el caso de los precipitadores electrostáticos actualmente se comercializan en el Norte de Europa, es un dispositivo diseñado para artefactos de pequeña escala, que se instala a la salida del cañón. Su costo en el mercado europeo es de aproximadamente U\$400 y tiene una eficiencia entre un 80-90%. Requieren una limpieza por lo menos una vez al año¹⁵. Los precipitadores electrostáticos, son a priori una opción técnica viable, habría que evaluar su costo y producción en el mercado nacional.

1.10 Tecnología de combustión disponible

Con objeto de evaluar la factibilidad técnica de implementación del estándar de emisión, el mejoramiento tecnológico es uno de los focos de discusión, así lo demuestra la documentación disponible en Nueva Zelanda⁽¹²⁾, donde se señala que se han realizado notables mejoramientos que incluyen cambios tecnológicos en el diseño de los artefactos. Otro significativo avance tecnológico, en los últimos años, corresponde al desarrollo de artefactos de combustión a pellets. A priori este tipo de tecnología corresponde a una opción viable, siempre y cuando se evalué su costo y producción en el mercado nacional.

Cabe mencionar algunas recomendaciones que se orientan a modificar el concepto de quemado del combustible, la combustión y postcombustión y a optimizar la forma de la entrega de calor (Ver anexo 1):

- Separar la cámara de combustión de la cámara de post-combustión.
- Aislar la cámara de combustión, para lograr temperaturas altas.
- Optimizar la mezcla de los gases, de la gasificación y el aire (turbulencias).
- Redimensionar la cámara de post-combustión para lograr tiempos suficientes de quemado de los gases.
- Incorporar un intercambiador y volumen para almacenar el calor.
- Aislar el caño aislado para generar un tiraje suficiente con temperaturas bajas.

¹⁵ Información entregada verbalmente por T. Nussbaumer en reunión de trabajo. Abril, 2005.

2. Contenidos propuestos en el anteproyecto norma

2.1 Fundamentos de la norma

La norma de emisión es un instrumento de gestión ambiental que se establece en la Ley 19.300 de bases del medio ambiente, artículo 2. En particular, para la formulación del anteproyecto se han analizado antecedentes que obran en el expediente público.

El anteproyecto que se presentará se funda en lo siguiente:

- Que de acuerdo a la ley 19.300, es deber del Estado dictar normas, tanto de calidad como de emisión, que regulen la presencia de contaminantes en el medio ambiente, con el fin de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones o periodos de tiempo, un riesgo para la salud de las personas, la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.
- Que el uso de leña para calefacción es de carácter masivo en toda la zona centro sur del país. Se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades. En este escenario, es necesario actuar de manera preventiva y correctora.
- Que resultados de mediciones de material particulado respirable MP10, en varios centros poblados de la zona centro y sur del país, muestran incrementos significativos de este contaminante durante el invierno.
- Que el material particulado proveniente de la combustión de leña es altamente dañino a la salud, tanto por su tamaño como por su composición. De acuerdo a literatura internacional el material particulado corresponde en un 96% a MP10 y en un 93% a MP2.5, formado principalmente en una gran proporción por compuestos orgánicos e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), y en menor proporción por carbono elemental (hollín) y sales inorgánicas. Entre los compuestos orgánicos presentes están formaldehídos, benceno, tolueno, xileno, y HAP's, incluyendo benzo(a)pyreno conocidos por su nivel de toxicidad carcinógeno en el aire.
- Que de acuerdo a estudios epidemiológicos de efectos adversos del material particulado fino, los efectos son de corto y largo plazo, afectando el sistema respiratorio y cardiovascular de los grupos sensibles de la población, como niños y adultos mayores (Ref.: Organización Mundial de la Salud, 2005).
- Que regular las emisiones de material particulado producto de la combustión residencial de leña, se justifica por los problemas ambientales que actualmente experimentan o experimentarán centros poblados del país. Particularmente, en los casos de Temuco y Padre Las Casas, se estima que la combustión de leña aporta en más del 70% a las emisiones de material particulado; en el caso del Gran Concepción la combustión de leña aporta cerca de un 25% (Ref.: CONAMA, 2006).
- Que es imperativo contar con un instrumento de gestión ambiental de alcance nacional que regule las emisiones de los artefactos de uso residencial que combustionen con leña o biomasa, como un método eficiente de control de las emisiones de MP10.
- Que en el ámbito internacional de regulación de las emisiones de los artefactos de combustión a leña, existen estándares de emisión y tecnologías de combustión que permiten el cumplimiento de dichos estándares, no sólo de material particulado, sino que también de otros contaminantes y parámetros de interés ambiental.

2.2 Objetivo y aplicación de la norma

La norma de emisión tiene por objeto proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable MP10, producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país. De su aplicación se espera, como resultado del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción en el tiempo de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.

La norma de emisión tendrá una aplicación nacional.

La norma se aplicará a los artefactos que se fabriquen, armen o importen, y a los artefactos que se encuentren en stock o almacenados en fabrica o en bodega para su comercialización que tienen una potencia de ingreso de hasta 70kW, valor que se considera como límite para asegurar la regulación de los distintos artefactos unitarios de pequeña escala, que actualmente se comercializan en el mercado o entrarán en el futuro.

De acuerdo al párrafo anterior, los artefactos que estarán regulados que se comercializan en el mercado corresponden a los denominados: calefactor, cocina, salamandra, calefactor insert, estufa doble cámara, estufa combustión simple, estufa a leña, combustión lenta, entre otros.

La norma no se aplicará a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso. Debido a que existe la imposibilidad constitucional de entrar a las viviendas para realizar un efectivo y eficiente control y fiscalización.

Se excluyen de la regulación: sistemas centralizados o calderas de calefacción que combustionen o puedan combustionar biomasa, chimeneas de albañilería empotradas a la pared y braseros y parrillas usadas con fines de esparcimiento.

2.3 Definiciones

Se entenderá por:

- a) **Artefacto:** es aquel calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, que tienen una potencia menor a 70kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior.
- b) **Artefacto representativo:** es aquel artefacto nuevo de un único fabricante o importador que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la presente norma, que representa a un conjunto de artefactos, de una o más partidas, que tienen características idénticas en cuanto a dimensiones, espesor y materiales en el diseño constructivo que se relaciona con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión o la post combustión.
- c) **Calefactor:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la calefacción.
- d) **Cocina:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la cocción y preparación de alimentos.
- e) **Biomasa:** se entenderá como aquel combustible sólido que incluye exclusivamente leña, briquetas de madera, pellets de madera y aserrín de madera.
- f) **Potencia de ingreso:** corresponde al flujo de la energía contenida en la biomasa que se combustiona en el artefacto. Esta potencia de ingreso es equivalente al producto entre el poder calorífico inferior del combustible de biomasa por la tasa de quemado máxima del combustible.

000830

2.4 Valor norma

De acuerdo a lo establecido en el artículo 34 del Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, D.S. 93/95 del MINSEGPRES, para seleccionar el valor norma se ha considerado lo siguiente:

- a. El uso de leña para calefacción en Chile es masivo. En este escenario, es adecuado generar acciones preventivas que esperen el desmejoramiento de la calidad del aire y el inicio de planes de descontaminación.
- b. A través del cumplimiento del valor norma se reducirá las emisiones de material particulado, altamente tóxico, compuesto principalmente por orgánicos aromáticos y policíclicos de tamaño menor a $1\mu\text{m}$, con comprobados efectos de morbilidad y mortalidad del tipo cardiopulmonar y cancerígeno.
- c. Se recopiló y revisó valores límites internacionales, también fue proporcionado por el sector regulado una recopilación que consta en el expediente público¹⁶.
- d. Existe tecnología actual presente en el mercado internacional, con un alto potencial de aplicación al contexto local Chileno, en cuanto a sus conceptos de combustión y entrega de calor. Se conoce el potencial de reducción de emisiones de dicha tecnología. Se está estudiando los costos de producción y los beneficios para el usuario, con objeto de impulsar un salto en el desarrollo tecnológico local.
- e. Las mediciones en condiciones de laboratorio no reflejan condiciones reales de operación. En el caso de Nueva Zelanda las emisiones medidas en condiciones de laboratorio están subestimadas de 3 a 4 veces menos de los factores de emisión utilizados para caracterizar la forma real de operación. En el caso de la estufa tradicional chilena, medida en Suiza, se tiene factores de emisión de MP10 en condiciones de operación ideal del orden de 0,6 g/kg y condiciones malas (caso real) de 79 g/kg leña seca.

Los valores límite de emisión de MP10 se expresarán en concentración de contaminantes (mg/m^3) corregidos a un porcentaje de O_2 o en masa por combustible (g/kg) dado que se evalúa como una forma adecuada para reflejar los consumos de combustibles entre los distintos artefactos.

De acuerdo a lo anterior, los límites de emisión de MP, son los siguientes:

Artefacto Nuevo	Plazo de cumplimiento	Valor g/kg	Valor $\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$ corregido al 13% de O_2
Del tipo calefactor	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	1,2	100
	4 años desde la entrada en vigencia del presente decreto		60
Del tipo cocina	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	1,2	100

$\text{mg}/\text{m}^3\text{N}$: miligramos por metro cúbico en condiciones normales. La condición normal corresponde a la presión de 1 atmósfera y a una temperatura de 25°C en base seca.

2.5 Otros parámetros de interés ambiental: monóxido de carbono y eficiencia térmica

La primera prioridad en la norma de emisión es establecer un valor límite para MP10. No obstante, el consumo de combustible y las emisiones disminuyen cuando se incrementa la eficiencia del artefacto. El

¹⁶ Antecedentes presentados por R. Katz y J. Vergara como asesores de las empresas AMEST! S.A., BOSCA S.A. y Fundación Pirque Expediente público de la norma Folio 176 al 183. Minuta: Descripción de conceptos aplicables para la implementación de normativa de emisión y certificación de equipos, dentro del proceso de formulación de la norma de emisión de material particulado para artefactos de combustión residencial.

monóxido de carbono es un indicador de la calidad de la combustión. Adicionalmente, se ha demostrado que entre el CO y los elementos tóxicos emitidos por la combustión de leña, que incluyen hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP, existe una fuerte correlación, es decir, si se registran niveles bajos de CO la emisión de hidrocarburos también será baja. Es así que, el anteproyecto incluye informar sobre las emisiones de CO y de eficiencia térmica del artefacto. La medición de monóxido de carbono no debería presentar ningún problema o desventaja en cuanto a su aplicación junto a los otros métodos.

Por otro lado, los resultados de informes de medición, de calefactores disponibles en el Expediente Público de la Norma, indican que desde las primeras mediciones realizadas a los artefactos de combustión a leña, a inicios de la década de los 90, hasta los actuales informes disponibles, se midió además de material particulado con los métodos chilenos oficializados CH-5H y CH-28¹⁷, monóxido de carbono con el objeto de calcular la eficiencia térmica de los artefactos.

2.6 Métodos de medición

Las mediciones deberán ser realizadas en laboratorios de medición y análisis autorizados por la Secretaría Regional Ministerial de Salud (SEREMI) correspondiente, de acuerdo a lo señalado en el D.S. N° 2.467 de 1994, del Ministerio de Salud.

Los métodos de medición son los siguientes:

MP: Método CH-5G: Determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución, oficializado a través de la resolución exenta N° 34 del 2006 del MINSAL.

Método CH-28: Determinación de material particulado. Certificación y auditoría de calefactores a leña, oficializado a través de la resolución exenta N° 1.349 de 1997 del MINSAL.

CO: Método CH-3A: Determinación de las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono en las emisiones de fuentes estacionarias (procedimiento con analizador instrumental), oficializado a través de la resolución exenta N° 1.349 de 1997, del MINSAL.

Eficiencia Térmica: se está estudiando.

2.7 De las condiciones para acreditar cumplimiento de norma

En el caso que el artefacto representativo permita controlar la entrada de aire que modifica sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma para cada tasa medida.

En el caso que el artefacto representativo, no permite controlar la o las entradas de aire que modifica sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma de acuerdo a las condiciones de operación recomendadas por el fabricante.

2.8 Fiscalizador de la norma

Corresponderá el control del cumplimiento de la norma al Ministerio de Salud, al Instituto de Salud Pública y a la Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva.

2.9 Procedimiento de Control y fiscalización

En desarrollo.

¹⁷ CH-5H denominado "Determinación de partículas emitidas desde un calefactor a leña en un sitio de la chimenea" y CH-28 denominado "Determinación de material particulado, certificación y auditoría de calefactores a leña", ambos tienen como referencia los métodos 28 y 5H de la US-EPA.

000840

3. Conclusiones

- (a) La norma a dictar tiene como objetivo proteger la salud de la población. De su aplicación se espera, como resultado, una reducción de las emisiones de MP10 y un mejoramiento de la calidad del aire.
- (b) La aplicación de la norma permitirá armonizar la cantidad de las emisiones de todos los artefactos nuevos que entren al mercado local diferenciados según su uso principal en calefactor y cocina.
- (c) Los valores límite de emisión de MP10 se expresarán en concentración de contaminantes (mg/m^3) corregidos a un porcentaje de O_2 o en masa por combustible (g/kg), dado que se evalúa como una forma adecuada para reflejar los consumos de combustibles entre los distintos artefactos.
- (d) Existen fundados antecedentes internacionales que señalan las fortalezas y debilidades de los métodos de medición. De ahí que dado el objetivo ambiental que persigue la norma en el contexto local Chileno, se entenderá como cumplimiento de la norma de emisión de MP10, cuando se compruebe que las 4 tasas de quemado medidas con el método 28 cumplen con el valor límite de emisión. Este criterio promoverá el mejoramiento tecnológico de los artefactos, en particular, en cuanto a evitar en el diseño una inadecuada operación por parte de los usuarios.
- (e) La medición de los indicadores de interés ambiental: monóxido de carbono y la eficiencia térmica, no debería presentar un problema para el sector regulado, dado que en anteriores mediciones (escenario sin norma) ya se medían. Así se señala en los informes de medición de calefactores disponibles en el expediente público de la norma, que indican que se midió material particulado utilizando métodos oficializados y se midió monóxido de carbono con el objeto de calcular la eficiencia térmica de los artefactos. Sin embargo, las mediciones de este último parámetro se realizaron sin un método estándar y oficial.
- (f) El plazo para el sector regulado para cumplir con el valor norma es de un año, dado que existen en el Expediente Público fundados argumentos que señalan que:
 - Desde mediados de los 90's, se han desarrollado iniciativas orientadas al mejoramiento tecnológico de los artefactos (2 iniciativas de fondo de asistencia técnica desarrolladas por la vía de CORFO para 11 fabricantes localizados principalmente en la IX Región).
 - Actualmente, la fábrica MVM, calefactores Pucón, desarrolla una iniciativa de innovación tecnológica con asesoría internacional por la vía de CORFO.
 - CONAMA a través del proyecto COSUDE ha desarrollado estudios, todos de carácter público, que indican que existe un potencial de mejoramiento tecnológico de los calefactores que permitiría significativamente reducir las tasas de emisión de MP10, de los artefactos que actualmente se comercializan en el mercado local.

Otras conclusiones:

- (g) La principal ventaja de implementar una regulación de emisión a los artefactos nuevos de combustión de biomasa es que es un método eficiente de control de las emisiones de MP10. No obstante, la velocidad de implementación de la norma dependerá del recambio de los artefactos antiguos por artefactos nuevos, lo que podría ocurrir gradualmente con el tiempo, dependiendo de otros factores o de la implementación de instrumentos económicos que permitan la renovación del parque antiguo por artefactos que cumplirán la norma o por otros artefactos de bajas emisiones.
- (h) Finalmente, se recomienda desarrollar en el corto plazo otra línea de acción, incorporar a los artefactos al sistema de certificación obligatorio de la SEC, lo que sin duda, fortalecerá la producción y control de calidad de estos artefactos, dado que se establecerían requisitos adicionales en cuanto a seguridad, instalación, fabricación, etiquetado, entre otros aspectos.

0084

4. Bibliografía

- (1) Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile. 2005, preparado para la Comisión Nacional de Energía por el Departamento de Economía de la Universidad de Chile.
- (2) Estimación de los efectos a corto plazo de la concentración de sobre la mortalidad diaria en Temuco. PhD. Pedro Sanhueza H. Ing. Paula Mellado G., Dr. Claudio Vargas R. 2004. USACH.
- (3) Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para la gestión de la calidad del aire en Temuco y Padre Las Casas. Universidad de Concepción. 2002.
- (4) Wood stove design fundamentals of combustion and potential of improvements. 2004. PhD Thomas Nussbaumer, Switzerland. Documento preparado por COSUDE para CONAMA.
- (5) Residential Wood Combustion, preparado por el Programa de Mejoramiento de Inventarios. Comité Fuentes de Area. US-EPA. Volumen III - Capítulo 2. Enero 2001.
- (6) Sampling Program for Residential Wood Combustion Winter of 1998-99 Study Report. Direction de la santé publique de Montréal-centre. Communauté urbaine de Montreal. Environment Canada. 2000.
- (7) The composition and sources of PM2.5 organic aerosol in two urban areas of Chile. Manolis Tsapakis, Evaggelia Lagoudaki, Euripides Stephanou, Ilias Kavouras, Petros Koutrakis, Pedro Oyola, Dietrich Von Baer. Marzo, 2002.
- (8) Inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos. Centro Nacional del Medio Ambiente CENMA para CONAMA. 2001.
- (9) Mediciones meteorológicas y de calidad del aire en Temuco y Rancagua para la obtención de antecedentes científicos para la generación de la norma de calidad primaria para material particulado fino MP2.5, CENMA 2000.
- (10) Caracterización de la contaminación atmosférica por material particulado en ciudades del sur de Chile: antecedentes para la generación de la norma de calidad primaria para material particulado fino MP2.5, CENMA 2001.
- (11) Antecedentes para declarar Zona Saturada por MP10 a Temuco y Padre Las Casas, CONAMA Araucanía, 2003.
- (12) Real-life emissions from residential wood burning appliances in New Zealand. Ministry for the Environment. 2005.
- (13) Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile. Thomas Nussbaumer. Report for CONAMA and COSUDE. Zürich, 10. May 2006.
- (14) Expediente Público de la Norma.
- (15) Estudio emisiones leña. PROTERM para COSUDE-ENIE - CONAMA, 2004.
- (16) Decreto Supremo 811/1993 del Ministerio de Salud.
- (17) PPDA de la RM. Decreto Supremo N° 16/1998 del Minsegres y Decreto Supremo N° 54/2003 del Minsegres.
- (18) Segunda auditoria internacional Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana (PPDA). Comisión Nacional del Medio Ambiente Región Metropolitana. Resumen ejecutivo. James M. Lents. Gerhard Leutert y Humberto Fuenzalida. Marzo 20005.
- (19) Informe de Energías Renovables de la Intenational Energy Agency (IEA). 2005.
- (20) Recopilación de Normativa Internacional de estándares de emisiones y políticas de gestión orientada a artefactos de combustión a leña. 6° Reunión Comité Operativo 30.09.05.
- (21) Residential Wood Combustion Technology Review. Volume 1 y 2. Technical Report. Prepared by: James E. Houck and Paul E. Tieg. OMNI Environmental Services. 1998.

- (22) Review of Wood Heater and Fireplace Emission Factors. James E. Houck. OMNI Consulting Services, Inc., John Crouch. Hearth Products Association, Roy H. Huntley. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards (MD-14), 2002.
- (23) Wood Stove Design Fundamentals of Combustion and Potential of Improvements. Temuco, 14 December 2004. Thomas Nussbaumer.
- (24) Recommendations for Emission Limit Values for Wood Stoves and Boilers in Chile. Thomas Nussbaumer.
- (25) Technical Report No. 5: Emissions from Domestic Solid Fuel Burning Appliances. Environment Australia. Technical Report No. 5. March 2002.
- (26) Quality marking and environmental testing of small-scale biomass boilers in Austria. Leopold Lasselsberger. Federal Institute of Agricultural Engineering (BLT).
- (27) Determination of the combustion Efficiency in biomass furnaces Th. Nussbaumer and J. Good. Swiss Federal Institute of Technology, ETH Zurich, CH - 8092 Zurich, Switzerland. Verenum Research, Zurich, Switzerland. 1998.
- (28) Reducing Emissions from Domestic Home Heating. Air Quality Technical Report No. 26. Prepared by Philip Millichamp and Emily Wilton. Mayo 2002.
- (29) Discussion Document Options to Reduce Emissions from Residential Wood Burning Appliances. July 30, 2002. Canadá.

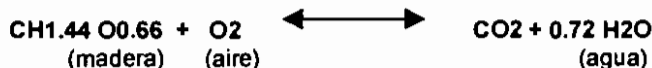
000846

ANEXO 1: Diseño de estufas que combustionan con biomasa

Referencia: Wood Stove Design Fundamentals of Combustion and Potential of Improvements. Temuco, 14 December 2004. Thomas Nussbaumer.

La leña, como combustible sólido, posee la ventaja de tener una alta capacidad de volatilización que favorece el logro de una buena mezcla. El objetivo, entonces, es mantener el calor en un tiempo de quema lento dosificando la entrega al entorno. De este modo, la cerámica es un material que mantiene el calor y permite que la hoguera dure más tiempo. La cantidad de calor que se pueda almacenar va a depender, por supuesto, del volumen (capacidad de almacenamiento) que posea el dispositivo previsto para ello.

Al quemar leña se produce gran cantidad de agua, llamada agua de combustión. Esto se puede observar en la ecuación química siguiente:



Una buena mezcla (completa) depende del exceso de aire (λ). Al incluir este valor a la ecuación anterior se obtiene la siguiente relación.

$$\lambda = 20.4 / (\text{CO}_2 + \text{CO}) = 21 / (21 - \text{O}_2)$$

Luego, el exceso de aire es proporcional a la cantidad de oxígeno presente e inversamente proporcional a la suma de los contaminantes dióxido y monóxido de carbono.

En la combustión de leña en una estufa simple, se tiene un $\lambda = 2$, temperatura de 800 °C, pero altos niveles de CO.

Alto y bajo valor calorífico de la leña (Ho y Hu): si hay agua en la combustión de la leña, ésta disminuye su poder calorífico. Si existe un 90% de agua presente en la leña, su valor calorífico será cero (Ho=0), por lo tanto existe un porcentaje de humedad máximo que debe poseer la madera antes de ser quemada. Este porcentaje de humedad máximo es de 20%, el cual permite alcanzar un valor calorífico promedio de 18 MJoul/kg.

Un secado natural de la leña en el bosque permite un aumento en el contenido de energía en un 11%.

Comportamiento Termal de la Biomasa: este comportamiento se observa comparando la masa de madera a quemar con el tiempo y temperatura de quema. Así se observa que a mayor masa se requiere un mayor tiempo de quema pues la oxidación del carbón vegetal tomará de un tiempo mayor y la temperatura necesaria para que este carbón se convierta en gas (volatilice) es mayor o igual a 800 °C.

Al empezar la combustión de la madera, en primer lugar se evapora el agua, luego comienza a volatilizar la madera en un 80 a 85%, a continuación la madera se convierte en carbón vegetal a los 600 °C, y posteriormente a temperaturas mayores a 800 °C se produce la combustión completa. Paralelo a esto, el exceso de aire λ debe ser mayor a uno (evitando así la formación de humo del hollín) y no debe existir extracción de calor.

Debido a la combustión de la madera se liberan gases llamados gases de escape, los cuales se deben tratar de disminuir. La siguiente tabla (Tabla n° 1) resume aquellos gases, tanto por combustión completa como incompleta, y las medidas a tomar para evitar y/o disminuir las emisiones.

Tabla n° 1: Contaminantes producto de la combustión

Origen Tipo de emisión	por combustión incompleta	por combustión completa
Gases	CO, CxH4, H2, N2O, NH3, HCN	NOx, CO2, H2O
Partículas	Alquitrán y Hollín	Cenizas, sales
Medidas	regla de 3Ts	precipitación, filtros

Requerimientos para una combustión completa: Temperatura-Tiempo –Turbulencia

- a. La temperatura debe ser mayor a 850 °C debido al movimiento de las moléculas, ya que a mayor temperatura aumenta la velocidad de reacción de las moléculas de un combustible, aumenta el choque entre ellas y permite

la transformación a gas (estado gaseoso). A su vez, el aire en exceso λ debe ser alto pero menor a 2 (para leña seca), ya que un mayor λ disminuirá la temperatura con lo cual aumenta la humedad en la combustión (no se evapora el agua), retarda el proceso de quema y aumenta las emisiones de contaminantes (CO), sin lograr una combustión completa. Idealmente las mayores temperaturas se obtiene con un $\lambda = 1$, aunque en la práctica sólo se ha podido obtener λ s de 1.4 y mayores (pero no deben pasar el valor de 2).

- b. El tiempo de quema (de permanencia o residencia de las moléculas del gas en la cámara de combustión) debe ser mayor a 0.5 seg. Teóricamente 0.1 seg. es suficiente para alcanzar la combustión completa a 800 °C, pero la reacción química aire-gas requiere de un tiempo de mezcla de 0.2 a 0.3 seg. lo cual se traduce en que el tiempo total necesario para que se lleve a cabo la combustión será como mínimo de 0.5 seg., lo cual permite además que la cámara de combustión se mantenga caliente.
- c. La turbulencia produce el mezclado. A mayor velocidad se obtiene una mejor mezcla. Aerodinámicamente se ha comprobado que se alcanza una buena aerodinámica, y por ende turbulencia, con un Re (número de Reynold) mayor a 2300. Luego se alcanzará una buena mezcla aire-gas si se mantiene la velocidad alta, es decir un Re alto ($Re > 2300$).

Algo importante, aunque no necesario, para lograr una buena mezcla de elementos es considerar la ventilación (incorporar ventilador para producir tiraje) en la zona de mezcla. Luego, y debido a esto, el diseño de una estufa influye en un buen resultado de mezcla.

Diseño de estufas a leña

Quemar 1 kilo de cierta madera requiere, por ejemplo, de 1 hora. Ahora bien, si se queman 3 kilos de esa misma madera también se consumirá en 1 hora pero entregará más calor (energía). Por lo tanto, la quema de una mayor masa de combustible liberará más temperatura en un mismo período de tiempo en que lo hará la quema de una cantidad menor, y si se almacena dicho calor se dispondrá de un mayor período de tiempo de recepción de energía al realizar la entrega en forma dosificada (gradualmente, de acuerdo a cómo lo necesite el entorno). Luego lo importante es poseer una cámara que pueda almacenar esa cantidad de calor sin saturarse (mucho calor en poco espacio para almacenarlo 'ahoga el fuego' y la producción de calor no es efectiva).

Combustión de primera etapa (updraft): se refiere a las estufas con tiraje desde abajo. Poseen sólo un ingreso de aire y la menor emisión de CO (1000 mg/Nm³) se obtiene con una λ de 2. Este tipo de estufas no son del todo eficientes ya que no logran alcanzar una combustión completa pues se requiere de un menor λ (mayor temperatura) para reducir las emisiones. Las limitaciones que presenta son las siguientes:

1. distribución del aire: no es homogénea.
2. mezcla aire + gas ineficiente.
3. fuga de aire (desde el exterior): se refiere a que existe un ingreso de aire no deseado a la cámara de combustión el cual disminuye la temperatura de combustión, aumenta el volumen de los gases requiriendo mayor volumen en el equipo, y disminuye la eficiencia.
4. fuga de gas (hacia el exterior): dañino para la salud de las personas ya que el gas posee monóxido de carbono (CO).
5. extracción de calor en la zona de combustión: debido a que las paredes de la estufa no están bien aisladas, lo cual disminuye la temperatura en la cámara de combustión y por lo tanto la combustión es incompleta.
6. si la llama entra en contacto con metal frío se producirá una disminución de oxígeno y se liberará humo (hollín).

Combustión de segunda etapa (downdraft): se refiere a las estufas con tiraje desde arriba. Poseen ventilación de aire de entrada (aire primario) en la cámara en donde se ubica la leña, un ingreso de aire (aire secundario) en la cámara en donde se realiza la combustión, una zona de mezcla en donde se realiza la pre-mezcla para obtener una combustión completa liberando solamente CO₂ y H₂O, y una ventilación para gases de escape. A diferencia de lo que ocurre en el modelo simple (updraft), en las estufas de segunda etapa no es necesario aumentar el volumen de la cámara de combustión si es que aumenta el volumen del combustible a quemar, esto se debe a que las cámaras son independientes entre sí (están separadas).

Este tipo de combustión no es adecuado para madera fina (polvo, astillas de las cuales se obtiene fácil combustión aunque mayores emisiones) ni para troncos grandes, lo cual puede no ser muy beneficioso para los fabricantes y comerciantes artesanales pero sí es una ventaja desde el punto de vista ambiental ya que se debe usar sólo leña de buena calidad en estas estufas.

Para comparar diferentes tipos de estufas y/o de los combustibles utilizados, es necesario estudiar la influencia del exceso de aire λ sobre la temperatura y sobre el monóxido de carbono. Se deduce entonces que a bajas temperaturas, producidas por un elevado exceso de aire, se producen emisiones de CO. Luego se debe mantener un $\lambda < 2$ pero ≥ 1 para mantener la eficiencia de una estufa. Es así como tanto el diseño de una estufa como el

00084E

combustible utilizado van a influir en el funcionamiento del equipo. La siguiente tabla (Tabla n° 2) resume el comportamiento de diferentes estufas y combustibles.

Tabla n° 2: Eficiencia en la combustión

	λ	CO (mg/Nm ³)	T°
Estufa simple a leña (updraft)	2	1000	<<
Combustión 2° etapa (downdraft)	1.6 – 1.8	60	<
Automática (1990)	1.5 – 1.9	50	>
Automática (2000) con pellet	1.4	20	>>

Se aprecia en la estufa con alimentación de pellet que para aumentar la eficiencia del equipo se debe operar con un λ bajo. Sin embargo, del punto de vista de la contaminación no hay gran diferencia entre 20 y 50 mg/Nm³, pero sí entre 20 y 1000 mg/Nm³ correspondientes a una estufa simple.

Los pellet están formados por madera granulada prensada obteniéndose del aserrín tratado (secado, molienda y compresión de las moléculas) y almacenado en bolsas o a granel. Además de entregar mayor cantidad de energía en la combustión que otros elementos ya que su valor calorífico es mayor, posee 3 ventajas esenciales, aunque su eficiencia es mayor en calderas que en estufas.

1. ambientales: baja emisión de CO₂, baja emisión de contaminantes en general, es un combustible renovable.
2. para el consumidor: comodidad.
3. económica: da valor agregado.

A las estufas de segunda combustión se les aumenta la eficiencia incorporando una tercera cámara de almacenamiento de calor (la primera cámara es donde se ubica el combustible, y la segunda es donde se produce el proceso de combustión).

Hay casos en que se piensa que quemando lentamente la leña, humedeciéndola, se podrá dosificar la entrega de calor. Pero la solución correcta es aumentar la capacidad (volumen) de almacenamiento. Es así como el almacenamiento de calor permite una entrega lenta de calor hacia el exterior (dosificada de acuerdo a la necesidad del entorno), en vez de utilizar leña húmeda para supuestamente (y erróneamente) realizar una quema lenta.

Finalmente, los requerimientos para que una estufa a leña sea eficiente se resumen en los siguientes puntos:

- Deben existir 3 volúmenes. Uno para la cámara primaria (v1, donde se ubica la leña), otra para la cámara secundaria (v2, donde se realiza la combustión) y la tercera corresponde a la cámara para la extracción de calor (v3, almacenamiento de calor). Se debe considerar también el aislamiento que debe existir entre las paredes de v1 y v2.
- V1 (espacio para el combustible) está en función de la producción de calor (energía), del volumen a granel del combustible (a mayor densidad se necesita mayor volumen de la cámara), y el valor calorífico del combustible (a mayor valor calorífico se necesita un menor volumen de la cámara).
- V2 (espacio para la oxidación del gas) está en función de la potencia, de la temperatura (800 °c), del tiempo de residencia de las moléculas del gas (0.5 seg.), del exceso de aire λ y del contenido de agua.
- V3 (espacio para la extracción de calor) está en función de la potencia, de la eficiencia (la temperatura de los gases en la salida del área de extracción de calor debe ser mayor a 120°C para así evitar la condensación de dichos contaminantes), del exceso de aire λ , y del contenido de agua.
- La chimenea (cañón) debe ser hermética para que cumpla así su función de conducir los gases hacia el exterior de una vivienda. No se debe calentar el tubo ni irradiar calor hacia la vivienda.
- Se debe usar un $\lambda < 1 \dots 1.2$ para la transformación de biomasa en gas alcanzando una temperatura de 800 °c para que el carbón vegetal se convierta en gas. Pero luego, en la segunda cámara, debe existir un λ mayor pero menor a 2 para disminuir las emisiones de co. Además debe haber aislamiento de las cámaras primaria y secundaria para evitar la extracción de calor (y disminución de la temperatura en su interior) hacia el exterior.
- La forma geométrica ideal para la cámara de combustión es un cilindro con un diámetro menor a su largo para así facilitar una distribución homogénea de los gases.
- La zona de mezcla, ubicada en la pared entre las cámaras v1 y v2, debe permitir una alta velocidad de los gases para lograr así turbulencia ($re > 2300$), y la velocidad de impulsión del aire (entrada de aire secundario) debe ser alta para que llegue hasta la mitad del diámetro de la zona de mezcla siempre y cuando la estufa se haya cargado completamente. De no ser así, entonces la velocidad del aire inyectado debe ser proporcional al volumen ocupado

00840

en la primera cámara ya que a mayor cantidad de aire ingresado innecesario va a disminuir la temperatura que necesita la carga de combustible y no se producirá la combustión.

- El diseño (forma) de la estufa depende del gusto del consumidor y/o fabricante, siempre y cuando se mantengan la primera y segunda cámara 'unidas' por la zona de mezcla, así como la segunda con la tercera para que se realice el almacenamiento y posterior entrega de calor hacia el exterior.

Recomendaciones para el mejoramiento: A continuación se detallan 18 recomendaciones para el mejoramiento de estufas a leña.

- (1) Realizar un apropiado diseño de la estufa siguiendo los principios de las 3 Ts (temperatura > 850 °C, tiempo de residencia de las moléculas en la cámara de combustión > 0.5 seg., y turbulencia con $Re > 2300$ lográndose con una estufa de segunda etapa con entrada de aire primario y secundario).
- (2) Debe existir un buen sistema de integración con la cámara de almacenamiento y entrega dosificada de calor.
- (3) La cámara de combustión debe estar caliente.
- (4) La llama no debe estar en contacto directo con metal ni superficie fría. Además las paredes que la cubren (o vidrio) deben tener propiedades aislantes para que no exista pérdida de calor.
- (5) Buen aislamiento de la cámara de combustión para evitar enfriamiento. La cerámica es una buena opción para mantener el calor en la cámara de combustión.
- (6) Es necesario un exceso de aire λ bajo para poder elevar la temperatura y la eficiencia de la estufa en la etapa de encendido. En la cámara de combustión, λ debe aumentar pero nunca sobrepasar el valor de 2.
- (7) La calidad de la mezcla aire-gas limita el quemado. Una buena mezcla necesita de velocidad del gas, turbulencia, momentum (tiempo de residencia de las moléculas) y que fluya la energía, por lo que se requiere de ventilación forzada (ventilador).
- (8) Un ventilador permite también que la operación sea independiente del clima del exterior.
- (9) Combustión de segunda etapa con aire primario y secundario permite excelente mezcla y control de la carga y del aire. Aunque la entrada de aire secundario no influye directamente en la producción de calor, si no que en la disminución de contaminantes (CO).
- (10) El principio de tiraje desde arriba (downdraft) es adecuado para combustión de segunda etapa. Sin embargo es sensible a la variación del tamaño del combustible debido a lo cual necesita de un combustible apropiado (no madera en polvo, no astillas, ni troncos grandes).
- (11) La cámara de almacenamiento de calor permite el funcionamiento de la estufa a carga completa y a alta temperatura (es más eficiente alcanzar una producción de calor de 5 KW por 5 horas, que lograr 30 KW por sólo 30 minutos).
- (12) Proceso electrónico de control con sensores apropiados (λ , temperatura) y actores (controlada frecuencia del ventilador) permiten un control de la carga y optimizar la combustión. Esta recomendación es sólo para aquellas estufas que incorporan la opción de usar un ventilador.
- (13) Mantener un proceso de formación e información de la sociedad (consumidores y fabricantes) mediante buena instrucción, manuales de usuario e información de operación.
- (14) Periódica instrucción para el equipo de personas que instalan los equipos.
- (15) Educación y entrenamiento de los ingenieros de planificación.
- (16) Estandarización y nivel de calidad de las estufas apoyan un buen producto.
- (17) Estandarización de los combustibles y garantías constantes para la calidad del combustible.
- (18) Coordinación de investigación, desarrollo e implementación entre fabricantes de estufas y asociaciones del uso eficiente de la madera como energía.

Madera para cocinar

Los requerimientos para cocinar con leña son contradictorios a los requerimientos necesarios para lograr una buena y eficiente combustión debido, principalmente, al control de la carga (combustible) y a la propuesta de las 3 Ts (temperatura, tiempo y turbulencia). En las cocinas a leña hay que considerar:

- Limitaciones técnicas y requerimiento de desarrollos técnicos.
- Las soluciones finales no están probadas del punto de vista de la seguridad, por lo que no se puede asegurar un excelente funcionamiento como ocurre con las estufas.

Las recomendaciones para cocinar con leña son:

- Extraer el calor después de la combustión teniendo una separación de las cámaras de combustión y para cocinar.
- Extracción 'suave' de calor mediante el uso de platos de vidrio en vez de metal. Si se utilizan de metal entonces se debe incorporar la aislación. Una opción es construir superficies catalíticas.
- Como alternativa, considerar que la cocina con alimentación de pellet permite un rápido control de la carga dependiendo de la demanda de calor que se requiera sin realizar una pérdida de calor innecesaria.

000847

Anexo 2:

Recopilación de de valores límites de emisión para artefactos que combustionan leña

Tabla 1: Recopilación de valores límites internacionales

Pais	Valor límite de emisión	Unidades	Método
US Federal EPA	1988: 8,5 y 5,5 g/h para artefactos sin y con catalizador respectivamente. 1992: 7,5 y 4,5 g/h para artefactos sin y con catalizador respectivamente.	g/h	Método 28-USEPA, para combustible y procedimientos de ensayo Métodos 5G o 5H para la medición de emisiones de MP asumiendo una tasa típica de quemado de 1 kg/h.
Estado de Washington	1995: 2,5 y 4,5 g/h para artefactos sin y con catalizador respectivamente.	g/h	Code 150-31-200
Comunidad Europea CE	CO: 2500 mg/m ³	mg/m ³	(CEN/TC 295) standard CEN – 13240
Suecia	2001 MP: 40 mg/MJ CO: 3000 mg/m ³ a 10% O ₂ OGC: 100 mg/m ³ al 10% O ₂ (Compuestos orgánicos gaseosos) Eficiencia: 75%	mg/m ³	El test del método se basa en SP-1425. Los compuestos orgánicos gaseosos (OGC), se miden usando el contenido de carbono contenido en la concentración de hidrocarburos.
Suiza	Ver tabla siguiente	mg/m ³	Ver tabla siguiente
Dinamarca	0,3% CO 7,5% CO ₂	%	Medido en el flujo del gas.
Alemania	Combustión cerrada CO: 0.4% al 13% O ₂ . Combustión abierta CO: 0.5% al 13% O ₂ . Stuttgart: CO<0,2% Regensburg: CO<0,12% al 13% O ₂ .	%	DIN 18891. Para combustión abierta DIN 18895.
Austria	CO: 1100 mg/MJ NO _x : 150 mg/MJ HC: 80 mg/MJ MP: 60 mg/MJ	mg/MJ	EN 303-5.
Reino Unido	5,5 g/kg.	g/kg	Section 20 of the Clean Air Act of 1993
Australia	2,25 y 4,0g/kg	g/kg	AS/NZS4013
Nueva Zelanda	valor norma de MP: 1988: 35 g/h 1992: 5.5 g/kg 2001: 4 g/kg 2002: 1 g/kg eficiencia térmica de 65%	g/kg	AS/NZS4013
Christchurch	1992: 5.5 g/kg 1997: 3 g/kg 2000: 1,5 g/kg 2002: 1 g/kg eficiencia térmica de 65%.	g/kg	AS/NZS4013

Fuente: Technical Report No. 5. Emissions from Domestic Solid Fuel Burning Appliances. *Environment Australia. March 2002.*

Tabla 2: Valores Límite para Sello de Calidad acreditado por Holzenergie- Suiza

mg/m ³ a 13% O ₂	Calderas con troncos de madera	Calderas con chips de madera	Calderas con pellet	Estufas A leña	Estufas con pellet	Cocinas
CO	800	400	300	1500	500	3000
HC	40	20	20			
Partículas	60	90	60	100	50	100
Eficiencia	83%	85%	85%	78%	83%	75%

Fuente: Recommendations for Emission Limit Values for Wood Stoves and Boilers in Chile. Thomas Nussbaumer.

Tabla 3: Valores Límite de emisión en Austria (mg/MJ)

Artefactos	CO	NOX	OGC	MP
operadas manualmente	1100	150	80	60
automaticas	500	150	40	60

Fuente: Quality marking and environmental testing of small-scale biomass boilers in Austria. Leopold Lasselsberger.

ANEXO 3 : Transformación de unidades a mg/m³

00848

rojo: input

1kW h = 3,6 MJ

azul: estimado

Supuestos	Unidades	Valor
flujo del gas	m ³ /kg leña seca	4,58
O ₂ de referencia	%	13
Lamnda de referencia		2,63
flujo de gas al lamnda de referencia	m ³ /kg leña seca	12,05
Valor energético de la leña seca	kWh/kg de leña seca	5

Tasa de quemado	kg leña seca/h	1	2	3
Energía de entrada	kw	5	10	15
Energía de salida con un 50% de eficiencia	Kw	2,5	5	7,5
caudal del flujo de gas	m ³ /h	12,0	24,1	36,1

Valor de emisión propuesto en PPDA-RM	g/h	7,5	7,5	7,5
limite de emisión transformado	mg/m ³ a 13% de O ₂	623	311	208

País	Año	Tipo de artefacto	Valor límite de emisión	Unidad	tasa de quemado in kg/hr		
					1	0,5	2
US Federal EPA	1988	Sin catalizador	8,5	g/h	706	1411	353
US Federal EPA		con catalizador	5,5	g/h	457	913	228
US Federal EPA	1992	Sin catalizador	7,5	g/h	623	1245	311
US Federal EPA		con catalizador	4,5	g/h	374	747	187
Estado de Washington	1995	Sin catalizador	4,5	g/h	374	747	187
Estado de Washington		con catalizador	2,5	g/h	208	415	104
Suiza	2005	-	60	mg/m ³	60	60	60
Suecia	2001	-	40	mg/MJ	60	60	60
Austria		-	60	mg/MJ	90	90	90
Australia		-	4	g/kg	332	332	332
Australia		-	2,25	g/kg	187	187	187
Nueva Zelanda	1992	-	5,5	g/kg	457	457	457
Nueva Zelanda	2001	-	4	g/kg	332	332	332
Nueva Zelanda	2002	-	1	g/kg	83	83	83
Christchurch	1992	-	5,5	g/kg	457	457	457
Christchurch	1997	-	3	g/kg	249	249	249
Christchurch	2000	-	1,5	g/kg	125	125	125
Christchurch	2002	-	1	g/kg	83	83	83
RM (Chile)	2006	-	7,5	g/h	623	1245	311
RM (Chile)	2008	-	4,5	g/h	374	747	187

Fuente: Recopilación y estimación: Carmen Gloria Contreras F. Revisado por Thomas Nussbaumer, 2006.



000849

GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

OF. ORD. N° 063371 /

ANT.: No hay.

MAT.: Envía copia Anteproyecto Norma de Emisión de Artefactos de Combustión a leña para su pronunciamiento.

SANTIAGO, 14 NOV 2006

DE : HANS WILLUMSEN ALENDE
JEFE DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

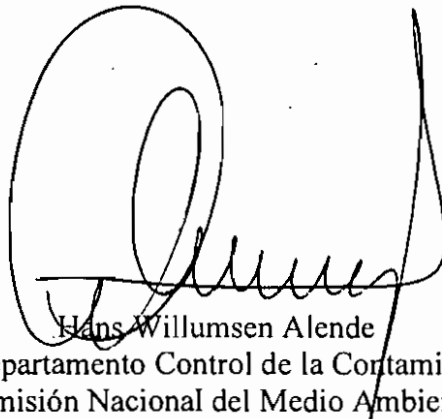
A : WALTER FOLCH ARIZA
ENCARGADO PROGRAMA CONTAMINACIÓN ATMOSFERICA DEL
DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL
MINISTERIO DE SALUD

De mi consideración,

Por medio del presente envío a usted una copia del anteproyecto de la norma de emisión de artefactos que combustión a leña, con el objeto de que se pronuncie técnica y jurídicamente respecto a sus contenidos.

Del mismo modo se invita a una reunión que se realizará el día lunes 27 de noviembre de 15:00 a 16:30 hrs. en Conama, Teatinos 258 sala de reuniones del 5º piso, con objeto de conversar sobre las alternativas de control y fiscalización que propone la norma.

Saluda atentamente a usted,



Hans Willumsen Alende
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente

MJG/CCF

MJG/CCF/pdb

Adj. : Lo indicado

c.c. :

- Sr. Rodrigo Guzmán, Jefe División Jurídica
- Sr. Conrado Ravanal, División Jurídica

Acta de Reunión con MINSAL sobre fiscalización contemplada en el anteproyecto norma de emisión para artefactos de combustión a leña. 27.11.06

00850

El objetivo de esta minuta es dar cuenta de la reunión sostenida con representantes del MINSAL, sobre el control y fiscalización que se señala en el anteproyecto de la norma de emisión para artefactos de combustión a leña.

Asistentes:

- Walter Folch, MINSAL
- Isabel Segovia, abogada MINSAL
- Miguel Camus, ISP
- Conrado Ravanal, abogado CONAMA
- Maritza Jadrijevic, CONAMA
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA
- Hans Willumsen, Jefe Departamento Control de la Contaminación

Al respecto se acuerda:

Sobre la fiscalización de los artefactos nuevos

Se modifica en el anteproyecto el ente fiscalizador, se reemplaza al ISP por la Autoridad Sanitaria, la que tiene entre otras facultades para ejercer el control y fiscalización de los artefactos nuevos, lo siguiente:

- a) Conocer por parte del laboratorio autorizado cuando se realizará una medición y asistir cuando estime conveniente.
- b) Recibir el informe de medición y pronunciarse sobre su cumplimiento o no.
- c) Emitir resolución de cumplimiento o no.
- d) Inspección en toda bodega o lugar de almacenamiento de los documentos que acompañan a una partida de artefactos nuevos con objeto de verificar que se sometió a los procedimientos de control.
- e) Sancionar y multar en caso de constatar infracción al procedimiento establecido.
- f) Solicitar medición de artefacto.
- g) Otorgar plazo en caso de infracción para cumplir con el procedimiento que se establecerá y dar cumplimiento a la norma.
- h) Retirar partidas.

Sobre la fiscalización de los artefactos existentes

Se acuerda que no es posible efectuar fiscalización de los artefactos existentes, debido a:

- a) De qué tipo sería la sanción y multa, cómo aplicaría en el sector residencial.
- b) Los costos de la fiscalización son del Estado, por lo tanto, asumiría los costos de implementar el instrumental y preparar los métodos.
- c) Adaptación del método de medición.
- d) Capacidad y recursos existentes.

Reunión comité ampliado. 15 de noviembre de 2006

La reunión se realizó en las oficinas de la CONAMA.

000851

Asistentes:

- Raúl Quevedo, TROTTER
- Juan Pablo Breque, BOSCA
- Luis Alberto Echenique, BOSCA
- Pablo Amand de Mendieta, Fundación Pirque
- Mónica de la Porte, CASARTE-JOTUL
- Marisol Gómez, CASARTE-JOTUL
- Marisol Olivares, Calefactores Pucón
- Joaquín Perelló, calefactores Pucón
- Juan Ladrón de Guevara, MINECON
- Eugenio Collados, Ambiente Consultores
- Italo Volante, Vergara Abogados
- Cristian Amesti, AMESTI
- Ricardo Katz, GAC asesor fabricantes
- Cristián de Amesti, AMESTI
- Marisol Olivares, calefactores Pucón
- Nicolás Schiappacasse, CONAMA IX
- Maritza Jadrijevic, CONAMA
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA

Temas:

1. Se informa de los avances del proceso.
2. Se presenta los antecedentes de licitación y adjudicación del Estudio Técnico Económico, y se presenta al consultor de Ambiente Consultores.
3. Se presenta un resumen de los antecedentes para formular el anteproyecto.
4. Se entrega versión borrador de anteproyecto norma.

Conclusiones y compromisos:

Se adjunta ppt realizada por CONAMA, la cual sintetiza los antecedentes para formular la norma, al respecto:

1. Con respecto a lo presentado que técnicamente y físicamente ningún calefactor es doble cámara. El fabricante de BOSCA señala que sus calefactores son doble cámara y solicita que se realice otra reunión con objeto de entregar antecedentes sobre la calidad de sus productos.
2. Los fabricantes hacen ver que se requiere no sólo avanzar en una norma de emisión sino que también en el mejoramiento del contenido de humedad de la leña y en la educación a los usuarios.
3. El representante de TROTTER señala que es importante avanzar en la certificación de productos, en cuanto a seguridad, instalación, materialidad de construcción y como plus adicional en materias de carácter ambiental. Señala que TROTTER cuenta con laboratorios donde ensaya la calidad de sus productos y plantea que le parece poco razonable que no

exista un sistema obligatorio de certificación para los artefactos que combustionan leña, tal como existe para otros productos que usan combustibles líquidos o gaseosos. Invita al resto de los fabricantes, a trabajar en conjunto para desarrollar una norma técnica INN para certificar la calidad de los productos y avanzar en aspectos de etiquetado.

4. Respecto a lo anterior ningún otro fabricante se pronuncia.
5. La representante de CASARTE indica que sus productos son importados de Noruega, que introducen conceptos de calidad, también al igual que BOSCA solicita espacio en una próxima reunión para exponer sus productos y bondades. Y señala que envió antecedentes a CONAMA sobre sus productos.
6. CONAMA presenta los antecedentes de licitación y adjudicación del Estudio Técnico Económico, y se presenta al consultor de Ambiente Consultores. Se informa que el consultor se comunicará con cada fabricante con objeto de conocer y tener antecedentes sobre los costos de producción y mercado, para realizar la evaluación económica tanto privada como social.
7. CONAMA entrega versión borrador de anteproyecto norma, indica que se avisará a la brevedad cuando se realizará la próxima reunión con objeto de que los fabricantes expongan y entreguen antecedentes. Se solicita además, que durante el periodo hasta la próxima reunión se hagan llegar observaciones al anteproyecto.

..//

Reunion Comité Ampliado

Antecedentes para formular el anteproyecto Norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionen leña u otros combustibles de biomasa

15 de Noviembre de 2006

Comisión Nacional del Medio Ambiente
Departamento Control de la Contaminación
Área Control de la Contaminación Atmosférica

Temas:

1. Estado de avance del proceso:

Publicación del anteproyecto: marzo 2007
Inicio consulta pública: marzo 2007

2. Estudio Análisis General del Impacto Económico y Social:

Consultor : Ambiente Consultores.
Jefe de proyecto: Eugenio Collados
Monto: \$ 5 Millones
Inicio: Nov. 2006 Fin: Dic. 2006

3. Antecedentes para formular el anteproyecto

- Caracterización de las emisiones a regular
- Efectos en la salud del material particulado
- Descripción y magnitud del problema
- Comparación entre el uso de la leña en Chile respecto a otros países y normativa existente
- Potencial de mejoramiento tecnológico
- Conclusiones

4. Próximos pasos

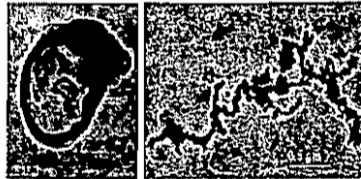
Presentación de antecedentes del sector regulado
Próxima reunión

1. Caracterización de las emisiones a regular

- El MP que se produce durante la combustión residencial de leña corresponde en un 96% a MP10, y de este, un 93% corresponde a MP2.5.
- Las partículas están compuestas principalmente por carbono orgánico y carbono elemental, y una pequeña fracción corresponde a sales inorgánicas.
- Entre los compuestos orgánicos presentes están formaldehídos, benceno, tolueno, xileno e HAP's, incluyendo benzo(a)pyreno conocidos por su nivel de toxicidad cancerígena.

Organic particles

Soot



El Programa de Mejoramiento de Inventarios de Emisiones, EIIP de la US-EPA, reportó el año 2001 para la combustión residencial de leña una lista de factores de emisión para:

- elementos como benceno, cadmio, cromo, manganeso, metilacetona, níquel, fenol, tolueno y oxígeno.
- 28 compuestos y familias de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's).
- los contaminantes típicos que se producen durante la combustión incompleta.

Campaña de medición en Canadá durante los años 1998 y 1999

Objetivo: Comparar los niveles de calidad del aire entre un área considerada como de alta influencia por la combustión residencial (Riviere-des-Prairies) con un área sin la presencia de esta actividad emisora (Montreal).

Resultados en el área donde se usa la combustión residencial de leña se da un incremento de:

- un 45% de hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH's)
- un 200% de incremento de algunos compuestos orgánicos volátiles
- un 40 a un 100% de incremento del material particulado fino (PM2.5)



Campaña de medición en áreas urbanas de Santiago y Temuco año 1998

Objetivo: Realizar un diagnóstico del origen de los aerosoles carbonosos, utilizando técnicas de medición específicas.

Resultados:

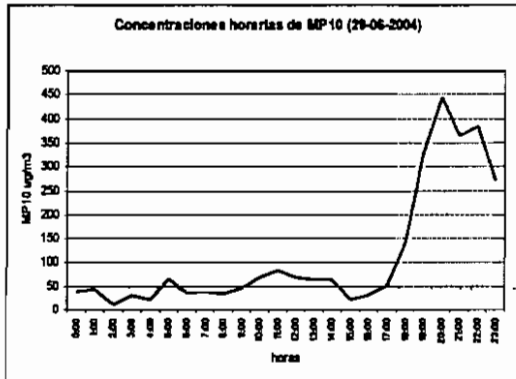
- En Santiago se detectó altas concentraciones de isopreno del orden de 30-69 ng/m³ y una compleja mezcla de hidrocarburos del orden de 839 - 1.369 ng/m³, siendo la principal fuente emisora el transporte.
- En Temuco, los resultados indicaron altas concentraciones de hidrocarburos aromáticos del orden de 751 +/- 304 ng/m³, derivados oxigenados entre 4 +/- 2 ng/m³ y alquenos entre 16 +/- 13 ng/m³, siendo la principal fuente de emisión la combustión de leña.

Referencias:

Sampling Program for Residential Wood Combustion Winter of 1998-99 Study Report. Dirección de la salud pública de Montreal-centro, Communauté Urbaine de Montreal/Environment Canada, 2000.
The composition and sources of PM2.5 organic aerosol in two urban areas of Chile. Menzies Taparia, Evangelia Lagoukidaki, Euripides Stephanou, Ilias Kavouras, Petros Koutrakis, Pedro Oyola, Dietrich Von Borstel, Marzo 2002.

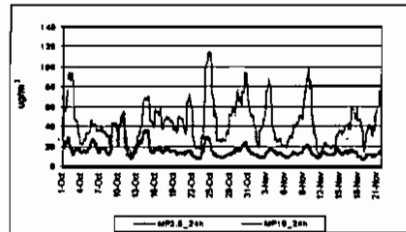
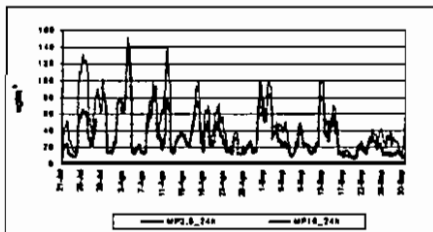
Resultados de campañas de medición de MP10

Monitoreo de MP10 en Osorno, Chillán, Coyhaique, Valdivia, Temuco, Gran Concepción, entre otras ciudades.



Resultados de campañas de medición de MP2.5

Durante los meses de invierno la proporción de MP2.5 en el MP10 alcanza entre un 90-95% y en los meses estivales dicha proporción se reduce a un 30%.



Elevada proporción de MP2.5/MP10 en períodos de alta contaminación

Referencias:

- Mediciones meteorológicas y de calidad del aire en Temuco y Rancagua para la obtención de antecedentes científicos para la generación de la norma de calidad primaria para material particulado fino MP2.5, CENMA 2000.
- Caracterización de la contaminación atmosférica por material particulado en ciudades del sur de Chile: antecedentes para la generación de la norma de calidad primaria para material particulado fino MP2.5, CENMA 2001.
- Antecedentes para declarar Zona Saludada por MP10 a Temuco y Padre Las Casas, CONAMA Araucanía, 2003.

2. Efectos en Salud del Material Particulado

De acuerdo a estudios epidemiológicos de efectos adversos del MP2.5, los efectos son de corto y largo plazo, afectando el sistema respiratorio y cardiovascular de los grupos sensibles de la población.

“El abanico de efectos es amplio: afecta los sistemas respiratorios y cardiovascular y abarca a niños, adultos y a varios grupos susceptibles dentro de la población general”.

“Se ha demostrado que el riesgo de diversas patologías aumenta con la exposición y hay poca evidencia que plantee un umbral bajo el cual no se prevería efectos adversos para la salud”.

Ref.: OMS, Guías de Calidad del Aire. Actualización Mundial 2005.

3. Descripción y magnitud del problema

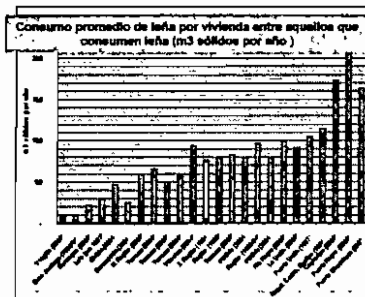
Principales conclusiones Estudio desarrollado por la U. de Chile para la CNE

La leña:

- Tercer combustible de mayor importancia en el país después del petróleo y el gas natural (17,5% de la matriz energética nacional).
- Su consumo se concentra en la zona centro sur del país.
- Principal uso para calefaccionar viviendas, segundo uso cocinar.
- Mercado es Informal (pérdida de recaudación del IVA entre US\$14 y US\$16 Mill al año).
- Uso de leña para cocinar disminuyó de un 19,3% a un 12,5% (Periodo intercensal 1992-2002).

Patrón de distribución espacial que presenta el consumo:

- Tendencia creciente del consumo por vivienda a medida que más al sur se habita.
- El consumo varía de acuerdo al tamaño de la ciudad o de la localidad, siendo mayor en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región.



Cifras estimadas del mercado de artefactos:

- Producción de 80 mil artefactos anuales (calefactores).
- Años de antigüedad en la vivienda: 50 años cocinas y 30 años calefactores.
- Micro y pequeños fabricantes regionales tienen una producción de no más de 50 calefactores anuales y estiman que sus ventas se han reducido por la competencia de grandes tiendas y formas de pago.
- Diversidad de tipos de calefactores: salamandras, calefactor simple, combustión lenta, doble cámara, etc. No obstante, todos presentan el mismo diseño en cuanto a principio de quemado.
- Eficiencia térmica es del orden de 30-40% en caso de cocinas y 50-70% en calefactores.
- Mercado de Cocinas se desconoce nivel de producción.

Corroborar antecedentes

Insumo para el Estudio AGIES!!

4. Comparación entre el uso de la leña en Chile respecto a otros países y la normativa existente

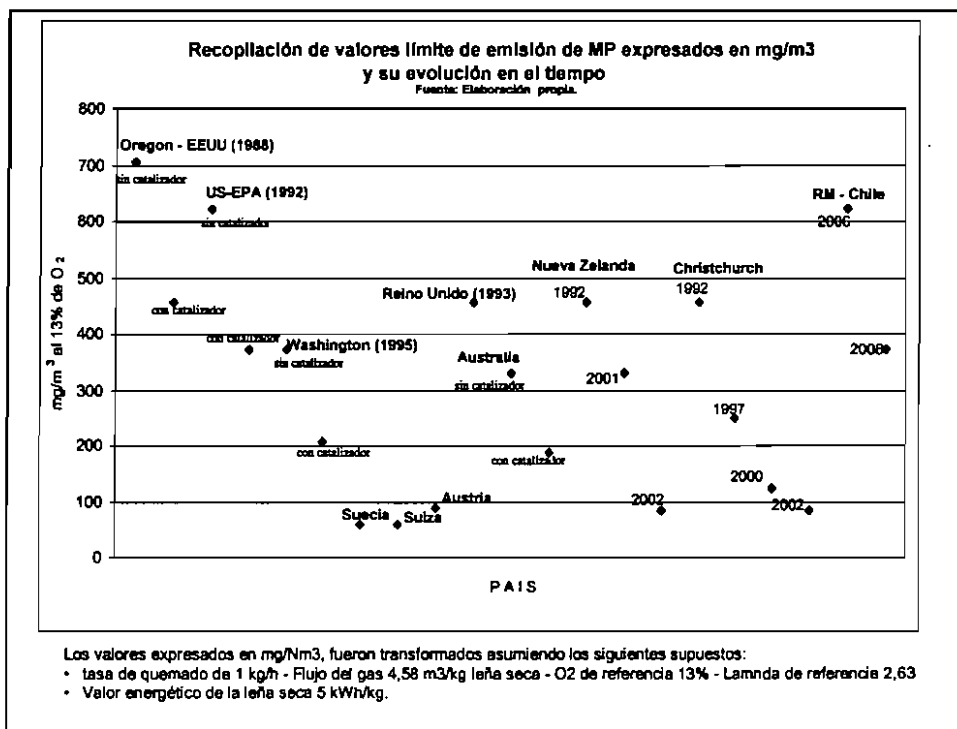
Países desarrollados

- Pellets, briquetas, chips, leña.
- Mediana y gran escala
- Calefactores y generar electricidad.

Países no desarrollados

- Leña o residuos agrícolas
- Pequeña escala (artefactos individuales)
- Forma más común para calefactores y cocinar

- Por ejemplo, en Europa y Estados Unidos (EEUU), los artefactos de combustión a leña (calefactores), corresponden a un dispositivo auxiliar de calefacción, es decir, para calefactores se utiliza principalmente sistemas centralizados. En el caso de las cocinas, son escasas y sólo se usan en áreas rurales.
- En el caso de Chile los artefactos individuales, dependiendo de la zona del país, corresponden a la principal forma de calefacción. Hay más de un artefacto en la vivienda. La cocina es usada para calefactores y cocinar. Los artefactos se usan hasta más de 2.000 horas al año.
- El consumo global (mundial) de biomasa se ha estimado en un 11,9%, el mayor consumo corresponde a áreas económicamente más pobres (Referencia: International Energy Agency. IEA)
 - 47,7% en el sur de Asia
 - 29,6% en Latinoamérica
 - 28,8% en el Medio Este y África
 - 20,3% en el SE de Asia y costa del Pacífico
 - 2,1% en los países de Europa Occidental
 - 2,3% en Europa Central y Oriental
 - 2,64% en Norte América.



Unidades utilizadas para expresar el valor límite de emisión

Unidades	Comentarios
g/hr	• La emisión de contaminante es normalizada al consumo de combustible del artefacto.
	• La emisión de contaminante es normalizada a la producción de energía del artefacto. • Se debería conocer (medir) capacidad de producción de energía.
	• La emisión de contaminante se expresa como concentración. • El valor se corrige a un % de O2.
	• Es independiente del tamaño de la estufa, de la cantidad de combustible que se use, de la cantidad de energía que se produzca. • No asegura una combustión eficiente y de bajas emisiones. • Desciñtiva el empleo de ún artefacto de combustión grande en vez de vários pequeños. • Es útil para megafuentes.

- g/hr es usada en EEUU y Canadá
- g/kg es usada en Europa, Australia y Nueva Zelanda.
- Para una tasa de 1 kg/hr los dos sistemas dan resultados numericamente equivalentes.

Ejemplo de utilizar la unidad de g/hora

Se asume un valor límite de emisión de 4,5 g/hora

1 kg de leña seca = 5 kWh

Situación 1 cumple la regulación:

5 estufas cuya potencia es de 10 kW, eficiencia del 50% y 4,0 g/h emisión de partículas.

Emisión total:
5 x 4,0 g/h = 20 g/h

Consumo de biomasa:
50 kW/0,5 = 100 kW.

Con leña seca se obtiene un aporte energético de 5 kWh/kg, por lo tanto es necesario utilizar 20 kilogramos de leña seca por hora de operación.

Asumiendo un período de calefacción de 2.000 horas al año, se requiere quemar 40.000 kg de leña seca y la emisión anual resultante corresponde a 40 kg de partículas.

Situación 2 no cumple la regulación:

Un único dispositivo de combustión con una potencia de 50 kW, eficiencia del 75% y 5,0 g/h emisión de partículas.

La emisión total es de 5,0 g/h
Consumo de biomasa 50 kW/0,75 = 66,6 kW.

Con esta instalación se tendría un consumo de combustible cercano a 26.700 kg de leña anual y una emisión anual de partículas de 10 kg.

Conclusión

La situación 2 no cumple la regulación de que se requiere que se emita un máximo de 4,5 g/hora de partículas por kW de potencia de calefacción. En este caso, el consumo de combustible es un 33% mayor.

Métodos de medición

Estados Unidos

- Método disponible desde fines 1970's. La metodología ha cambiado sutilmente con el tiempo. Última actualización fue en 1999. La metodología se indica en el 40 CFR Part 60, indica a los métodos 5G y 5H y método 28 como protocolo (40CFR Part 60, Appendix A).
- El método 28 señala que se requiere establecer para la medición, 4 tasas de quemado en el artefacto: menor a 1 kg/hr, entre 1 y 1,25 kg/hr, entre 1,26 y 1,5 kg/hr y la tasa máxima.
- "El método 28 no refleja condiciones reales de operación. Por varias razones, primero, el control de aire no puede ser modificado después del inicio del test; segundo, no hay paradas para la posición del aire para las tasas de quemado media baja y media alta; tercero, el operador o usuario común frecuentemente en la operación real, tiende a cerrar la entrada de aire del calefactor, manteniendo toda la noche encendido el calefactor a una potencia mínima; cuarto, no se incluye el encendido o las cargas de combustible, período en que ocurre las mayores tasas de emisión. Por último, el método 28 produce valores irreales dado que las 4 tasas de quemado son finalmente ponderadas. Dicha ponderación fue diseñada con la intención de reflejar la distribución de tasas de quemado de todo el país (EEUU), asunto tal como señala la propia OMNI se sabe es limitado en cuanto a información e incierto".

Métodos de medición

Nueva Zelanda

- La metodología se indica en AS/NZS 4013. Última actualización 1999. Basada en túnel de dilución. La eficiencia se determina en una pieza calorímetra.
- Se realizan nueve test que incluyen tres tasas de quemado (mínima, media y alta), se calcula la eficiencia y la emisión de material particulado se estiman como promedio de las nueve pruebas.

Europa

- Desde el año 1992 la Comunidad Europea (CE) cuenta la Norma UNE-EN13240, que establece requisitos para los artefactos que combustionan biomasa, en cuanto a fabricación, instalación, seguridad, eficiencia térmica y un valor límite para las emisiones de monóxido de carbono. Adicional al cumplimiento de la norma de la CE, algunos países europeos utilizan el etiquetado o certificación que exige, además de la medición de MP, otros contaminantes.
- Internationally, testing procedures are being examined under ISO Draft Standard WD 13336. This follows a similar to the method currently used in New Zealand and Australia.

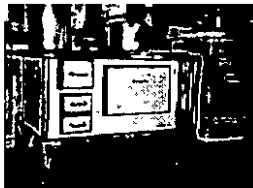
Conclusión: En general los métodos representan las condiciones de laboratorio y estudios demuestran que hay diferencias con las condiciones reales de operación.

5. Potencial de mejoramiento tecnológico

- Ref.: Estudio Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para la gestión de la calidad del aire en Temuco y Padre Las Casas. Universidad de Concepción. 2002.

- En el diseño de los calefactores se debe lograr conjugar la regla de los 3T (temperatura, turbulencia y tiempo de quemado).
- El estudio recomienda para la cámara secundaria de post-combustión un volumen específico de 1,3 lt/kW.
- La incorporación de una 2ª cámara de post-combustión requiere de un correcto diseño y dimensionamiento para reducir las emisiones.
- Con respecto a las cocinas se señala que entre los distintos modelos son similares entre los fabricantes y no se han introducido mejoras.

MARCA/MODELO	Potencia Kcal/h	Volumen cámara secundaria (lt/kw)
AMESTI SCANTECK 350	6.000	0,51
AMESTI SCANTECK 400 PLUS	9.000	0,64
AMESTI SCANTECK 500	12.000	0,59
BOSCA ECOCALOR 340	5.000	0,74
BOSCA GOLD 400	7.000	0,77
BOSCA CLSSIC 400 PRIME	8.500	0,67



Otro aspecto con potencial de mejoramiento
Información entregada por los fabricantes al consumidor

Referencia: Capítulo 6. Estudio Universidad de Concepción (2002)

- existen incongruencias entre la Información entregada por los fabricantes, dado que en principio para una misma potencia térmica se debiera tener aproximadamente la misma superficie máxima a calefaccionar.

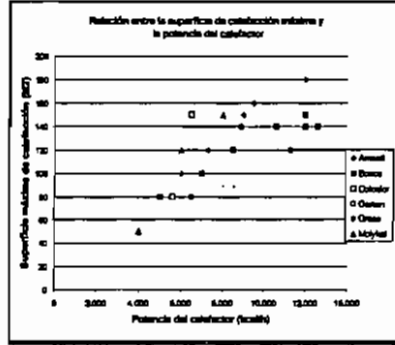


Figura 1: Relación entre la superficie de calefacción máxima y la potencia del calefactor

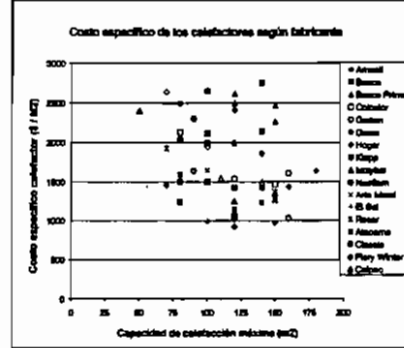


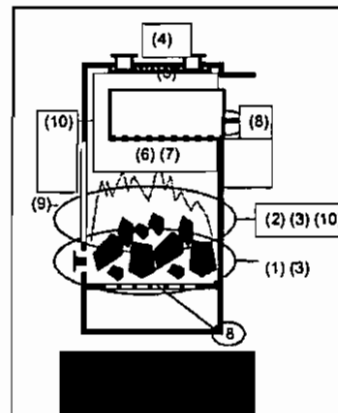
Figura 2: Relación entre el costo específico del calefactor (\$/m²) y la capacidad máxima de calefacción (m²)

Conclusión: Si se quisiera evaluar el comportamiento de un artefacto, es básico conocer su capacidad de producción de energía (potencia).

Potencial de mejoramiento tecnológico

Ref.: COSUDE – CONAMA, 2003 al 2006.

1. El secado del combustible, la gasificación y su quemado se da en un mismo lugar.
2. La combustión de la leña, la post-combustión de los gases y la extracción del calor se da en un mismo lugar.
3. Existe una limitada mezcla del aire con el combustible y con los gases de combustión.
4. El caño no está aislado, se produce un tiraje ineficiente en la fase de inicio y una deficiente entrega de energía al ambiente, debido a la alta velocidad del flujo de gas (la mayor parte del calor se pierde a la salida del caño).
5. No existe (física ni conceptualmente) una doble cámara que garantice una post-combustión.
6. La distribución del aire no es homogénea.
7. La mezcla del aire con el gas es ineficiente.
8. Se constatan fugas de aire (desde el exterior), que se refieren a que existe un ingreso de aire no deseado a la cámara de combustión el cual disminuye la temperatura de combustión, aumenta el volumen de los gases requiriendo mayor volumen en el equipo, y disminuye la eficiencia.
9. Se constatan fuga de gas (hacia el exterior), emisiones de gas monóxido de carbono (CO).
10. Las paredes de la estufa no están bien aisladas, disminuye la temperatura en la cámara de combustión y por lo tanto la combustión es incompleta.



Tecnología disponible : medición estufa Suiza y tradicional Chilena

De acuerdo al artículo 34 del Reglamento para la Dicotación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión, D.S. 13/95 del MINSUPRES

Ref.: Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile, Thomas Nussbaumer, Report for CONAMA and COSUDE, Zürich, 10. May 2006

El objetivo de las mediciones fue determinar la influencia sobre las emisiones de MP :

- i) Al utilizar leña seca y húmeda,
- ii) Al incorporar o no el encendido del artefacto en las mediciones
- iii) Formas de operación en *ideal, típica y mala*
- iv) Diseño tecnológico del artefacto
- v) Compatibilidad entre los métodos de medición utilizando VDI (alemán) y la US-EPA.

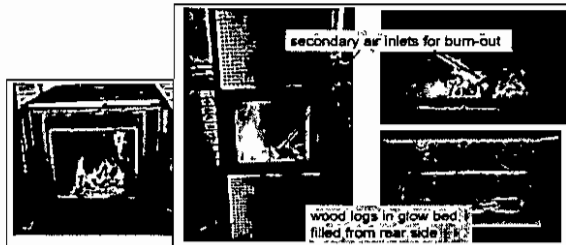


Foto 1: a) Estufa chilena medida en Suiza, y b) Estufa Suiza de doble combustión.

[1] Las mediciones fueron realizadas por N. Klippel y T. Nussbaumer de la Empresa Verenum. En el laboratorio de TIBA AG. La investigación fue financiada por la Swiss Federal Office of Energy y la Swiss Agency for the Environment.

Síntesis de los resultados de medición de estufas
Emisiones de MP (mg/m3) con 13% en volumen de O2, de acuerdo al método de US-EPA; los valores entre paréntesis son siguiendo el método VDI

Operación	Humedad	Estufa chilena		Estufa Suiza de 2 etapas		Observaciones
		Carga troncos leña	MP (mg/m ³) normalizado a 13% O ₂	Carga troncos leña	MP (mg/m ³) normalizado a 13% O ₂	
Operación Ideal con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. No incorpora en la medición el aporte de contaminantes que se da durante el encendido del artefacto.	12%	2 x 750 g	20	Carga Completa	10 - 20	Para efectos de pruebas se mantuvo el monitoreo continuo de CO con objeto de mantener condiciones de combustión. Esta operación no es practicable en la realidad.
Operación Ideal con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. Incorpora en la medición el encendido	12%	2 x 750 g	50	Carga Completa	20 - 30	
Operación típica para calefacción, carga completa.	20%	3 x 1500 g	250 - 1.200 (125 - 600)	Carga Completa	30 - 50 (30 - 50)	La combustión en dos etapas permite una reducción de aproximadamente un 90% respecto a la estufa chilena.
Operación típica para calefacción, carga completa	33%	3 x 1500 g	500 - 1.200 (250 - 600)	Carga Completa	60 - 150 (50 - 100)	La combustión en dos etapas permite una reducción de aproximadamente un 50%. No obstante, se observa la influencia de la humedad de la leña.
Mala operación, ingreso de aire cerrado durante operación. Siguiendo Instrucciones del Fabricante.	20%	3 x 1500 g	6.600 (5.500)	Carga Completa	No es posible operar	

Referencia: Results from Tests on Wood Stoves and revised Recommendations for Emission Limit Values for Chile, Thomas Nussbaumer, Report for CONAMA and COSUDE, Zürich, 10. May 2006

Del estudio se concluye lo siguiente:

Estufa suiza:

- Las emisiones de MP no son tan sensibles a los distintos tipos de operación (incluyendo distintas calidades de leña).
- El concepto de funcionamiento es en forma semi-automática, y por lo tanto, no permite grandes variaciones en su operación.
- Entre operación 'ideal' y 'típica', las emisiones aumentan en un factor 2.5.

Estufa tradicional chilena:

- Las emisiones de MP son sensibles a los distintos tipos de operación (incluyendo distintas calidades de leña).
- Las emisiones bajas en la operación 'ideal' se deben a la experiencia del operador y al monitoreo continuo del CO.
- Entre operación 'ideal' y 'típica', las emisiones aumentan en un factor de 12 a 60.
- El fabricante recomienda en su manual "*cerrar la entrada de aire secundaria para extender el tiempo de combustión*", lo cual implica emisiones de MP que superan aún considerablemente las de la operación 'típica' (factor 5 – 26), y más aún de la operación 'ideal' (hasta en un factor >300).
- La razón evidente corresponde al efecto de combustión imperfecta que se explica por la falta de oxígeno.

Del estudio se concluye lo siguiente:

Comparación entre ambas estufas:

- La estufa Suiza permite poca variabilidad en su manejo, por su parte, la estufa chilena permite una alta variabilidad.
- Entre las distintas operaciones, las emisiones de la estufa Suiza no varían en el mismo orden que la estufa chilena.
- En la operación 'típica', la estufa Suiza permite una reducción del orden de un 90% con respecto a la estufa chilena .
- La leña húmeda (33%) no conviene como combustible, con ninguna de las dos estufas. Sin embargo, las consecuencias de quema de leña húmeda son menos graves con la estufa Suiza.

En síntesis:

- El concepto de combustión de la estufa Suiza ofrece un potencial considerable para la reducción de las emisiones de material particulado.
- En el caso de ambas estufas, el uso de leña húmeda (33%) influencia negativamente la combustión.
- La operación 'ideal' es irrelevante para caracterizar la situación real, es decir las emisiones reales en el terreno.
- Se constato además las diferencias en cuanto a la composición y naturaleza del MP emitido, que la proporción de contaminantes tóxicos y cancerígenos es sustancialmente mayor en el caso de la estufa tradicional chilena en operación 'típica' y 'mala'.
- Se concluye: que existe tecnología de combustión de leña optimizada que reduce significativamente las tasas emitidas.

Temas:

1. Estado de avance del proceso:

Publicación del anteproyecto: marzo 2007
Inicio consulta pública: marzo 2007

2. Estudio Análisis General del Impacto Económico y Social:

Consultor : Ambiente Consultores.
Jefe de proyecto: Eugenio Collados
Monto: \$ 5 Millones
Inicio: Nov. 2006 Fin: Dic. 2006

3. Antecedentes para formular el anteproyecto

- Caracterización de las emisiones a regular
- Efectos en la salud del material particulado
- Descripción y magnitud del problema
- Comparación entre el uso de la leña en Chile respecto a otros países y normativa existente
- Potencial de mejoramiento tecnológico
- Conclusiones

4. Próximos pasos

Presentación de antecedentes del sector regulado
Próxima reunión

REPÚBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
HWA/RGR

000864

APRUEBA ANTEPROYECTO DE NORMA DE
EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO
RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONEN LEÑA
U OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA

Santiago,

EXENTA N°

VISTOS:

Lo dispuesto en la Ley N° 19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; el Decreto Supremo N° 93 del año 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; El acuerdo N° 249 del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, del 16 de julio de 2004, que aprobó el Noveno Programa Priorizado de Normas, cuyo extracto fue publicado en el Diario Oficial el 1° de Septiembre de 2004; El acuerdo N° 261 del 17 de enero de 2005, del Consejo Directivo de CONAMA, que aprueba la creación del Comité Operativo, que tuvo la misión de formular el presente anteproyecto; La Resolución Exenta N° 337 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, del 18 de Marzo de 2005, publicada en el Diario Oficial el 18 de Abril de 2005, que dio inicio al proceso de dictación de la norma de emisión; La proposición de anteproyecto elaborada por el comité operativo según acuerdo del 12 de Octubre de 2006, la Resolución Exenta N° 1.657 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, del 20 de septiembre de 2005 y la Resolución N° 520 de la Contraloría General de la República y los demás antecedentes que sustentan los contenidos y obran en el expediente público de la presente norma.

RESUELVO:

1.- Apruébese el siguiente anteproyecto de la norma de emisión para artefactos de combustión residencial de leña y otros combustibles de biomasa:

I. FUNDAMENTOS

Que de acuerdo a la ley 19.300, es deber del Estado dictar normas, tanto de calidad como de emisión, que regulen la presencia de contaminantes en el medio ambiente, con el fin de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones o periodos de tiempo, un riesgo para la salud de las personas, la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Que el uso de leña para calefacción es de carácter masivo en toda la zona centro sur del país. Se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen

los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades. En este escenario, es necesario actuar de manera preventiva y correctora.

Que resultados de mediciones de material particulado respirable MP10, en varios centros poblados de la zona centro y sur del país, muestran incrementos significativos de este contaminante durante el invierno.

Que el material particulado proveniente de la combustión de leña es altamente dañino a la salud, tanto por su tamaño como por su composición. De acuerdo a literatura internacional el material particulado corresponde en un 96% a MP10 y en un 93% a MP2.5, formado principalmente en una gran proporción por compuestos orgánicos e hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), y en menor proporción carbono elemental (hollín) y sales inorgánicas. Entre los compuestos orgánicos presentes están formaldehídos, benceno, tolueno, xileno, y HAP's, incluyendo benzo(a)pyreno conocidos por su nivel de toxicidad carcinógeno en el aire.

Que de acuerdo a estudios epidemiológicos de efectos adversos del material particulado fino, los efectos son de corto y largo plazo, afectando el sistema respiratorio y cardiovascular de los grupos sensibles de la población, como niños y adultos mayores (Ref.: Organización Mundial de la Salud, 2005).

Que regular las emisiones de material particulado producto de la combustión residencial de leña, se justifica por los problemas ambientales que actualmente experimentan o experimentarán centros poblados del país. Particularmente, en los casos de Temuco y Padre Las Casas, se estima que la combustión de leña aporta en más del 70% a las emisiones de material particulado; en el caso del Gran Concepción la combustión de leña aporta cerca de un 25% (Ref.: CONAMA, 2006).

Que es imperativo contar con un instrumento de gestión ambiental de alcance nacional que regule las emisiones de los artefactos de uso residencial que combustionen con leña o biomasa, como un método eficiente de control de las emisiones de MP10.

Que en el ámbito internacional de regulación de las emisiones de los artefactos de combustión a leña, existen estándares de emisión y tecnologías de combustión que permiten el cumplimiento de dichos estándares, no sólo de material particulado, sino que también de otros contaminantes y parámetros de interés ambiental.

Sobre la base de lo señalado, se dicta la presente norma que regulará las emisiones de material particulado emitido a la atmósfera por los artefactos de combustión residencial.

II. Norma de Emisión:

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

Artículo 1.- Establézcase para todo el territorio nacional la norma de emisión de material particulado respirable MP10, para los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa.

La presente norma se aplicará a los artefactos que se fabriquen, amen o importen, y a los artefactos que a esa fecha se encuentren en stock o almacenados en fabrica o en bodega para su comercialización.

La presente norma no se aplicará a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso.

Artículo 2.- La presente norma de emisión tiene por objeto proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable MP10, producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país. De su aplicación se espera, como resultado del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción en el tiempo de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.

Artículo 3. - Para los efectos de este decreto, se entenderá por:

- a. **Artefacto:** es aquel calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, que tienen una potencia menor a 20kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior.
- b. **Artefacto representativo:** es aquel artefacto nuevo de un único fabricante o importador que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la presente norma, que representa a un conjunto de artefactos, de una o más partidas, que tienen características idénticas en cuanto a dimensiones, espesor y materiales en el diseño constructivo que se relaciona con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión o la post combustión.
- c. **Calefactor:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la calefacción.
- d. **Cocina:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la cocción y preparación de alimentos.
- e. **Biomasa:** se entenderá como aquel combustible sólido que incluye exclusivamente leña, briquetas de madera, pellets de madera y aserrín de madera.
- f. **Potencia de ingreso:** corresponde al flujo de la energía contenida en la biomasa que se combustiona en el artefacto. Esta potencia de ingreso es equivalente al producto entre el poder calorífico inferior del combustible de biomasa por la tasa de quemado máxima del combustible.

Artículo 4. - No se consideran artefactos para los efectos de esta norma:

- a. Los sistemas centralizados o calderas de calefacción que combustionen o puedan combustionar biomasa.
- b. Las chimeneas de albañilería empotradas a la pared.

0086

- c. Los braseros y parrillas usadas con fines de esparcimiento.

TITULO SEGUNDO

Cantidad máxima permitida y plazos para el cumplimiento

Artículo 5. - Establézcase para todo artefacto del tipo calefactor o cocina, los siguientes valores máximos permitidos de material particulado y el respectivo plazo para su cumplimiento:

Artefacto Nuevo	Plazo de cumplimiento	Valor	Unidad
Del tipo calefactor	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N
	4 años desde la entrada en vigencia del presente decreto	60	mg/m ³ N
Del tipo cocina	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N

mg/m³N: miligramos por metro cúbico en condiciones normales corregido al 13% de oxígeno (O₂) en volumen. La condición normal corresponde a la presión de 1 atmósfera y a una temperatura de 25°C en base seca.

TITULO TERCERO

Metodologías de medición

Artículo 6. - Los métodos de medición son los siguientes:

a) Material Particulado:

- Método CH-5G: Determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución, oficializado a través de la resolución exenta N° 34 del 2006 del MINSAL.
- Método CH-28: Determinación de material particulado. Certificación y auditoría de calefactores a leña, oficializado a través de la resolución exenta N° 1.349 de 1997 del MINSAL.

Como parte de los resultados de la medición se informará además los siguientes parámetros de interés ambiental: monóxido de carbono (CO) y eficiencia térmica del artefacto.

b) Monóxido de Carbono:

- Método CH-3A: Determinación de las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono en las emisiones de fuentes estacionarias (procedimiento con analizador instrumental), oficializado a través de la resolución exenta N° 1.349 de 1997, del MINSAL.

c) Eficiencia de la Combustión: Por definir.

TITULO CUARTO

Fiscalización, condiciones para acreditar cumplimiento y procedimiento de control

Artículo 7. - Corresponderá el control del cumplimiento de las disposiciones del presente decreto al Ministerio de Salud, al Instituto de Salud Pública y a la Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva.

Artículo 8. - De las condiciones para acreditar cumplimiento de norma:

- a. En el caso que el artefacto representativo permita controlar la entrada de aire que modifica sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma para cada tasa medida.
- b. En el caso que el artefacto representativo, no permite controlar la o las entradas de aire que modifica(n) sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma de acuerdo a las condiciones de operación recomendadas por el fabricante.

Artículo 9. - El procedimiento para acreditar el cumplimiento de la presente norma será el siguiente:

1. El fabricante o representante de la empresa o importador pondrá, a su costa, a disposición de un laboratorio autorizado el artefacto representativo, acompañado de los siguientes antecedentes, en idioma español, en papel y en formato digital:
 - a. Nombre y firma de la fábrica, fabricante o importador, o de su representante legal.
 - b. Nombre, número o código de identificación del modelo del artefacto representativo, mes y año de fabricación.
 - c. Fotografía del modelo del artefacto representativo a color en papel y digital: vista frontal, lateral y posterior.
 - d. Planos de montaje a escala frontal, lateral y posterior, que muestren el diseño básico y la construcción del artefacto, incluyendo tabla indicativa de especificaciones para cada parte y componente, los materiales utilizados, dimensiones y espesor.
 - e. Adjuntar manual de operación y señalar si la o las entradas de aire son o no modificables por el usuario y todos aquellos aspectos relativos a la operación del artefacto.
 - f. La potencia térmica nominal expresada en kilowatt (kW) señalando el o los combustibles de biomasa recomendados por el fabricante para su uso.
 - g. Señalar si el artefacto representativo está equipado con algún equipo de abatimiento de emisiones. En este caso, entregar copia de la garantía del fabricante del equipo de abatimiento, indicar su duración, eficiencia de abatimiento y condiciones para asegurar su funcionamiento.
2. El fabricante o representante de la empresa o importador, además de los antecedentes señalados en el numeral anterior, adjuntará una declaración firmada bajo juramento que enviará al Instituto de Salud Pública, en la que señalará que, en caso de cumplimiento de la presente norma, para todos los artefactos que conforman o conformaran la o las partidas del artefacto representativo:

00869

- a. Implementará un programa de aseguramiento de calidad.
- b. El o los artefactos que fabrique o importe serán idénticos al artefacto representativo en cuanto a materiales de construcción, dimensiones y espesor.
- c. En el caso que se trate de un artefacto representativo fabricado en el país, señalará una estimación del número de artefactos que fabricará anualmente para los primeros dos años, de acuerdo a los siguientes rangos de producción:

Nivel de producción	Año 1	Año 2
Menos de 50		
50 - 100		
101 - 500		
501 - 1000		
1.001 - 2.500		
2.501 - 5.000		
5.001 - 10.000		
más de 10.000		

- d. En el caso que se trate de un artefacto representativo importado, señalará el país de origen, la cantidad de artefactos a importar anualmente para los dos primeros años, el N° de serie de inicio y final según la cantidad anual a importar.
 - e. No alterará para efectos de terceros, la información contenida en la resolución que emita el Instituto de Salud Pública.
3. El o los laboratorios autorizados tendrán las funciones de:
- a. Comunicar al Instituto de Salud Pública que se realizará una medición de un artefacto representativo junto a las fechas probables de la medición.
 - b. Efectuar una verificación de los aspectos constructivos del artefacto representativo, que consistirá en la comprobación por parte del laboratorio que el artefacto a medir cumple con la información y antecedentes técnicos descriptivos entregados por el fabricante, representante o importador. El laboratorio deberá efectuar las mediciones de las dimensiones, los espesores y realizar una descripción de la materialidad del artefacto. En caso de que el laboratorio autorizado establezca en el proceso de verificación de los aspectos constructivos, que el artefacto no se ajusta a los datos proporcionados en los antecedentes técnicos descriptivos o no cumple con los valores límites de emisión, se suspenderá la medición.
 - c. Implementar los métodos de medición.
 - d. Emitir un informe de medición que se enviará una vez completado el muestreo y sus correspondientes análisis al Instituto de Salud Pública.
4. El informe de medición que emitirá el laboratorio autorizado deberá en sus contenidos y formato contemplar como mínimo lo siguiente:
- a. Nombre y dirección del laboratorio autorizado.
 - b. Fecha de emisión del informe.
 - c. Firma y nombre legible de la persona responsable del contenido del informe y de quien(es) realiza(n) la medición.
 - d. Nombre y dirección de la fábrica o fabricante, representante o importador.
 - e. Nombre comercial, número o código de identificación del modelo del artefacto representativo.
 - f. Mes y año de fabricación del artefacto representativo (mm.aa).

ANTEPROYECTO BORRADOR NORMA DE EMISIÓN

- 500870
- g. Verificación de los aspectos constructivos del artefacto representativo.
 - h. Señalar los métodos de medición utilizados y toda la información adicional que de cuenta de la aplicación de los métodos y sus resultados.
 - i. En anexo toda la información entregada por el fabricante y que acompaña al artefacto representativo.
 - j. Cada página debe enumerarse consecutivamente.
5. Al Instituto de Salud Pública le corresponderá:
- a. Asignar al informe de medición un número único de serie de acuerdo a la fecha de recepción.
 - b. Emitir una resolución que da cuenta del cumplimiento o no por parte del artefacto representativo de la presente norma de emisión.
 - c. Comunicar al Ministerio de Salud sobre el estatus del certificado del artefacto representativo.
 - d. Notificar y entregar al fabricante, representante o importador copia de la resolución.
6. La Resolución que emitirá el Instituto de Salud Pública, deberá contener la siguiente información:
- a. Número único de serie asignado al informe de medición.
 - b. Identificación del laboratorio autorizado y métodos utilizados.
 - c. Nombre y dirección comercial del fabricante o importador.
 - k. En caso que el artefacto representativo es importado señalar el país de origen.
 - l. Nombre comercial, número o código de identificación del modelo del artefacto representativo.
 - m. Mes y año de fabricación del artefacto representativo (mm.aa).
 - d. Foto del artefacto representativo.
 - e. Valores medidos y cumplimiento o no de la presente norma.
 - f. En caso de cumplimiento de la norma, señalará la obligación de someter a control cada 2 años los artefactos que se fabriquen o importen y la fecha del primer control, de acuerdo a lo indicado en el artículo 10.
 - g. En caso de incumplimiento de la norma de emisión, la resolución señalará que el artefacto no cumple con la norma de emisión.
7. El fabricante o importador deberá colocar una etiqueta en cada artefacto que forme parte de la o las partidas del artefacto representativo que cuenta con una resolución de cumplimiento. El Instituto de Salud Pública aprobará por resolución los contenidos y formato de la etiqueta.
8. El fabricante o importador que cuente con una resolución de aprobación de emisiones incorporará en los manuales de uso o instalación de cada artefacto que forma parte de la o las partidas del artefacto representativo, la siguiente información:
- a. Señalará los combustibles recomendados para usar en el artefacto.
 - b. La instrucción "Si usa leña, debe ser leña seca".
 - c. Una advertencia que señale que una mala operación del artefacto puede producir daños a la salud y al medio ambiente.
 - d. Una advertencia contra la utilización del artefacto como un incinerador o la utilización de combustibles no recomendados pueden producir daños a la salud y al medio ambiente.

- e. Una advertencia que señale que no debe efectuarse ninguna modificación en el artefacto, pues puede afectar la correcta operación del artefacto, puede alterar las condiciones de combustión del mismo, lo que provocará una mayor emisión de contaminantes.
9. Al Ministerio de Salud le corresponderá confeccionar y mantener actualizado un registro nacional de modelos cuyo artefacto representativo cuenta con una resolución de cumplimiento de emisiones.

El registro se implementará en formato electrónico. Garantizará la unidad e integridad de un único registro nacional y será de conocimiento público. Se implementará en el plazo de 150 días, contados desde la entrada en vigencia del presente decreto. En el registro se señalará como mínimo la siguiente información:

(Título) "LISTA DE CALEFACTORES Y COCINAS QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA QUE CUMPLEN CON LA NORMA DE EMISIÓN ESTABLECIDA EN EL D.S. N°.....".

- a. Número de Resolución y fecha de emisión.
b. Fecha de expiración de resolución.
c. Nombre de la fábrica o representante o importador.
d. Tipo de artefacto calefactor o cocina. Nombre y/o código de identificación del modelo.
e. Mes y año de fabricación (mm.aa).
f. Valores obtenidos en la medición.

En la misma página electrónica se señalarán las siguientes frases: "Prefiera artefactos que no contaminan". "Cuide su salud y la de sus hijos". "Infórmese si el área donde Ud. instalará el artefacto tiene restricciones de uso por episodios de contaminación".

10. La Secretaría Regional Ministerial de Salud respectiva, podrá seleccionar un artefacto que se encuentre en stock o almacenado en la fábrica o en la bodega para su comercialización, que cuente o no con etiqueta, con objeto de verificar, a costa del fabricante o importador, sus emisiones de acuerdo al procedimiento establecido en la presente norma.
11. Cada dos años, el fabricante o importador deberá someter al procedimiento de control señalado y a su costa, un artefacto con etiqueta que no haya sido operado.

Artículo 10. - En el caso que el fabricante o importador realice una modificación a un artefacto que cuenta con etiqueta, deberá someter dicho artefacto al procedimiento de control establecido en esta norma, cuando se trate de una alteración en los materiales de construcción del artefacto, en las dimensiones o espesor del mismo, siempre que se relacione con la alimentación del combustible, las entradas de aire, la combustión o la post combustión.....

TITULO QUINTO

Entrada en Vigencia

Artículo 11. - La norma de emisión entrará en vigencia una vez que se publique en el Diario Oficial el decreto supremo que la establezca.

2.- Sométase a consulta el presente anteproyecto. Para tales efectos:

a) Remítase copia del expediente al Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, para que emita su opinión sobre el presente anteproyecto. Dicho Consejo dispondrá de 60 días contados desde la recepción de la copia del expediente, para el despacho de su opinión. La opinión que emita el Consejo Consultivo mencionado será fundada, y en ella se dejará constancia de los votos disidentes.

b) Dentro del plazo de 60 días, contados desde la publicación en el Diario Oficial, del extracto de la presente resolución, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto. Dichas observaciones deberán ser presentadas, por escrito, en la Comisión Regional del Medio Ambiente correspondiente al domicilio del interesado, y deberán ser acompañadas de los antecedentes en los que se sustentan, especialmente los de naturaleza técnica, científica, social, económica y jurídica.

ANA LYA URIARTE RODRÍGUEZ
DIRECTORA EJECUTIVA
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

CRF/MJG/CGCF
Cc.
Dirección Ejecutiva
División Jurídica
Depto. Control de la Contaminación.
Archivo.

BORRADOR

Comité Ampliado Norma Combustión Artefactos a Leña
15 de noviembre 2006

N°	NOMBRE	INSTITUCION	FONO	FAX	E-MAIL
1.	Raúl Gustavo Silva	Albin Trotter	772 3795		raulvado@albin.cl
2.	JUAN PABLO BREGUE	BOSCA	328 8500		jbregue@bosca.cl
3.	Luis Alberto Echenique	BOSCA	328.85.00		lechenique@bosca.cl
4.	PABLO AMAND DE MENDIETA	FUNDICIÓN PIRQUE	2192044	2192044	ESTUFAS@FUNDICIONPIRQUE.CL
5.	Mónica Delaporte Miqueles	Casarte / Jotul	321-5220		monica@casarte.cl
6.	Mauricio Suárez C.	Casarte / Jotul	206 4400		mauricio@casarte.cl
7.	Nicolas Schiappacasse	CONAMA IX Región	(45) 238200	(45) 238200	nschiappacasse@conama.cl
8.	Mauricio Olivares A.	MVM	7770434	7771551	molivares@mvm.cl
9.	José Luis Infante C.	Estufas Puro	7770434	7771551	joseluis@estufaspuro.cl

000873

10.	JUAN LADRÓN DE GUZMÁN G.	m. de Economía	473 3603	-	jladrondeguzman@economia.cl
11.	EUGENIO COLLADOS	AMBIENTE CONSULT.	9461476		collados@ambiente.cl
12.	ITALO VOLANTE	VERGARA ABOGADOS.	236-8077		ivolante@VERGARAABOGADOS.CL
13.	Cristián de Amesti	AMESTI	7455635		cristian@amesti.cl
14.	Nicolas Lety	AMESTI	2360886		nlety@gac.cl
15.	Carmen G. Contreras F	CONAMA	2405772		cgcontreras@conama.cl.
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					

000874

Reunión comité ampliado. 5 de diciembre de 2006

La reunión se realizó en las oficinas de la CONAMA.

Asistentes:

- Cristian Amesti, AMESTI
- Eugenio Collados, Ambiente Consultores
- Joaquín Perelló, calefactores Pucón
- Jaime Vernal, calefactores Pucón
- Marisol Gómez, CASARTE-JOTUL
- Robert Jell, Albin TROTTER
- Raúl Quevedo, Albin TROTTER
- Nicolás Schiappacasse, CONAMA IX
- Cecilia Barrios, CONAMA RM
- Juan Ladrón de Guevara, MINECON
- Fernando Alarcón, BOSCA
- Pablo Daud, Asesor BOSCA
- Juan Pablo Breque, BOSCA
- Javier Vergara, asesor AMESTI
- Ricardo Katz, GAC asesor fabricantes
- Maritza Jadrijevic, CONAMA
- Carmen Gloria Contreras, CONAMA

Temas:

1. Presentación de antecedentes por parte del sector de fabricantes.

Desarrollo de la reunión:

1. Se inicia la reunión indicando que se recibió e-mail de excusas de no poder asistir a la reunión por parte del representante de BOSCA, Sr. Luis Echenique. A la vez, los representantes de BOSCA que lo reemplazan, se excusan de no realizar la presentación de antecedentes.
2. La representante de CASARTE señala que tampoco presentará antecedentes.
3. La representante de CONAMA, indica que lamenta que se pierda una oportunidad que solicito el propio sector de fabricantes para presentar sus informes o antecedentes respecto a los productos que se comercializan. Se indica además que sólo TROTTER hizo llegar observaciones al anteproyecto, se pregunta si se entregarán otras observaciones. De los presentes no hubo pronunciamiento.
4. Se realiza exposición por parte de Ricardo Katz, asesor se la empresa AMESTI.

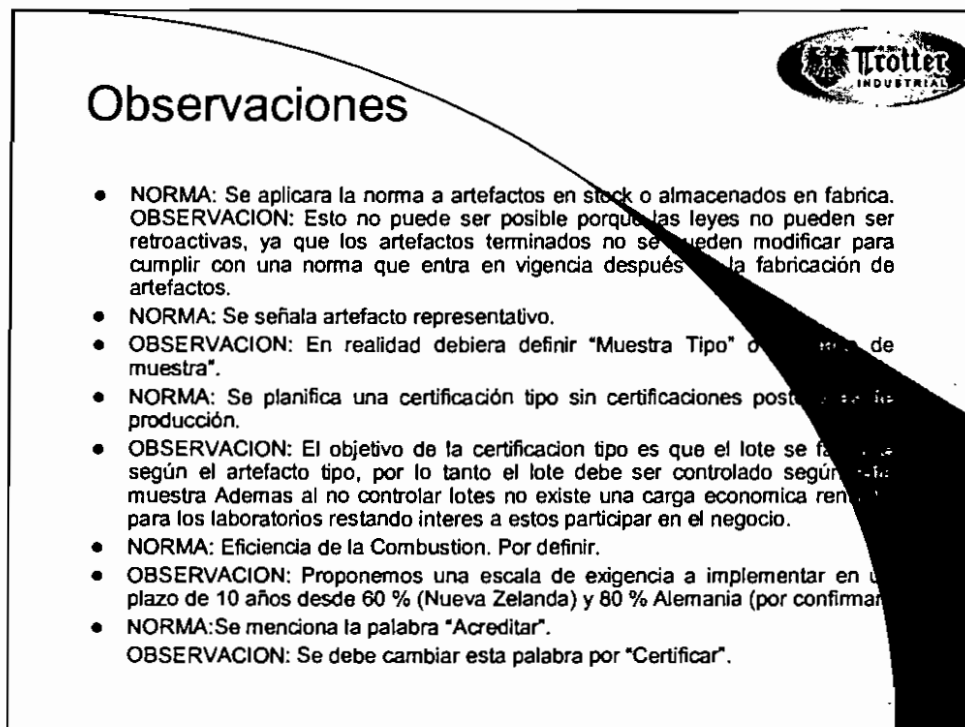
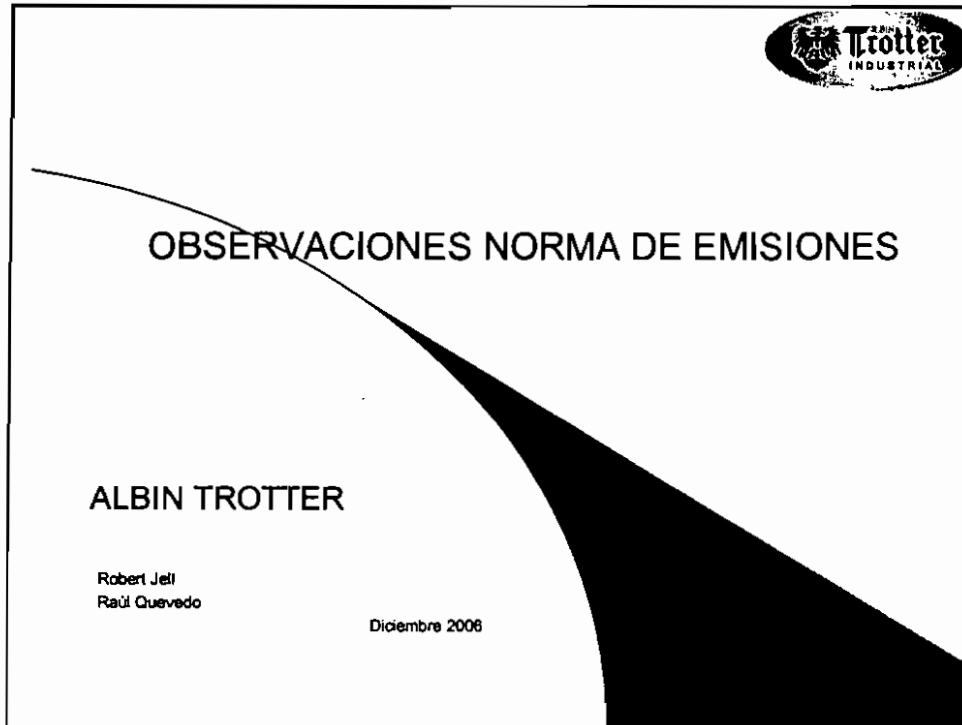
No se registraron acuerdos.

..//

Reunión Comité Ampliado
5 de Diciembre de 2006

000870

N	NOMBRE	FABRICA/EMPRESA	FONO
1.	Cristian Amesti	Amesti	745.56.32
2.	Eugenio Collados	Ambiente Consultores	946.14.76
3.	Jozquín Perelló C.	Pucón	09-469.99.66
4.	Jaime Vernal	Pucón	09-222.22.42
5.	Marisol Gómez	Jotul/casarte	09-8951642
6.	Robert Jell	Albia Trotter	681.29.76
7.	Raúl Aquevedo	Albin Trotter	772.37.95
8.	Nicolás Schiappacasse	CONAMA IX	45-238200
9.	Cecilia Barrios	CONAMA RM	671.30.52
10.	Juan Ladrón de Guevara	M. de Economía	473.36.03
11.	Fernando Alarcón	Bosca	328.85.00
12.	Pablo Daud	AG	381.60.00
13.	Juan Pablo Breque	Bosca	328.85.00
14.	Javier Vergara F.	Asesor Amasti	236.50.77
15.	Ricardo Katz	Asesor Amaste	236.08.86
16.	Maritza Jadrijevic	CONAMA	240.56.88





Observaciones

- **NORMA:** En el caso que los datos proporcionados no cumplan con los valores límites de emisión se suspenderá la medición.
OBSERVACION: El organismo de certificación debe informar a las autoridades del no cumplimiento y debe existir la posibilidad de modificar los artefactos para presentarlos nuevamente al organismo de certificación.
- **NORMA:** El fabricante o importador debe esperar hasta recibir una resolución del Instituto de Salud Pública para poder fabricar o importar.
OBSERVACION: El fabricante a importador debe contar con un certificado para fabricar o importar.
- **NORMA:** El fabricante debe cada 2 años someter a control un artefacto que haya sido operado.
OBSERVACION: Este punto de la norma no tiene sentido.
- **NORMA:** La norma entra en vigencia una vez publicada en el diario oficial.
OBSERVACION: La norma debería entrar en vigencia 2 años después de la publicación para todos los artefactos que se comercializan por el fabricante o importador.



SUGERENCIAS

1. Sistema de Certificación

- Diseñar un Sistema de Certificación que defina claramente las competencias de quien realizará los ensayos (Laboratorio), y quien certificará (Organismo Privado y en su ausencia un Organismo Público).
- Se sugiere utilizar los Sistemas de Certificación ISO/CASO, que en nuestra realidad serían:
 - i. **ISO CASO N° 3:** Certificación de Tipo, seguida de verificaciones periódicas en fábrica (Productos nacionales).
 - ii. **ISO CASO N° 7:** Certificación de Lote con toma de muestras representativas o muestreo (Productos importados).



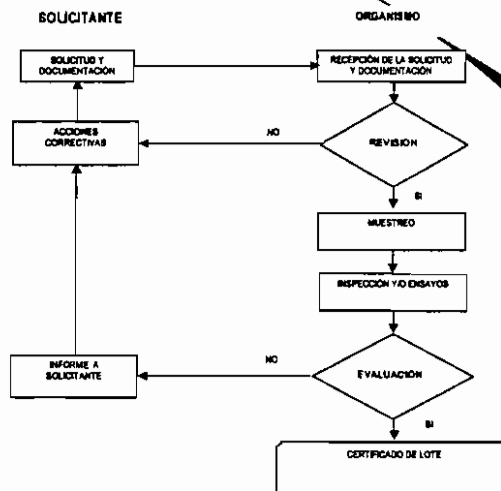
SUGERENCIAS

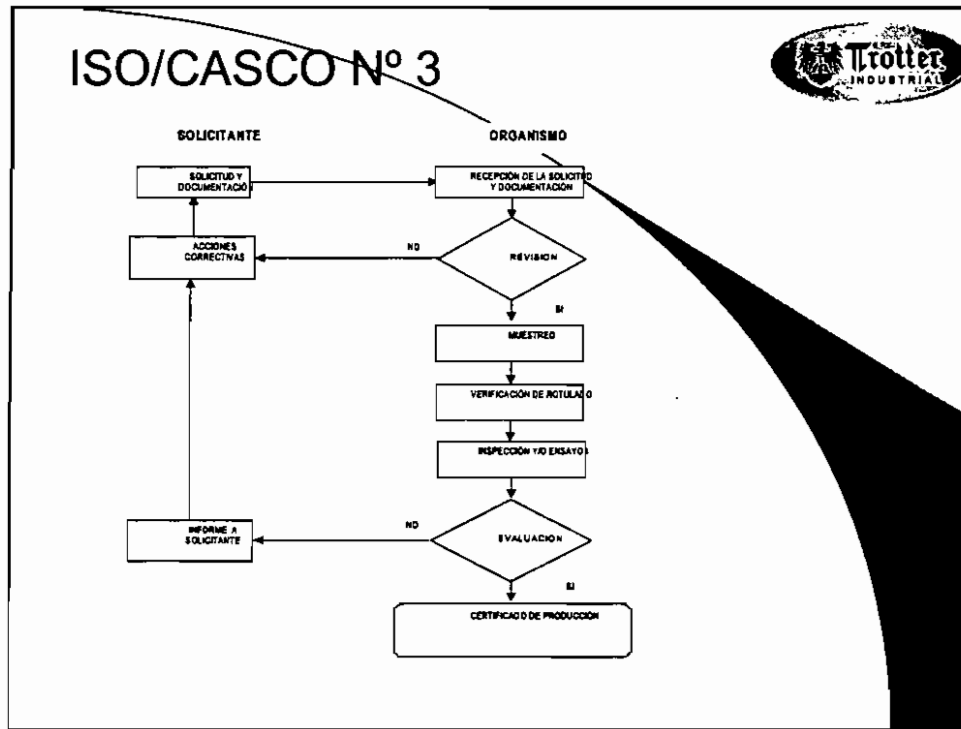
000870

1. Sistema de Certificación

- Diseñar una Solicitud de Certificación que contenga a lo menos, la siguiente información:
 - a.- Solicitante
 - b.- Dirección del Solicitante
 - c.- Producto
 - d.- Fabricante o Importador
 - e.- Dirección del fabricante o Importador
 - f.- Anexos: Memoria descriptiva, Manual de uso, Fotografías, Listado de partes y piezas con vista explosiva.

ISO/CASCO N° 8





SUGERENCIAS

2. Marcado del Producto

- Diseñar una Placa de Características, resistente a las temperaturas que permita entregar la siguiente información:
 - 1.- Nombre del Fabricante o Importador
 - 2.- Potencia, kcal/h
 - 3.- Consumo, kg/h
 - 4.- Tipo de Combustible
 - 5.- Número de serie
 - 6.- Año de producción
 - 7.- N° de Certificado de Tipo
- Adicionalmente pegar las respectivas etiquetas de advertencias y seguridad

00881

Carmen Gloria Contreras Fierro

Asunto: RV: proceso normativo norma de emisión combustión residencial de leña

De: Carmen Gloria Contreras Fierro [mailto:cgcontreras@conama.cl]

Enviado el: Lunes, 27 de Noviembre de 2006 13:39

Para: Cristián de Amesti (E-mail); FUNDICION PIRQUE (E-mail); 'Jbreque (E-mail); 'Jvergara (E-mail); 'Lechenique (E-mail); MVM (E-mail); Marisol Olivares (E-mail); 'Pablo Daud' (E-mail); 'Rkatz (E-mail); 'Rquevedo (E-mail); 'Marisol Gomez' (E-mail); 'Monica Delaporte' (E-mail); Eugenio Collados (E-mail)

CC: Hans Willumsen; Juan Ladrón de Guevara (E-mail); Conrado Ravanal F; Nicolás Schiappacasse (E-mail); Maritza Jadrijevic Girardi

Asunto: RE: proceso normativo norma de emisión combustión residencial de leña

Estimados Integrantes del Comité Ampliado,

Tal como se acordó la próxima reunión se realizará el **lunes 4 de diciembre de 15:00 a 17:00 hrs.**, en la sala del piso 5 de CONAMA. Teatinos 258.

El tema a tratar comprenderá una **exposición por parte del sector a regular sobre antecedentes técnicos y de mercado**, con objeto de entregar observaciones al anteproyecto e insumos para el estudio de análisis general del impacto económico y social de la norma.

Se propone el siguiente orden de presentación (de acuerdo al criterio de participación del fabricante desde un inicio en el proceso normativo):

- AMESTI (considerando presentación de los asesores Sres. Katz y García sobre regulación en Nueva Zelanda entre otros aspectos)
- BOSCA
- FUNDICION PIRQUE (presentará junto a AMESTI?)
- MVM
- TROTTER
- CASARTE

Con un tiempo aproximado de 20 minutos cada uno para exposición y discusión.

Por otro lado, agradeceré visitar el sitio <http://www.retc.cl/pvc/> para informarse sobre esta norma y consultar el expediente público el cual contiene todos los antecedentes y trámites del proceso normativo.

Atte.,

Carmen Gloria Contreras Fierro

Para conocimiento del Comité Ampliado.

—Mensaje original—

De: Juan Pablo Breque B [mailto:jbrequ@bosca.cl]

Enviado el: lunes, 04 de diciembre de 2006 19:23

Para: Carmen Gloria Contreras Fierro

CC: Luis Alberto Echenique; Fernando Alarcon; Pablo Daud

Asunto: Re: proceso normativo norma de emisión combustión residencial de leña

006882

Carmen Gloria,

Aprovecho de comentarte que mañana no podrá asistir Luis Alberto, y que en su reemplazo estará Fernando Alarcón.

Además, te informo que no presentaremos antecedentes en la reunión, y entendemos que la presentación de Ricardo es algo extensa.

Sin otro particular, te saluda atte.,

Juan Pablo Breque
Bosca Chile S.A.

—Mensaje original—

De: Javier Vergara [mailto:jvergara@vergaraabogados.cl]

Enviado el: martes, 14 de noviembre de 2006 17:48

Para: 'Carmen Gloria Contreras Fierro'; 'Cristián de Arnesti (E-mail)'; 'FUNDICION PIRQUE (E-mail)'; 'Jbreque (E-mail)'; 'Lechenique (E-mail)'; 'Marisol Gomez' (E-mail)'; 'Marisol Olivares (E-mail)'; 'Monica Delaporte' (E-mail)'; 'Pablo Daud' (E-mail)'; 'Rquevedo (E-mail)'; 'Rkatz (E-mail)'; 'Italo Volante'

CC: 'Eugenio Collados (E-mail)'; 'Juan Ladrón de Guevara (E-mail)'; 'Luis Abdon Cifuentes (E-mail)';

'Nicolás Schiappacasse (E-mail)'; 'Maritza Jadnjevic Girardi'; 'Hans Willumsen'

Asunto: RE: proceso normativo norma de emisión combustión residencial de leña

Estimada Carmen Gloria:

Gracias por el mail recordatorio. En todo caso quisiera decirte que mi representado Arnesti y nuestro equipo de Consultores han estado desarrollando una serie de investigaciones respecto a antecedentes internacionales y otros antecedentes técnicos. Es más Ricardo Katz viene llegando de Nueva Zelandia, donde pudo interiorizarse de su sistema regulatorio en este ámbito. Lo cual es relevante dado los comentarios que se hicieron en la última reunión respecto a tomar como antecedente esta normativa. Creo que sería muy útil que una vez recibido el borrador de anteproyecto que aparece en el programa de mañana, podamos hacer una nueva reunión con todo el Comité Operativo invitado a esta reunión, en que los productores y sus asesores podamos exponer nuestros puntos de vista y los antecedentes técnicos que hemos recabado.

En ese contexto nosotros deberíamos coordinarnos para que se reflejen los antecedentes recavados por los diversos productores.

Saludos,

Javier Vergara Fisher

Vergara Abogados

Padre Mariano 103 of. 206, Providencia, Santiago

Fono: 56-2-2368077, Fax 56-2- 2368615



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

000883

OF. ORD. N° 63774 /

ANT.: ORD. 4666 del 26.10.06, remitido desde el Departamento de Estudios de la SEC al Ministro de Economía con copia a la CONAMA y al PPEE

MAT.: Combustión Residencial de Leña – Combustibles – Artefactos.

SANTIAGO, **26 DIC 2006**

DE : HANS WILLUMSEN ALENDE
JEFE DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

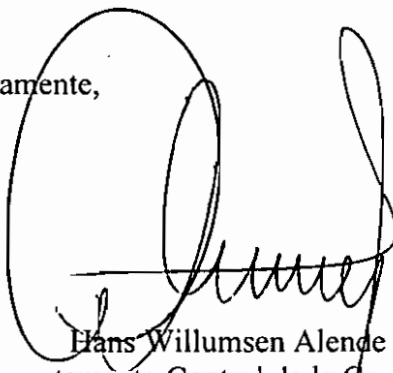
A : **SEGÚN DISTRIBUCION**

De acuerdo al Ordinario N° 4666 del 26.10.06, remitido desde el Departamento de Estudios de la SEC al Ministro de Economía con copia a la CONAMA y al PPEE, se ha realizado una reunión de trabajo (28.11.06) con objeto de intercambiar visiones sobre el tema de institucionalidad, artefactos de combustión a leña, combustibles de biomasa y certificación de productos. Se adjunta minuta de la reunión donde se señalan los compromisos surgidos y copia de presentación realizada.

Proponemos a usted una 2ª reunión de trabajo para el día **martes 9 de enero de 2007 de 15:00 a 16:30 hrs. en la sala del 5º piso**, la que tendrá por objeto coordinar una agenda de trabajo en las materias antes señaladas.

Agradeceré dirigir su respuesta de confirmación o consultas a la profesional del Departamento de CONAMA Srta. Carmen Gloria Contreras, e-mail: cgcontreras@conama.cl, fono: 2405772.

Sin otro particular, saluda atentamente,


Hans Willumsen Alende
Jefe Departamento Control de la Contaminación
Comisión Nacional del Medio Ambiente

MJC/CCF/pdb

Distribución:

- Sr. Iván Suzaeta, Asesor Ministro MINECON.
- Sr. Juan Ladrón de Guevara, Asesor Ministro MINECON.
- Sr. Iván Couso, Subdirector PPEE.
- Sr. Jaime González, Jefe Departamento de Estudios de la SEC
- Sr. Ernesto Sariego, Departamento de Estudios de la SEC
- Archivo Departamento Control de la Contaminación.

Minuta: reunión de trabajo sobre combustión residencial de leña
CONAMA. 28.nov. 10:30 a 12:00 hrs.

Asistentes¹

Sr. Juan Ladrón de Guevara, MINECON
Sr. Ivan Insunza, MINECON
Sr. Ernesto Sañego, SEC
Sr. Ivan Couso, PPEE
Sr. Hans Willumsen, CONAMA
Sra. Maritza Jadrejivic, CONAMA
Srta. Carmen Gloria Contreras, CONAMA

000887

Objetivos de la reunión

De acuerdo al ordinario 4666 del 26.10.06, remitido desde el Departamento de Estudios de la SEC al Ministro de Economía con copia a la CONAMA y al PPEE, se realizó la reunión con objeto de intercambiar visiones sobre el tema de Institucionalidad, artefactos de combustión a leña, combustibles de biomasa y certificación de productos, con objeto de dar respuesta al mandato presidencial.

Algunos planteamientos

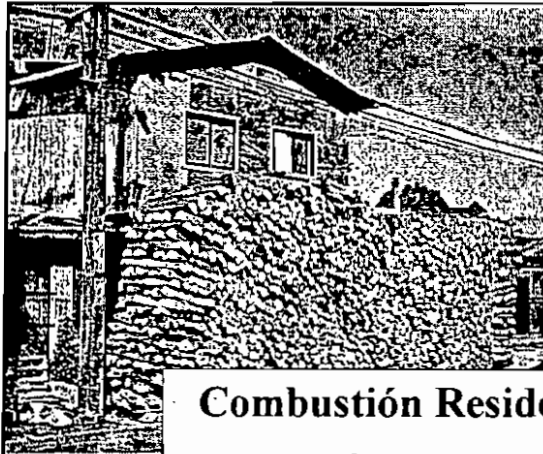
- Los elementos que integran una estrategia para el control de la contaminación por leña incluyen: mejoramiento del combustible, especificaciones, control de calidad y fiscalización, disponibilidad de combustibles sustitutos, mejoramiento de la tecnología tanto de los artefactos unitarios y de otros sistemas de calefacción, el mejoramiento térmico de la vivienda y la educación. Incentivos económicos para el cambio del parque por equipos más eficientes y por ende menos contaminantes.
- Actualmente, los artefactos no cuentan con exigencias mínimas en cuanto a seguridad, instalación y prestaciones. Por lo menos, deberían contar con requerimientos mínimos de eficiencia energética y de seguridad.
- La certificación de productos es un permiso de comercialización.
- Existen una serie de instrumentos de gestión ambiental que se están formulando que incluyen medidas orientadas a la combustión domiciliar de leña (la norma de emisión, el Plan de Temuco, el Plan de la RM), en estos instrumentos se han detectado vacíos y debilidades, en particular en la norma de emisión para artefactos nuevos de combustión de leña, se reconoce como un método eficiente de control de las emisiones de MP10. No obstante, su velocidad de implementación dependerá del recambio de los artefactos antiguos por artefactos nuevos u otras modalidades de calefacción, lo que ocurrirá a través del tiempo, dependiendo de otros factores e instrumentos que permitan el retiro y la renovación del parque antiguo.
- Se identifica que existen limitadas acciones de control y fiscalización sobre los artefactos existentes.
- Es fundamental que todo anuncio de las autoridades señale que la norma de emisión o un plan de descontaminación va acompañado de una serie de otros instrumentos o programas.
- Respecto al ordinario, SEC señala que no tiene competencias ni recursos. CONAMA no tiene competencias para lo que ahí se señala, si puede coordinar, pero hay que definir roles ¿quién se hace cargo del mandato presidencial?, ¿dónde recae esta responsabilidad?.

Acuerdos:

- Representante de MINECON se encargará de aclarar responsabilidades en esta materia, para definir INSTITUCIONALIDAD sobre el tema. MINECON responderá considerando respuesta entregada por SEC en su Ord. 466 del 26.10.06.
- Se avanzará en la ejecución del estudio contemplado en el convenio de cooperación Interinstitucional entre el PPEE y CONAMA.
- Esta minuta se enviará formalmente, dando también respuesta al ordinario de la SEC.

cgcf/conama

¹ Se excusaron de asistir a la reunión la Sra. Nicola Borregard del PPEE y el Sr. Jaime Gonzalez de la SEC.



000883

Combustión Residencial de Leña

Dpto. Control de la Contaminación

CONAMA

Carmen Gloria Contreras Fierro

Temas de la Reunión

1. Institucionalidad, artefactos de combustión a leña, combustibles de biomasa - certificación de productos

(de acuerdo a ordinario 4666 del 26.10. 06, remitido desde el Departamento de Estudios de la SEC al Ministro de Economía con copia a CONAMA)

2. Estudio sobre institucionalidad, según convenio PPEE-CONAMA

Descripción y magnitud del problema

Principales conclusiones Estudio desarrollado por la U. de Chile para la CNE

La leña:

- Tercer combustible de mayor importancia en el país después del petróleo y el gas natural (17,5% de la matriz energética nacional).
- Su consumo se concentra en la zona centro sur del país.
- Principal uso para calefaccionar viviendas, segundo uso cocinar.
- Mercado es informal, estimación pérdida de recaudación del IVA entre US\$14 y US\$16 Mill al año).
- Uso de leña para cocinar disminuyó de un 19,3% a un 12,5% (Periodo intercensal 1992-2002).
- Estimación del beneficio social de reducir en un microgramo las concentraciones de material particulado fino (MP2.5), en la población urbana de la ciudad de Temuco y Padre Las Casas alcanzaría entre US\$2,2 a US\$10 millones anuales.
- Beneficios para toda la población urbana de la zona centro sur del país, éstos alcanzan entre US\$11,2 a US\$51,3 millones anuales.

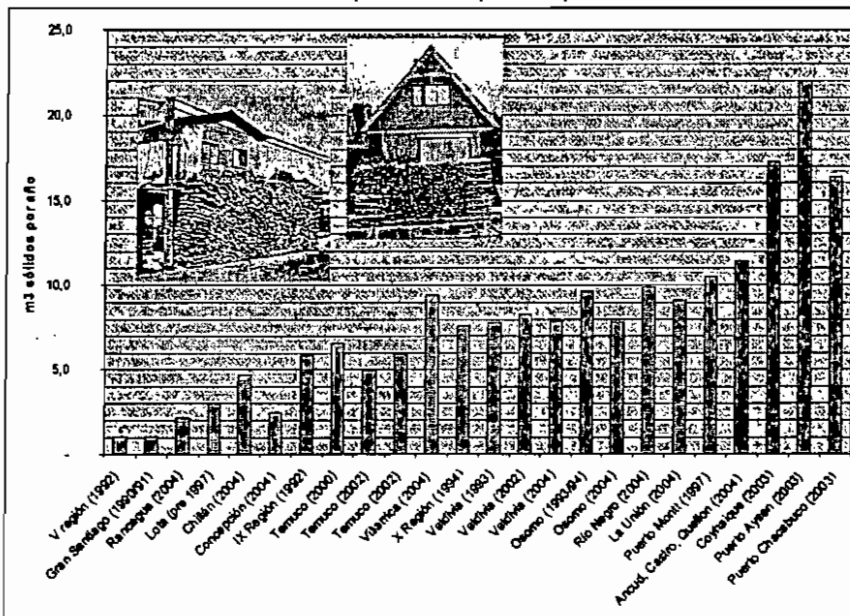
Descripción y magnitud del problema

Principales conclusiones Estudio desarrollado por la U. de Chile para la CNE

En el ámbito regulatorio:

- Los artefactos de combustión a leña, carecen de exigencias técnicas en cuanto a fabricación, instalación, seguridad y etiquetado, entre otros aspectos; no así, los artefactos que usan combustibles líquidos y gaseosos.
- D.S. N° 811/1993, Ministerio de Salud. Prohíbe el uso de las chimeneas de hogar abierto, destinadas a la calefacción de viviendas y establecimientos públicos y privados, que no estén provistas de sistemas de doble cámara o mecanismos de captación de partículas.
- PPDA-RM (D.S. N° 54 del 2003), capítulo VII, establece límites de emisión para equipos nuevos de calefacción residencial. No obstante, su aplicación no resulta posible, debido a que no se ha desarrollado un sistema de certificación de equipos nuevos necesario para este efecto, que prohíba la entrada al mercado, venta o instalación de artefactos que no cumplan con los límites de emisión. En consecuencia, lo que actualmente se encuentra vigente es el D.S. N° 811/1993.
- Actualmente, está en elaboración una norma de emisión para artefactos nuevos de combustión a leña. A la fecha, se cuenta con un anteproyecto que será sometido a consulta pública en los próximos meses.

Consumo promedio de leña por vivienda entre aquellos que consumen leña
(m³ sólidos por año)



Otro aspecto con potencial de mejoramiento
Información entregada por los fabricantes al consumidor

Referencia: Capítulo 8. Estudio Universidad de Concepción (2002)

- existen incongruencias entre la información entregada por los fabricantes, dado que en principio para una misma potencia térmica se debiera tener aproximadamente la misma superficie máxima a calefactar.

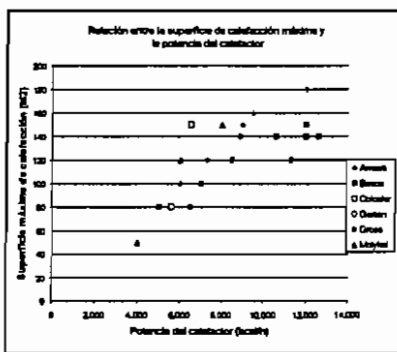


Figura 1: Relación entre la superficie de calefacción máxima y la potencia del calefactor

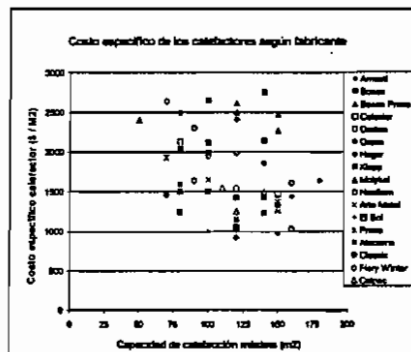


Figura 2: Relación entre el costo específico del calefactor (\$/m²) y la capacidad máxima de calefacción (m²)

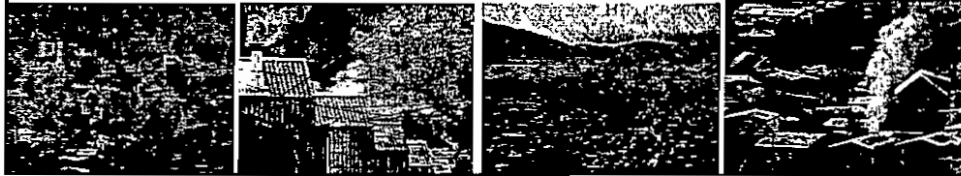
Conclusión: Si se quisiera evaluar el comportamiento de un artefacto, es básico conocer su capacidad de producción de energía (potencia).

El material particulado proveniente de la combustión de leña es altamente dañino a la salud, tanto por su tamaño como por su composición

- El MP que se produce durante la combustión residencial de leña corresponde en un 96% a MP10, y de este, un 93% corresponde a MP2.5.
- Las partículas están compuestas principalmente por carbono orgánico y carbono elemental, y una pequeña fracción corresponde a sales inorgánicas.
- Entre los compuestos orgánicos presentes están formaldehídos, benceno, tolueno, xileno e HAP's, incluyendo benzo(a)pyreno conocidos por su nivel de toxicidad cancerígena.

Organic particles

Soot



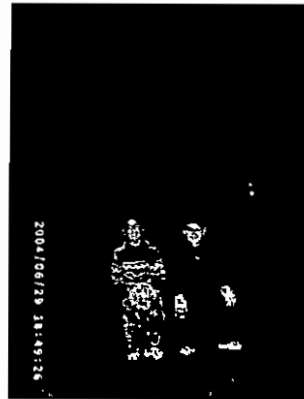
Efectos en Salud del Material Particulado

De acuerdo a estudios epidemiológicos de efectos adversos del MP2.5, los efectos son de corto y largo plazo, afectando el sistema respiratorio y cardiovascular de los grupos sensibles de la población.

"El abanico de efectos es amplio: afecta los sistemas respiratorios y cardiovascular y abarca a niños, adultos y a varios grupos susceptibles dentro de la población general".

"Se ha demostrado que el riesgo de diversas patologías aumenta con la exposición y hay poca evidencia que plantee un umbral bajo el cual no se previera efectos adversos para la salud".

Ref.: OMS, Guías de Calidad del Aire.
Actualización Mundial 2005.

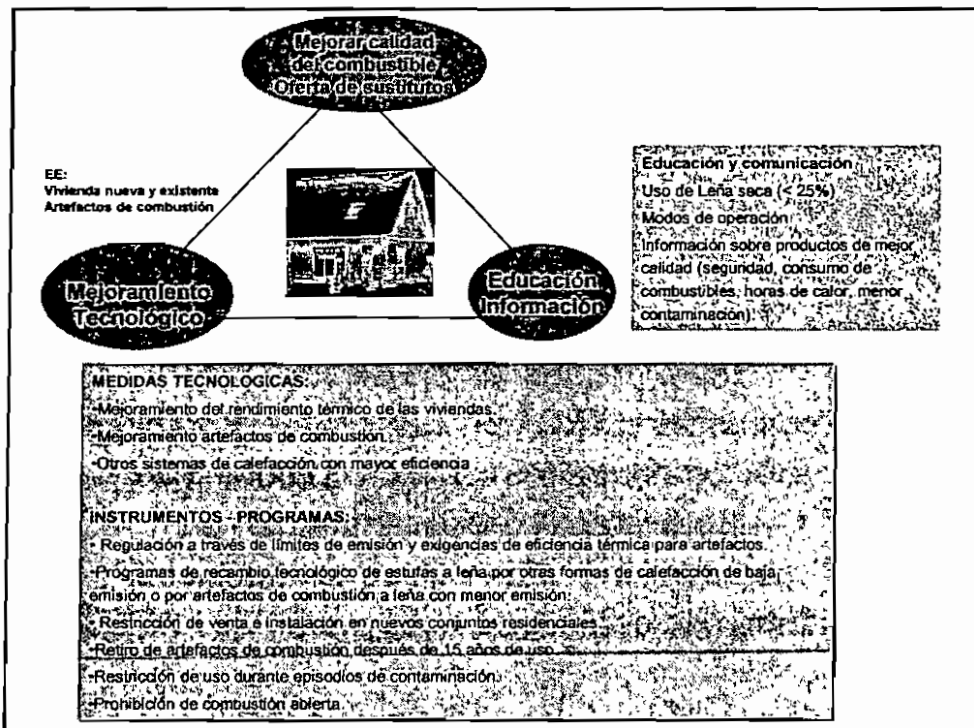


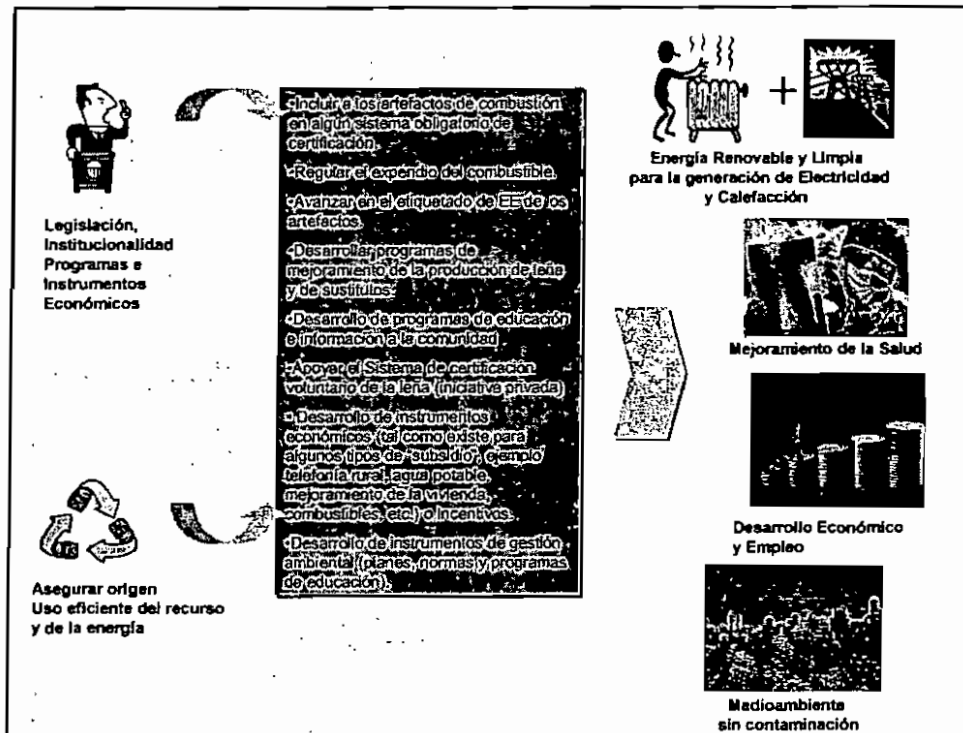
Ambito Internacional

	Países desarrollados	Países no desarrollados
	Pellets, briquetas, chips, leña. Mediana y gran escala. Calefaccionar y generar electricidad.	Leña o residuos agrícolas. Pequeña escala (artefactos individuales). Forma más común para calefaccionar y cocinar.

- En Europa y Estados Unidos (EEUU), los artefactos de combustión a leña (calefactores), corresponden a un dispositivo auxiliar de calefacción, es decir, para calefaccionar se utiliza principalmente sistemas centralizados. En el caso de las cocinas, son escasas y sólo se usan en áreas rurales.
- En el caso de Chile los artefactos individuales, dependiendo de la zona del país, corresponden a la principal forma de calefacción. Los artefactos se usan hasta más de 2.000 horas al año.
- El consumo global (mundial) de biomasa se ha estimado en un 11,9%, el mayor consumo corresponde a áreas económicamente más pobres (Referencia: International Energy Agency. IEA)
 - 47,7% en el sur de Asia
 - 29,6% en Latinoamérica
 - 28,8% en el Medio Este y África
 - 20,3% en el SE de Asia y costa del Pacífico
 - 2,1% en los países de Europa Occidental
 - 2,3% en Europa Central y Oriental
 - 2,64% en Norte América.

00688





....Por último

La Política Ambiental del Programa de Gobierno de la Presidenta Michelle Bachelet, señala que se contará con un proyecto de ley que entregará nuevas atribuciones a la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), en cuanto a la regulación de los combustibles sólidos como la leña e incorporación de los artefactos de combustión a leña de uso residencial al sistema de certificación obligatorio de la SEC.

000888



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

**ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL ANTEPROYECTO DE
NORMA DE EMISION PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN
CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA**

Mayo de 2007

INDICE

1. ANTECEDENTES.....	3
1.1 ESTRATEGIA PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR COMBUSTIÓN DE LEÑA Y CONTEXTO DE LA NORMA DE EMISIÓN.....	3
1.2 OBJETIVO DE LA NORMA DE EMISIÓN.....	5
1.3 FUENTE EMISORA QUE REGULA.....	5
1.4 DEL AGIES DEL ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS.....	6
2. ALCANCES DEL AGIES	6
3. METODOLOGÍA.....	7
4. RESULTADOS	8
4.1 ESTIMACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS PARA EL SECTOR PRIVADO	8
▪ <i>Productores</i>	8
▪ <i>Usuarios</i>	9
4.2 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE FISCALIZACIÓN	10
4.3 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS SOCIALES	10
4.4 COSTOS Y BENEFICIOS AGREGADOS	12
5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	14
5.1 INTERNALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS A LA TOMA DE DECISIONES	15

ANÁLISIS GENERAL DEL IMPACTO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL ANTEPROYECTO DE NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA

El presente documento muestra el análisis general del impacto económico y social (AGIES) del anteproyecto de norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa, en adelante, mencionado con la sigla AGIES.

1. Antecedentes

1.1 Estrategia para el control de la contaminación por combustión de leña y contexto de la norma de emisión

Es deber del Estado dictar normas, tanto de calidad como de emisión, que regulen la presencia de contaminantes en el medio ambiente, con el fin de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones o periodos de tiempo, un riesgo para la salud de las personas o el medio ambiente.

En el caso de la futura norma de emisión para artefactos que combustionan leña, este instrumento de gestión ambiental se inserta y constituye un elemento más, entre otros, de una Estrategia para el control de la contaminación por combustión de leña (en adelante *Estrategia*).

Se puede decir que desde la década de los noventa, se ha ido incrementando el uso de artefactos de calefacción a leña que son comercializados como estufas de doble cámara o combustión lenta. Aún más, es posible asegurar que la actual demanda de energía para calefacción y el escenario energético que enfrenta el país, propiciaría en el sector residencial el uso de leña para fines de calefacción. Sin embargo, esto no es un impedimento para avanzar en materia de mejoramiento tecnológico o en otras materias de regulación ambiental.

Por otra parte, los calefactores a leña que a principios de los noventa tenían precios elevados, actualmente, están al alcance de todos los estratos socioeconómicos. De esta forma, si se mantienen las condiciones actuales de mercado, se prevé un aumento explosivo hacia el año 2010 y 2015, sobre todo por la relación de precios de los combustibles alternativos.

El consumo de leña ha llegado a representar cerca de un 15 a 18% de la matriz energética nacional, colocando a la leña como el tercer combustible de mayor importancia en el país después del petróleo y el gas natural. El sector residencial es el de mayor importancia en cuanto al consumo de leña, estimado en 10,4 millones de m³ sólidos al año, mientras que el sector industrial es el segundo de mayor importancia con un consumo de leña estimado de 3,9 millones de m³ sólidos por año.

El consumo de leña se concentra en la zona sur del país donde constituye el principal combustible utilizado para calefaccionar viviendas y donde su segundo uso es para cocinar. No obstante, a nivel país destaca la fuerte reducción de uso de leña para este último fin, que se registra en el periodo intercensal 1992 al 2002 de un 19% a un 13% respectivamente.

Los principales patrones de distribución espacial que presenta el consumo residencial de leña, corresponden a una tendencia creciente en el consumo por vivienda a medida que más al sur se habita, situación que se explica dado que a mayor latitud aumentan los días de frío y, con esto, el período de encendido de los artefactos.

Junto con lo anterior, el consumo varía de acuerdo al tamaño de la ciudad o de la localidad, siendo éste mayor, por hogar, en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región. Este hecho se explica, por ejemplo, en el caso de Lota o Chillán respecto a Concepción, o de Villarrica respecto a Temuco, o Aysén respecto a Coyhaique, por el menor precio de la leña respecto a los sustitutos y por la mayor disponibilidad.

Producto de la combustión de leña se emiten principalmente partículas orgánicas (hidrocarburos aromáticos policíclicos HAP's y carbono), carbono elemental (hollín) y una pequeña fracción de sales inorgánicas. Del total de partículas cerca del 90% presenta una distribución de tamaño menor a 2,5µm, el cual es 100% respirable de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, lo que las transforma en emisiones altamente nocivas y tóxicas para la salud.

El aporte de las emisiones de la combustión de leña del sector residencial, tanto por su toxicidad como en cantidad, contrasta fuertemente con el aporte de otros sectores económicos. Sectores a los cuales, en cuanto a regulación ambiental se han dado señales de avance.

Por otro lado, cabe destacar que en otros países los artefactos que combustionan leña, similares¹ a los que se comercializan en Chile, corresponden a un elemento auxiliar de calefacción y no a la forma principal para calefaccionar la vivienda, se usan pocas horas y se presentan en zonas urbanas con una menor densidad, realidad que no se condice en nuestro contexto nacional.

Respecto a la futura norma de emisión para artefactos que combustionan leña y otros combustibles de biomasa, es importante destacar que se inserta y constituye un elemento más en conjunto con otros de una *Estrategia* para el control de la contaminación por combustión de leña, que aborda la CONAMA en conjunto a otros servicios e instituciones.

En el marco de la *Estrategia* es necesario reconocer que, actualmente, hay una limitada institucionalidad para hacerse cargo de la certificación de los artefactos como del combustible que utilizan, así como también, hay una ausencia de certificación obligatoria en otras materias relacionadas con los artefactos como son la seguridad, la instalación y la eficiencia. Tal escenario ha sido propicio para la proliferación de equipos de bajo costo, carentes de tecnologías de abatimiento de emisiones y probablemente con estándares constructivos discutibles.

A modo de explicación de contexto, se puede señalar que las principales líneas de acción que incluye la *Estrategia* para el control de la contaminación por leña comprende los siguientes elementos:

¹ Se puede decir similares, aunque se debe tener en consideración, que los artefactos que se comercializan en Norteamérica, Europa o Nueva Zelanda cumplen además con normas técnicas que se relacionan con aspectos de materialidad, constructivos, seguridad e instalación y otras prestaciones como la eficiencia del artefacto. En el contexto local de Chile, los artefactos que combustionan leña no están regulados por alguno de los aspectos señalados, a diferencia de los calefactores o estufas a parafina o gas.

- Programas de mejoramiento térmico de las viviendas para reducir las necesidades de energía para calefacción.
- Programas de educación y comunicación orientados a la comunidad y a los usuarios de leña (focalizado en el uso de leña seca y a los modos de operación de los artefactos); como también orientados a los agentes que participan en el mercado de la leña y de los artefactos.
- Programas de mejoramiento de la calidad del combustible, en cuanto a su humedad (< a 25%) y tamaño.
- Programas de recambio tecnológico de estufas a leña existentes por otras formas de calefacción de baja emisión o por sistemas de combustión, a leña o sustitutos biomásicos como pellets, con menor emisión.
- Regulación a través de normas de emisión, en el corto plazo para artefactos unitarios; y en el mediano plazo para calderas.
- Desarrollo de la institucionalidad para abordar en forma integral y efectiva el problema de contaminación, como por ejemplo, cabe mencionar: el avance en la temática de eficiencia térmica de los artefactos, avance en el etiquetado, mejoramiento de los procedimientos de fiscalización, entre otros.

De lo anterior, se desprende, y es necesario precisar, que contar con una futura norma de emisión para los artefactos que combustionan leña, no es suficiente para solucionar el problema de contaminación por leña, pero sí es necesario y crítico para avanzar en los distintos frentes que incluye la *Estrategia*.

1.2 Objetivo de la norma de emisión

El objetivo de protección ambiental de la futura norma de emisión es proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país.

Una vez implementada la norma se espera, como resultado, del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción en el tiempo de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.

1.3 Fuente emisora que regula

La norma aplicará a los artefactos que se fabriquen, armen o importen, y a los artefactos que a la fecha de entrada en vigencia de la norma se encuentren en stock o almacenados en fabrica o en bodega para su comercialización.

No se aplicará a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso.

En particular, no aplicará a sistemas centralizados o calderas de calefacción que combustionen o puedan combustionar biomasa con una potencia superior a 20 kW; chimeneas de albañilería empotradas a la pared; braseros y parrillas usadas con fines de esparcimiento.

1.4 Del AGIES del anteproyecto de norma de emisión para artefactos

La necesidad de realizar un AGIES surge del Reglamento de la Ley de Bases del Medio Ambiente, que exige la elaboración de un análisis general del impacto económico y social de las normas de emisión, de calidad y de los planes de prevención y/o descontaminación. En el caso de la norma, ha sido incluida en el programa priorizado y el procedimiento y etapas para su formulación se establece en el Reglamento contenido en el Decreto Supremo N° 93/95 del Minsegespres. En particular, este reglamento especifica que dicho análisis debe poner énfasis en evaluar los costos y beneficios para la población, los costos y beneficios para el sector a regular que deberá cumplir la norma; y los costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización del cumplimiento de la norma.

Para tal efecto, a la fecha se han realizado diversos estudios tanto como base para la elaboración del anteproyecto, como para el análisis económico y social de sus consecuencias. Dentro de los estudios realizados, el estudio central de análisis económico lo constituye el realizado por la empresa Ambiente Consultores Ltda.², el cual es la base de fundación de la mirada institucional que muestra el presente informe.

2. Alcances del AGIES

El AGIES se ha realizado teniendo en mente dos alcances principales:

En primer lugar, un análisis tendiente a incorporar la variable económica en la toma de decisiones en las materias relevantes a la formulación final de la norma, como son el grado de exigencia (valor de la norma) y la gradualidad en su aplicación.

En segundo lugar, el análisis económico y social incluye una óptica amplia, lo más completa posible, a la luz de la información disponible a la fecha, para lo cual se han analizado los contenidos del anteproyecto de norma y posibles escenarios que integran modificaciones al anteproyecto, con lo cual, se ha realizado una estimación de los costos y beneficios para los diferentes sectores o agentes involucrados (consumidores de energía, población afectada por enfermedades respiratorias e industria productora de artefactos de calefacción, principalmente), además de las necesidades de fiscalización que genera esta norma.

² Estudio desarrollado para CONAMA: "Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa". Mayo 2007. Ambiente Consultores Ltda. El equipo consultor estuvo formado por: Eugenio Collados, Luis Cifuentes, John Adgate, Héctor Montoya y Pablo Ulriksen. Contacto: collados@ambiente.cl.

3. Metodología

El AGIES ha sido realizado bajo el marco de la metodología de análisis costo beneficio (ACB) con una óptica de evaluación social de proyectos y políticas públicas, la cual considera las implicancias positivas y negativas del anteproyecto norma desde el punto de vista social, entendiendo este punto de vista 'social' como el punto de vista de la sociedad como un todo.

Los beneficios económicos del anteproyecto norma, provienen de la consecución de su objetivo básico, el cual es la disminución de los problemas de salud de la población causados por el material particulado respirable que se manifiestan económicamente como una disminución del perjuicio económico causado por efectos adversos sobre la salud principalmente de morbilidad y mortalidad. Estos se estiman utilizando una metodología que se basa en el concepto de la disposición a pagar por percibir una mejora y que relaciona la calidad ambiental con el nivel de perjuicio a la salud, la cual ha sido aplicada anteriormente en otros instrumentos de gestión ambiental, como por ejemplo, en el Plan de Prevención y de Descontaminación Atmosférica de la Región Metropolitana.

Un beneficio adicional, que también se cuantifica, está asociado al ahorro de los gastos familiares en energía dado la mayor eficiencia energética de los artefactos que cumplirían la norma definida en el anteproyecto.

Por otro lado, los costos asociados a la norma se asocian al incremento de precio que los consumidores tendrían que pagar por la compra de artefactos nuevos, junto con el impacto indirecto de un mayor gasto energético para aquellos consumidores que decidan migrar desde la leña hacia otros combustibles alternativos de mayor costo, principalmente, gas licuado.

El análisis se realiza definiendo la situación sin norma como una situación donde se mantienen las tendencias actuales de uso de artefactos residenciales que combustionan leña, para la cual, se calculan todos los costos señalados (costo salud, costo de leña, costo de artefactos y costo de combustibles alternativos) y la situación con norma como la resultante de ir agregando al stock actual de artefactos los nuevos equipos según estándar de la norma, para la cual, se calculan también los costos de salud, leña, artefactos y combustibles alternativos. Con ello, al observar la diferencia entre ambos escenarios se puede determinar la conveniencia económica de la regulación propuesta.

Adicionalmente, se analizan otros escenarios, con el fin de aportar a la toma de decisiones al sondear en el análisis, la conveniencia de otro tipo de medidas o de variaciones en el anteproyecto de norma analizado.

En particular, los escenarios definidos fueron los siguientes:

- Escenario 0: situación sin norma Línea de base actual, proyectada al año 2020
- Escenario 1: con el anteproyecto de norma
- Escenario 2: con una emulación de la norma del Estado de Washington, EEUU
- Escenario 3: con un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma
- Escenario 4: con retiro acelerado de calefactores contaminantes y sin norma

Todo lo anterior, se realiza sobre la base de un modelo con una serie de supuestos explícitos que para mayor detalle pueden ser consultados en el estudio citado.

4. Resultados

A continuación, se muestran los principales resultados del análisis económico realizado.

4.1 Estimación de impactos económicos para el sector privado

▪ Productores

Se ha determinado que el volumen del mercado de artefactos depende, fundamentalmente, de la gradualidad de aplicación de los límites a las emisiones, en relación a la capacidad de innovación tecnológica a escala de producción masiva.

Los montos estimados de ventas agregadas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Ventas anuales de calefactores estimadas en US\$ millones, por escenario

AÑO	ESCENARIO (*)				
	0	1	2	3	4
2008	34,5	30,0	44,8	36,3	37,9
2011	45,9	59,9	59,7	76,4	50,5
2015	62,4	59,9	81,2	139,3	68,7
2020	91,8	76,4	119,3	177,7	100,9

Fuente: Ambiente Consultores Ltda. (2007).

(*) Escenarios:

0: situación sin norma Línea de base actual, proyectada al año 2020

1: con el anteproyecto de norma

2: con una emulación de la norma del Estado de Washington, EEUU

3: con un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma

4: con retiro acelerado de calefactores contaminantes y sin norma

Como se observa, según las estimaciones realizadas, el escenario 1 genera una contracción de las ventas de artefactos, mientras que el escenario 3 genera una expansión en el tiempo.

Se ha estimado que se requerirá una inversión anual del orden de US\$ 1 millón del sector productivo para desarrollar los modelos que cumplan la norma.

Se estima que esta inversión es compatible con el volumen de ventas actual que es de aproximadamente US\$ 30 millones anuales.

El incremento de costos de producción por artefacto para cumplir los límites del anteproyecto de 100 mg/m³ y 60 mg/m³, se ha estimado en 100% y de 200% respectivamente. Ello, considerando que se producen al menos 5.000 unidades/año de cada modelo. Se ha llegado a la conclusión que estos costos se traspasan a los usuarios y, por ende, pueden afectar el volumen de ventas de artefactos.

Sin embargo, los plazos de 1 año y 4 años para el cumplimiento de dichos límites, considerados en el anteproyecto, se estiman insuficientes para el desarrollo de modelos adecuados, aún cuando se disponga de capacidad de inversión.

Por otra parte, en el escenario 3, donde la norma presenta un nivel de gradualidad mayor, se despejan los inconvenientes señalados, con lo cual, se produce una reducción sustancial del costos que genera la norma sobre el sector regulado.

▪ **Usuarios**

Según la información disponible, el consumo anual promedio por hogar que usa leña a nivel país es de 8 m³/año, el cual es equivalente a 11 MWh de energía térmica útil de calefacción que genera un gasto promedio por hogar de US\$ 296 al año en combustible. Con ello, la amortización del artefacto implica una cuota inferior a US\$ 60 anuales, considerando una tasa de descuento de 20% (según créditos de consumo comerciales).

El costo anual en calefacción desde el punto de vista de los usuarios para algunos escenarios de interés se presenta en el gráfico siguiente. En éste, además del costo del artefacto y del combustible, se agrega el costo social en salud, pues es percibido prácticamente por los mismos usuarios.

La excepción a lo anterior está en la alternativa de gas licuado donde no se incluye costo social en salud por falta de información, el cual de todas formas se ha estimado como bajo o poco significativo. Tal como se puede deducir del gráfico, el costo de combustible explica la actual tendencia de migración hacia leña por parte de los usuarios de gas licuado.

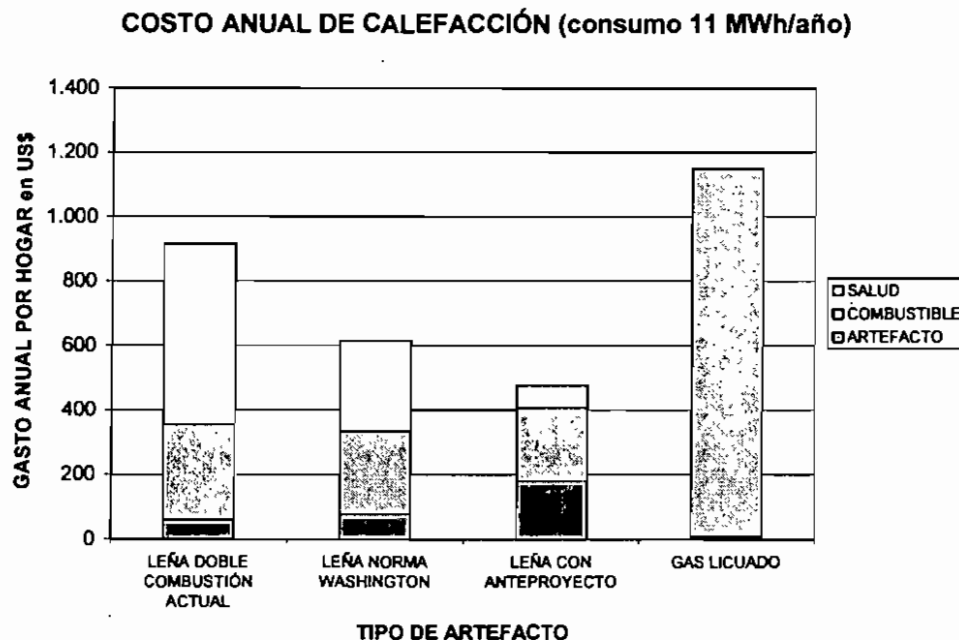


Figura 1. Comparación de costos para un hogar promedio con diferentes artefactos, al 2007

Fuente: Ambiente Consultores Ltda. (2007).

Del análisis realizado se deduce que, en promedio, el menor costo anual total es el logrado en la situación con anteproyecto. Esta reducción de costos se debe principalmente, por que el mayor costo del artefacto se compensa por el menor consumo de leña y claramente en una reducción del costo en salud.

Adicionalmente, este análisis no considera otros costos evitados percibidos por el usuario que migra a otros combustibles sustitutos a la leña, como por ejemplo: espacio para almacenar leña, corte, picado o trozado de la leña, limpieza del caño, pérdidas de energía por uso de leña húmeda, entre otros.

Por otra parte, se observa como la opción en gas licuado triplica los costos familiares para un nivel de energía térmica (y, por lo tanto, de satisfacción) similar.

Por otro lado, según las estimaciones realizadas, se ha concluido que el número de hogares que adquiere artefactos de tecnología limpia varía con el escenario de gradualidad.

En particular, se ha estimado que para el escenario 1 (con anteproyecto), con vigencia del límite objetivo en 4 años, ingresan 795.000 artefactos entre 2008 y 2020, es decir, un promedio de 66.000 artefactos anuales, mientras que para el escenario 3 (con anteproyecto con más gradualidad), con vigencia del límite objetivo en 8 años, ingresa un promedio de 141.000 artefactos anuales.

4.2 Estimación de costos de fiscalización

El impacto económico esperado para los fiscalizadores de artefactos a leña se limita a los siguientes factores:

- El aumento de la capacidad de registro de antecedentes de los equipos certificados
- El financiamiento de ensayo de verificación aleatorios para control

El número de modelos que ingresa el registro se ha estimado en 10 a 20 unidades anuales, lo cual es una carga administrativa menor, la cual puede ser absorbida con la institucionalidad actual.

Por otro lado, si se define un programa de verificación de calidad, se ha estimado que requeriría solventar, aproximadamente, US\$ 2.000 por unidad por concepto de certificación y, aproximadamente, US\$ 1.000 por unidad por concepto en logística. Esto es, un total de US\$ 3.000 por unidad verificada.

4.3 Estimación de beneficios sociales

La reducción de emisiones contaminantes provenientes de la combustión de leña origina diversos beneficios, debido a la menor contaminación atmosférica, incluso más allá de los beneficios sobre la salud, como por ejemplo, sobre la agricultura, los materiales de construcción y la visibilidad.

De estos efectos, los más importantes desde el punto de vista social, son los efectos en la salud de la población, los cuales han sido cuantificados como diferenciales de costos o costos

evitados. Estos han sido estimados utilizando el método de roll-back, mediante el cual se relacionan las emisiones con las concentraciones y mediante funciones de dosis - respuesta.

Para ello, se utilizaron resultados de distintos estudios de inventarios de emisiones realizados por el DICTUC de la Pontificia U. Católica y por el Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA) de la U. de Chile, donde se combinan resultados anuales de la RM, Gran Valparaíso, Rancagua, Gran Concepción y Temuco, lugares donde a la fecha se dispone de información de emisiones. Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos factores de incertidumbre asociados, principalmente, a lo siguiente:

- Para estimar el cambio en concentraciones ambientales se requiere de un inventario de emisiones, y el monitoreo de concentraciones ambientales, el cual no está disponible en diversas localidades. No obstante, el monitoreo de MP10 en ciudades como Talca, Chillán, Coyhaique, Valdivia, Osorno y Puerto Montt dan cuenta de la intensidad de un problema que se está o se ha generado producto de la combustión de leña, la que tiene un aporte significativo en partículas orgánicas.
- La fuerte estacionalidad de la quema de leña durante meses fríos, hace necesario disponer de datos a nivel mensual, los cuales son aun más escasos que simples totales anuales. No obstante, se debe tener en cuenta que la estacionalidad de uso o las horas de encendido de los artefactos aumentan, y de esta forma de las emisiones, en cada localidad mientras más al sur del país se encuentre.
- La mayoría de las funciones concentración-respuesta se han estimado para centros urbanos en que las mayores fuentes son la quema de combustibles fósiles. En el sur de Chile, la mayor fuente de MP corresponde a la quema de leña.
- Los patrones de actividad de una urbe mediana o pequeña pueden ser muy distintos a los de una gran urbe, por lo que los patrones de exposición, y por ende los efectos en la salud, también se pueden ver afectados. En el caso del consumo de leña, se debe tener presente que el consumo por hogar es mayor en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región.

En función de lo anterior, se realizó una estimación considerando los rangos de variación de las principales variables de cálculo, lo cual, genera como resultado una estimación final que se sitúa dentro de un rango acotado por un valor mínimo de US\$ 13.762 por ton/año y un valor máximo de US\$ 105.812 por ton/año. En la Tabla 2, se presentan los resultados globales resultantes de aplicar los extremos del rango de variación señalado previamente.

Tabla 2. Rango de costos evitados en salud, en US\$ millones anuales

ESCENARIO	COSTOS EVITADOS (VALOR BAJO)				COSTOS EVITADOS (VALOR ALTO)			
	2008	2011	2015	2020	2008	2011	2015	2020
1	1,0	4,0	10,4	25,8	8,0	30,6	79,5	197,8
2	0,7	3,1	7,4	15,0	5,6	24,1	56,9	115,0
3	0,3	3,7	11,5	27,3	2,5	28,6	88,2	208,8
4	0,1	1,4	2,9	4,8	0,5	11,0	22,8	36,6

Fuente: Ambiente Consultores Ltda. (2007)

(*) Escenarios

1: con el anteproyecto de norma

2: con una emulación de la norma del Estado de Washington, EEUU

3: con un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma

4: con retiro acelerado de calefactores contaminantes y sin norma

Los costos evitados en salud fueron estimados en US\$ 25,8 millones anuales hacia el año 2020 con la aplicación del anteproyecto norma y hasta US\$ 27,3 millones en el escenario de anteproyecto gradual, considerando el valor bajo de la estimación, y como máximo 208 US\$ millones con el valor alto de la estimación.

4.4 Costos y beneficios agregados

Con el fin de poder comparar las alternativas evaluadas, se generaron estimaciones de los costos y beneficios totales o agregados. Dado que las fuentes de beneficio provienen de la disminución de costos entre un escenario y otro, la estimación de costos y beneficios agregados se presenta simplemente como una totalidad de los costos de efectos en salud, más costos de leña como combustible, más los costos de combustibles alternativos para la proporción de consumidores que migran hacia ellos, más los costos anualizados de los artefactos.

Antes de entrar en dicha materia, es conveniente ahondar en la estimación de costos energéticos (leña y combustibles alternativos). En particular, las estimaciones realizadas determinan que, bajo los supuestos de un escenario sin norma, el gasto agregado en combustible leña aumentará de US\$ 215 millones en el año 2008 a US\$ 628 millones en el 2020 ya que el consumo se expandiría sin restricción:

Comparando el escenario con el anteproyecto de norma versus el escenario sin norma, los menores gastos en leña por la disminución de venta de calefactores generan un ahorro de US\$ 210,9 millones, pero la demanda insatisfecha de calefacción migraría hacia otros combustibles lo cual revierte este ahorro. Con ello, al incluir el efecto económico del aumento de uso de los combustibles alternativos, el gasto agregado en calefacción a nivel país aumentaría en US\$ 1.704 millones anuales en 2020.

Por otro lado, comparando el escenario con una norma con mayor gradualidad, el gasto adicional en otros combustibles aumentaría en US\$ 889 millones anuales el año 2020, respecto del escenario sin norma.

El resultado estimado de este efecto energético dual se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 3. Costos agregados de combustibles bajo diferentes escenarios

ESCENARIO	COSTO CONSUMO DE LEÑA				COSTO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO			
	2008	2011	2015	2020	2008	2011	2015	2020
0	214,5	284,2	408,2	627,9	0	0	0	0
1	274,5	309,4	355,1	416,9	73,3	325,4	855,7	1.915,3
2	286,9	364,5	502,7	750,2	1,3	1,3	1,3	1,3
3	286,2	348,5	438,9	570,0	13,5	99,6	334,2	889,6
4	288,6	366,7	506,7	758,0	1,3	25,1	67,6	142,7

Fuente: Ambiente Consultores (2007).

(*) Escenarios

0: situación sin norma Línea de base actual, proyectada al año 2020

1: con el anteproyecto de norma

2: con una emulación de la norma del Estado de Washington, EEUU

3: con un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma

4: con retiro acelerado de calefactores contaminantes y sin norma

La totalidad de los costos agregados a nivel país para cada alternativa (costos de efectos en salud, costos de leña como combustible, costos de combustibles alternativos para la proporción de consumidores que migran hacia ellos y los costos anualizados de los artefactos) se presenta en el gráfico siguiente.

COSTOS AGREGADOS

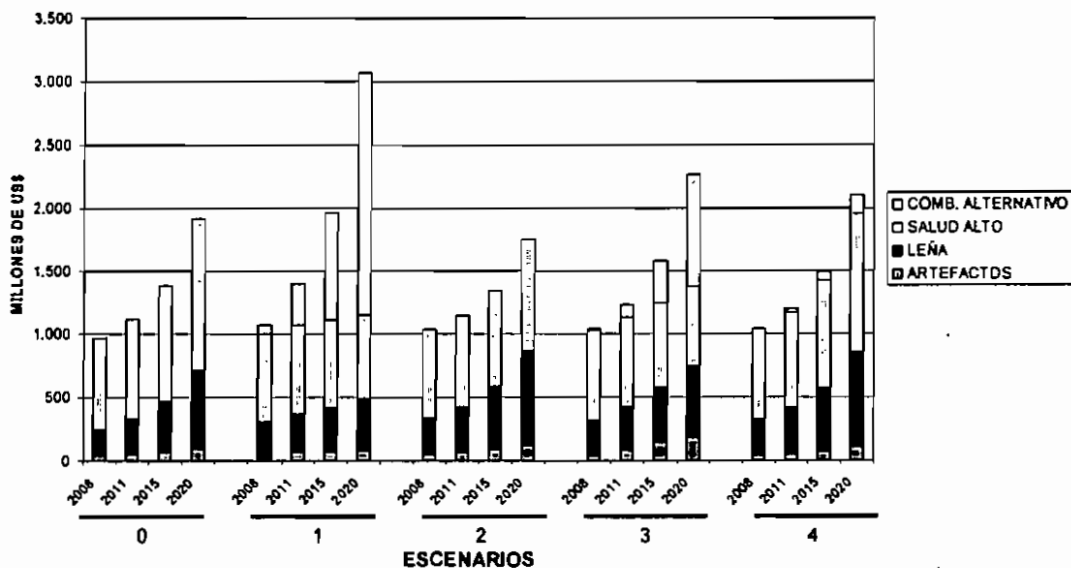


Figura 2. Costos anuales agregados a nivel país bajo diversos escenarios.

Fuente: Ambiente Consultores (2007).

(*) Escenarios

0: situación sin norma Línea de base actual, proyectada al año 2020

1: con el anteproyecto de norma

2: con una emulación de la norma del Estado de Washington, EEUU

3: con un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma

4: con retiro acelerado de calefactores contaminantes y sin norma

5. Interpretación de resultados

Tal como se puede apreciar en la Figura 2, el escenario 1 (con anteproyecto de norma) genera los mayores incrementos de costo total en todos los años dentro del horizonte de evaluación, mientras que el escenario 2 presenta, en general, los menores costos. Luego de este, le siguen en orden ascendente el escenario 4 y 3, respectivamente.

Si bien dichos resultados podrían inducir al lector a pensar que la decisión social óptima es elegir el escenario 2, ello no es correcto, debido a que existe un factor adicional a tener presente en esta decisión. En términos específicos, los escenarios 1 a 4 no implican el logro de los mismos niveles de protección ambiental, pues cada uno de ellos produce resultados diferentes en términos de emisiones. Ello puede ser apreciado en la Figura 3.

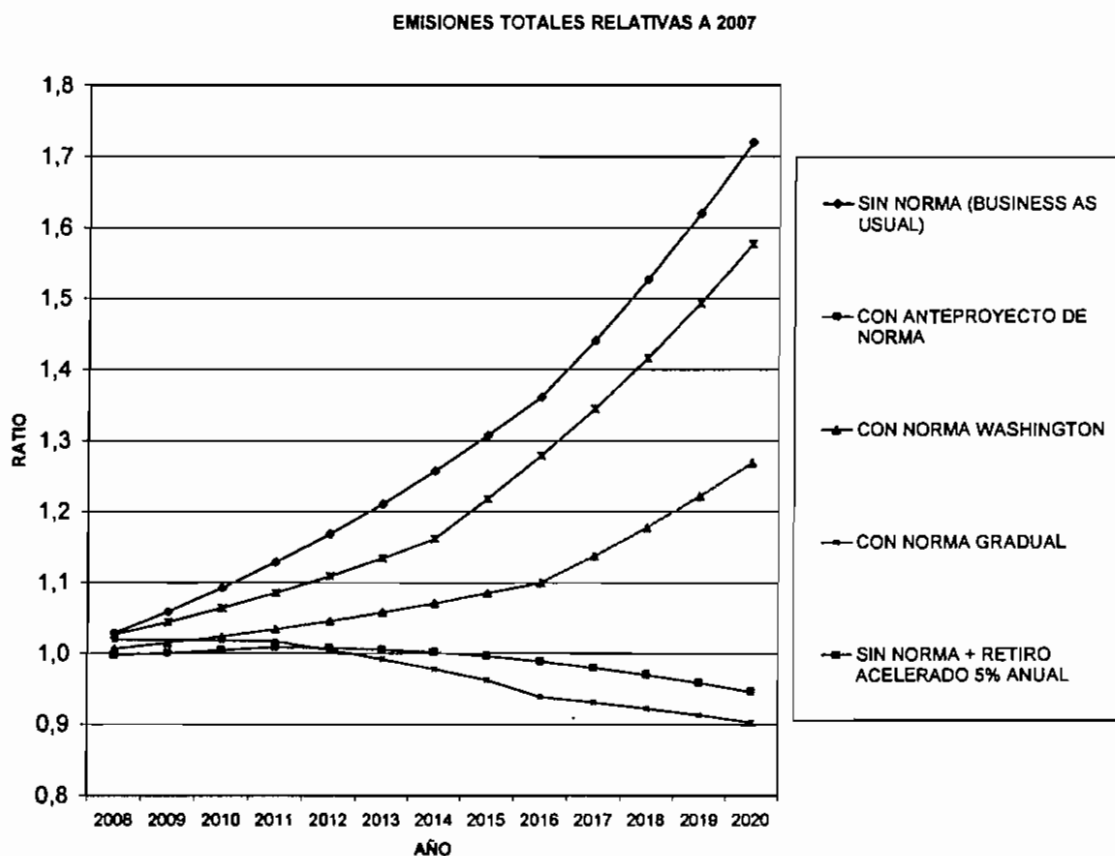


Figura 3. Impacto sobre las emisiones totales relativas a 2007.

Fuente: Ambiente Consultores (2007).

Dado que las estimaciones ambientales indican que el escenario 2 (con norma similar a norma del estado de Washington, EEUU) produce un aumento de las emisiones en el tiempo, lo cual implica que no permite cumplir el objetivo básico que se busca con la regulación ambiental que se está analizando y, por lo tanto, debe ser descartada por dichos motivos.

Lo mismo sucede con el escenario 4 (sin norma más un retiro acelerado de 5% anual), con lo cual queda también descartado. Además, el escenario 4 justifica la necesidad de contar con instrumento regulatorio y que no basta con sólo el retiro de artefactos existentes.

Es importante tener presente que la necesidad de reducir las emisiones totales es una condición ineludible del problema, pues se trata de una meta que no está en duda y del objetivo de protección ambiental de la norma de emisión.

En otros términos, la necesidad de reducir las emisiones proviene de la necesidad de cumplir con las normas primarias de calidad ambiental, las cuales, por tratarse de normas vinculadas a la salud de la población son principios que el análisis económico debe tomar como condición necesaria para toda alternativa de solución. Ello, en definitiva, por que se proviene de un derecho de la población emanado de la Constitución Política de la República, la cual consagra el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación.

Luego de descartadas las alternativas 2 y 4, sólo quedan los escenarios 1 y 3. De éstas, en la figura 3 se puede apreciar, claramente, que la de menor costo es el escenario 3, donde la norma tiene un mayor nivel de gradualidad.

En conclusión, el análisis económico y ambiental indica que la mejor alternativa para la sociedad es dictar una norma con mayor gradualidad.

5.1 Internalización de los resultados a la toma de decisiones

CONAMA ha decidido considerar dichos resultados para la toma de decisiones, por lo cual, se ha incluido en el anteproyecto aumentar el plazo del calendario que regulará los estándares de emisión.

El anteproyecto, en su versión original, proponía para todo artefacto del tipo calefactor o cocina, los siguientes valores máximos permitidos de material particulado y plazos para su cumplimiento:

Tabla 4. Valores norma y plazos para el cumplimiento

Artefacto Nuevo	Plazo de cumplimiento	Valor	Unidad
Del tipo calefactor	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N
	4 años desde la entrada en vigencia del presente decreto	60	mg/m ³ N
Del tipo cocina	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N

Nota: mg/m³N: miligramos por metro cúbico en condiciones normales corregido al 13% de oxígeno (O₂) en volumen. La condición normal corresponde a la presión de 1 atmósfera y a una temperatura de 25°C en base seca.

Fuente: Anteproyecto Norma de Emisión.

Como consecuencia del análisis económico, social y ambiental se ha decidido modificar el anteproyecto y proponer el siguiente conjunto de valores máximos permitidos y plazos de cumplimiento:

- 2007 o al 1er año de vigencia de la norma: anuncio de norma para iniciar la certificación de artefactos y para iniciar la reacción del mercado
- 2008: comercialización sólo artefactos certificados, con las mejores tecnologías del mercado nacional actual
- 2009: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 50% las emisiones con respecto a la mejor actual
- 2011: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 25% las emisiones con respecto a la mejor actual
- 2015: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 12,5% las emisiones con respecto a la mejor actual

Nota: El anteproyecto utiliza la concentración de material particulado en función de la cantidad de gases de combustión. Esta variable refleja la calidad de la combustión, pero no refleja las emisiones agregadas por artefacto, ya que estas dependen de la cantidad de combustible consumido para proveer la calefacción necesaria, la que depende a su vez, de la eficiencia térmica del artefacto. Se ha incluido por lo tanto un cambio en las unidades para expresar los valores norma en mg/MJ de energía útil. Para más detalle ver Estudio Ambiente Consultores Ltda..

En resumidas cuentas, lo anterior se traduciría en los siguientes límites para artefactos del tipo calefactor:

- Desde el 1º de marzo siguiente a la fecha de publicación del decreto que oficializará la norma: 320 mg/MJ(*).
- Contado un año desde la aplicación del primer valor norma: 160 mg/MJ
- Contados 3 años desde la aplicación del primer valor norma: 80 mg/MJ.
- Contados 7 años desde la aplicación del primer valor norma: 40 mg/MJ.

Para artefactos del tipo cocina:

- Contado un año desde la fecha de publicación del decreto: 640 mg/MJ.
- Contados dos años desde la fecha de publicación del decreto: 320 mg/MJ.
- Contados cuatro años desde la fecha de publicación del decreto: 160 mg/MJ.

Lo anterior, nace del convencimiento que se trata de valores que son alcanzables con un desarrollo tecnológico de largo plazo, con lo cual, se establece el norte para el desarrollo tecnológico futuro de la industria nacional de artefactos que combustionan leña.

A la vez, se logra minimizar la suma de los costos sociales involucrados dados por los efectos sobre la salud, sobre el ahorro combustibles de biomasa, sobre la migración hacia otros combustibles y considerando también el costo de los artefactos.

El convencimiento logrado se cifra también en que lo anterior permitirá a la industria nacional desarrollar una tecnología adecuada para el contexto nacional en el que la biomasa siga siendo una parte importante de la matriz energética nacional, y además, como efecto indirecto, esta señal puede incluso inducir a la industria nacional al logro de un liderazgo internacional en este

tipo de tecnologías, lo cual resulta especialmente importante desde un punto de vista estratégico en el uso de una energía renovable.

Este convencimiento se funda en la información científica que se ha tenido a la vista respecto de los efectos del material particulado respirable sobre la salud. Dado que la combustión residencial de biomasa, en particular de leña, corresponde a una fuente de emisión de contaminantes atmosféricos como material particulado (MP10 y MP2.5), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's) y diversos otros productos de la combustión incompleta y, junto con ello, que la exposición al material particulado, en su mayoría material fino producto de la combustión, ha sido asociada, en general, con diferentes efectos de morbilidad y mortalidad del tipo cardiopulmonar y cancerígeno.

Lo anterior, va incluso más allá de lo que indica el sentido común, pues por ejemplo, existen componentes del material particulado fino que son incoloros (en su mayoría orgánicos condensables), por lo cual, incluso sin la presencia de humos visibles pueden existir de todas formas emisiones peligrosas y con mayor toxicidad para la salud.

..//

RESUMEN EJECUTIVO

ESTUDIO:
ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE UNA NORMA DE EMISION PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA

LICITACIÓN PÚBLICA N° 1285-29-LE06

Mandante: CONAMA
Consultor: Ambiente Consultores Ltda.

Equipo de trabajo:

Eugenio Collados, Ing. Civil, CEM, Jefe de Proyecto
Héctor Montoya, Ing. Civ. Mecánico, Mag. Ing. Mecánica
Luis Cifuentes, Ing. Industrial, PhD
John Adgate, PhD Environmental Health

Mayo de 2007

RESUMEN EJECUTIVO
ESTUDIO: ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE UNA NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA

El presente resumen sintetiza el estudio que tuvo por objeto realizar un análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa, el cual forma parte del proceso de dictación de normas coordinado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

De acuerdo al Reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión (DS 93/95 del Minsegres), este estudio da cuenta de los siguientes aspectos:

- La factibilidad técnica y económica de la norma para los distintos emisores,
- Los costos y beneficios de la aplicación de la norma para la población directamente afectada,
- Los costos y beneficios de la aplicación de la norma para el sector a regular,
- Los costos y beneficios para el estado como responsable de la fiscalización y el cumplimiento de la norma; y
- Los impactos sociales de la aplicación de la futura norma.

De esta forma el presente estudio compila y analiza una serie de antecedentes dispuestos en su mayoría en el Expediente Público de la Norma y los resultados de distintos estudios realizados a nivel nacional e internacional, con el objeto de construir escenarios de evaluación tanto del anteproyecto norma, así como también, de escenarios alternativos.

1. Resumen de antecedentes

El uso residencial de leña, es decir, para cocinar y calefaccionar a nivel doméstico, presenta en Chile varias características propias que lo hacen particularmente complejo:

- Presenta un patrón de uso que está fuertemente arraigado culturalmente por su tradición ancestral como fuente de calefacción y cocción de alimentos.
- Utiliza un recurso energético local, de creciente competitividad comercial frente a combustibles foráneos no renovables.
- Sus impactos sobre la salud están fuertemente asociados a la concentración urbana por la saturación de la capacidad de dispersión atmosférica.
- La distribución territorial tiene un fuerte sesgo social y regional, concentrándose especialmente donde la leña es el combustible más barato o el único accesible para muchos hogares.

En consecuencia, no existe un modelo simple que represente la dinámica de estos componentes ni la reacción ante medidas reguladoras.

La tendencia histórica de disminución del consumo de leña en el contexto urbano, relegando el uso tradicional a los sectores rurales, a favor de artefactos "modernos" se ha revertido bruscamente a partir de la crisis del gas de 2003 y del escalamiento de precios de otros combustibles, mostrando un incremento en la matriz energética.

Por otra parte, la tecnología de los artefactos y los hábitos de uso de la leña presentan enormes diferencias en cuanto a emisiones de material particulado, en un rango del orden de 1 a 1000.

Por lo tanto, existe un amplio margen tecnológico que permite esperar una disminución substancial de las emisiones futuras, si se logra vencer la resistencia cultural a cambiar los hábitos tradicionales y se acelera la lenta tasa de recambio de los artefactos a leña, dificultada por la larga vida útil de los artefactos.

Además, la norma tendrá otros efectos positivos indirectos, que se relacionan con:

- La sustentabilidad ambiental, al estimular el desarrollo de tecnologías más limpias.
- La sustentabilidad energética, al estimular la eficiencia energética y mejorar el uso de un recurso renovable, no dependiente de otros países.
- La competitividad en el propio sector a regular, al mejorar la información de los productos en el mercado de artefactos.

2. Contenidos del anteproyecto norma

Cabe destacar los siguientes contenidos del anteproyecto:

2.1 Objetivo de protección de la norma de emisión

Proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable MP10, producidas por los artefactos de uso residencial que combustione o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país. De su aplicación se espera, como resultado del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción progresiva de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.

2.2 Cantidad máxima permitida y plazos para el cumplimiento

El anteproyecto establece para todo artefacto del tipo calefactor o cocina, los siguientes valores máximos permitidos de material particulado y el respectivo plazo para su cumplimiento:

Artefacto Nuevo	Plazo de cumplimiento	Valor	Unidad
Del tipo calefactor	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N
	4 años desde la entrada en vigencia del presente decreto	60	mg/m ³ N
Del tipo cocina	1 año desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N

mg/m³N: miligramos por metro cúbico en condiciones normales corregido al 13% de oxígeno (O₂) en volumen. La condición normal corresponde a la presión de 1 atmósfera y a una temperatura de 25°C en base seca.

2.3 Metodologías de medición

El anteproyecto señala que para el material particulado se establece el método CH-5G. Para el protocolo de ensayo el método CH-28. Y como parte de los resultados de la medición se informará además los siguientes parámetros de interés ambiental: monóxido de carbono (CO) y eficiencia térmica del artefacto. Los que se medirán a través del método CH-3A y ANSI PTC 4.1 del 1985 respectivamente.

2.4 Además se indica en el anteproyecto los siguientes criterios para acreditar cumplimiento de norma

En el caso que el artefacto representativo permita controlar la entrada de aire que modifica sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma para cada tasa medida.

En el caso que el artefacto representativo, no permite controlar la o las entradas de aire que modifica(n) sus tasas de quemado, deberá acreditar el cumplimiento de la norma de acuerdo a las condiciones de operación recomendadas por el fabricante.

3. Modelo de simulación del stock de emisiones

3.1 Línea Base: situación sin norma a la fecha

La Línea de Base está constituida por más de un millón de artefactos a leña en uso en el país, de los cuales una fracción importante se estima que opera con elevados factores de emisión. La línea de base fue construida considerando toda la información que se ha generado en encuestas de oferta y demanda de la leña.

En el caso del uso de leña para cocinar de acuerdo al periodo intercensal 1992 – 2002, el consumo de leña para cocinar disminuyó considerablemente de un 19,3% a un 12,5% y se ha generado escasa información sobre las características de artefactos para este uso. Esto se puede explicar debido a que el potencial de mejoramiento tecnológico de este tipo de artefactos es mínimo.

La leña, por su precio de venta, está aumentando su competitividad frente a otros combustibles, por lo que existe una presión por mayor uso de este recurso y, por ende, mayores emisiones.

El mercado de artefactos para calefacción está en una fase de fuerte expansión, superior al 20% anual, debido a los canales de venta y a las facilidades de pago. Las ventas en 2006 superaron las 100.000 unidades.

El sector de fabricantes se compone principalmente por un grupo de empresas de calefactores localizadas en la Región Metropolitana, que se estima ocupan cerca del 80% del mercado de calefactores. El resto se compone por micro empresas que diversifican su actividad a la fundición y hojalatería, se localizan desde la Región Metropolitana al Sur (concentradas en la Región de la Araucanía) y su nivel de producción bordea en algunos casos los 30, 600 y no más de 2.000 artefactos anuales.

Se estima que una parte importante de los calefactores nuevos se instalan en reemplazo de otros combustibles, y se localizan principalmente en las regiones de Valparaíso y la

Metropolitana, donde sólo el 3,5% de los hogares se calefaccionan con leña, lo cual constituye un potencial riesgo de impacto ambiental.

En el caso de las fábricas de cocinas, se localizan principalmente en la IX y X Región, y desde allí distribuyen sus productos a todo el país, desconociéndose el nivel de producción anual.

3.2 Proyección futura: evaluación de escenarios regulatorios

Para la evaluación y proyección futura se considera para los artefactos una vida útil de 30 años y una evolución tecnológica progresiva, se modela la composición del stock actual de calefactores y sus respectivas emisiones.

Se modelan los escenarios sin y con norma, *escenarios 0 y 1* respectivamente, además de otros tres escenarios alternativos: el *escenario 2* surge con el fin de emular la norma del Estado de Washington, el *escenario 3* tiene por objeto incluir un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma; y el *escenario 4*, tiene por objeto observar el efecto "sin norma" de un retiro acelerado de calefactores.

En resumen los escenarios proyectados son:

- Escenario 0: Línea de base actual (*business as usual*), proyectada al año 2020, sin norma
- Escenario 1: con el anteproyecto de norma
- Escenario 2: con una emulación de la norma del Estado de Washington
- Escenario 3: con un escalonamiento gradual hasta la meta del anteproyecto de norma
- Escenario 4: con retiro acelerado de calefactores contaminantes, sin norma

Los parámetros que diferencian los escenarios son: a) la tasa de crecimiento de ventas anuales, b) la tasa de recambio de artefactos de leña contaminantes, y c) la tasa de ventas informales. Los escenarios se construyen basándose en la mejor información disponible, que en el caso de los dos últimos parámetros, dada la escasa información, son estimativos.

En estos escenarios no se considera las posibles restricciones de uso que podrían derivarse de otros instrumentos de gestión ambiental, como los Planes de Prevención o Descontaminación Ambiental en zonas latentes o saturadas.

Se construyen supuestos para cuatro períodos y para los cortes temporales 2008, 2009 a 2011, 2012 a 2015 y 2016 a 2020; y luego se comparan los 5 escenarios:

Los resultados se muestran en el gráfico siguiente, en que el valor 1,0 corresponde a las emisiones del año 2007.

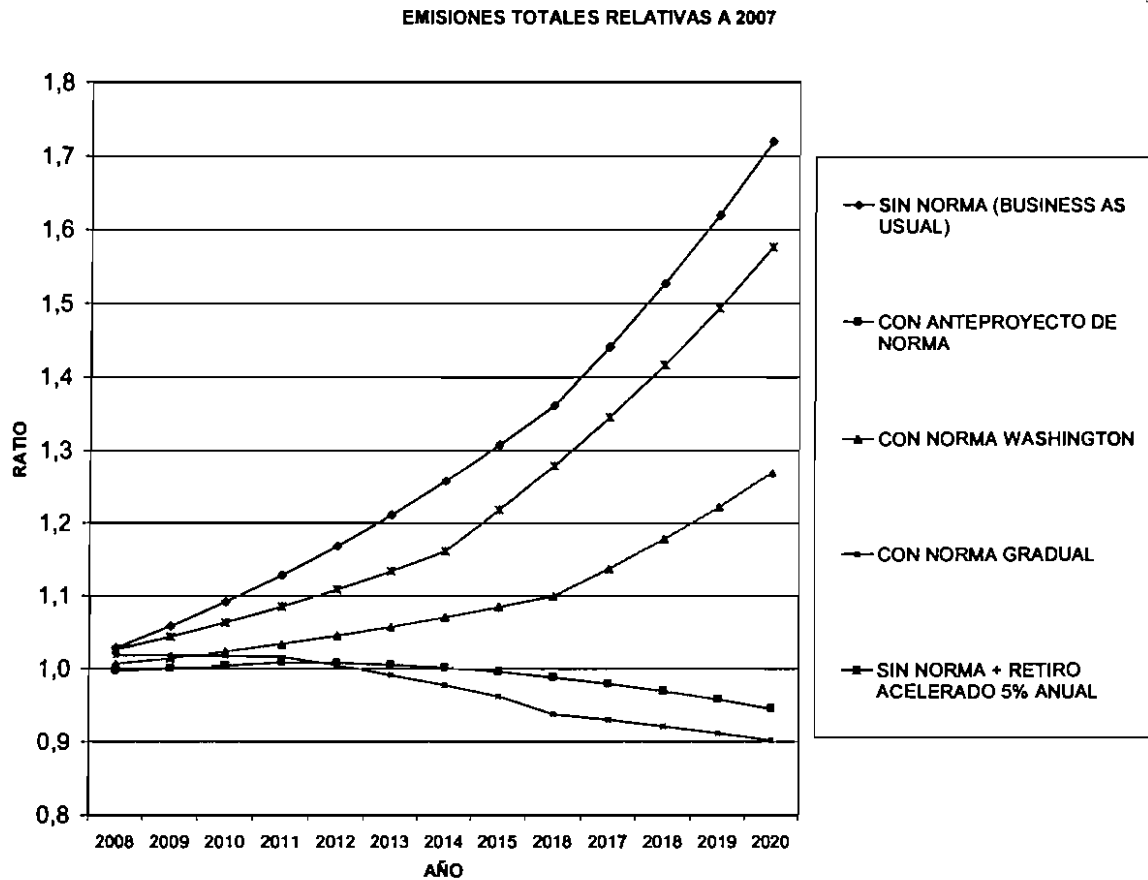


Figura 1. Impacto sobre las emisiones totales relativas a 2007.

Fuente: Elaboración propia.

Es necesario considerar que el aumento o descenso de las emisiones, con respecto al año 2007, no se distribuye homogéneamente entre áreas rurales y urbanas, siendo sólo este último componente el que contribuye a los aumentos o disminuciones de concentración.

Las conclusiones de los escenarios proyectados son:

- a. Sin norma (escenario 0), las emisiones aumentarán el año 2020 un 72% con respecto a 2007.
- b. Con el anteproyecto de norma (escenarios 1) y con una norma gradual (escenario 3) se alcanza el objetivo de emisiones de 60 mg/m^3 a mediano plazo: 2011 y 2015 respectivamente. Los restantes escenarios no alcanzan esta meta.
- c. Con el anteproyecto de norma (escenario 1) se produce una estabilización de las emisiones, pero al año 2020 estas disminuyen muy lentamente.
- d. La reducción brusca *-sin gradualidad en los límites permitidos-* (escenario 1) produciría una reducción de la demanda de artefactos de menor precio, afectando a

los sectores de menores ingresos y aumentando la valoración de artefactos antiguos, frenando su recambio.

- e. Con una norma equivalente a la del Estado de Washington, si bien reduce a la mitad las emisiones de los artefactos actuales (escenario 2), no se logra el objetivo y las emisiones agregadas continúan ascendiendo.
- f. Con una norma de escalonamiento gradual, es decir el anteproyecto norma con gradualidad (escenario 3), se logra una estabilización de emisiones y al año 2020 estas presentan una declinación significativa.
- g. El escenario 4, comprende el retiro acelerado de calefactores obsoletos, el cual es efectivo independientemente de la norma. Sin embargo, si sólo se aplica un retiro acelerado tampoco se detiene el aumento de las emisiones. Este escenario permite concluir que la norma es un instrumento necesario y crítico.
- h. De los escenarios proyectados, se puede decir que el factor de mayor incidencia en las emisiones agregadas es la tasa de recambio de los artefactos de menor calidad.

4. Estimación de impactos económicos para el sector privado

4.1 Productores

El volumen del mercado de artefactos depende de la gradualidad de aplicación de límites a las emisiones, en relación a la capacidad de innovación tecnológica a escala de producción masiva.

Los montos estimados de ventas agregadas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 1. Ventas anuales de calefactores estimadas en US\$ millones, por escenario

AÑO	ESCENARIO				
	0	1	2	3	4
2008	34,5	30,0	44,8	36,3	37,9
2011	45,9	59,9	59,7	76,4	50,5
2015	62,4	59,9	81,2	139,3	68,7
2020	91,8	76,4	119,3	177,7	100,9

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa, el escenario 1 genera una contracción de las ventas y el escenario 3 una expansión.

Se requerirá una inversión anual del orden de US\$ 1 millón del sector productivo para desarrollar los modelos que cumplan la norma. Esta inversión es compatible con el volumen de ventas actual de aproximadamente US\$ 30 millones.

El incremento de costos de producción por artefacto se estima en 100% para cumplir el límite de 100 mg/m³ y de 200% para cumplir el límite de 60 mg/m³, considerando que se

producen al menos 5.000 unidades de cada modelo. Estos costos se traspasan a los usuarios y, por ende, afectan el volumen de ventas.

Sin embargo, los plazos de 1 año y 4 años para el cumplimiento de dichos límites se estiman insuficientes para el desarrollo de modelos adecuados, aún cuando se disponga de capacidad de inversión.

El escenario 3, con norma gradual, despeja los inconvenientes señalados y reporta para el sector a regular una reducción del impacto de introducir la norma.

4.2 Usuarios

El consumo anual promedio por hogar que usa leña es de 8 m³/año, equivalente a 11 MWh de energía térmica útil de calefacción. El gasto promedio por hogar es US\$ 296 al año en combustible y la amortización del artefacto es inferior a US\$ 60, considerando una tasa de descuento de 20% (crédito de consumo).

Si existieran alternativas tecnológicas, el costo anual en calefacción se indica en el gráfico siguiente, donde se agrega el costo social en salud. Para la alternativa de gas licuado no se incluye costo social en salud por falta de información, pero se estima bajo.

El costo de combustible explica la actual tendencia a la migración a leña de los usuarios de gas licuado, corroborada en una encuesta realizada recientemente en la Región Metropolitana.

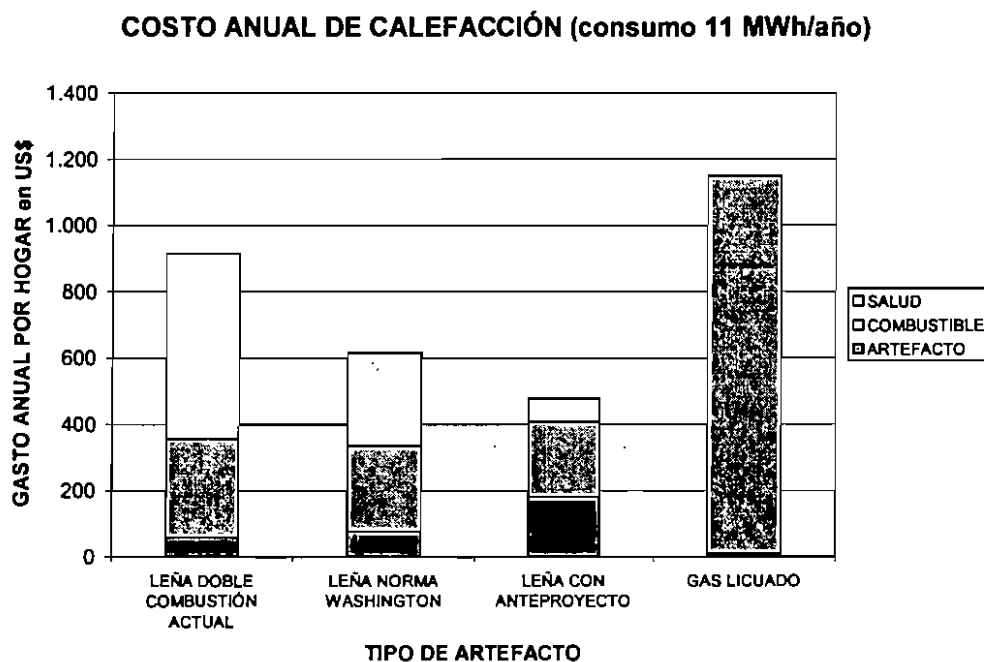


Figura 2. Comparación de costos para un hogar promedio con diferentes artefactos, al 2007

Fuente: Elaboración propia.

Las tres opciones de leña presentan costos similares, ya que el mayor costo del artefacto se compensa por el menor consumo de leña. La opción en gas licuado triplica los costos

familiares, para similar energía térmica. Por supuesto, la relación de costos artefacto/combustible aumenta para menores demandas de calefacción y viceversa.

Por otra parte, el número de hogares que adquiere artefactos de tecnología limpia varía con el escenario de gradualidad. Para el escenario 1, con vigencia del límite objetivo en 4 años, ingresan 795.000 artefactos entre 2008 y 2020, es decir, un promedio de 66.000 artefactos anuales. Para el escenario 3, con vigencia del límite objetivo en 8 años, ingresan 1.695.000 artefactos entre 2008 y 2020, es decir, un promedio de 141.000 artefactos anuales.

5. Estimación de costos de fiscalización

El impacto económico esperado para los fiscalizadores de artefactos a leña se limita a:

- El aumento de la capacidad de registro de antecedentes de los equipos certificados
- El financiamiento de ensayo de verificación aleatorios para control

El número de modelos que ingresa el registro puede estimarse en 10 a 20 unidades anuales, lo que es una carga administrativa menor que puede absorberse con la institucionalidad actual.

Si se define un programa de verificación de calidad, este programa requeriría aproximadamente US\$ 2.000 en certificación y aproximadamente US\$ 1.000 en logística, lo que implica US\$ 3.000 por unidad verificada. La certificación implica ocupar un laboratorio por aproximadamente una semana.

La capacidad actual de certificación es limitada, del orden de 30 ensayos anuales, ya que se constata que existe un único laboratorio; y por otro lado, en verano resulta improbable cumplir las condiciones de ensayo.

6. Estimación de beneficios sociales

La reducción de emisiones contaminantes provenientes de la quema de leña origina muchos beneficios, debido a la menor contaminación atmosférica, que inciden en la salud, la agricultura, los materiales y la visibilidad.

De estos efectos, el más importante desde el punto de vista social, son los efectos en la salud de la población. Debido a esto, también han sido los más estudiados, tanto en métodos como en levantamiento de información de base.

Se constata que existe basta literatura internacional que da cuenta de los efectos en salud producidos por el material particulado producto de la combustión de leña.

En este estudio se estimó los beneficios sociales provenientes de la reducción de efectos adversos en la salud de la población expuesta a material particulado producto de la quema de leña. El método utilizado corresponde al de roll-back, mediante el cual se relacionan las emisiones con las concentraciones, estimándose la cantidad emitida de material particulado que aumentará en $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ la concentración.

Se utilizaron resultados de distintos estudios de inventarios de emisiones realizados por el DICTUC de la Pontificia U. Católica y por el Centro Nacional del Medio Ambiente

Resumen Ejecutivo: Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa. Estudio desarrollado por Ambiente Consultores para CONAMA. Mayo, 2007.

(CENMA) de la U. de Chile, donde se combinan resultados anuales de la RM, Gran Valparaíso, Rancagua, Gran Concepción y Temuco, lugares donde se dispone de información. Sin embargo, es importante tener en cuenta la incertidumbre asociada a:

- a. Para estimar el cambio en concentraciones ambientales se requiere de un inventario de emisiones, y el monitoreo de concentraciones ambientales, el cual no está disponible en muchas localidades.
- b. La fuerte estacionalidad de la quema de leña durante meses fríos, hace necesario disponer de datos a nivel mensual, aun más escasos que simples totales anuales.
- c. La mayoría de las funciones concentración-respuesta se han estimado para centros urbanos en que las mayores fuentes son la quema de combustibles fósiles. En el sur de Chile, la mayor fuente de MP corresponde a la quema de leña.
- d. Los patrones de actividad de una urbe mediana o pequeña pueden ser muy distintos a los de una urbe grande, por lo que los patrones de exposición, y por ende los efectos en la salud, también se pueden ver afectados. En el caso del consumo de leña, se debe tener presente que el consumo por hogar es mayor en las ciudades menores en comparación con las ciudades principales de cada región.

Considerando la incertidumbre de los datos de entrada, se calcularon los costos evitados con dos valores: valor bajo = US\$ 13.762 por ton/año y valor alto = US\$ 105.812 por ton/año.

Tabla 2. Rango de costos evitados en salud, en US\$ millones anuales

ESCENARIO	COSTOS EVITADOS (VALOR BAJO)				COSTOS EVITADOS (VALOR ALTO)			
	2008	2011	2015	2020	2008	2011	2015	2020
1	1,0	4,0	10,4	25,8	8,0	30,6	79,5	197,8
2	0,7	3,1	7,4	15,0	5,6	24,1	56,9	115,0
3	0,3	3,7	11,5	27,3	2,5	28,6	88,2	208,8
4	0,1	1,4	2,9	4,8	0,5	11,0	22,8	36,6

Fuente: Estimación propia.

Los costos evitados en salud alcanzan US\$ 25,8 millones anuales en 2020 con la aplicación del anteproyecto de norma y hasta US\$ 27,3 millones con el escenario gradual, considerando el valor bajo de la estimación, y hasta 208 US\$ millones con el valor alto de la estimación.

7. Costos y beneficios agregados

El gasto agregado en combustible leña aumentará de US\$ 215 millones en 2008 a US\$ 628 millones en 2020, bajo los supuestos de un escenario sin norma, ya que el consumo se expandirá sin restricción.

Con el anteproyecto de norma, los menores gastos en leña por la disminución de venta de calefactores generan un ahorro de US\$ 210,9 millones. Sin embargo, la demanda insatisfecha de calefacción migraría hacia otros combustibles, revirtiendo este ahorro.

Incluyendo los combustibles alternativos, el gasto agregado en calefacción a nivel país aumentaría en US\$ 1.704 millones anuales en 2020, con el anteproyecto de norma.

Con una norma gradual, el gasto adicional en otros combustibles aumentaría en US\$ 889 millones anuales el año 2020, respecto de la línea de base.

Tabla 3. Costos agregados de combustibles bajo diferentes escenarios

ESCENARIO	COSTO CONSUMO DE LEÑA				COSTO COMBUSTIBLE ALTERNATIVO			
	2008	2011	2015	2020	2008	2011	2015	2020
0	214,5	284,2	408,2	627,9	0	0	0	0
1	274,5	309,4	355,1	416,9	73,3	325,4	855,7	1.915,3
2	286,9	364,5	502,7	750,2	1,3	1,3	1,3	1,3
3	286,2	348,5	438,9	570,0	13,5	99,6	334,2	889,6
4	288,6	366,7	506,7	758,0	1,3	25,1	67,6	142,7

Fuente: Estimación propia.

El volumen de ventas de artefactos aumentaría en 5,3 US\$ millones en 2020 con la aplicación del anteproyecto de norma o aumentaría en US\$ 24,7 con una norma similar a la Washington, o aumentará US\$ 174,5 con una norma gradual, valores que serán traspasados al consumidor.

El resumen de costos agregados a nivel país se presenta en el gráfico siguiente.

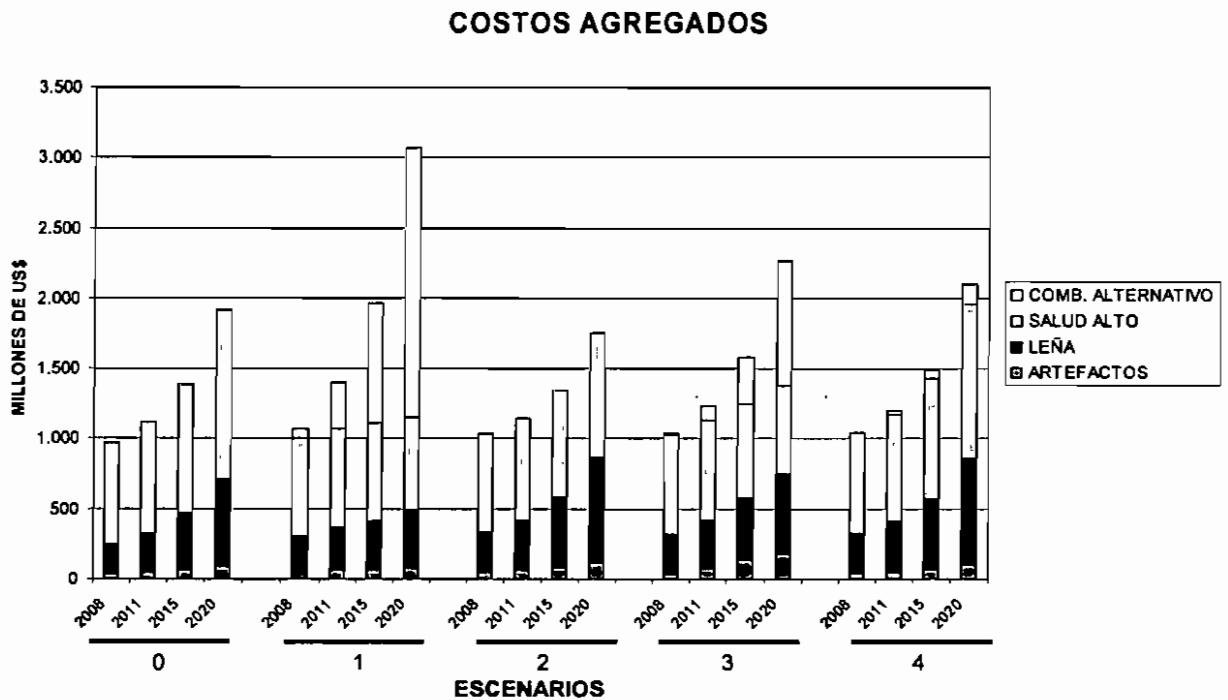


Figura 3. Costos anuales agregados a nivel país bajo diversos escenarios.

Fuente: Elaboración propia.

El escenario 1 muestra bajos costos agregados para los usuarios, debido a que se reduce el número de usuarios. Por esta misma razón, se generan elevados costos en combustibles alternativos, asumidos por los usuarios que no pueden adquirir calefactores que cumplen con el anteproyecto de norma.

El escenario 2 no considera combustibles alternativos, ya que se supone que todos los usuarios podrán asumir el 30% de incremento de costo de los artefactos. Sin embargo, los costos en salud se incrementan, especialmente a partir de 2015.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1 Objetivo de protección de la norma

El anteproyecto de norma genera un virtual “congelamiento” de las emisiones actuales, con una leve reducción de emisiones a mediano plazo. Esto se debe a la prolongada vida útil de los artefactos existentes y que dicho anteproyecto, al restringir la oferta, inhibe el recambio de artefactos obsoletos. Por lo tanto, se cumple el objetivo para artefactos nuevos, pero no estimula el recambio de aquellos que generan las mayores emisiones.

Se recomienda, en consecuencia, evaluar la pertinencia de modificar ciertos aspectos del anteproyecto de regulación que se mencionan más adelante, que sin duda, optimizarán la futura norma como un instrumento eficiente de reducción de emisiones.

8.2 Unidades utilizadas para expresar el valor norma

La norma utiliza la concentración de material particulado en función de la cantidad de gases de combustión. Esta variable refleja la calidad de la combustión, pero no refleja las emisiones agregadas por artefacto, ya que estas dependen de la cantidad de combustible consumido para proveer la calefacción necesaria, la que depende de la eficiencia térmica del artefacto. Se recomienda que se incluya este factor en el cálculo.

8.3 Gradualidad y límites propuestos para calefactores

Se concluye que la falta de gradualidad presentada en el anteproyecto (escenario 1), no es compatible con la capacidad de evolución del mercado y sería una barrera para el logro de los objetivos.

Se recomienda que la norma incluya una gradualidad progresiva, con plazos de entrada en vigencia mínimos, pero compatibles con la velocidad de desarrollo tecnológico, tal como plantea y se evalúa en el escenario 3.

En concreto para los artefactos del tipo calefactor, se recomienda lo siguiente:

- 2007 o al 1er año de vigencia de la norma: anuncio de norma para iniciar la certificación de artefactos y para iniciar la reacción del mercado
- 2008: comercialización sólo artefactos certificados, con las mejores tecnologías del mercado nacional actual
- 2009: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 50% las emisiones con respecto a la mejor actual

- 2011: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 25% las emisiones con respecto a la mejor actual
- 2015: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 12,5% las emisiones con respecto a la mejor actual

Lo que en resumen se traduciría en los siguientes límites, desde la fecha de publicación del decreto:

- Contado 1 año calendario, desde el 1° de marzo: 320 mg/MJ.
- Contado 2 años calendario, desde el 1° de marzo: 160 mg/MJ.
- Contado 4 años calendario, desde el 1° de marzo: 80 mg/MJ.
- Contado 8 años calendario, desde el 1° de marzo: 40 mg/MJ.

8.4 Gradualidad y límites propuestos para cocinas

Se recomienda que las cocinas tengan un régimen menos exigente, por ejemplo, una gradualidad similar, pero con límites superiores en 100% al de los calefactores y con un tope final de 160 mg/MJ.

En caso de tener las cocinas un régimen especial, debe evitarse que se comercialicen calefactores rotulados como cocinas

Lo anterior se traduciría en los siguientes límites para las cocinas, a partir de la fecha del decreto:

- Contado 1 año calendario, desde el 1° de marzo: 640 mg/MJ.
- Contado 2 años calendario, desde el 1° de marzo: 320 mg/MJ.
- Contado 4 años calendario, desde el 1° de marzo: 160 mg/MJ.

8.5 Necesidad y beneficios de etiquetar o entregar información al consumidor

Se recomienda que la máxima información sea incluida en el etiquetado de los artefactos con el objeto de:

- Estimular al usuario a adquirir productos menos contaminantes
- Estimular al usuario a adquirir productos que consumen menos leña
- Estimular el uso correcto del artefacto y elección de combustibles
- Prohibir el uso de biomasa no apta como combustible (incineración de residuos)
- Destacar productos que cumplen con creces los límites
- Diferenciar productos que puedan eximirse de restricciones de uso
- Desincentivar el uso de equipos no etiquetados u obsoletos
- Desincentivar el uso de artefactos de características inadecuadas

8.6 Criterio para acreditar cumplimiento de norma

Basados en las mediciones realizadas a nivel nacional y el estudio de los informes reportados internacionalmente, es recomendable que los límites se cumplan para cada una de las tasas de quemado, por separado, dado que no se conoce la que preferirá el usuario. En cada tasa se recomienda obtener el promedio, ya que el ensayo no es absolutamente repetitivo.

8.7 Respecto al método de medición ¹, en particular el CH-28

Se recomienda no usar el método 28, ya que en algunos casos omite la operación en bajas tasas de quemado y en otros casos omite las mayores tasas de quemado. Se recomienda el protocolo AS/NZS 4012, que define las tasa de quemado en función del rango real del artefacto.

8.8 Respecto a aceptar o no certificados de emisión internacionales¹

Si bien esto se desarrollo como una ampliación de los objetivos del presente estudio, (ver estudio "Ampliación AGIES"), se concluye que no es recomendable considerar certificados internacionales, como una forma de asegurar equidad y uniformidad. Esto se podría realizar siempre y cuando existieran otros reglamentos y procedimientos, tal como existe por ejemplo para el sistema obligatorio de certificación de productos de la SEC o la homologación de emisiones del 3CV.

8.9 Costos

Los costos de los artefactos no son significativos en el ciclo de vida, por cuanto son muy inferiores a los costos de combustibles. Sin embargo, son una barrera de entrada, dado que son superiores a los de artefactos que usan otros energéticos. Los costos de innovación tecnológica pueden triplicar los costos de los artefactos actuales, pero aún así dichos incrementos serían compensados por los ahorros derivados del menor consumo de leña. Este efecto es sensible a los hábitos del consumidor, a las tasas de interés de créditos de consumo y a la demanda anual de calefacción del hogar que toma la decisión.

Para los consumidores que no pueden acceder a los artefactos que cumplen la norma, los costos más significativos pueden llegar a ser los combustibles alternativos que sea necesario utilizar para proveer calefacción. Este costo adicional sería asumido principalmente por sectores de bajos ingresos.

8.10 Beneficios

Los mayores beneficios sociales provienen de los costos evitados en salud, a nivel social. Aún cuando la incerteza de estimación de estos costos es elevada, bajo las condiciones actuales dichos costos superan el valor del combustible, por lo que el potencial beneficio agregado por costos evitados es muy alto.

El rango de ahorros anuales estimados para el año 2020 por la aplicación del anteproyecto de norma alcanza entre 26 y 198 millones de US\$.

¹ Ver estudio "Ampliación AGIES".

A nivel privado, los beneficios por ahorro de combustible son significativos, de modo que compensan en gran medida los mayores costos de inversión inicial. Para el usuario promedio, que consume 11 MWh de energía al año, el incremento de costos por el uso de artefactos a leña que cumplan todas las metas del anteproyecto sería de un 14% respecto de los costos actuales, si se trata de un usuario de leña. Si se trata de un usuario de gas licuado, el ahorro al migrar a artefactos que cumplen dichas metas sería de un 64%, sin considerar el eventual escalamiento de precios del gas.

En el sector rural existiría una asimetría con respecto a los usuarios urbanos, ya que los beneficios en la calidad del aire no serían percibidos y los ahorros en combustible serían menores debido a que este es de bajo costo o recolectado.

8.11 Recomendación de estudios futuros

- Se recomienda avanzar en normas técnicas del tipo INN, con objeto de mejorar los aspectos de instalación, seguridad y aspectos constructivos y otras prestaciones de los artefactos.
- Se recomienda avanzar en la generación de información y capacitación que potencien el impacto del etiquetado en las decisiones de usuarios, productores y agentes comercializadores.
- Se recomienda fortalecer los vínculos entre programas de control de emisiones, de calidad de combustibles, de descontaminación ambiental, de eficiencia energética y de innovación tecnológica, ya que las metas son comunes y dependientes entre sí.
- Se recomienda estudiar el potencial de ahorro de nuevas tecnologías para el sector residencial que consumen biomasa, incluyendo el efecto sobre las emisiones de la calidad térmica de las viviendas.
- Se recomienda fortalecer los estudios de sobre los hábitos de calefacción y su incidencia en la calidad ambiental del aire y en la calidad ambiental intradomiciliaria.
- Se recomienda fortalecer las mediciones y estadísticas sobre características de los artefactos que combustionan leña, más allá de los fines de fiscalización.

8.12 Recomendación de texto revisado del anteproyecto de norma

Se propone, por lo tanto, que el texto del anteproyecto de norma tenga el siguiente tenor:

Objetivo de protección	Proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable MP10, producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país. De su aplicación se espera, como resultado del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción en el tiempo de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.
Ambito territorial de aplicación	Todo el territorio nacional.

<p>Fuente que regula</p>	<p>Aplicará a los artefactos que se fabriquen, armen o importen, y a los artefactos que a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto se encuentren en stock o almacenados en fabrica o en bodega para su comercialización. La presente norma no se aplicará a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso. En particular la norma no aplica a: sistemas centralizados o calderas de calefacción que combustionen o puedan combustionar biomasa con una potencia superior a 20 kW; Chimeneas de albañilería empotradas a la pared; Braseros; y parrillas usadas con fines de esparcimiento y usualmente de corto periodo de uso.</p>
<p>Contaminante que regula</p>	<p>Material particulado respirable MP10</p>
<p>Definiciones</p>	<p><u>Artefacto</u>: es aquel calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, que tienen una potencia menor o igual a 20kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior. <u>Artefacto representativo</u>: es aquel artefacto nuevo de un único fabricante o importador que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la presente norma, que representa a un conjunto de artefactos, de una o más partidas, que tienen características idénticas en cuanto a dimensiones, espesor y materiales que se relacionan físicamente con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión, la post combustión y la forma de transferencia de calor al ambiente. <u>Biomasa</u>: se entenderá como aquel combustible sólido que incluye exclusivamente leña, briquetas de madera, pellets de madera y aserrín de madera.</p>
<p>Cantidad máxima permitida y plazos para el cumplimiento</p>	<p>Establézcase para todo artefacto del tipo calefactor, los siguientes valores máximos permitidos de emisión de material particulado y el respectivo plazo para su cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desde el 1° de marzo siguiente a la fecha de publicación del presente decreto: 320 mg/MJ. - Contado un año desde la aplicación del primer valor norma: 160 mg/MJ. - Contados 3 años desde la aplicación del primer valor norma: 80 mg/MJ. - Contados siete años desde la aplicación del primer valor norma: 40 mg/MJ. <p>Establézcase para todo artefacto del tipo cocina, los siguientes valores máximos permitidos de emisión de material particulado y el respectivo plazo para su cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contado un año calendario, desde el 1° de marzo: 640 mg/MJ. - Contados 2 años calendario, desde el 1° de marzo: 320 mg/MJ. - Contados 4 años calendario, desde el 1° de marzo: 160 mg/MJ. <p>*mg/MJ : miligramos de material particulado por mega joule de energía útil.</p>

Métodos	<ul style="list-style-type: none">- CH-5G: Determinación emisiones de partículas medidas en un túnel de dilución.- CH-3A: Determinación de las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono en las emisiones de fuentes estacionarias.- Oficializar el método AS/NZS 4012/1999, el cual fija condiciones del procedimiento de ensayo y en un anexo indicar las condiciones del combustible.- ANSI PTC 4.1 del 1985. Determina eficiencia térmica del artefacto.
Condiciones para acreditar cumplimiento	Para que un artefacto representativo acredite cumplimiento de la presente norma deberá acreditar que el promedio aritmético obtenido para cada una de las tres tasas de quemado cumple con el valor límite de emisión.

Fuente: Elaboración propia junto a contraparte del estudio.

Eugenio Collados
Jefe de Proyecto

Análisis Técnico Económico de la Aplicación de una Norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa

Reunión de Comité Operativo
Presentación de modelos, resultados y recomendaciones

26 abril 2007

ambiente consultores

Análisis Técnico Económico de la Aplicación de una Norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa

El equipo de trabajo del consultor estuvo formado por:

Eugenio Collados, Ing. Civil, CEM, Jefe de Proyecto

Héctor Montoya, Ing. Civ. Mecánico, Mag. Ing. Mecánica

Luis Cifuentes, Ing. Industrial, PhD

John Adgate, PhD Environmental Health

Pablo Ulriksen, Ing. Forestal, Mag. Gestión Tecnológica

ambiente consultores

CONTENIDO DE LA PRESENTACIÓN:

- Caracterización del consumo doméstico de leña
- Caracterización del stock de calefactores
- Parámetros de evaluación de emisiones
- Supuestos de evolución del stock y las emisiones
- Opciones tecnológicas y sus costos
- Costos evitados en combustible
- Costos evitados en salud
- Conclusiones
- Recomendaciones



ambiente consultores

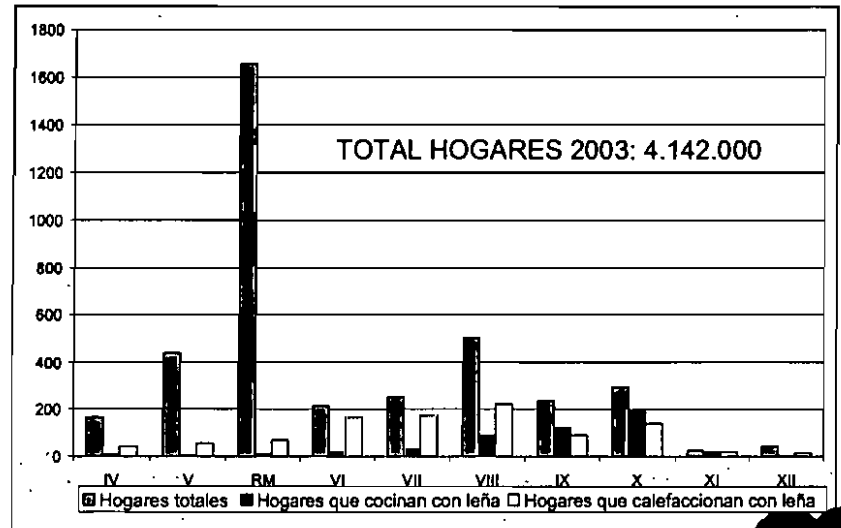
RECOMENDACIONES RESPECTO DE LA NORMATIVA

- Debiera establecer una escala para clasificación de artefactos
- Debiera proveer el máximo de información técnica de los artefactos para incentivar recambio
- Debiera incluir la eficiencia térmica en el cálculo del parámetro a certificar
- Debiera establecer un método apropiado local e internacionalmente para medición
- Debiera ser gradual, ajustándose a la velocidad de desarrollo tecnológico



ambiente consultores

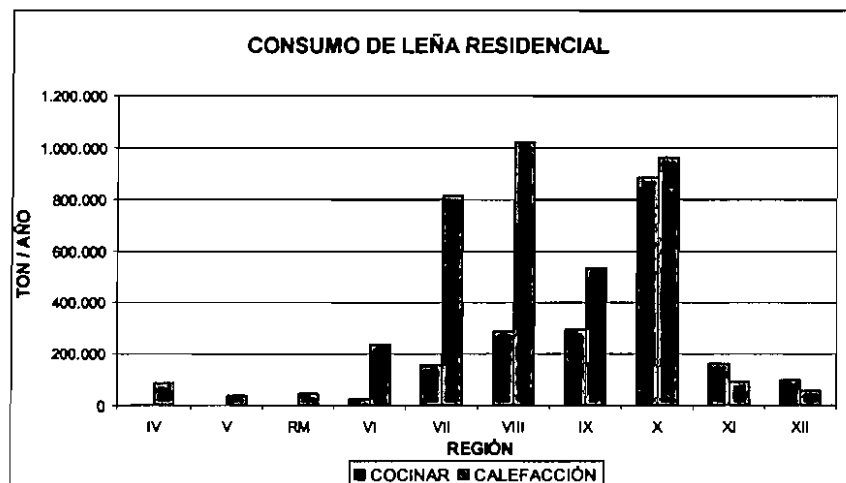
HOGARES QUE CONSUMEN LEÑA:



CALEFACCIONAN: 998.000 COCINAN: 503.000

ambiente consultores

CONSUMO DE LEÑA:

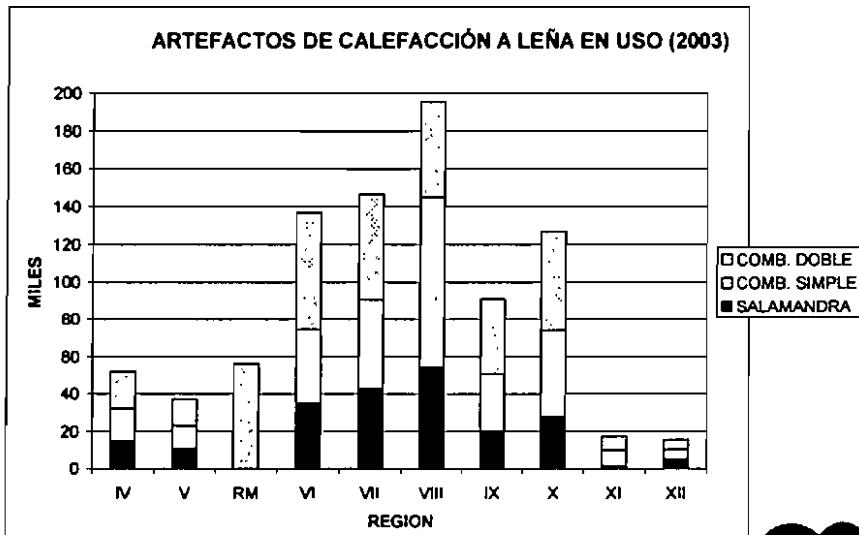


TOTAL: 10,4 MILLONES M³ = 5,8 MILLONES TON SECA

APROX.: US\$ 300 MILLONES/AÑO

ambiente consultores

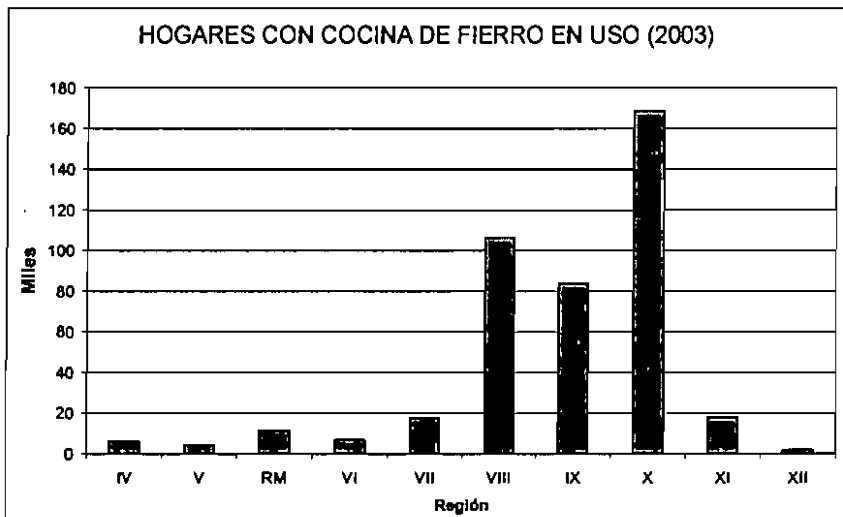
UNIVERSO CALEFACTORES 2003:



TOTAL: 870.000 CALEFACTORES

ambiente consultores

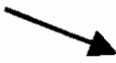
UNIVERSO COCINAS 2003:



TOTAL: 420.000 COCINAS

ambiente consultores

HOGARES QUE COCINAN CON LEÑA:

- 1992 19,3 %
 - 2002 12,5 %
- 

ambiente consultores

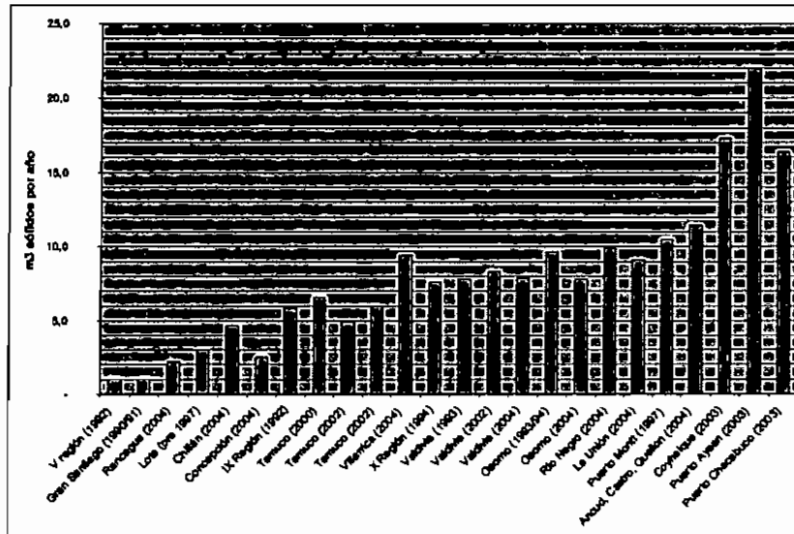
TIPOS DE ARTEFACTOS 2003:

- Salamandras 214.000
- Combustión simple 297.000
- Combustión doble 365.000
- Cocinas de fierro 427.000

TOTAL 1.303.000

ambiente consultores

CONSUMO LEÑA POR HOGAR:



PROMEDIO: 8 m³/año

ambiente consultores

GASTO EN LEÑA:

El gasto por hogar varía entre:

\$ 46.000 en Rancagua hasta

\$ 323.000 en Puerto Aysén (2003)

ambiente consultores

MERCADO ACTUAL ESTUFAS (RETAIL):

RANGO PRECIOS C/IVA	% ESTUFAS	% \$ VENTAS
bajo \$ 125.000	41,2	29,9
\$ 125.000 a \$ 165.000	47,4	50,0
\$ 165.000 a \$ 210.000	6,1	8,3
\$ 210.000 a \$ 300.000	3,8	7,0
sobre \$ 300.000	1,6	4,7

VALOR TÍPICO C/IVA APROX. US\$ 300

ambiente consultores

MERCADO ACTUAL:

PRODUCTOR	PRODUCCIÓN 2006
Bosca	36.000
Amesti	45.000
Calefactores Pucón	12.000
Fundición Pirque	300
Albin Trotter	2.000
Comercial Jiménez	250
Total	95.550

VENTAS ESTIMADAS = US\$ 30 MILLONES/AÑO

ambiente consultores

EVOLUCION DEL MERCADO:

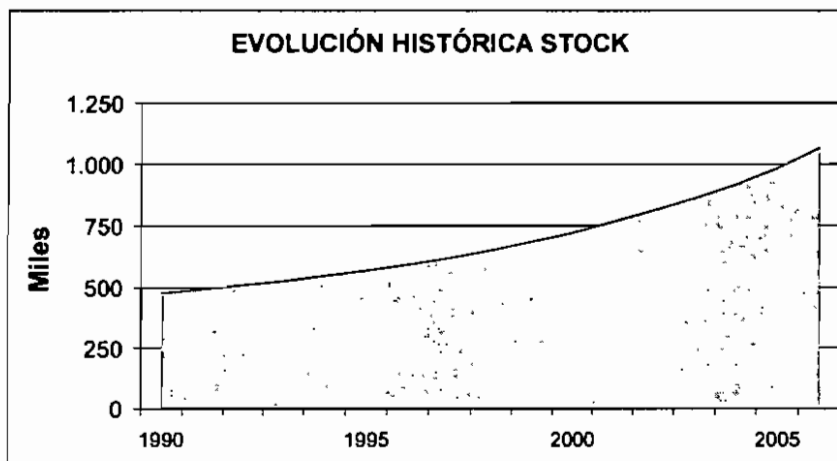
PERIODO	DESCRIPCIÓN
PRE-1980	Mayormente fundición y talleres artesanales. Incipiente mercado de calefactores industrializados. Predominantemente cocinas y salamandras.
1980 - 1993	Desarrollo del mercado de calefactores industrializados con el concepto "combustión lenta", a partir de los sectores de mayores ingresos.
1994 - 2003	El Plan de Descontaminación promueve el recambio, quedando obsoletas las chimeneas por contaminantes e ineficientes.
2004 -2006	La distribución a través de cadenas y el alza de precio de los combustibles fósiles aceleran las ventas. El precio medio de los calefactores ha disminuido.

ambiente consultores

EVOLUCION DEL MERCADO:

PERIODO	DESCRIPCIÓN	TASA DE AUMENTO	TASA RECAMBIO	TASA INFORMAL
PRE-1980	Mayormente fundición artesanal. Incipiente mercado de calefactores industrializados	4 %	2 %	20 %
1980 - 1993	Desarrollo del mercado de calefactores industrializados con el concepto "combustión lenta", a partir de los sectores de mayores ingresos	8 %	3 %	15 %
1994 - 2003	El Plan de Descontaminación promueve el recambio, quedando obsoletas las chimeneas por contaminantes e ineficientes	10 %	4 %	12 %
2004 - 2006	La distribución a través de cadenas y el alza de precio de los combustibles fósiles aceleran las ventas. El precio medio de los calefactores ha disminuido.	20 %	5 %	10 %

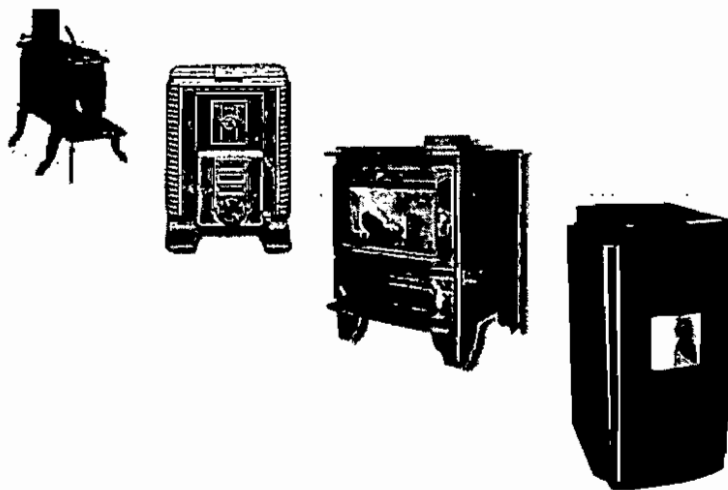
EVOLUCION DEL STOCK:



CALEFACTORES 2006 > 1.000.000



EVOLUCION DE LA TECNOLOGÍA:



COMPARACIÓN DE INDICADORES

ARTEFACTO	EMISIONES MP10				EFICIENCIA
	mg/m ³ N al 13% O ₂	g/hr	g/kg masa seca	mg/MJ neto	
1	194	3,50	2,59	210	67,4
2	190	2,89	2,38	207	62,8
3	161	4,22	2,15	205	57,1

FUENTE: SERPRAM 2006

SE ESTIMA QUE mg/MJ ES EL MÁS APROPIADO
PARA LOS OBJETIVOS DE LA NORMA

ambiente consultores

CLASIFICACIÓN DE ARTEFACTOS:

ESCALA DE CALIDAD

CLASE	EMISIONES MP EN mg/MJ
A	menos de 10
B	10 a 20
C	20 a 40
D	40 a 80
E	80 a 160
F	160 a 320
G	320 a 640
H	640 a 1280
I	más de 1280

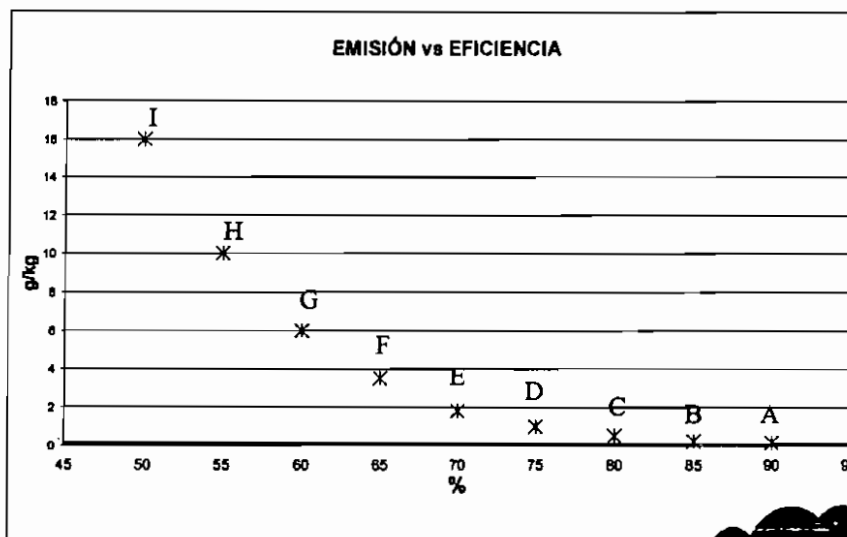
ambiente consultores

EQUIPOS DE REFERENCIA:

CLASE	g/kg EMISION NOMINAL	% EFICIENCIA TÉRMICA	TECNOLOGÍA TÍPICA
A	0,15	90,00%	Futura
B	0,25	85,00%	Pellets 0,5 g/hr
C	0,50	80,00%	Pellets 1 g/hr
D	1,00	75,00%	Aire forzado 1,5 g/hr
E	1,80	70,00%	Doble cámara 3 g/hr
F	3,50	65,00%	Doble cámara 5 g/hr
G	6,00	60,00%	Doble cámara 10 g/hr
H	10,00	55,00%	Combustión simple
I	16,00	50,00%	Salamandra

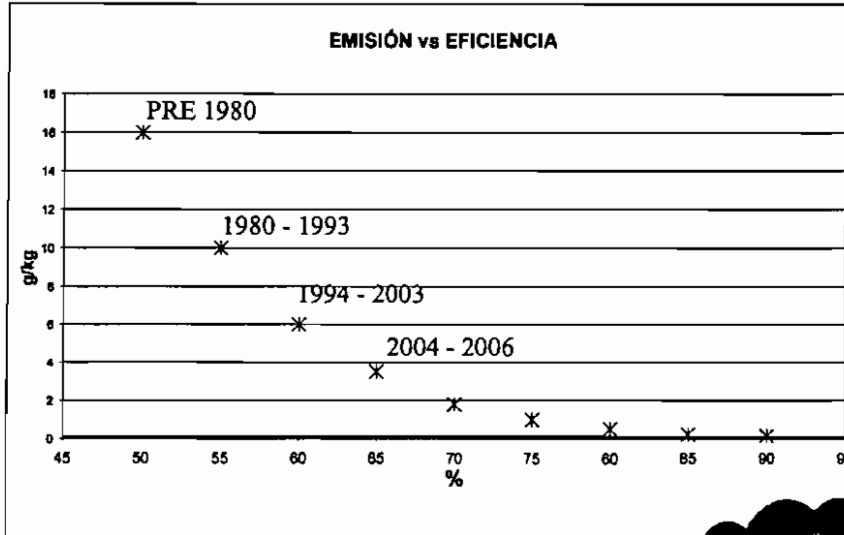
ambiente consultores

EQUIPOS DE REFERENCIA:



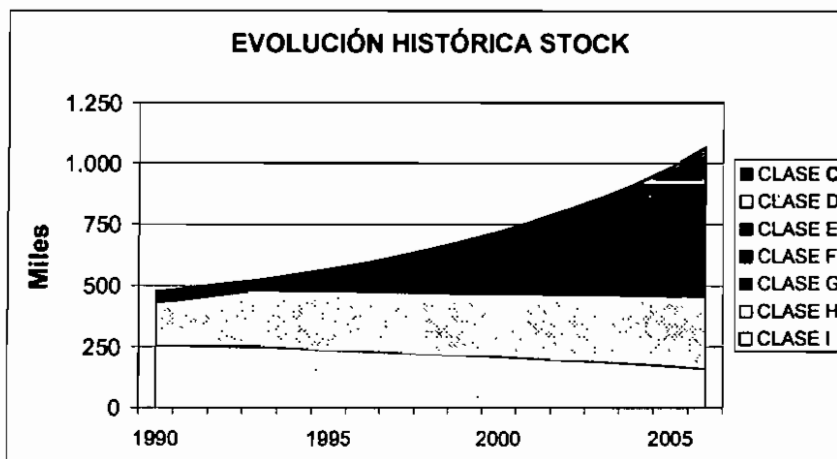
ambiente consultores

SIMULACIÓN HISTÓRICA:



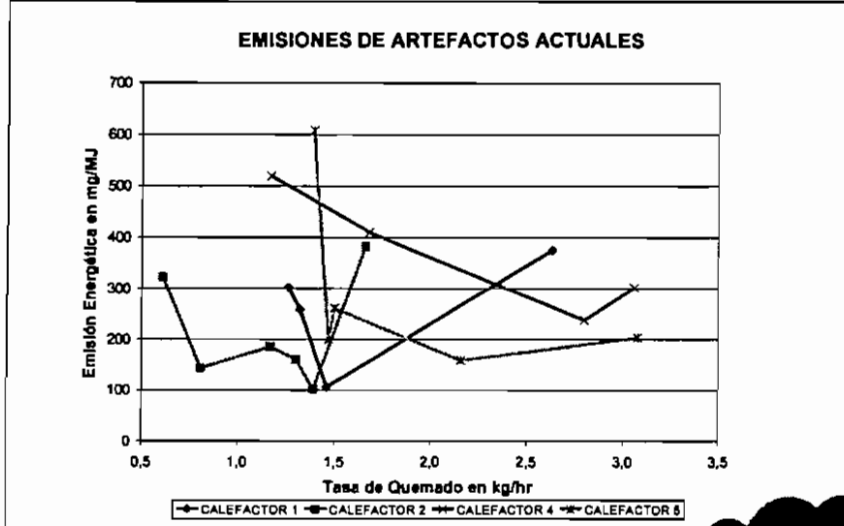
ambiente consultores

ESTRUCTURA DEL STOCK:



ambiente consultores

EMISIONES ARTEFACTOS ACTUALES:

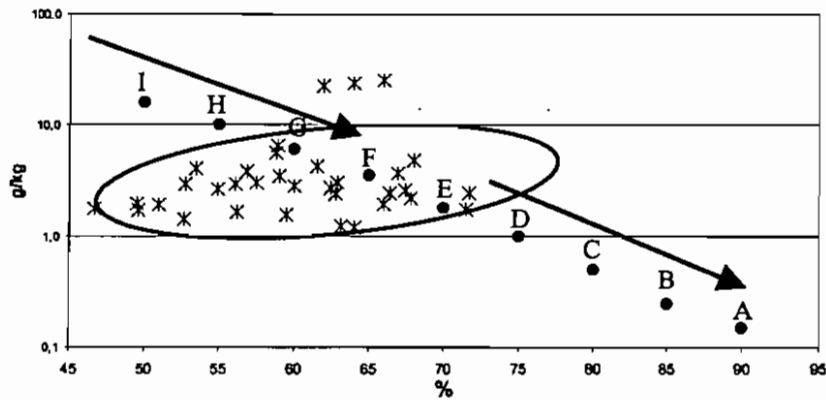


SERPRAM 2006

ambiente consultores

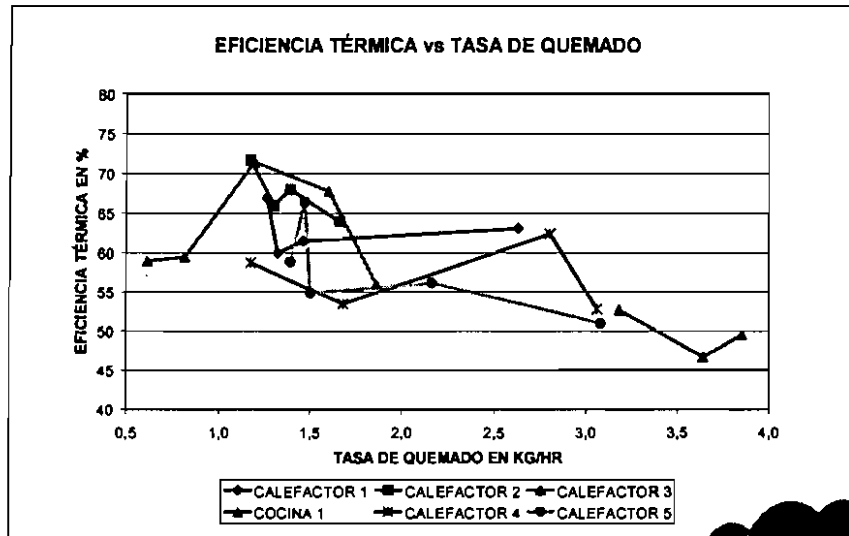
EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA:

FACTOR EMISIÓN vs EFICIENCIA



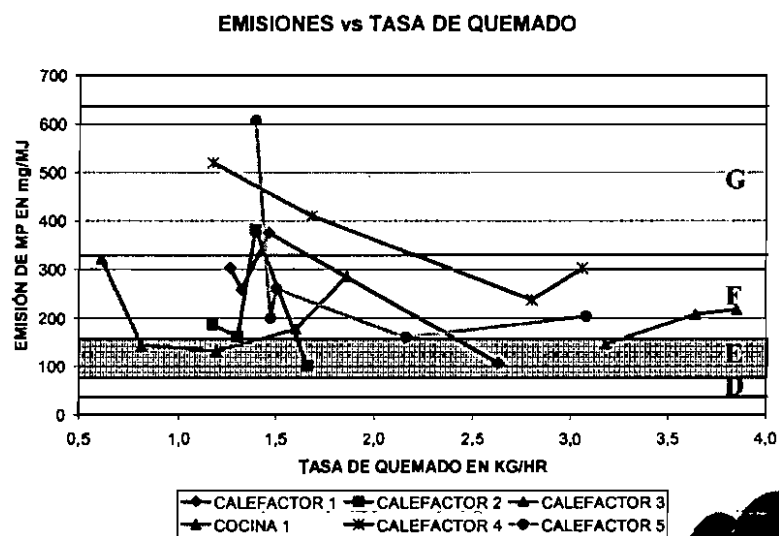
ambiente consultores

EFICIENCIA Y TASA DE QUEMADO:



ambiente consultores

CLASIFICACIÓN ARTEFACTOS ACTUALES:



ambiente consultores

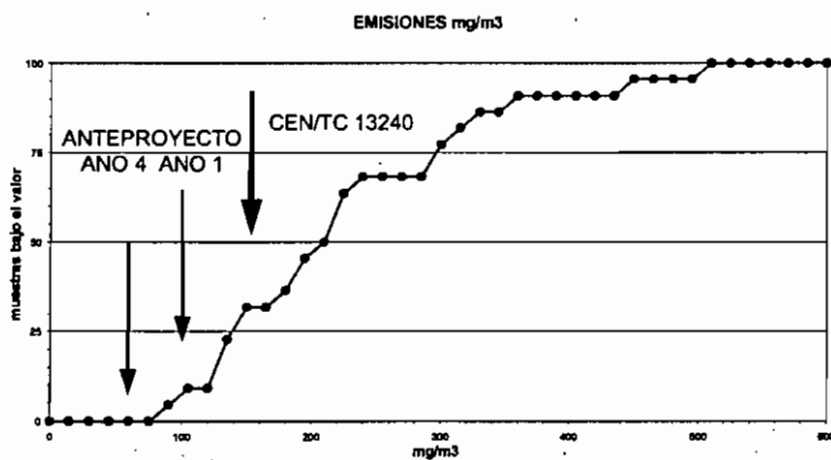
LÍMITES DEL ANTEPROYECTO DE NORMA:

Al año 1: 100 mg/m³

Al año 4: 60 mg/m³

ambiente consultores

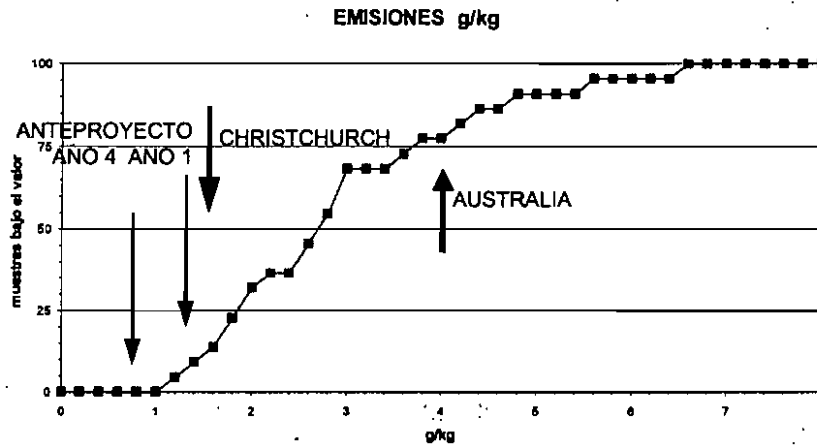
DISTRIBUCIÓN Y LÍMITES EN mg/m³



SERPRAM 2006

ambiente consultores

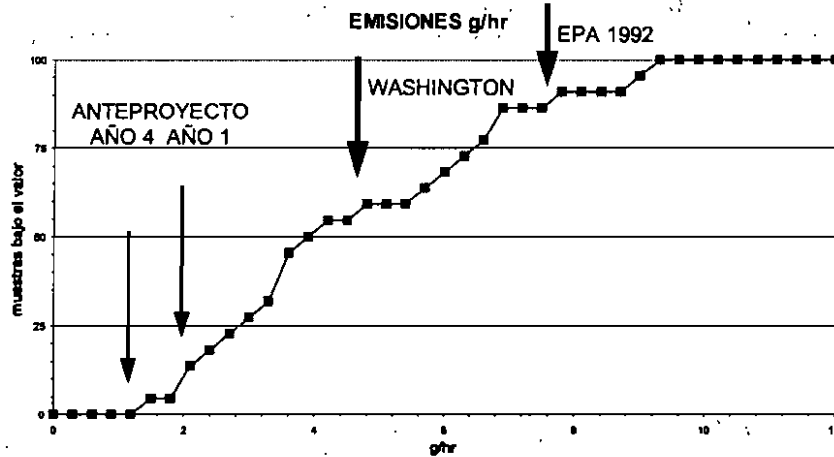
DISTRIBUCIÓN DE EMISIONES EN g/kg



SERPRAM 2006

ambiente consultores

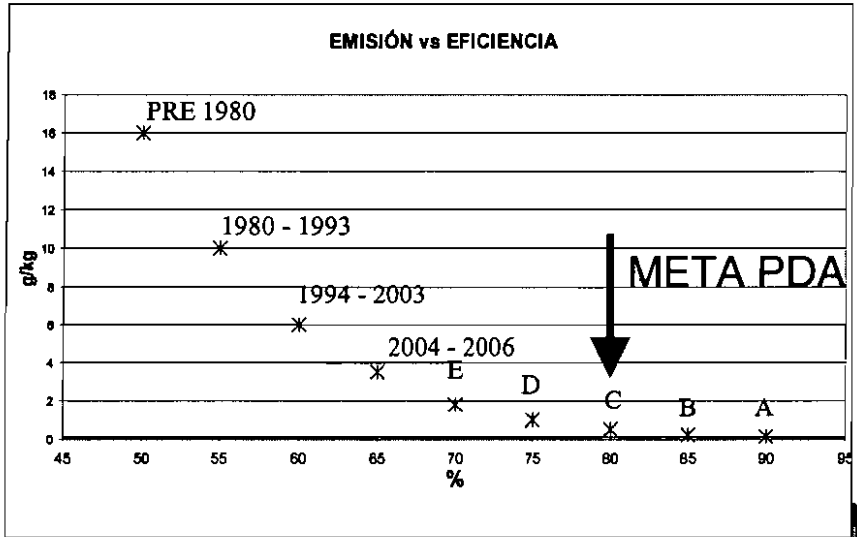
DISTRIBUCIÓN DE EMISIONES EN g/hr



SERPRAM 2006

ambiente consultores

ESCENARIOS FUTUROS



ESCENARIOS FUTUROS:

- 0 SIN NORMA
- 1 ANTEPROYECTO
- 2 WASHINGTON
- 3 GRADUAL
- 4 RETIRO ACELERADO



ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS DE ENTRADA				
			TASA AUMENTO	CLASE ARTEFAC.	TASA INFORMAL	TASA RECAMBIO
0	SIN NORMA (BUSINESS AS USUAL)	2008	15	F	10%	5%
		2009-2011	10	F	10%	5%
		2012-2015	8	F	10%	5%
		2016-2020	8	F	10%	5%
1	CON ANTEPROYECTO DE NORMA	2008	-50	D	20%	0%
		2009-2011	10	D	20%	1%
		2012-2015	0	C	20%	2%
		2016-2020	5	C	20%	3%
2	CON NORMA WASHINGTON	2008	15	E	10%	5%
		2009-2011	10	E	10%	5%
		2012-2015	8	E	10%	5%
		2016-2020	8	E	10%	5%
3	CON NORMA GRADUAL	2008	10	F	5%	5%
		2009-2011	5	E	5%	5%
		2012-2015	5	D	5%	5%
		2016-2020	5	C	5%	5%
4	SIN NORMA + RETIRO ACELERADO 5% VENTAS	2008	15	F	10%	10%
		2009-2011	10	F	10%	10%
		2012-2015	8	F	10%	10%
		2016-2020	8	F	10%	10%

#ambienteconsultores

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS DE ENTRADA				
			TASA AUMENTO	CLASE ARTEFAC.	TASA INFORMAL	TASA RECAMBIO
0	SIN NORMA (BUSINESS AS USUAL)	2008	15	F	10%	5%
		2009-2011	10	F	10%	5%
		2012-2015	8	F	10%	5%
		2016-2020	8	F	10%	5%
1	CON ANTEPROYECTO DE NORMA	2008	-50	D	20%	0%
		2009-2011	10	D	20%	1%
		2012-2015	0	C	20%	2%
		2016-2020	5	C	20%	3%
2	CON NORMA WASHINGTON	2008	15	E	10%	5%
		2009-2011	10	E	10%	5%
		2012-2015	8	E	10%	5%
		2016-2020	8	E	10%	5%
3	CON NORMA GRADUAL	2008	10	F	5%	5%
		2009-2011	5	E	5%	5%
		2012-2015	5	D	5%	5%
		2016-2020	5	C	5%	5%
4	SIN NORMA + RETIRO ACELERADO 5% VENTAS	2008	15	F	10%	10%
		2009-2011	10	F	10%	10%
		2012-2015	8	F	10%	10%
		2016-2020	8	F	10%	10%

#ambienteconsultores

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS DE ENTRADA				
			TASA AUMENTO	CLASE ARTEFAC.	TASA INFORMAL	TASA RECAMBIO
0	SIN NORMA (BUSINESS AS USUAL)	2008	15	F	10%	5%
		2009-2011	10	F	10%	5%
		2012-2015	8	F	10%	5%
		2016-2020	8	F	10%	5%
1	CON ANTEPROYECTO DE NORMA	2008	-50	D	20%	0%
		2009-2011	10	D	20%	1%
		2012-2015	0	C	20%	2%
		2016-2020	5	C	20%	3%
2	CON NORMA WASHINGTON	2008	15	E	10%	5%
		2009-2011	10	E	10%	5%
		2012-2015	8	E	10%	5%
		2016-2020	8	E	10%	5%
3	CON NORMA GRADUAL	2008	10	E	5%	5%
		2009-2011	5	E	5%	5%
		2012-2015	5	D	5%	5%
		2016-2020	5	C	5%	5%
4	SIN NORMA + RETIRO ACELERADO 5% VENTAS	2008	15	F	10%	10%
		2009-2011	10	F	10%	10%
		2012-2015	8	F	10%	10%
		2016-2020	8	F	10%	10%

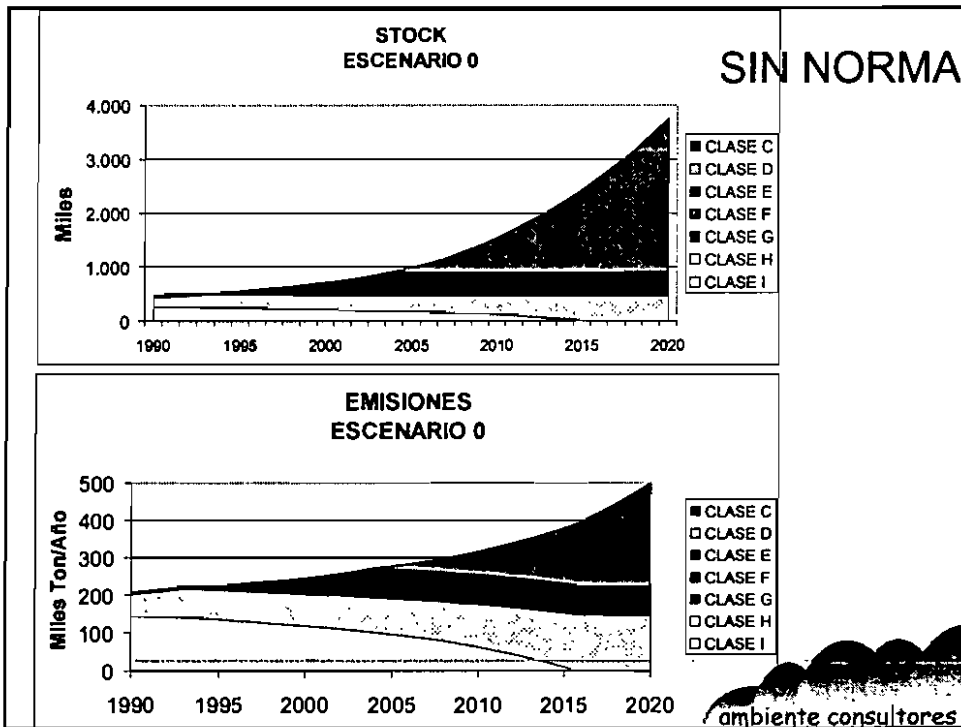
ambiente consultores

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS DE ENTRADA				
			TASA AUMENTO	CLASE ARTEFAC.	TASA INFORMAL	TASA RECAMBIO
0	SIN NORMA (BUSINESS AS USUAL)	2008	15	F	10%	5%
		2009-2011	10	F	10%	5%
		2012-2015	8	F	10%	5%
		2016-2020	8	F	10%	5%
1	CON ANTEPROYECTO DE NORMA	2008	-50	D	20%	0%
		2009-2011	10	D	20%	1%
		2012-2015	0	C	20%	2%
		2016-2020	5	C	20%	3%
2	CON NORMA WASHINGTON	2008	15	E	10%	5%
		2009-2011	10	E	10%	5%
		2012-2015	8	E	10%	5%
		2016-2020	8	E	10%	5%
3	CON NORMA GRADUAL	2008	10	F	5%	5%
		2009-2011	5	E	5%	5%
		2012-2015	5	D	5%	5%
		2016-2020	5	C	5%	5%
4	SIN NORMA + RETIRO ACELERADO 5% VENTAS	2008	15	F	10%	10%
		2009-2011	10	F	10%	10%
		2012-2015	8	F	10%	10%
		2016-2020	8	F	10%	10%

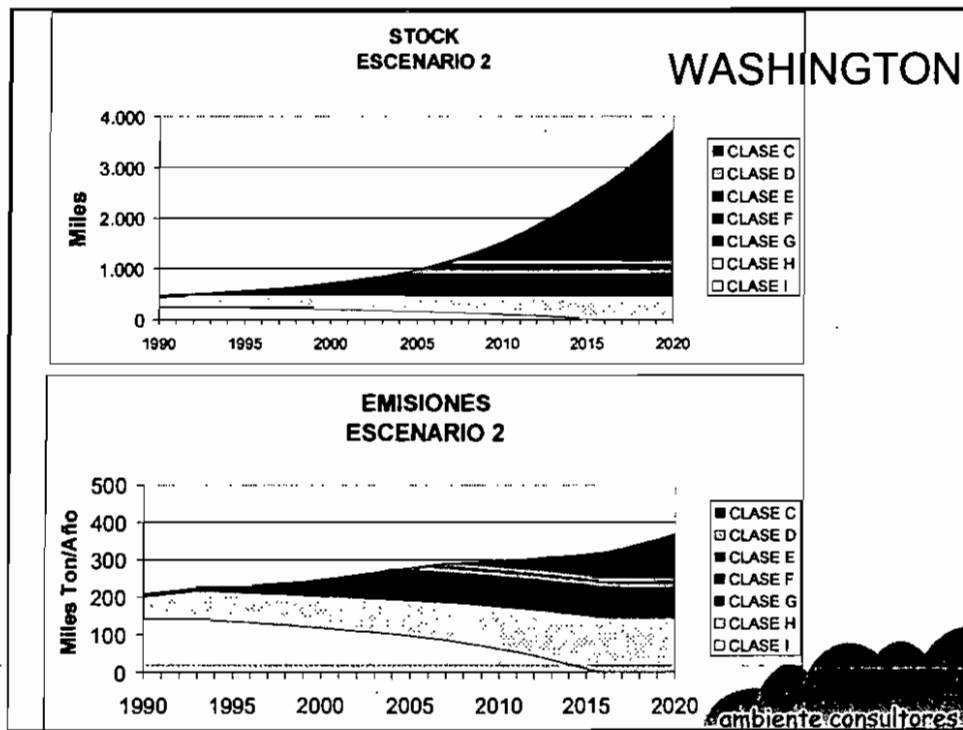
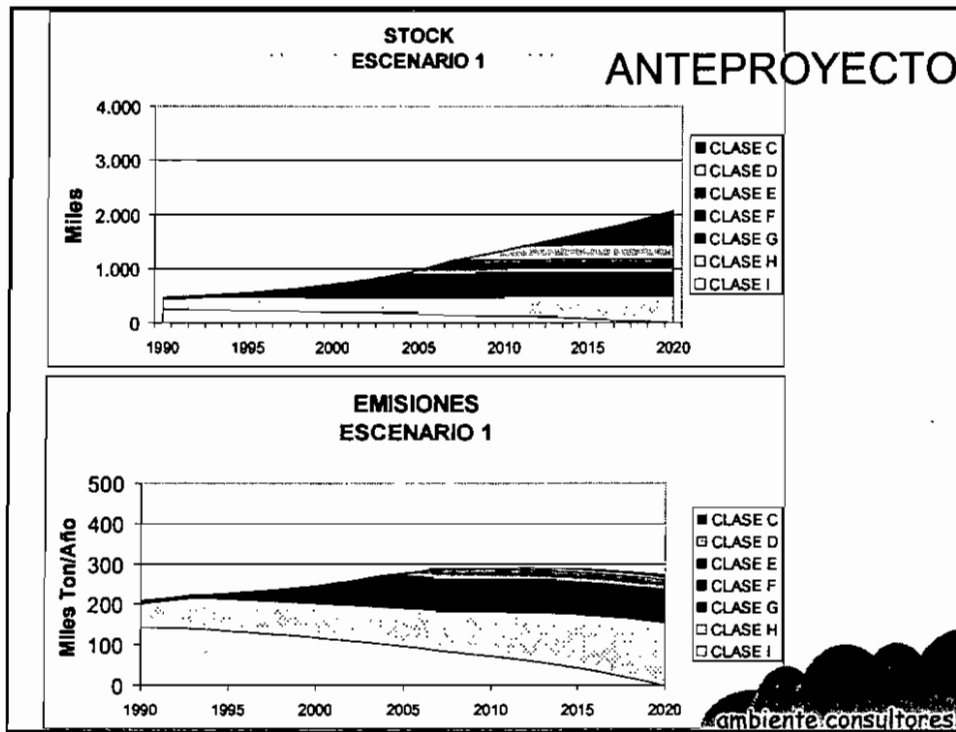
ambiente consultores

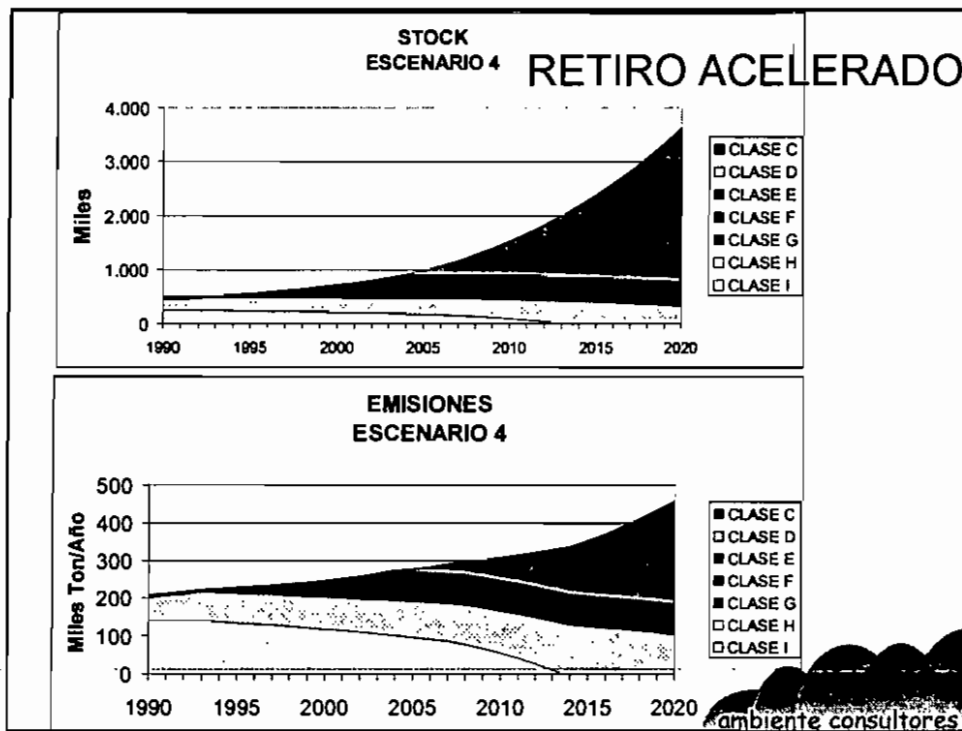
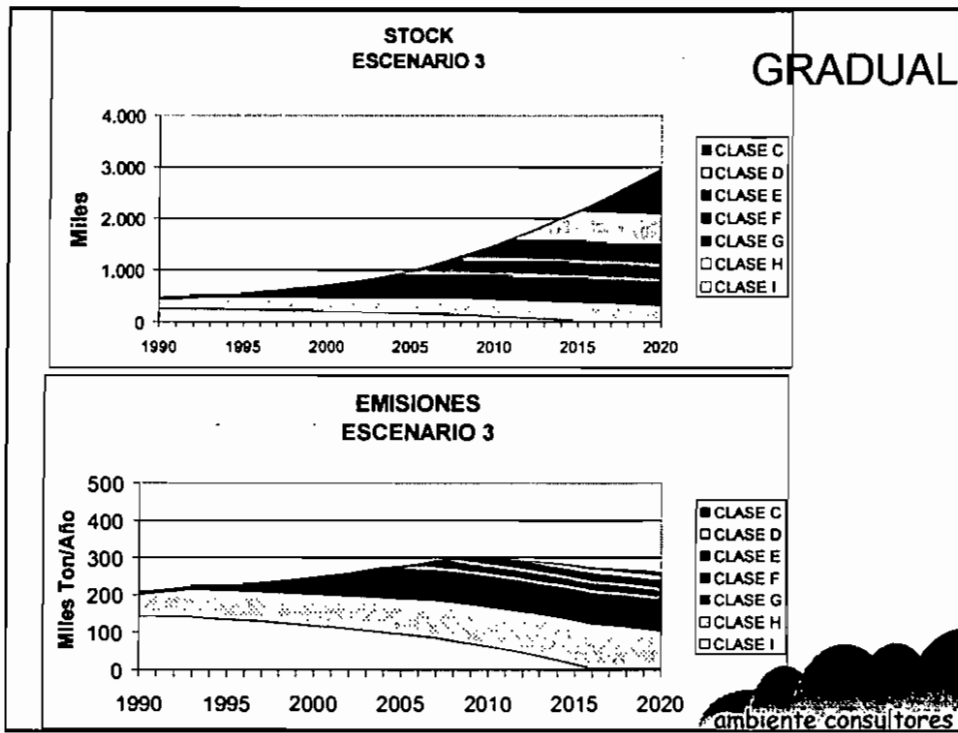
ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS DE ENTRADA				
			TASA AUMENTO	CLASE ARTEFAC.	TASA INFORMAL	TASA RECAMBIO
0	SIN NORMA (BUSINESS AS USUAL)	2008	15	F	10%	5%
		2009-2011	10	F	10%	5%
		2012-2015	8	F	10%	5%
		2016-2020	8	F	10%	5%
1	CON ANTEPROYECTO DE NORMA	2008	-50	D	20%	0%
		2009-2011	10	D	20%	1%
		2012-2015	0	C	20%	2%
		2016-2020	5	C	20%	3%
2	CON NORMA WASHINGTON	2008	15	E	10%	5%
		2009-2011	10	E	10%	5%
		2012-2015	8	E	10%	5%
		2016-2020	8	E	10%	5%
3	CON NORMA GRADUAL	2008	10	F	5%	5%
		2009-2011	8	E	5%	5%
		2012-2015	8	D	5%	5%
		2016-2020	5	C	5%	5%
4	SIN NORMA + RETIRO ACCELERADO 5% VENTAS	2008	15	F	10%	10%
		2009-2011	10	F	10%	10%
		2012-2015	8	F	10%	10%
		2016-2020	8	F	10%	10%

ambiente consultores



ambiente consultores





MERCADO ACTUAL CALEFACTORES:

- aprox. US\$ 300 por unidad
- aprox. 50 modelos
- promedio 2.000 unidades/modelo año
- aprox. 5.000 unidades por modelo
- aprox. US\$ 30 millones/año
- aprox. US\$ 1,5 millones por modelo



INVERSIÓN EN DESARROLLO:

- Desarrollo de 1 modelo
- Ensayo de prototipos
- Ensayo de modelo
- Inserción en catálogo
- Stock inicial

- aprox. US\$ 100.000
- aprox. 2 a 6 % de ventas potenciales



COSTO PARA EL FABRICANTE (TRANSFERIDO AL CONSUMIDOR)

Artefacto Clase F = + 10%

Artefacto Clase E = + 30% a 50%

Artefacto Clase D = + 100%

Artefacto Clase C = + 200 %

ambiente consultores

COSTO ACTUAL PARA EL USUARIO

Artefacto = US\$ 300 costo inicial

Vida útil = 30 años


Artefacto = US\$ 60 anual (tasa 20 %)

Leña = 8 m³/año = US\$ 296/año

ambiente consultores

COSTO ANUAL PARA 1 USUARIO:


CLASE	ARTEFACTO US\$	ANUAL US\$	LEÑA US\$	FACTOR
G	300	60	296	1,00
F	330	66	275	0,96
E	390	78	257	0,94
D	600	121	241	1,01
C	900	181	227	1,14



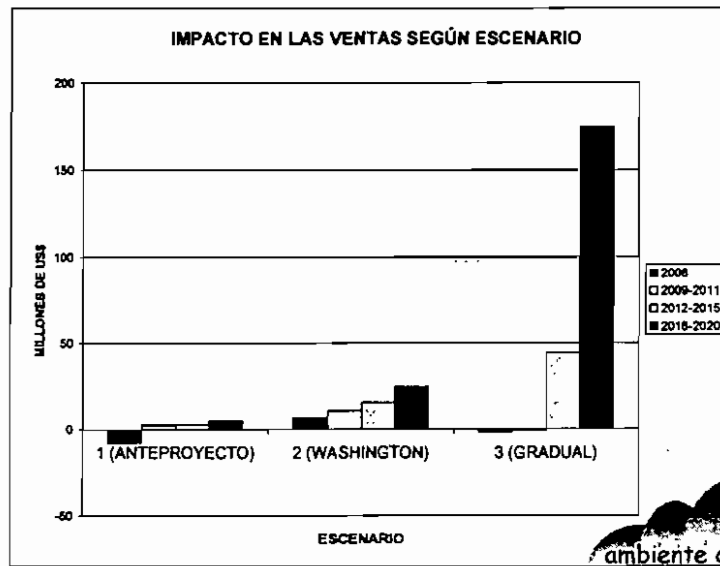
IMPACTO ANUAL PARA EL MERCADO DE CALEFACTORES:

ESCENARIO	2008	2009- 2011	2012- 2015	2016- 2020
1 (ANTEPROYECTO)	-7,95	2,55	2,82	5,34
2 (WASHINGTON)	6,9	10,5	15,36	24,72
3 (GRADUAL)	-1,65	-0,81	43,92	174,54

MILLONES DE US\$ ANUALES



IMPACTO ANUAL PARA EL MERCADO DE CALEFACTORES:



BENEFICIOS ANUALES POR MENOR CON SUMO DE LEÑA

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
1	35	143	379	853
2	4	6	10	20
3	6	45	169	470
4	4	19	46	94

NO INCLUYE COSTO DE COMBUSTIBLES ALTERNATIVOS DE CALEFACCIÓN

MILLONES DE US\$ ANUALES

ambiente consultores

IMPACTO ANUAL PARA LAS EMISIONES AGREGADAS DE MP

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
0	36	40	52	77
1	36	35	34	33
2	35	35	40	50
3	35	32	30	25
4	36	38	49	70

MILES DE TONELADAS ANUALES

ambiente consultores

EMISIONES MP

EMISIONES DE MP (ton/año)							
Localidad	Año	Tipo de Fuente				Total Emisiones	
		Puntuales	Areales	Móviles en ruta	Poivo Fugitivo	Incluyend o poivo	Sin Poivo fugitivo
Gran Concepcion	2000	12.693	6.779	248	5.660	25.399	19.739
Gran Valparaiso	2000	223	470	178	27.918	28.789	871
Rancagua	1999	35	18	44	4.956	5.054	97
Temuco	2000	223	2.447	71	9.340	12.081	2.741
IX	2000	1.110	8.231		6.477	13.818	7.341
RM	2000	502	1.502	2.054	18.957	23.474	4.817
	2005	652	1.908	1.309	25.076	29.908	3.022

Fig.: Estudio "INVENTARIOS DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LAS REGIONES V, VII, IX DE CHILE". Desarrollado por Cerma para CNE

ambiente consultores

CONCENTRACIONES MP

PROMEDIO ANUAL PM10 (ug/m3)

Localidad	Contaminante	Promedio
Gran Concepcion	PM10	65,0
	PM10	21,0
Gran Valparaiso	PM10	42,3
Rancagua	PM10	65,5
Temuco	PM10	35,9
RM	PM10	71,6
	PM2.5	34,0
Razon PM2.5/PM10		0,48

Fuentes:

SIVICA

Airviro

ambiente consultores

ROLL-BACK

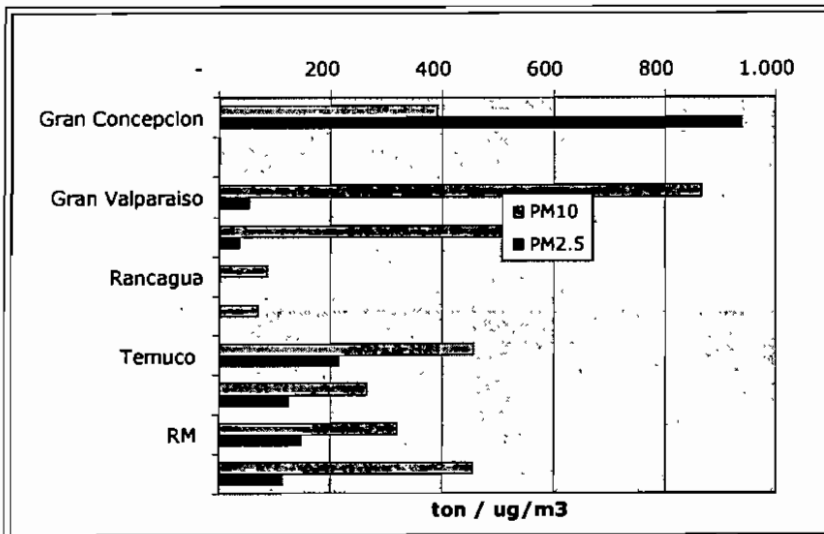
COEFICIENTES DE ROLL-BACK

Localidad	Emisiones			Concentraciones			FCE			usado PM2.5
	Año	Total	Sin Polvo Fugitivo	Año	PM10 ug/m3	PM2.5 ug/m3	razon PM2.5/P M10	PM10 ton/(ug/m3)	PM2.5 ton/(ug/m3)	
Gran Concepcion	2000	25.399	19.739	2.000	65	21	0,32	391	940	940
				2.005						
Gran Valparaiso	2000	28.789	871	2.004	33,2	15,9	0,46	866	55	35
				2.005	51,4	24,7	0,48	560	35	
Rancagua	1999	5.054	97	2.004	58,1	27,9	0,48	87	3	3
				2.005	72,9	35,0	0,48	69	3	
Temuco	2000	12.081	2.741	2.004	26,5	12,7	0,48	457	216	126
				2.005	45,4	21,8	0,48	266	126	
RM	2000	23.474	4.517	2.000	73,2	30,8	0,42	321	147	113
				2005	29.908	3.932	2.005	65,8	34,6	0,53

Fuente: elaboracion propia

ambiente consultores

ROLL-BACK



ambiente consultores

IMPACTO MEDIO REDUCCIÓN 1 ug/m3

Efectos	Valor Medio	90% CI
Muertes (largo plazo)	32,6	(21.3 - 43.4)
Bronquitis Crónica	33,4	(18.8 - 43.9)
Muertes Neonatales	6,7	(3.62 - 9.54)
Muertes Prematuras	5,42	(3.25 - 7.57)
Adm. Hosp. RSP (ICD 460-519)	15,1	(9.22 - 21.9)
Adm. Hosp. COPD (ICD 490-496)	1,5	(1.15 - 1.84)
Adm. Hosp. CVD (ICD 390-429)	1,84	(0.09 - 3.89)
Adm. Hosp. Cardio Congestiva (ICD 428)	0,44	(0.22 - 0.65)
Adm. Hosp. Cardio Isquémica (ICD 410-414)	0,71	(0.28 - 1.12)
Adm. Hosp. Neumonía (ICD 480-487)	1,77	(1.23 - 2.30)
Adm. Hosp. Asma (ICD 493)	0,25	(0.11 - 0.39)
Ataques de Asma	1,214	(459 - 1970)
Bronquitis Aguda	57	(-0.81 - 84.8)
Visitas Sala Emergencia Asma (ICD 493)	1,01	(0.49 - 1.5)
Consultas Infantiles IRA baja	132	(49.0 - 214)
Días Perdida Trabajo (WLDs)	10,225	(9.029 - 11.399)
Días Actividad Restringida (RADs)	8,33	(5.812 - 10.442)
Días de Actividad Restringida Menor (MRADs)	34,983	(29.715 - 40.253)

Tabla () Casos por (ug/m3) por Millon de personas

ambiente consultores

BENEFICIO UNITARIO x PERSONA ug/m3

Localdad	FCE	Poblacion	FCE promedio	
	ton PM/(ug/m3)	Hab	US\$/ (ton PM)	
Gran Concepcion	940	934.553	3.191	38.927
Gran Valparaiso	35	853.350	2.914	35.545
Rancagua	3	226.446	773	9.432
Temuco	126	330.384	1.128	13.762
RM	113	6.391.827	21.823	266.241
Promedio	243		5.966	72.781
Promedio sin Conce	92		8.622	105.183

Fuente: elaboracion propia

Tabla () Resumen de Beneficios Unitarios (US\$/ton MP)

Estimacion	US\$/ton PM	Origen
Media	105.183	Promedio de Valparaiso, Temuco, RM
valor bajo	13.762	Temuco
valor alto	266.241	RM

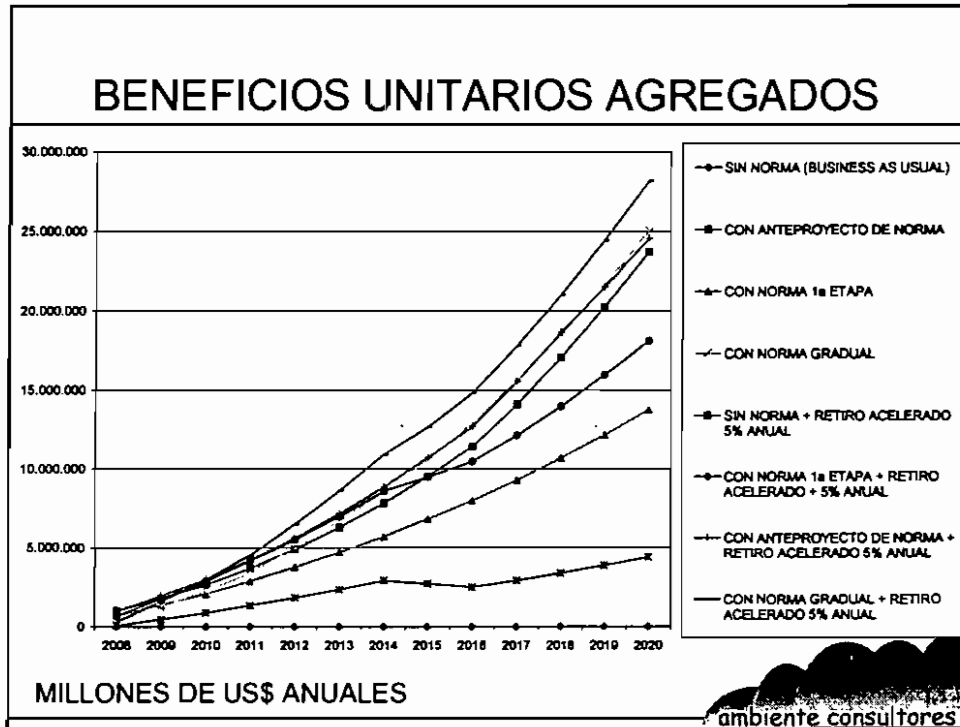
ambiente consultores

COSTOS ANUALES EVITADOS POR MENORES EMISIONES DE MP

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
1	1,0	3,7	9,5	23,7
2	0,7	2,9	6,8	13,8
3	0,3	3,4	10,6	25,0
4	0,7	4,1	9,5	18,1

MILES DE TONELADAS ANUALES

ambiente consultores



CONCLUSIONES RESPECTO MERCADO

- El mercado está en un proceso de fuerte expansión, excepto en cocinas
- El crecimiento implica el reemplazo de otros combustibles para calefacción
- Es probable que persista la presión por el uso de leña por la crisis energética
- Es probable que se alcancen 3 millones de artefactos en el año 2020

CONCLUSIONES RESPECTO DE LOS ARTEFACTOS ACTUALES

- La tecnología actual satisface el mercado, pero no es sustentable ambientalmente
- Existe carencia de información técnica por la falta de métodos y mediciones
- Existen posibilidades de mejoramiento significativo de calefactores
- Las cocinas presentan escaso margen de evolución tecnológica

ambiente consultores

CONCLUSIONES RESPECTO DE LOS EFECTOS DE LA NORMATIVA

- Las emisiones futuras dependen en gran medida del stock existente por la larga vida útil
- La salida de artefactos del parque es el factor de mayor incidencia en la emisiones
- La contracción del mercado puede tener efectos negativos al frenar la salida
- Un límite menos exigente es inefectivo a largo plazo

ambiente consultores

RECOMENDACIONES RESPECTO DE LA NORMATIVA

- Debiera proveer el máximo de información técnica de los artefactos
- Debiera establecer una escala para clasificación de artefactos
- Debiera incluir la eficiencia energética como parámetro a certificar
- Debiera establecer un método apropiado localmente y compatible internacionalmente
- Debiera ser gradual, ajustándose a la velocidad de desarrollo tecnológico

ambiente consultores

RECOMENDACIONES DE GRADUALIDAD

- Año 0, no vigente: liquidación de stock y ensayos de artefactos que pueden cumplir
- Año 1, Clase F: Certificación y cambios menores para cumplimiento
- Año 2, Clase E: Mejoramiento en varios aspectos de diseño para cumplimiento
- Año 5, Clase D: Cambios tecnológicos sustanciales para cumplimiento
- Año 9, Clase C: Futura generación de equipos, posible cambio de combustible

ambiente consultores

RECOMENDACIONES DEL INDICADOR

- UTILIZAR COMO INDICADOR mg/MJ útil


 ambiente consultores

RECOMENDACIONES DE CLASIFICACIÓN

- UTILIZAR ESCALA CON FACTOR 1/2

ESCALA DE CALIDAD

CLASE	EMISIONES MP EN mg/MJ
A	menos de 10
B	10 a 20
C	20 a 40
D	40 a 80
E	80 a 160
F	hasta 320


 ambiente consultores

RECOMENDACIONES DE MÉTODO

- UTILIZAR PROTOCOLO AS/NZS 4012
- UTILIZAR COMBUSTIBLE AD HOC
- UTILIZAR TÚNEL DE DILUCIÓN AS/NZS 4013
- MEDIR EFICIENCIA INDIRECTA ANSI P TC 4.1



ambiente consultores

VENTAJAS DEL MÉTODO AS/NZ

- Incluye siempre tasa mínima de quemado
- Cubre rango real de potencias del artefacto
- Integra protocolo, eficiencia y emisiones
- Más actualizado, recoge experiencia anterior
- Es equivalente a futura norma ISO 13336



ambiente consultores


RECOMENDACIONES DE ALGORITMO

- Promedio aritmético para cada tasa, de 3 valores
- Cálculo de promedio de las 3 tasas
- Mayor valor entre promedio global y 1/2 mayor valor individual

ambiente consultores

RECOMENDACIONES DE ETIQUETADO

- Eficiencia térmica,
- Factor de emisión,
- Potencia térmica mínima,
- Potencia térmica máxima,
- Carga de combustible máxima
- Tamaño de combustible máximo
- Temperatura máxima de las superficies,
- Caudal de aire de combustión a proveer,
- Duración del ciclo de combustión

ambiente consultores

RECOMENDACIONES DE PRE-ENSAYO

- Presión negativa mínima y máxima
- Factor de emisión de CO
- Tasas de quemado
- Estanqueidad de aire
- Eficiencia térmica calculada en base a pérdidas de calor por el efluente



ambiente consultores

RECOMENDACIONES DE POST-ENSAYO

- Definir declaración de programa de calidad del fabricante
- No definir en la norma el método estadístico de verificación
- Definir facultad institucional para muestreo de verificación
- Definir financiamiento de costos de muestreo



ambiente consultores

000959

ESTUDIO:

ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DE LA APLICACIÓN DE UNA NORMA DE EMISION PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA

LICITACIÓN PÚBLICA N° 1285-29-LE06

INFORME FINAL

Mandante: CONAMA

Consultor: Ambiente Consultores Ltda.

Corregido al 9 de mayo de 2007

000960

INDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	6
1.1	ANTECEDENTES	6
1.2	OBJETIVOS GENERALES.....	6
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.4	EQUIPO DE TRABAJO.....	7
1.5	ESTRUCTURA DEL INFORME	8
2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ALCANCES DEL ANÁLISIS	9
2.1	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	9
2.2	FUNDAMENTACIÓN DE LA NORMA.....	10
2.3	ALCANCE DEL ANTEPROYECTO DE NORMA	11
2.4	ALCANCE DEL ANÁLISIS INCLUIDO EN ESTE INFORME	13
2.5	ALCANCE TERRITORIAL.....	14
3	INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE EL SECTOR REGULADO	15
3.1	UNIVERSO DE USUARIOS	15
3.2	CONSUMO DE LEÑA.....	17
3.3	UNIVERSO DE ARTEFACTOS PARA CALEFACCIÓN	19
3.4	UNIVERSO DE ARTEFACTOS PARA COCINA	21
3.5	MERCADO DE LA LEÑA.....	21
3.6	MERCADO DE ARTEFACTOS.....	23
3.7	IMPACTOS DE LAS CONCENTRACIONES DE MP SOBRE LA SALUD	25
4	TECNOLOGÍA DE LAS ESTUFAS A LEÑA	27
4.1	COMBUSTIÓN DE LEÑA	27
4.2	ASPECTOS DE DISEÑO.....	29
4.3	CARACTERÍSTICAS DE CALEFACTORES DE DOBLE COMBUSTIÓN DEL MERCADO ACTUAL.....	32
5	MODELO DE SIMULACIÓN DEL STOCK Y EMISIONES	36
5.1	NÚMERO DE CALEFACTORES.....	36
5.2	CLASIFICACIÓN DE CALEFACTORES SEGÚN SUS EMISIONES	39
6	OPCIONES TECNOLÓGICAS DE LAS NORMAS	47
6.1	INCIDENCIA DEL MODO DE OPERACIÓN EN LAS EMISIONES DE MP.....	47
6.2	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DE EMISIONES	47
6.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS UNIDADES DE EMISIÓN	48
6.4	ESTRATEGIAS AL CONSIDERAR LOS LÍMITES	49
6.5	METAS DEL ANTEPROYECTO DE NORMA.....	50
6.6	POTENCIA, TASAS DE QUEMADO Y EFICIENCIA.....	50
6.7	CICLO DE QUEMADO, EMISIONES, TASA DE QUEMADO Y TOMA DE MUESTRAS	51
6.8	COMPARACIÓN DE MÉTODOS Y NORMAS.....	54
6.9	EMISIONES TÍPICAS DE EQUIPOS EXTRANJEROS.....	55
6.10	EMISIONES DE EQUIPOS EN EL MERCADO EN RELACIÓN A NORMAS	60
7	ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES BAJO ESCENARIOS FUTUROS	63
7.1	DEFINICIÓN DE ESCENARIOS PARA LOS 4 PERÍODOS FUTUROS.....	63
7.2	EMISIONES ESTIMADAS.....	70
8	ESTIMACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS PARA EL SECTOR PRIVADO	74
8.1	COSTOS Y BENEFICIOS PARA LOS PRODUCTORES	74
8.2	COSTOS Y BENEFICIOS PARA EL CONSUMIDOR	77
9	ESTIMACIÓN DE COSTOS DE FISCALIZACIÓN	80
10	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS SOCIALES	80
10.1	ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS POR REDUCCIÓN DE EMISIONES.....	80
10.2	ESTIMACIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE EL CAMBIO DE EMISIONES Y LA CALIDAD AMBIENTAL	81
10.3	BENEFICIOS UNITARIOS POR REDUCCIÓN EN CONCENTRACIONES.....	83
10.4	ESTIMACIÓN DEL BENEFICIO UNITARIO POR REDUCCIÓN EN EMISIONES DE MP	83
11	EVALUACIÓN DEL IMPACTO AGREGADO DE LA NORMA PROPUESTA	86
11.1	COSTOS DE INVERSIÓN BAJO DISTINTOS ESCENARIOS	86
11.2	BENEFICIOS AGREGADOS POR COSTOS DE SALUD EVITADOS	86
11.3	BENEFICIOS AGREGADOS POR COSTOS DE COMBUSTIBLE EVITADOS	89
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
12.1	CONCLUSIONES.....	91
12.2	RECOMENDACIONES.....	93
13	REFERENCIAS	96

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PARTICIPACIÓN DE LA LEÑA EN LOS HOGARES CHILENOS POR REGIÓN (FUENTE: UNIV. DE CHILE 2005).....	16
FIGURA 2. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA POR USO Y REGIÓN (U. DE CHILE 2005).....	17
FIGURA 3. CONSUMO POR HOGAR PARA DIFERENTES CIUDADES (CONAMA 2006).....	17
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN POR TIPO Y REGIÓN DE ARTEFACTOS DE CALEFACCIÓN	20
FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN POR REGIÓN DE COCINAS DE FIERRO (FUENTE: U. DE CHILE 2005)	21
FIGURA 6. ESQUEMA DEL FLUJO DE MATERIA Y ENERGÍA EN LA COMBUSTIÓN DE LEÑA	27
FIGURA 7. RELACIÓN ENTRE EL PODER CALORÍFICO Y EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA LEÑA	28
FIGURA 8. CONFIGURACIÓN "UPDRAFT": EL AIRE FLUYE DESDE LAS BRASAS HACIA LA LEÑA SIN QUEMAR	30
FIGURA 9. CONFIGURACIÓN "SIDEDRAFT": EL AIRE FLUYE DESDE LAS BRASAS HACIA LA LLAMA, SIN PASAR POR LA LEÑA	30
FIGURA 10. CONFIGURACIÓN "DOWNDRAFT": EL AIRE FLUYE DESDE LA LEÑA SIN QUEMAR HACIA LAS BRASAS	30
FIGURA 11. SECCIÓN DE UNA ESTUFA DE DOBLE COMBUSTIÓN, BAJAS EMISIONES Y ALTA EFICIENCIA (FUENTE: CATÁLOGO EXTRANJERO).....	32
FIGURA 12. ESQUEMA DE UNA ESTUFA DE DOBLE COMBUSTIÓN NACIONAL TÍPICA (ELABORACIÓN PROPIA).....	32
FIGURA 13. RELACIÓN ENTRE EMISIONES DE MP Y TEMPERATURA DEL HOGAR (PROTERM 2005)	33
FIGURA 14. EFICIENCIA TÉRMICA DE CALEFACTORES DEL MERCADO ACTUAL (SERPRAM 2006)	34
FIGURA 15. RELACIÓN ENTRE TASA DE EMISIÓN ENERGÉTICAS Y TASAS DE QUEMADO PARA EJEMPLOS DE ARTEFACTOS NACIONALES.....	35
FIGURA 16. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL STOCK DESDE 1990 HASTA EL PRESENTE.....	39
FIGURA 17. RELACIÓN EMISIONES–EFICIENCIA PARA LOS EQUIPOS DE REFERENCIA DE LAS 9 CLASES (ELABORACIÓN PROPIA)	43
FIGURA 18. MODELO DE COMPOSICIÓN DEL STOCK DESDE 1990 HASTA 2006 (ELABORACIÓN PROPIA)	44
FIGURA 19. EMISIONES Y TASAS DE QUEMADO PARA 5 ARTEFACTOS EN 22 CONDICIONES DE QUEMADO DIFERENTES, VERSUS LAS CLASES DE CALIDAD PROPUESTAS (ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A ESTUDIO SERPRAM 2006).....	45
FIGURA 20. EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA, MOSTRANDO VALORES LOGRADOS POR ALGUNAS ESTUFAS NACIONALES BAJO DIFERENTES TASAS DE QUEMADO, EN ESCALA LOGARÍTMICA	46
FIGURA 21. EVOLUCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE REFERENCIA EN RELACIÓN A LA META AMBIENTAL.....	50
FIGURA 22. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE FACTORES DE EMISIÓN DE CALEFACTORES EN AUSTRALIA.....	56
FIGURA 23. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE CALEFACTORES EN AUSTRALIA (2005)	57
FIGURA 24. DISTRIBUCIÓN ESTADÍSTICA DE CALEFACTORES SEGÚN POTENCIA ÚTIL	57
FIGURA 25. COMPARACIÓN DE ENSAYOS EN CONDICIONES REALES VS ENSAYOS DE LABORATORIO EN OREGON, EE UU.....	58
FIGURA 26. DISTRIBUCIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE ARTEFACTOS PRE 1994 EN NUEVA ZELANDA.....	58
FIGURA 27. TASAS DE EMISIÓN DE ARTEFACTOS NACIONALES SEGÚN TASA DE QUEMADO Y TASA DE EMISIÓN (ELABORACIÓN PROPIA).....	60
FIGURA 28. DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA DE CALEFACTORES NACIONALES QUE EXCEDEN EL NIVEL EN MG/M3 (LAS FLECHAS ROJAS MARCAN LOS LÍMITES PROPUESTOS) (ELABORACIÓN PROPIA SOBRE DATOS SERPRAM 2006).....	61
FIGURA 29. DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA DE CALEFACTORES NACIONALES QUE EXCEDEN EL NIVEL EN G/HR (LAS FLECHAS ROJAS MARCAN LOS LÍMITES PROPUESTOS) (ELABORACIÓN PROPIA SOBRE DATOS SERPRAM 2006)	61
FIGURA 30. DISTRIBUCIÓN ACUMULATIVA DE CALEFACTORES NACIONALES QUE EXCEDEN EL NIVEL EN G/KG (LAS FLECHAS ROJAS MARCAN LOS LÍMITES PROPUESTOS) (ELABORACIÓN PROPIA SOBRE DATOS SERPRAM 2006)	62
FIGURA 31. STOCK DE ARTEFACTOS PARA EL ESCENARIO 0: LÍNEA BASE. (ELABORACIÓN PROPIA).....	68
FIGURA 32. STOCK DE ARTEFACTOS PARA EL ESCENARIO 1: ANTEPROYECTO. (ELABORACIÓN PROPIA)	68
FIGURA 33. STOCK DE ARTEFACTOS PARA EL ESCENARIO 2: WASHINGTON. (ELABORACIÓN PROPIA).....	69
FIGURA 34. STOCK DE ARTEFACTOS PARA EL ESCENARIO 3: GRADUAL. (ELABORACIÓN PROPIA).....	69
FIGURA 35. STOCK DE ARTEFACTOS PARA EL ESCENARIO 4: RETIRO ACELERADO. (ELABORACIÓN PROPIA).....	70
FIGURA 36. EMISIONES POR CLASE DE ARTEFACTO PARA EL ESCENARIO 0: LÍNEA BASE (ELABORACIÓN PROPIA)	71
FIGURA 37. EMISIONES POR CLASE DE ARTEFACTO PARA EL ESCENARIO 1: ANTEPROYECTO (ELABORACIÓN PROPIA).....	71
FIGURA 38. EMISIONES POR CLASE DE ARTEFACTO PARA EL ESCENARIO 2: WASHINGTON (ELABORACIÓN PROPIA)	72
FIGURA 39. EMISIONES POR CLASE DE ARTEFACTO PARA EL ESCENARIO 3: GRADUAL (ELABORACIÓN PROPIA)	72
FIGURA 40. EMISIONES POR CLASE DE ARTEFACTO PARA EL ESCENARIO 4: RETIRO ACELERADO (ELABORACIÓN PROPIA).....	73
FIGURA 41. CANTIDAD DE ARTEFACTOS VENDIDOS PARA DIFERENTES ESCENARIOS MODELADOS.....	76
FIGURA 42. MONTO TOTAL DE VENTAS ANUALES PARA DIFERENTES ESCENARIOS MODELADOS.	77
FIGURA 43. COSTOS ANUALES PARA UN USUARIO BAJO CONDICIONES DEL ESCENARIO 3. (ELABORACIÓN PROPIA)	79
FIGURA 44. IMPACTO EN EL VOLUMEN TOTAL DE VENTAS SEGÚN LOS DISTINTOS ESCENARIOS	86
FIGURA 45. BENEFICIOS POR COSTOS EVITADOS EN SALUD EN ÁREAS URBANAS, PARA VALOR BAJO	87
FIGURA 46. BENEFICIOS POR COSTOS EVITADOS EN SALUD EN ÁREAS URBANAS, PARA VALOR ALTO	88

INDICE DE TABLAS

000962

TABLA 1. CUADRO DE CONTENIDOS DEL INFORME	8
TABLA 2. DESTINO DE LA BIOMASA EN CHILE	9
TABLA 3. LÍMITES MÁXIMOS DE EMISIONES DE MATERIAL PARTICULADO (MP)	12
TABLA 4. HOGARES TOTALES Y HOGARES QUE USAN LEÑA, POR USO Y REGIÓN, EN MILES	15
TABLA 5. GASTO MEDIO POR HOGAR EN LEÑA DE LAS ENCUESTAS DISPONIBLES (EN MILES DE PESOS DE 2003)	16
TABLA 6. PROYECCIÓN DE CONSUMO DE LEÑA RESIDENCIAL PARA EL AÑO 2003 (M ³ CÚBICOS SÓLIDOS) (FUENTE: SINIA 2004)	18
TABLA 7. DISTRIBUCIÓN DEL USOS DE LEÑA EN EL HOGAR PARA GRAN CONCEPCIÓN Y TEMUCO (EN NÚMERO DE HOGARES ENCUESTADOS) (FUENTE: U. DE CHILE, 2006)	18
TABLA 8. DISTRIBUCIÓN DE USOS DE LEÑA EN EL HOGAR PARA RANCAGUA, CHILLÁN, ALGUNAS COMUNAS DE LA X REGIÓN Y AYSÉN (U. DE CHILE, 2006)	19
TABLA 9. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA ENTRE LOS DISTINTOS ARTEFACTOS PARA LAS DISTINTAS ENCUESTAS DISPONIBLES (U. DE CHILE 2006)	19
TABLA 10. ARTEFACTOS PARA CALEFACCIÓN EN USO QUE COMBUSTIONAN LEÑA, POR TIPO Y REGIÓN, EN MILES	20
TABLA 11. DISTRIBUCIÓN POR REGIÓN DE COCINAS DE FIERRO (EN MILES EN USO AL AÑO 2003)	21
TABLA 12. CONSUMO DE LEÑA POR USO Y REGIÓN	22
TABLA 13. PORCENTAJE DE COMPRA FORMAL DE LEÑA POR REGIÓN	22
TABLA 14. PRECIO PROMEDIO DE LA LEÑA, REAL	22
TABLA 15. PRODUCCIÓN DECLARADA POR FABRICANTES DE CALEFACTORES EL AÑO 2006	23
TABLA 16. RANGOS DE PRECIOS SEGÚN FABRICANTES, CON IVA, 2004	24
TABLA 17. ENCUESTA DESARROLLO Y MODIFICACIONES DE DISEÑO DE CALEFACTORES	24
TABLA 18. COEFICIENTE DE IMPACTO MEDIO PARA SANTIAGO (NÚMERO DE EFECTOS POR CADA MICROGRAMO/M ³ DE REDUCCIÓN DE PM _{2.5} POR MILLÓN DE PERSONAS DE LA POBLACIÓN TOTAL)	25
TABLA 19. TASA DE MORTALIDAD NO ACCIDENTAL SEGÚN CAUSA Y GRUPO ETÁREO, PROMEDIO DE 2000 A 2003 (CASOS POR 100.000 HABITANTES)	26
TABLA 20. PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE LA LEÑA DURANTE LA QUEMA EN UN CALEFACTOR	29
TABLA 21. RECURSOS DE DISEÑO ORIENTADOS A MEJORAR LAS CONDICIONES DE COMBUSTIÓN	31
TABLA 22. PERÍODOS DE FORMACIÓN DEL STOCK DE CALEFACTORES Y SUPUESTOS PARA EL MODELO	36
TABLA 23. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL STOCK DE CALEFACTORES (SIMULACIÓN)	37
TABLA 24. ESCALA PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE ARTEFACTOS SEGÚN EMISIONES DE MP	39
TABLA 25. ARTEFACTOS DE REFERENCIA SEGÚN EMISIONES Y EFICIENCIA TÉRMICA	40
TABLA 26. FACTORES DE EMISIÓN DE LABORATORIO Y SUPUESTOS COMO REALES (ELABORACIÓN PROPIA)	41
TABLA 27. FACTORES DE EMISIÓN DE ESTUFAS BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN (FUENTE: NUSSBAUMER 2006)	42
TABLA 28. CLASES Y FACTORES DE EMISIÓN ASIGNADAS A LOS PERÍODOS DE FORMACIÓN DEL STOCK ACTUAL	43
TABLA 29. PARÁMETROS USADOS PARA EVALUAR EMISIONES DE MP DE ARTEFACTOS A LEÑA	47
TABLA 30. POTENCIA EN kW DE CALOR ÚTIL PARA DIFERENTES TASAS DE QUEMADO Y DIFERENTES EFICIENCIAS TÉRMICAS	51
TABLA 31. VALORES DE EMISIÓN EN MG/M ³ , PARA TASA DE EMISIÓN TE EN G/HR VS TASA DE QUEMADO EN KG/HR	53
TABLA 32. RESUMEN DE NORMATIVAS SOBRE ENSAYOS DE ARTEFACTOS A LEÑA	54
TABLA 33. CARACTERIZACIÓN DE ARTEFACTOS SEGÚN EMISIONES, EN CANADÁ	56
TABLA 34. FACTORES REALES DE EMISIÓN DE EQUIPOS POST 1994 EN NUEVA ZELANDA	59
TABLA 35. FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS EN PAÍSES NÓRDICOS SEGÚN TECNOLOGÍA	59
TABLA 36. FACTORES DE EMISIÓN Y EFICIENCIA TÉRMICA UTILIZADOS EN LA MODELACIÓN	64
EN LA TABLA SIGUIENTE SE MUESTRA UN RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE SIMULACIÓN PARA CADA ESCENARIO. TABLA 37. PARÁMETROS DE ENTRADA PARA 5 ESCENARIOS FUTUROS MODELADOS	64
TABLA 38. EVOLUCIÓN DEL STOCK DE ARTEFACTOS PARA LOS 5 ESCENARIOS MODELADOS	67
TABLA 39. MODELACIÓN DE EMISIONES EN MILES DE TON SEGÚN ESCENARIO	70
TABLA 40. COSTOS DE PRODUCCIÓN ESTIMADOS SEGÚN CLASE DE ARTEFACTO	74
TABLA 41. PROYECCIÓN DE VENTAS DE CALEFACTORES BAJO LOS 5 ESCENARIOS, EN UNIDADES	75
TABLA 42. PROYECCIÓN DE VENTAS DE CALEFACTORES BAJO LOS 5 ESCENARIOS, EN US\$	76
TABLA 43. COSTO ANUALIZADO DEL USO DE 1 ARTEFACTO A LEÑA, POR CLASE DE CALIDAD	78
TABLA 44. COSTO ANUALIZADO DEL USO DE 1 ARTEFACTO A GAS LICUADO	79
TABLA 45. EMISIONES ANUALES DE MP EN DIVERSAS CIUDADES QUE DISPONEN DE UN INVENTARIO DE EMISIONES (TON/ANO)	81
TABLA 46. PROMEDIO ANUAL DE PM ₁₀ EN DIVERSAS CIUDADES (UG/M ³)	82
TABLA 47. COEFICIENTES DE ROLL-BACK SIMPLE PARA DIFERENTES LOCALIDADES	82
TABLA 48. BENEFICIOS UNITARIOS POR PERSONA Y UG/M ³ DE CONCENTRACIONES DE PM ₁₀ Y PM _{2.5}	83
TABLA 49. BENEFICIOS UNITARIOS POR PERSONA Y UG/M ³ DE CONCENTRACIONES	85
TABLA 50. RESUMEN DE BENEFICIOS UNITARIOS (US\$/TON MP)	85

TABLA 51. IMPACTO EN EL TOTAL DE VENTAS ANUALES, SEGÚN ESCENARIO (ELABORACIÓN PROPIA)	86
TABLA 52. EMISIONES ANUALES EN ÁREAS URBANAS, EN MILES DE TONELADAS	87
TABLA 53. COSTOS EN SALUD EVITADOS ANUALES, EN ÁREAS URBANAS, EN MILLONES DE US\$, PARA EL VALOR BAJO DE 13.762 US\$/TON MP	87
TABLA 54. COSTOS EN SALUD EVITADOS ANUALES, EN ÁREAS URBANAS, EN MILLONES DE US\$, PARA EL VALOR ALTO DE 105.813 US\$/TON MP	88
TABLA 55. CONSUMO DE LEÑA TOTAL PAÍS EN TON	89
TABLA 56. ENERGÍA DE CALEFACCIÓN SUMINISTRADA POR LEÑA, TOTAL PAÍS EN GWh/AÑO	89
TABLA 57. DÉFICIT DE ENERGÍA POR MENOR USO DE LEÑA REF. ESCENARIO 0, EN GWh/AÑO	90
TABLA 58. GASTO ADICIONAL EN COMBUSTIBLE EN CALEFACCIÓN ALTERNATIVA, EN US\$	90
TABLA 59. ESCALA DE EMISIONES PROPUESTA	94

1 INTRODUCCIÓN

000962

1.1 Antecedentes

El presente informe corresponde a los resultados del estudio "Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa", dentro del proceso de dictación de normas conducido por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

De acuerdo al *Reglamento para la dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión* (DS 93/95 del Ministerio SEGPRES), este estudio debe dar cuenta de los siguientes aspectos:

- factibilidad técnica y económica de la norma para los distintos emisores,
- costos y beneficios de la aplicación de la norma para la población directamente afectada
- costos y beneficios de la aplicación de la norma para el o los emisores que deberán cumplir la norma
- costos y beneficios para el Estado como responsable de la fiscalización y el cumplimiento de la norma
- impactos sociales de la aplicación de la futura norma.

Los términos de referencia del estudio detallados se encuentran en el documento "Términos de Referencia Técnico Económico Estufas.doc" y el texto del anteproyecto de norma en el documento "anteproynorma_artefactosleña(v05).doc", incluido en Anexo 1 de este Informe Final.

La fundamentación del anteproyecto de norma señala que su dictación es imperativa dado que "...el uso de leña para calefacción es de carácter masivo en toda la zona centro sur del país. Se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades. En este escenario, es necesario actuar de manera preventiva y correctora."

En este contexto, la norma constituye un instrumento preventivo y correctivo, que actuará complementariamente con otros instrumentos como son los Planes de Descontaminación Ambiental en zonas saturadas, el Manual de Uso del Combustible Leña, el Sistema de Certificación de Leña, el Programa de Reacondicionamiento Térmico de Viviendas, entre otros orientados a reducir los impactos del uso residencial de leña.

1.2 Objetivos generales

Los objetivos generales hacia los que se orienta el estudio son los siguientes:

- Contar con información de carácter económico y social que sirva como antecedente para la toma de decisiones respecto de opciones e implicancias de la presente regulación.
- Contar con una evaluación técnico-económica completa del Anteproyecto de Norma y de sus alcances sociales, considerando los siguientes agentes: emisores, fiscalizadores, población usuaria de equipos y/o expuesta a la contaminación, y otros si se identificaren.

00965

1.3 *Objetivos específicos*

Los objetivos específicos que se espera lograr como resultados de este estudio son los siguientes:

- Caracterizar los impactos tecnológicos en los sectores productivos debido a la aplicación de la normativa propuesta a nivel de anteproyecto en los componentes descritos, considerando tipología de equipos existentes y aquellos factibles, técnica y económicamente de estar disponibles en el mercado nacional y sus características de emisión de MP (material particulado).
- Evaluar los costos asociados a la implementación del anteproyecto de norma: a nivel de fabricantes y usuarios de equipos calefactores sujetos a la regulación, evaluando los efectos distributivos generados por los gastos adicionales, y sistema de monitoreo y fiscalización.
- Identificar los beneficios asociados a la implementación del anteproyecto de norma, tanto desde el punto de vista privado como social en forma especialmente relevante.
- Apoyar la definición de valores y de gradualidad de la norma a través del estudio de su impacto técnico y económico, evaluando y sensibilizando el efecto económico y social que tiene el grado de exigencia elegido y las medidas de flexibilidad y gradualidad de cumplimiento de la norma.
- Realizar una evaluación económica considerando los costos y beneficios determinados previamente.

1.4 *Equipo de trabajo*

El equipo de trabajo del consultor estuvo formado por:

- Eugenio Collados, Ing. Civil, CEM, Jefe de Proyecto
- Héctor Montoya, Ing. Civ. Mecánico, Mag. Ing. Mecánica
- Luis Cifuentes, Ing. Industrial, PhD
- John Adgate, PhD Environmental Health
- Pablo Ulriksen, Ing. Forestal, Mag. Gestión Tecnológica ©

El equipo de trabajo de la contraparte estuvo formado por:

- Carmen Gloria Contreras, Ing. Civil en Geografía, Depto. Control de la Contaminación, CONAMA
- Maritza Jadrijevic, Ing. Civil Químico, Depto. Control de la Contaminación, CONAMA
- Cecilia Barrios, Ing. Civil Mecánico, Depto. Control de la Contaminación, CONAMA Región Metropolitana
- Nicolás Schiappacasse, Dr. en Química, Depto. Control de la Contaminación, CONAMA Región de la Araucanía
- Marco Luraschi, Economista, Asesor CONAMA
- Juan Ladrón de Guevara, Ing. Agrónomo, Ministerio de Economía

J00960

1.5 Estructura del informe

El informe se estructura en 14 capítulos, cuyos contenidos se describen en el cuadro siguiente.

Tabla 1. Cuadro de contenidos del informe

CAPITULO	CONTENIDO
3. Descripción del problema y alcances del análisis	En este capítulo se señalan los antecedentes que hacen necesario la dictación de la norma y los temas principales que se analizan en este informe
4. Información disponible sobre el sector regulado	En este capítulo se resume la información disponible sobre los usuarios y el mercado de artefactos a leña
5. Tecnología de las estufas a leña	En este capítulo se describe el proceso de combustión y los principales componentes de una estufa que determinan sus emisiones
6. Modelo de simulación del stock y emisiones	En este capítulo se explica el método para representar el stock de artefactos existente y su composición por tipo, cantidad y edad
7. Opciones tecnológicas de las normas	En este capítulo se analizan los diferentes parámetros que se consideran en las normas
8. Estimación de las emisiones bajo escenarios futuros	En este capítulo se desarrollan hipótesis de evolución del mercado y su incidencia sobre las emisiones hasta el año 2020
9. Estimación de impactos para el sector privado	En este capítulo se evalúan los efectos sobre los fabricantes de artefactos y sobre usuarios de artefactos a leña, derivados de la norma
10. Estimación de costos de fiscalización	En este capítulo se estiman los costos para el sector público por fiscalización derivada de la aplicación de la norma
11. Estimación de beneficios sociales	En este capítulo se evalúan los beneficios por costos evitados en salud por las menores emisiones derivadas de la aplicación de la norma
12. Evaluación del impacto agregado de la norma propuesta	En este capítulo se presenta un balance de los diferentes impactos, a nivel país
13. Conclusiones y recomendaciones	En este capítulo se resumen las conclusiones del estudio y las recomendaciones que surgen de los resultados
14. Referencias	En este capítulo se entrega una lista de las principales referencias consultadas

2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y ALCANCES DEL ANÁLISIS

00967

2.1 Definición del problema

En primer lugar, el uso de leña es un componente importante en la matriz energética de Chile, alcanzando un 16% del total. De este consumo, una parte mayoritaria es usada en el sector residencial. Asimismo, la biomasa es un componente importante de las emisiones atmosféricas en Chile. El destino y aprovechamiento de la biomasa se caracteriza en el cuadro siguiente (Fuente: CONAMA, 2005)

Tabla 2. Destino de la biomasa en Chile

TIPO	VOLUMEN ANUAL (Millones de toneladas)	USO ACTUAL
Desechos industria forestal	2,5	Co-generación, Secado
Rastrojos agrícolas	3,5	Quema
Leña	8	Calefacción, Cocinar
Carbón vegetal	0,24	Calefacción, Cocinar
Desechos de cosecha forestal	?	Descomposición in situ

El uso residencial de leña, es decir, para cocinar y calefaccionar a nivel doméstico, presenta en Chile varias características propias que lo hacen particularmente complejo:

- Tiene un patrón de uso que está fuertemente arraigado culturalmente por su tradición ancestral como fuente de calefacción y cocción de alimentos
- Utiliza un recurso energético local, de creciente competitividad comercial frente a combustibles foráneos no renovables
- Sus impactos sobre la salud están fuertemente asociados a la concentración urbana por la saturación de la capacidad de dispersión atmosférica
- La distribución territorial tiene un fuerte sesgo social y regional, concentrándose especialmente donde la leña es el combustible más barato o el único accesible para muchos hogares

En consecuencia, no existe un modelo simple que represente la dinámica de estos componentes ni la reacción ante medidas reguladoras. Tampoco existe suficiente información para establecer claras correlaciones, a pesar de que en la última década se ha creado una substancial base de información de causas y efectos sobre la salud derivadas de la contaminación atmosférica.

La tendencia histórica de disminución del consumo de leña en el contexto urbano, relegando el uso tradicional a los sectores rurales, a favor de artefactos "modernos" se ha revertido bruscamente a partir de la crisis del gas de 2003 y del escalamiento de precios de otros combustibles, mostrando un incremento.

En estas condiciones actuales, por lo tanto, no cabe una restricción al uso de leña como medida correctiva de los efectos de la salud, ya que los combustibles alternativos son cada vez más escasos, costosos y sujetos a inestabilidades del mercado internacional.

Por otra parte, la tecnología de los artefactos y los hábitos de uso de la leña presentan enormes diferencias en cuanto a emisiones de material particulado, en un rango del orden

de 1 a 1000. Por lo tanto existe un amplio margen tecnológico que permite esperar una disminución substancial de las emisiones futuras, si se logra vencer la resistencia cultural a cambiar los hábitos tradicionales y se acelera la lenta tasa de recambio de los artefactos a leña, dificultada por la larga vida útil de los artefactos.

Al mismo tiempo, la institucionalidad que regula el uso residencial de leña no está definida, correspondiendo parcialmente a los ámbitos de la Comisión Nacional de Energía (CNE), la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), el Ministerio de Salud y el Instituto Nacional de Normalización (INN). En estos sectores, el combustible leña está menos regulado que otros combustibles.

En consecuencia, los roles mínimos que debe cumplir la norma son:

- Definir un parámetro representativo de las emisiones de material particulado por combustión de leña, apropiado para reflejar los efectos sobre la salud
- Definir las condiciones de ensayo que representen las condiciones de uso de los artefactos a leña
- Definir un método de ensayo para medir los parámetros de emisión de un artefacto
- Definir un índice de calidad de los artefactos, calculado a partir de los resultados de los ensayos
- Definir los umbrales máximos de emisiones y sus fechas de entrada en vigencia para comercializar artefactos
- Definir los procedimientos de fiscalización respectivos

Además, la norma tendrá otros efectos positivos indirectos:

- La sustentabilidad ambiental, al estimular el desarrollo de tecnologías más limpias
- La sustentabilidad energética, al estimular la eficiencia energética y mejorar el uso de un recurso renovable, no dependiente de otros países
- La competitividad en el sector, al mejorar la información de los productos en el mercado de artefactos

2.2 Fundamentación de la norma

La necesidad de dictación de una norma que regula la comercialización de artefactos a leña se basa en los siguientes considerandos:

" Que de acuerdo a la ley 19.300, es deber del Estado dictar normas, tanto de calidad como de emisión, que regulen la presencia de contaminantes en el medio ambiente, con el fin de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones o periodos de tiempo, un riesgo para la salud de las personas, la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Que el uso de leña para calefacción es de carácter masivo en toda la zona centro sur del país. De acuerdo a información de encuestas de mercado, se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades de distintos tamaños. En este escenario, es necesario actuar de manera preventiva y correctora.

00960

Que resultados de mediciones de calidad del aire, exploratorios y oficiales, de material particulado fracción respirable MP10 y fracción fina MP2.5, en varios centros urbanos de la zona centro y sur del país, muestran incrementos significativos de este contaminante durante el invierno, lo cual tiene directa relación con los estándares fijados en la norma primaria de MP10, establecidos en el D.S. N° 59/98 del MINSEGPRES, que tiene por objeto la protección de la salud de las personas.

Que el material particulado proveniente de la combustión de leña es altamente dañino a la salud, tanto por su tamaño como por su composición. Entre sus componentes están en una proporción cercana al 90%, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y compuestos orgánicos, el 10% restante corresponde a carbono elemental (hollín) y menos del 1% corresponde a compuestos inorgánicos (Ca, K, Na, Cl, S) que forman sales corrosivas (KCl, K₂SO₄, entre otras). Del total de material particulado cerca del 90% presenta una distribución de tamaño menor a 1 micrómetro (μm). De acuerdo a estudios epidemiológicos de efectos adversos del material particulado fino, los efectos son de corto y largo plazo, afectando el sistema respiratorio y cardiovascular de los grupos sensibles de la población, como niños y adultos mayores (Ref.: Organización Mundial de la Salud, 2005).

Que regular las emisiones de material particulado producto de la combustión residencial de leña, se justifica por los problemas ambientales que actualmente experimentan o experimentarán centros poblados del país. Particularmente, en los casos de Temuco y Padre Las Casas, se estima que la combustión de leña aporta en más del 70% a las emisiones de material particulado; en el caso del Gran Concepción la combustión de leña aporta cerca de un 25% (Ref.: CONAMA, 2006).

Que la primera pauta que regula los artefactos de combustión a leña es el Decreto Supremo 811 del año 1993, del Ministerio de Salud, de aplicación en la Región Metropolitana. Esta norma prohíbe el uso de las chimeneas de hogar abierto, destinadas a la calefacción de viviendas y establecimientos públicos y privados. Siendo, imperativo contar con un instrumento de gestión ambiental de alcance nacional que regule las emisiones de los artefactos de uso residencial que combustione con leña o biomasa, como un método eficiente de control de las emisiones de MP10.

Que en el ámbito de regulación internacional de las emisiones de los artefactos de combustión a leña, existe comprobada experiencia y desarrollo de estándares de emisión y de tecnología que cumple con la aplicación de dichos estándares, no sólo de material particulado, sino que también de otros contaminantes y parámetros de interés ambiental."

2.3 Alcance del anteproyecto de norma

La norma regula los artefactos que cumplen la siguiente definición: "calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, nuevo o existente, que tiene una potencia de ingreso de hasta 70kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior"

Se excluyen de la aplicación de la norma los sistemas centralizados o calderas de calefacción, las chimeneas de albañilería empotradas a la pared y los braseros y parrillas usadas con fines de esparcimiento.

000970

A su vez, dentro de los artefactos regulados, se distinguen 2 categorías:

- a. Artefactos existentes, que a la fecha de entrada en vigencia de la norma se encuentren en alguna etapa de su comercialización. Estos artefactos estarán afectos a caracterizar e informar sus emisiones, mediante los procedimientos establecidos en la norma.
- b. Artefactos nuevos, que no han sido distribuidos para su comercialización y/o se fabricarán, armarán en el país o se importarán. Estos artefactos estarán afectos a límites a partir de los plazos que el anteproyecto señala.

Los artefactos nuevos quedan afectos a límites máximos de emisiones de material particulado y, además, quedan sujetos a la obligación de informar sus emisiones de monóxido de carbono y eficiencia térmica.

Los límites de emisiones para artefactos nuevos se aplican en forma escalonada de acuerdo a un calendario y tipo de artefacto, como muestra la tabla siguiente:

Tabla 3. Límites máximos de emisiones de material particulado (MP)

Artefacto Nuevo	Plazo de cumplimiento	Valor	Unidad
Del tipo calefactor	A contar del 12° mes desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N corregido al 13% de oxígeno (O ₂) en volumen
	A contar del 48° mes desde la entrada en vigencia del presente decreto	60	mg/m ³ N corregido al 13% de oxígeno (O ₂) en volumen
Del tipo cocina	A contar del 18° mes desde la entrada en vigencia del presente decreto	100	mg/m ³ N corregido al 13% de oxígeno (O ₂) en volumen.

La forma de acreditar el cumplimiento de la norma es a través del ensayo en laboratorio de un artefacto representativo del modelo acreditado, cumplimiento que se hace extensivo al conjunto de artefactos que tienen características idénticas en cuanto a todas sus dimensiones, espesores y materiales.

Los métodos de medición son los métodos CH-5G, CH-28 y CH-3A, oficializados por MINSAL.

Además, la norma regula los siguientes aspectos:

- condiciones para acreditar cumplimiento de norma
- procedimiento para acreditar el cumplimiento de la presente norma
- antecedentes técnicos descriptivos que el fabricante o representante de la empresa o importador debe acompañar
- declaración que el fabricante o representante de la empresa o importador debe acompañar
- las funciones que tendrán los laboratorios autorizados
- los contenidos y formato que deberán tener los informes de medición que emitirá el laboratorio autorizado
- la función que tendrá el Instituto de Salud Pública
- la información que contendrá la resolución de aprobación o rechazo de emisiones

- las características de la etiqueta que se deberá incorporar a cada artefacto
- la información que deberá incluir el manual de uso o instalación de cada artefacto nuevo
- la función que tendrá el Ministerio de Salud de confeccionar y mantener actualizado un registro nacional de modelos

2.4 Alcance del análisis incluido en este informe

Dado que el anteproyecto de norma debiera reflejar los resultados de este propio análisis, los escenarios a evaluar no se limitarán a lo establecido en el anteproyecto, sino también incluirán alternativas en su implementación, tales como:

- Diferente cantidad de límites a aplicar
- Diferente profundidad del cambio entre un límite y el siguiente
- Diferente gradualidad en los períodos de aplicación de los límites
- El análisis cubrirá un horizonte de tiempo hasta el año 2020.

Por lo tanto, este análisis incluye varios escenarios alternativos, con límites y plazos diferentes de lo estipulado por el anteproyecto de norma.

El análisis se limitará a utilizar los datos disponibles, sin considerar la generación o recopilación de nuevos datos.

En cuanto al tipo de artefactos, aún cuando la norma es aplicable hasta potencias de 70 kW, en el análisis no se consideran calderas ni hornos, sino solamente los siguientes artefactos regulados:

- Salamandras
- Estufas de combustión simple
- Estufas de combustión doble
- Cocinas

El estudio se centrará en los calefactores de doble combustión, ya que no existe suficiente información sobre el resto de los artefactos y, aparentemente, el mercado no sería significativo. Se hace, por lo tanto un supuesto en el sentido que el parque de artefactos se mantiene constante para artefactos que no sean calefactores de doble combustión.

Este estudio se complementa con otro estudio sobre los aspectos metodológicos y de procedimientos asociados a la norma, que servirán como antecedentes para la toma de decisiones respecto al proyecto de regulación.

Dicho estudio contiene:

- Un análisis del método CH-28 y AS/NZS 4012 para definir las condiciones en que se realizan los ensayos de emisiones
- Un análisis de los criterios para verificar cumplimiento o no de la norma de emisión
- Una propuesta de un método indirecto para medir la eficiencia térmica de los artefactos que combustionan leña
- Un análisis de la pertinencia de homologación de certificados de medición internacionales.

300970

2.5 Alcance territorial

El anteproyecto de norma es aplicable en todo el territorio nacional, ya que actúa sobre la comercialización de artefactos, independiente de dónde sean instalados.

Para las regiones I, II y III no existe información sobre leña en los balances CNE ni en el inventario SINIA. La única referencia es la encuesta CNE, 2005, que reporta un 0,4% de los hogares en Antofagasta que consumen leña.

Por lo tanto, en consideración a la escasa información disponible y a los bajos índices de uso de leña, se excluirán del análisis las regiones I, II y III del país. Todas las restantes regiones se incluyen en el análisis.

Dentro de estas regiones, se observan diferencias significativas respecto del uso que se da a la leña, el tipo de combustible, la cantidad consumida, entre otras, por lo que, en lo posible, se diferencia por regiones el análisis, en la medida que se cuenta con información desagregada.

En particular, dado que entre la VI y la XI regiones más de la mitad de los hogares consumen leña, el estudio valora especialmente los impactos de la norma en las áreas urbanas de dichas regiones.

3 INFORMACIÓN DISPONIBLE SOBRE EL SECTOR REGULADO

000970

Los actores y variables que deben ser descritos para caracterizar el sector regulado son:

- Los usuarios que consumen leña para usos residenciales
- El mercado de la leña
- Los artefactos regulados que combustionan leña
- Las emisiones generadas por la combustión residencial de leña
- La población afectada por la contaminación atmosférica
- Los efectos sobre la salud y el sistema de salud derivados de la contaminación atmosférica

A continuación se sintetiza la información disponible sobre estos actores en la actualidad o en el pasado reciente.

3.1 Universo de usuarios

El universo de usuarios que se considera en el estudio son los hogares que usan alguno de los artefactos regulados por la norma, es decir, de uso residencial que combustionan leña. No se consideran artefactos no regulados, tales como braseros, parrillas u otros.

Tabla 4. Hogares totales y hogares que usan leña, por uso y Región, en miles

REGION	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hogares totales	167	441	1.657	214	252	503	238	296	26	43
Hogares que cocinan con leña	10,5	7,5	11,6	20,5	29,5	90,5	121,9	190,3	18,7	1,9
% Hogares que cocinan con leña	6,3	1,7	0,7	9,6	11,7	18,0	51,2	62,3	71,9	4,4
Hogares que calefaccionan con leña	42,5	55,2	70,2	167,1	174,5	223,3	91,4	140,6	18,2	15,3
% Hogares que calefaccionan con leña	25,5	12,5	4,2	78,1	69,2	44,4	38,4	47,5	70,0	35,6

Fuente: Estudio Univ. de Chile 2005

HOGARES QUE USAN LEÑA

000975

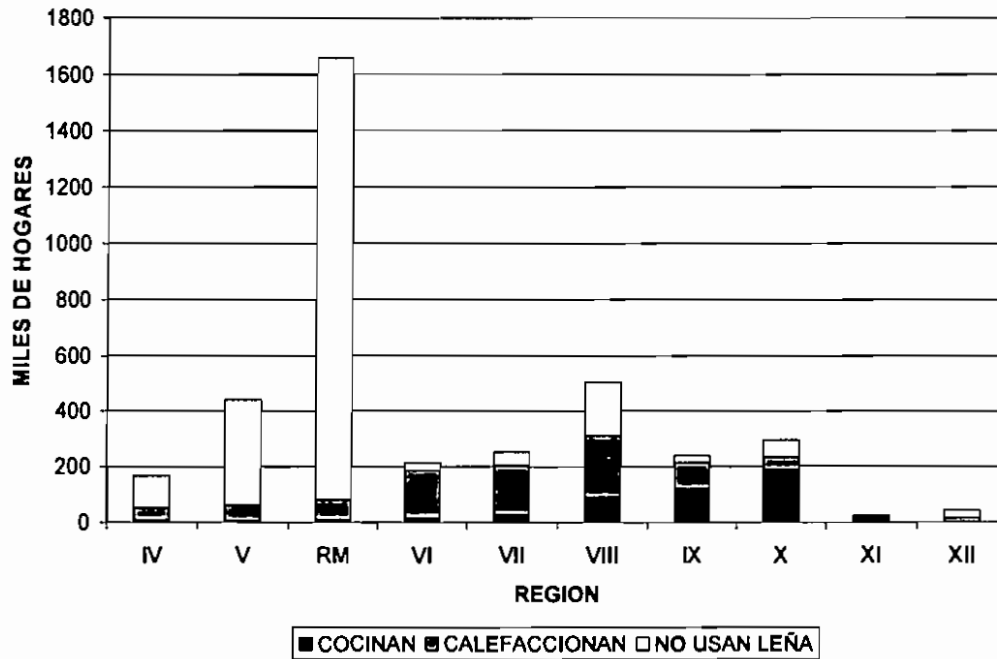


Figura 1. Participación de la leña en los hogares chilenos por región (Fuente: Univ. de Chile 2005)

En algunas de estas regiones se cuenta con información sobre el gasto anual que realizan los hogares en combustible leña. A pesar que el precio de la leña disminuye hacia el Sur, el gasto anual aumenta. Nótese la relación con el costo de un artefacto nuevo, típicamente entre \$ 100.000 y \$ 200.000 el año 2006, para verificar la alta incidencia que tiene el combustible en el presupuesto doméstico.

Tabla 5. Gasto medio por hogar en leña de las encuestas disponibles (en miles de pesos de 2003)

REGION	MILES \$/AÑO
VI	46
VIII	93
IX	94
X	108
XI	277
Fuente: Estudio U. de Chile 2005	

3.2 Consumo de leña

506975

Las estadísticas de consumo de leña se resumen en los gráficos siguientes:

CONSUMO DE LEÑA RESIDENCIAL

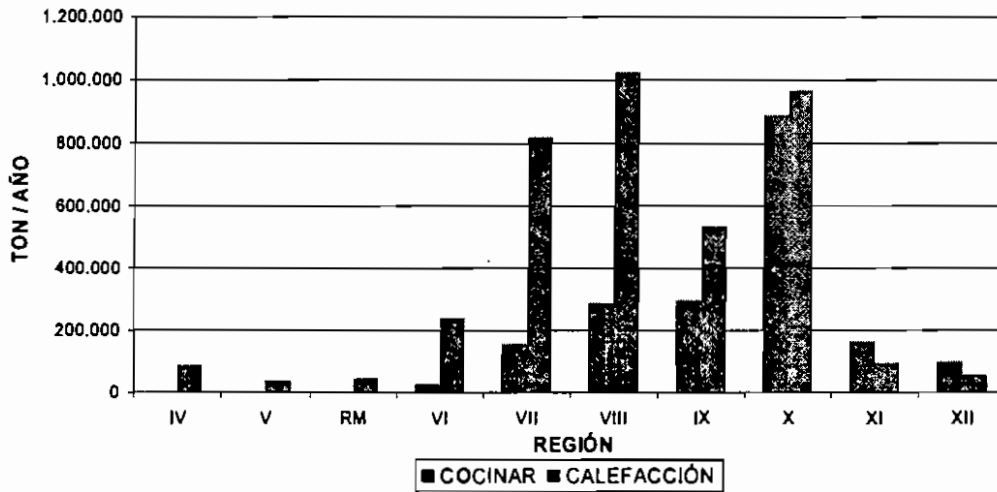


Figura 2. Distribución del consumo de leña por uso y región (U. de Chile 2005)

El consumo supera las 100.000 toneladas por año entre las VI y XII regiones, para cocinar y supera las 100.000 toneladas por año entre la VI y la XI regiones, para calefacción.

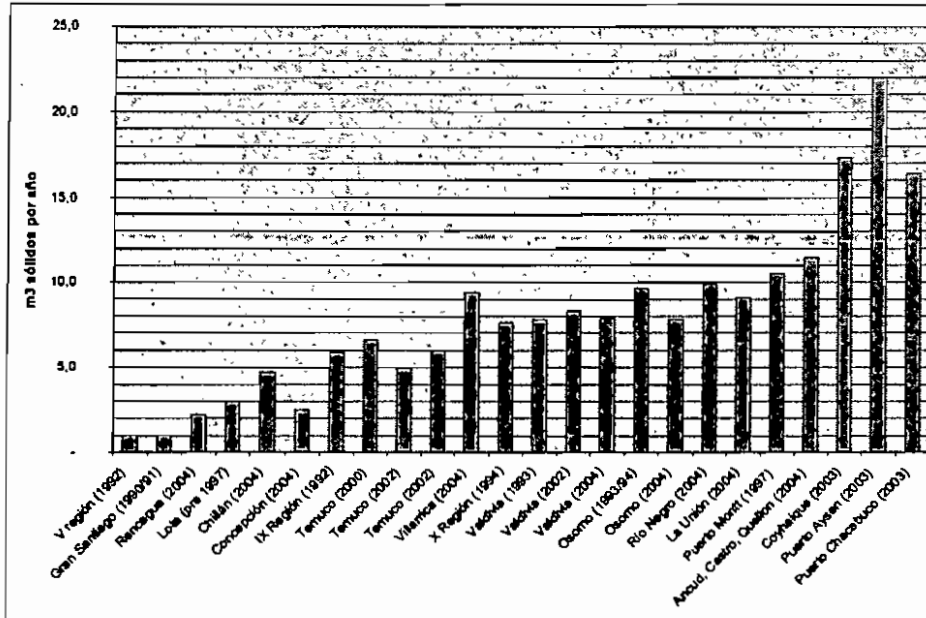


Figura 3. Consumo por hogar para diferentes ciudades (CONAMA 2006)

El consumo es creciente con la latitud, lo que está directamente asociado al uso calefacción, independientemente del artefacto usado.

000970

Las emisiones que contribuyen a bajar los niveles de calidad del aire son, principalmente, aquellas que ocurren en áreas urbanas, por lo que es necesario distinguir los consumos que se producen en áreas urbanas y rurales.

Tabla 6. Proyección de Consumo de leña residencial para el año 2003 (m³ cúbicos sólidos) (Fuente: SINIA 2004)

REGION	URBANO	DESV EST	RURAL	DESV EST	TOTAL	DESV EST
I						
II						
III						
IV	24.735	1.344	134.025	3.672	158.760	3.910
V	13.356	444	55.775	2.656	69.131	2.693
VI	100.690	4.254	368.193	10.598	468.883	11.420
VII	433.309	9.509	1.303.929	25.558	1.737.238	27.270
VIII	798.465	23.305	1.542.549	53.312	2.341.014	58.183
IX	461.674	24.956	1.023.390	35.439	1.485.064	43.344
X	1.272.355	23.376	2.030.572	33.250	3.302.928	40.645
XI	356.234	9.689	103.045	2.870	459.280	10.105
XII	257.738	14.204	23.740	1.054	281.477	14.243
RM	82.470	1.650	7.663	384	90.133	1.694
Nacional	3.801.027	46.056	6.592.881	77.455	10.393.908	90.114

El consumo de leña se destina principalmente a calefacción y, en las regiones del Sur, a ambos usos, posiblemente con el mismo artefacto.

Tabla 7. Distribución del usos de leña en el hogar para Gran Concepción y Temuco (en número de hogares encuestados) (Fuente: U. de Chile, 2006)

Utiliza leña para	Gran Concepción		Temuco	
	No de Hogares	Proporción	No de Hogares	Proporción
Cocinar	6	0,6%	1.187	2,9%
Calentar agua	0	0,0%	102	0,2%
Calefacción	780	81,8%	25.812	62,7%
Cocinar y Calentar	0	0,0%	161	0,4%
Cocinar y Calefacción	138	14,5%	6.579	16,0%
Calentar y Calefacción	7	0,7%	1.979	4,8%
Todo	22	2,3%	5.342	13,0%
Total	953	100,0%	41.162	100,0%

00977

Tabla 8. Distribución de usos de leña en el hogar para Rancagua, Chillán, algunas comunas de la X Región y Aysén (U. de Chile, 2006)

Utiliza leña para	Rancagua		Chillán		Valdivia, Osorno, etc.		Aysén	
	m3 sol consumidos	Proporción	m3 sol consumidos	Proporción	m3 sol consumidos	Proporción	m3 sol consumidos	Proporción
Cocinar	3	0,6%	56	6,1%	245.249	25,9%	2.420	23,4%
Calentar agua	0	0,0%	39	4,3%	217.587	23,0%	1.265	12,2%
Calefacción	473	99,4%	827	89,7%	484.276	51,1%	6.655	64,4%
Total	476	100,0%	922	100,0%	947.111	100,0%	10.341	100,0%

Tabla 9. Distribución del consumo de leña entre los distintos artefactos para las distintas encuestas disponibles (U. de Chile 2006)

Artefacto que utiliza leña	Rancagua		Gran Concepción		Chillán		Temuco		Valdivia, Osorno, etc.		Aysén	
	m3 sólidos consumidos	Proporción	m3 sólidos consumidos	Proporción	m3 sólidos consumidos	Proporción	m3 sólidos consumidos	Proporción	m3 sólidos consumidos	Proporción	m3 sólidos consumidos	Proporción
Cocina de fierro	4	0,8%	4.133	41,3%	142	15,4%	83.249	44,0%	288.242	56,4%	2.171	51,7%
Salamandra	68	14,4%	922	9,2%	192	20,9%	19.196	10,1%	36.460	6,9%	147	3,5%
Estufa Combustión simple	140	29,6%	2.204	22,0%	284	30,8%	31.507	16,6%	72.227	13,7%	982	23,4%
Estufa Combustión doble entrada de aire	189	39,8%	2.211	22,1%	236	25,6%	55.323	29,2%	96.496	18,3%	806	19,2%
Chimenea	59	12,4%	510	5,1%	21	2,3%	0	0,0%	13.787	2,6%	59	1,4%
Brasero	5	1,0%	18	0,2%	4	0,5%	0	0,0%	2.014	0,4%	12	0,3%
Estufa	3	0,7%	13	0,1%	33	3,5%	0	0,0%	0	0,0%	20	0,5%
Fogón	0	0,0%	8	0,1%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
Otro	5	1,1%	0	0,0%	10	1,0%	0	0,0%	9.226	1,7%	0	0,0%
Total	474	100,0%	10.019	100,0%	922	100,0%	189.275	100,0%	528.452	100,0%	4.198	100,0%

Entre los artefactos para calefacción, evidentemente la estufa de doble combustión es la de mayor uso. Entre la VI y IX regiones, la leña se consume prioritariamente para calefaccionar. En la X y XI regiones, aparece un consumo mayoritariamente para cocinar.

Sin embargo, si se consideran los consumos por hogar, estos son notoriamente mayores hacia el Sur, lo que indica que las cocinas se usan para el doble propósito de cocinar y calefaccionar, ya que no habría razón para tal incremento de consumo por hogar para cocinar.

3.3 Universo de artefactos para calefacción

Al año 2006, el parque de calefactores entre las regiones IV a XII es del orden de 1 millón de unidades, distribuida principalmente entre las regiones VI y X. No se incluyen en esta estimación los braseros, fogones u otros calefactores no regulados por el anteproyecto de norma.

ARTEFACTOS DE CALEFACCIÓN A LEÑA EN USO (2003)

000970

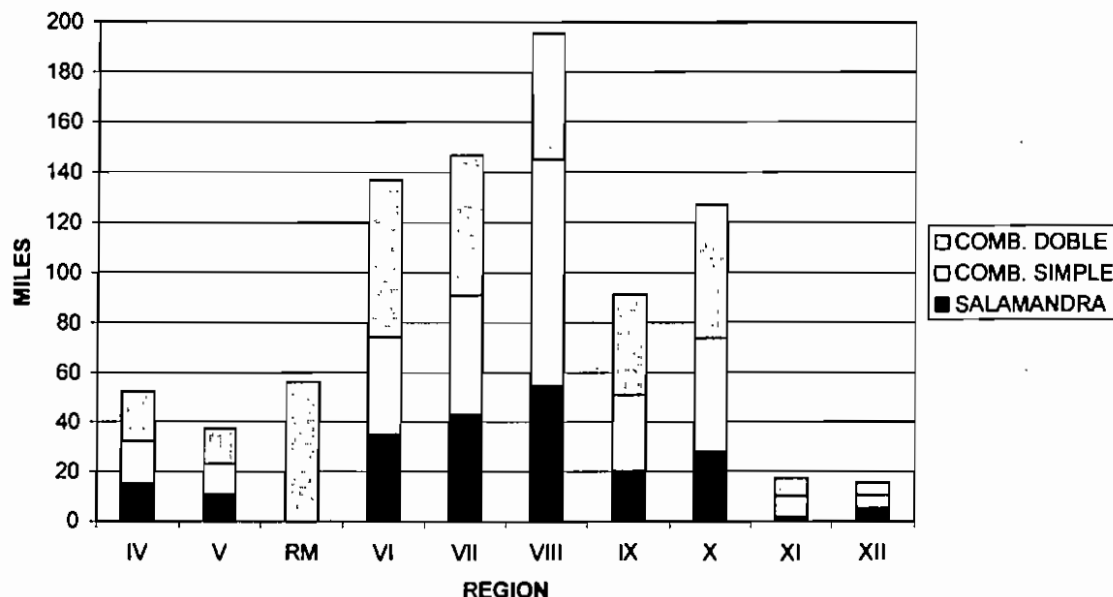


Figura 4. Distribución por tipo y Región de artefactos de calefacción

(Fuente: Para la Región Metropolitana se utilizan datos del estudio Gamma 2006. En la encuesta de la Región Metropolitana no se declararon artefactos de combustión simple, posiblemente por efecto de la prohibición de uso durante emergencias ambientales. Se asume que no se utilizan artefactos sin doble cámara. Para otras regiones se usan datos U. Chile 2005)

En la XII Región se asume que los artefactos para calefaccionar se distribuyen en los 3 tipos por igual, por falta de información desagregada.

Tabla 10. Artefactos para calefacción en uso que combustionan leña, por tipo y Región, en miles

REGION	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hogares con salamandra	15,3	10,9	-	35,1	43,0	54,8	20,2	28,1	1,7	5,2
Hogares con combustión simple	17,1	12,2	-	39,4	48,0	90,5	30,7	45,9	8,4	5,2
Hogares con combustión doble	19,9	14,2	56,3	62,5	55,8	50,3	40,5	53,0	7,3	5,2

Fuente: U. Chile 2005. y Gamma Ingenieros 2006 para RM.

Respecto del número de hogares que tiene más de una estufa, se cuenta con la información de la encuesta sobre "Comportamiento del Consumidor", U. de Chile 2005, en que se deduce que un 15% de los hogares tiene más de un artefacto, ponderando distintos estratos socioeconómicos y distintas ciudades.

00970

3.4 Universo de artefactos para cocina

Al año 2006, el parque de calefactores entre las regiones IV a XII es del orden de 1 millón de unidades, distribuida también en forma muy concentrada entre las regiones VIII y X.

HOGARES CON COCINA DE FIERRO EN USO (2003)

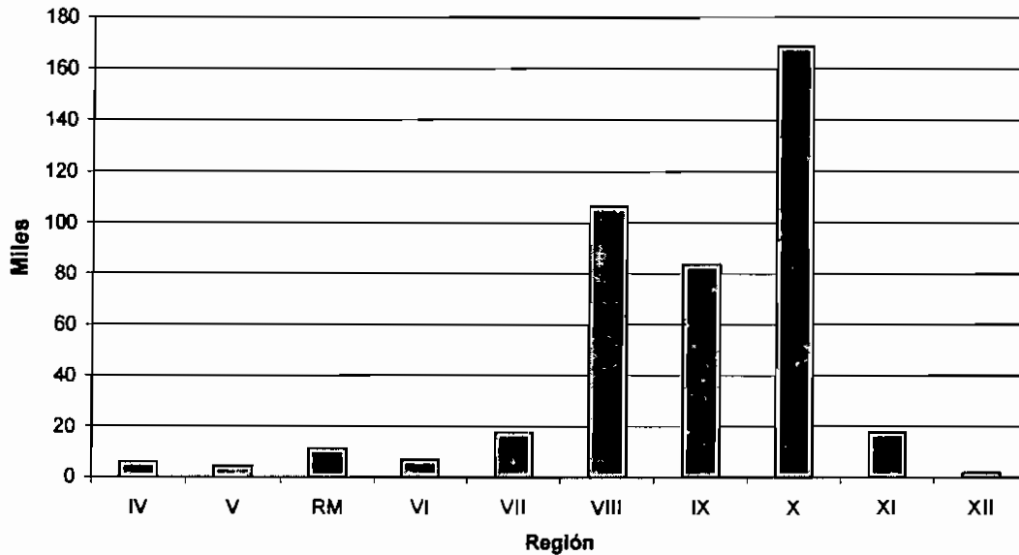


Figura 5. Distribución por Región de cocinas de fierro (Fuente: U. de Chile 2005)

Para los artefactos cocina la distribución es más concentrada, teniendo las regiones VIII a X más del 80% de los artefactos cocina, como se detalla en la tabla siguiente.

Tabla 11. Distribución por Región de cocinas de fierro (en miles en uso al año 2003)

REGION	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Hogares con cocina de fierro	6,3	4,5	11,6	7,1	17,8	106,6	84,0	169,0	17,9	1,9

Fuente: U. de Chile 2005

El total de cocinas de leña al año 2003 es de 427.000 en el país.

Se presume que el número de cocinas en uso y el número de horas de uso para cocinar por cada cocina están disminuyendo progresivamente. Entre el Censo 1992 y el Censo 2002 se produjo una disminución de 19,3 a 12,5 en el porcentaje de hogares que declararon cocinar con leña.

3.5 Mercado de la leña

Considerando una equivalencia de 1 m3 estéreo = 400 kg, el consumo de leña a nivel residencial equivale a las siguientes cantidades, en miles de toneladas, ya sea por compra formal, compra informal o recolección.

Tabla 12. Consumo de leña por uso y Región

REGION	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Total en miles ton	64	28	188	695	36	936	594	1.321	184	112
cocinar	6	3	18	67	6	205	212	634	116	71
calefacción	57	25	169	627	31	731	382	688	67	41

Fuente: Estudio Univ. de Chile 2005

De este volumen de leña consumida, una parte importante no se comercializa por canales formales, por lo que no está sujeta a ninguna posibilidad de control de calidad. Los porcentajes de compras formales se muestran en el cuadro siguiente:

Tabla 13. Porcentaje de compra formal de leña por Región

REGION	% de hogares que reciben documento legal (compradores)
IV	48.29%
V	48.29%
RM	48.29%
VI	48.29%
VII	48.29%
VIII	5.76%
IX	17.00%
X	4.52%
XI	9.07%
XII	9.07%

Fuente: Estudio de leña U. de Chile 2005

Tabla 14. Precio promedio de la leña, real

REGION	Precio medio por hogar (pesos del 2003 por m ³ sólido)
IV	25.834
V	25.834

00981

RM	25.834
VI	25.834
VII	25.834
VIII	18.910(1)
IX	14.253
X	14.652
XI	14.706
XII	14.706
Fuente: Estudio de leña U. de Chile 2005	

Notas: (1) Como para la VIII Región existen dos encuestas, se encontraron dos valores para el precio en esa región, por lo que se utilizó un promedio de tales valores.

3.6 Mercado de artefactos

Según los estudios realizados por CONAMA, existen 3 industrias grandes que fabrican cerca del 75% de los calefactores. Otras 50 a 80 empresas pequeñas cubren el resto del mercado, localizadas principalmente en la IX Región, con una producción de máximo 2.000 unidades/año, en total.

Mayor incertidumbre existe sobre los volúmenes de ventas de cocinas a leña, ya que los fabricantes se encuentran dispersos y no se conocen los canales de distribución.

Según una encuesta reciente de Gamma Ingenieros (2006) la producción de las microempresas y las importaciones no representa más del 10% del mercado. La producción declarada por los 4 mayores productores para la temporada 2006 es la siguiente.

Tabla 15. Producción declarada por fabricantes de calefactores el año 2006

PRODUCTOR	PRODUCCIÓN 2006
Bosca	36.000
Amesti	45.000
Calefactores Pucón	12.000
Fundición Pirque	300
Albin Trotter	2.000
Comercial Jiménez	250
Total	95.550
Fuente: Gamma Ingenieros 2006	

00982

El mismo estudio indica que probablemente estas cifras pueden estar sobreestimadas, por lo que se estima que la cifra real de calefactores comercializados formalmente en 2006 de aprox. 84.000 calefactores.

Comparando con el 2004, en que se declaran ventas por 58.000 calefactores para los 3 productores, las ventas han tenido un aumento importante (sobre 20% anual). En este mismo período se observa una reducción de precios a público del orden de 4%.

Las causas atribuidas a este fuerte aumento son dos:

- aumento de competitividad de la leña frente a otros combustibles
- acceso a crédito que otorga la distribución de calefactores a través de grandes cadenas de retail

Los precios característicos de los artefactos se muestran en los valores declarados por los fabricantes:

Tabla 16. Rangos de precios según fabricantes, con IVA, 2004

RANGO DE PRECIOS	% ESTUFAS	% VENTAS
bajo \$ 125.000	41,2	29,9
\$ 125.000 a 165.000	47,4	50,0
\$ 165.000 a \$ 210.000	6,1	8,3
\$ 210.000 a 300.000	3,8	7,0
sobre \$ 300.000	1,6	4,6

Fuente: Fabricantes

Frente a las consultas de la última modificación de diseño realizada a los equipos que fabrican actualmente, respecto de si posee algún prototipo de calefactor en proceso de desarrollo tecnológico, los fabricantes presentan diferentes realidades.

Tabla 17. Encuesta desarrollo y modificaciones de diseño de calefactores

Fabricante	Año de última modificación de Diseño	Prototipo de Calefactor en Desarrollo Tecnológico		
		Si, Estufas	Si, Nuevos Productos	NO
Bosca	2006	X	X	
Amesti	2006	X		
Calefactores Pucón	2005	X		
Fundición Pirque	2005			X
Albin Trotter	2006			X
Comercial Jiménez	1994			X

Fuente: Gamma 2006

En entrevistas con los fabricantes, se manifestó que la innovación en el mercado se ha visto frenada por la incertidumbre frente a la dictación de nuevas normas, por lo que se estima que una norma mejoraría la información y permitiría una competencia basada en la calidad certificada de los artefactos.

Respecto de las cocinas, se desconocen las ventas, las que al parecer serían muy inferiores al número de cocinas que se dejan de usar, dada la disminución de 6% en 10 años en el número de hogares que cocina con leña. (Censos 1992-2002)

Por esta razón, y considerando que el uso de las cocinas tiene un fuerte arraigo cultural, se considera poco probable que la normativa tenga efectos significativos sobre el mercado de cocinas nuevas y la intensidad de uso de las cocinas existentes. En otras palabras, se estima que la adquisición y el uso de cocinas a leña no responde a los factores económicos habituales del mercado: precio de compra, costo de uso, competitividad con otros artefactos, etc., sino a mantener los hábitos de uso tradicionales.

Es poco probable que el uso de leña para cocinar descienda por disminución del número de aparatos. A falta de mayor información, se supondrá que la venta de cocinas nuevas en ningún caso compensa la cantidad de cocinas que dejan de usarse, como lo demuestra el censo. Por lo tanto, a no se considera que el mercado de cocinas nuevas sea significativo para la evolución futura del uso de leña y sus respectivas emisiones.

Al mismo tiempo, en opinión de los fabricantes, no existen, a nivel intencional, innovaciones en el diseño ni en el sistema de combustión de las cocinas, posiblemente porque es difícil compatibilizar el concepto de cámara hermética y doble combustión con la regulación de temperatura requerida y los hábitos tradicionales de preparación de alimentos.

3.7 Impactos de las concentraciones de MP sobre la salud

Existe una amplia literatura que relaciona los niveles de PM₁₀ y PM_{2.5} con efectos en salud.

El estudio realizado para Santiago en 2000 proporciona los coeficientes de impacto para los diferentes efectos, como presenta la siguiente tabla.

Tabla 18. Coeficiente de impacto medio para Santiago (Número de efectos por cada microgramo/m³ de reducción de PM_{2.5} por millón de personas de la población total)

Efectos	Valor Medio	90% Coef. Impacto
Muertes (exposición de largo plazo)	32.6	(21.3 - 43.4)
Bronquitis Crónica	33.4	(18.8 - 43.9)
Muertes Neonatales	6.70	(3.62 - 9.54)
Muertes Prematuras	5.42	(3.25 - 7.57)
Adm. Hosp. RSP (ICD 460-519)	15.1	(9.22 - 21.9)
Adm. Hosp. COPD (ICD 490-496)	1.50	(1.15 - 1.84)
Adm. Hosp. CVD (ICD 390-429)	1.84	(0.09 - 3.89)
Adm. Hosp. Cardio Congestiva (ICD 428)	0.44	(0.22 - 0.65)
Adm. Hosp. Cardio Isquémica (ICD 410-414)	0.71	(0.28 - 1.12)

Adm. Hosp. Neumonía (ICD 480-487)	1.77	(1.23 - 2.30)
Adm. Hosp. Asma (ICD 493)	0.25	(0.11 - 0.39)
Ataques de Asma	1.214	(459 - 1970)
Bronquitis Aguda	57.0	-(0.81 - 84.8)
Visitas Sala Emergencia Asma (ICD 493)	1.01	(0.49 - 1.5)
Consultas Infantiles IRA baja	132	(49.0 - 214)
Días Perdida Trabajo (WLDs)	10.225	(9.029 - 11.399)
Días Actividad Restringuida (RADs)	8.330	(5.812 - 10.442)
Días de Actividad Restringuida Menor (MRADs)	34.983	(29.715 - 40.253)

Fuente: Estimación de los Beneficios Sociales de la Reducción de Emisiones y Concentraciones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana. Santiago, Chile, P. Universidad Católica de Chile, 2000

Estos coeficientes de impacto dependen de los coeficientes de la relación concentración-respuesta y de las tasas de incidencia de los efectos. Los coeficientes concentración-respuesta han sido tomados de estudios Chilenos, latinoamericanos e internacionales (principalmente de EE.UU.), y se consideran que representan la respuesta biológica, por lo que no cambian al aplicarlo a otras ciudades.

Las tasas de incidencia, en cambio, si varían de ciudad en ciudad, tal como muestra la siguiente tabla, que muestra las tasas de mortalidad para algunas localidades. Como muestra la tabla, aun cuando existe variabilidad entre las diferentes localidades, esta es relativamente menor, sobretodo cuando se compara con la variabilidad de los factores concentración/emisión, por lo que usaremos los resultados para Santiago en todas las ciudades.

Tabla 19. Tasa de mortalidad no accidental según causa y grupo etéreo, promedio de 2000 a 2003 (casos por 100.000 habitantes)

Causa	Grupo de edad	Nacional	RM	Rancagua	Concepción	Temuco
Todas las causas no accidentales	Todos	470	438	451	439	437
	<1 año	817	764	853	785	801
	< 18	54	52	51	50	55
	≥65	4,449	4,298	4,584	4,212	4,592
Respiratorias	Todos	50	46	61	35	43
	< 18	4.4	3.3	6.2	4.9	5.6
	≥65	562	545	779	499	495
Cardiovasculares	Todos	144	133	137	132	117
	< 18	1.3	1.3	1.3	1.5	0.7
	≥65	1,545	1,465	1,594	780	1,394

Fuente: elaboración PUC a partir de datos de mortalidad de INE (2000 a 2003). Poblacion obtenida de INE.

Además de los impactos del material particulado, la quema de leña emite compuestos aromáticos que son carcinógenos humanos o probables carcinógenos humanos, según la clasificación de la USEPA. Sin embargo, un estudio anterior ha mostrado que los impactos carcinógenos son bastante menores que los producidos por el material particulado, por lo que no se considerarán en este estudio.

J06985

4 TECNOLOGÍA DE LAS ESTUFAS A LEÑA

4.1 Combustión de leña

Los artefactos que combustionan leña realizan diversos procesos destinados a obtener el máximo de la energía contenida en la leña y producir el mínimo de residuos.

La leña requiere como comburente oxígeno que es suministrado por el aire de combustión. Los productos del proceso pueden resumirse como sigue:

CALOR DE GASIFICACIÓN: Calor generado por la propia combustión que es necesario para mantener el proceso de secado y gasificación de la leña

CALOR UTIL: Calor efectivamente transferido al ambiente calefaccionado y/o a los elementos de cocción

PÉRDIDAS: Calor transferido al ambiente exterior a través del flujo de exceso de aire caliente que se descarga por el efluente

RESIDUOS: Vapor de agua, dióxido de carbono, componentes orgánicos condensables, cenizas y otros compuestos no contaminantes que genera la combustión

EMISIONES: Material particulado fino, monóxido de carbono, componentes orgánicos volátiles, óxidos de nitrógeno y otros contaminantes que genera la combustión

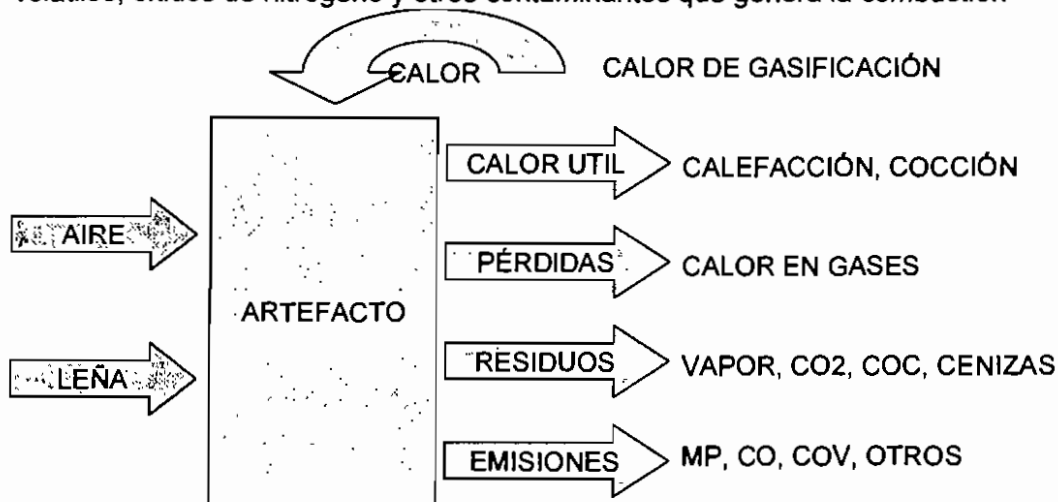


Figura 6. Esquema del flujo de materia y energía en la combustión de leña

Fuente: Elaboración propia

Se puede simplificar la función del calefactor diciendo que utilizando el insumo leña, se busca obtener como producto el calor útil, produciéndose las externalidades que son las emisiones y residuos. En cuanto a la emisión de CO₂, la combustión de leña es neutra. La leña no es un combustible en sí, sino que es necesaria una transformación térmica (pirólisis) para ser descompuesta en sustancias combustibles y ser mezcladas con aire antes de poder ser quemadas. En este proceso es necesario:

- transferir calor a la leña para su gasificación, energía que es obtenida de la propia combustión, y depende en gran medida del diseño de la cámara de combustión
- mezclar los gases generados con aire para su combustión
- mantener una temperatura suficientemente elevada y durante un tiempo suficientemente prolongado para permitir la combustión completa

En caso de no cumplirse estas condiciones, la combustión será incompleta se producirán emisiones y la eficiencia energética será inferior.

La eficiencia energética es inferior al 100% por varias razones:

- parte de la energía de combustión es utilizada en evaporar el agua contenida en la leña
- parte del combustible no es quemado y se emite en forma de partículas o gases condensables (creosota)
- parte de la energía de los gases de combustión no son transferidos al ambiente interior y se descargan al exterior
- parte de la energía de combustión es utilizada en calentar el Nitrógeno y el exceso de Oxígeno del aire de combustión

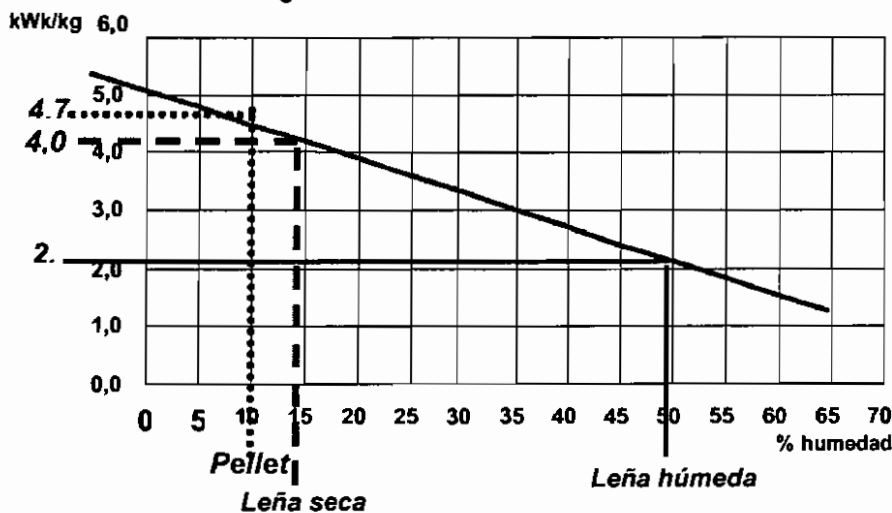


Figura 7. Relación entre el poder calorífico y el contenido de humedad de la leña

La cantidad de aire abundante aumenta la tasa de combustión y la temperatura, pero baja la eficiencia y el tiempo de tránsito de los gases. La cantidad de aire escasa baja la tasa de combustión, reduciendo la temperatura y haciendo incompleta la combustión. En consecuencia, resulta difícil lograr al mismo tiempo una alta eficiencia o bajas emisiones.

Para lograrlo, los diseños de los calefactores recurren a:

- admitir aire primario en forma muy controlada y precalentado
- concentrar el calor en la zona de gasificación de la leña
- mezclar intensamente los gases combustibles con el aire (turbulencia)
- inyectar aire secundario precalentado en lugares y cantidad controlados
- alcanzar una temperatura elevada, del orden de 700 °C
- evitar superficies frías que apaguen la llama o condensen sólidos volátiles
- prolongar el tiempo de tránsito de los gases
- disipar el máximo de calor desde los gases calientes hacia el ambiente

En este proceso se pueden distinguir varias etapas, que se ilustran a continuación en un ejemplo, donde se analiza paso a paso la transformación que sufre 1 kg de leña, con 20% de humedad (800 g de masa seca) a 10°C de temperatura, que se agrega a una estufa encendida de doble combustión (dos etapas de entrada de aire).

Tabla 20. Procesos de transformación de la leña durante la quema en un calefactor

TEMPERATURA INICIAL-FINAL	ENERGÍA	PROCESO	MASA SÓLIDA FINAL PROCESO
10 a 100°C	Absorbe 0,2 MJ	Calentar la leña húmeda hasta 100 °C	1000 g
100 °C	Absorbe 0,5 MJ	Vaporizar 200 g de agua	800 g
100 a 250 °C	Absorbe 0,2 MJ	Calentamiento de la leña	800 g
250 a 350 °C	Absorbe 1,7 MJ (depende de rapidez de quemado)	Despolimerización de la celulosa, gasificación sin llama	700 g aprox.
350 °C		Ignición de gases	
350 a 850 °C (depende de la rapidez de quemado)	Genera aprox. 10 MJ (parte se absorbe en la gasificación)	Gasificación de volátiles y separación de sólidos (carbonización) Combustión parcial de volátiles	300 g aprox.
500 a 600 °C (depende de la rapidez de quemado)	Genera aprox. 6 MJ	Combustión de sólidos (carbón)	30 g aprox.
650 a 700 °C	Genera aprox. 0,3 MJ	Combustión secundaria (reduce las emisiones)	10 g aprox.
		Emisión de MP y cenizas	5 g
600 a 200 °C	Disipa aprox. 8,4 MJ al entorno (energía útil)	Enfriamiento de gases por convección y radiación	
200 a 10 °C	Disipa aprox. 5,3 MJ a la atmósfera (pérdida)	Descarga de gases a la atmósfera, condensación de vapor de agua y residuos volátiles condensables	

Fuente: Elaboración propia

Nota: La temperatura en la salida exterior de los gases no debe descender bajo 120°C para evitar condensación de agua y la correspondiente corrosión.

En este ejemplo, se generan 16,3 MJ de energía, de los cuales se absorben 1,9 MJ en el proceso de gasificación de la leña, quedando 14,4 MJ de energía neta disponibles. De esta cantidad, 0,7 se pierden en el secado de la leña húmeda, 8,4 MJ se aprovechan al ser disipados al ambiente exterior y 5,3 se descargan a la atmósfera a través de los gases de combustión y aire en exceso. Por lo tanto, la eficiencia energética de este ejemplo es 58%.

4.2 Aspectos de diseño

Existen 3 tipos de cámaras de combustión de leña, dependiendo de la dirección del flujo de aire y gases en relación al combustible sin quemar y las brasas. Estas configuraciones se esquematizan de la siguiente manera:



Figura 8. Configuración "updraft": el aire fluye desde las brasas hacia la leña sin quemar

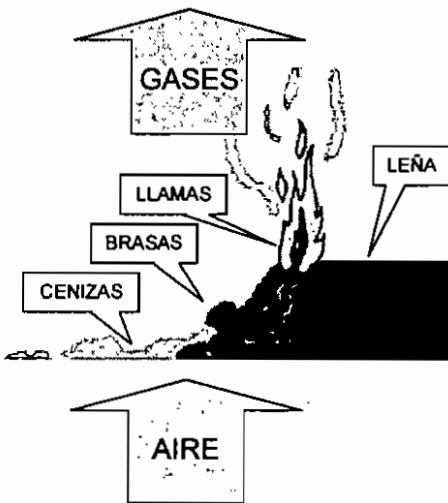


Figura 9. Configuración "sidedraft": el aire fluye desde las brasas hacia la llama, sin pasar por la leña

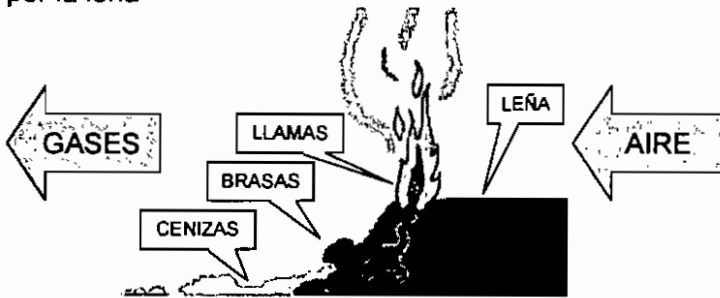


Figura 10. Configuración "downdraft": el aire fluye desde la leña sin quemar hacia las brasas

Las estufas de doble combustión comunes en el país son del tipo "updraft". Los 3 tipos pueden alcanzar altas eficiencias y bajas emisiones, pero sus parámetros empeoran si se operan fuera de su rango óptimo.

La limitación del tipo "updraft" es que baja la temperatura de la cámara de combustión cada vez que se recarga con combustible, ya que la leña fría tiene contacto con los gases calientes. Cualquiera sea la configuración, hay ciertos aspectos del diseño que permiten un mínimo de emisiones y máximo de calor útil. Algunos de ellos se resumen en el cuadro siguiente.

Estas condiciones no son indispensables en cada diseño, sino que se mencionan como posibles soluciones que, aplicando un conjunto de ellas, tienden a mejorar las características de los calefactores.

00989

Tabla 21. Recursos de diseño orientados a mejorar las condiciones de combustión

OBJETIVO	DISEÑO
Mantener presión negativa	Máxima hermeticidad, con ingreso de aire sólo en entradas controladas
Cantidad de aire correcta	Regulador de flujo de aire primario según la tasa de combustión deseada
Temperatura de aire correcta	Pre calentamiento del aire primario y secundario
Libre circulación de aire alrededor de la leña	Parrilla o elementos posicionadores de leña
Temperatura de combustión alta	Mantener el calor en la cámara de combustión, limitando las pérdidas por radiación o conducción
Combustión completa de gases y partículas	Mezcla de gases y partículas combustibles con aire secundario a alta temperatura
Tiempo suficiente de combustión	Prolongar el recorrido de los gases mediante deflectores de flujo Provocar turbulencia en la mezcla de aire secundario
Aumentar la eficiencia energética	Extraer el máximo calor de los gases, después de la combustión y antes de la descarga al cañón de salida Evitar el exceso innecesario de aire primario y/o secundario Reciclar los gases de escape como fuente de aire secundario Aumentar la convección en la superficie exterior de la estufa
Adaptar la combustión a distintas tasas de quemado o calidad de combustible	Ventilador de inyección de aire controlado por sensor de temperatura
Minimizar emisiones manteniendo el mínimo de exceso de aire	Control de cantidad de aire mediante sensor lambda
Optimizar la combustión a las condiciones reales de instalación	Regulador de entrada mínima de aire que se ajusta con el tiraje real durante la instalación del calefactor
Evitar riesgo de quemaduras por superficies exteriores a alta temperatura	Incorporar material aislante y/o refractario para temperaturas exteriores moderadas
Evitar la operación a temperatura insuficiente	Permitir una cantidad de aire mínima que mantenga la combustión
Evitar el exceso de aire durante etapa de enfriamiento	Cierre automático de aire al bajar la temperatura
Evitar exceso de presión negativa	Limitador de tiraje en cañón de gases
Evitar apagado prematuro de llama	Evitar superficies metálicas frías
Evitar condensación de volátiles	Mantener la temperatura alta hasta el final de la combustión Uso de doble vidrio en ventana
Remoción de cenizas	Separador y receptáculo de cenizas, sin entradas de aire no controladas

Fuente: Elaboración propia

Un ejemplo de estufa de doble combustión y alta eficiencia, que incorpora diversos recursos de diseño se muestra en la figura siguiente.

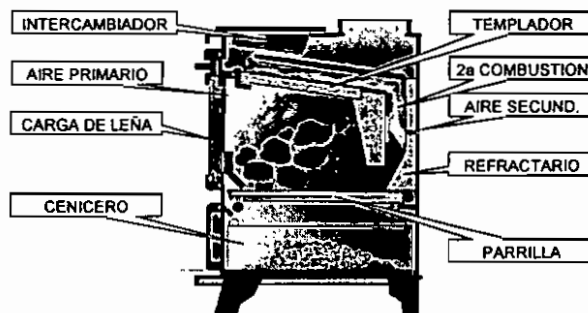


Figura 11. Sección de una estufa de doble combustión, bajas emisiones y alta eficiencia (Fuente: catálogo extranjero)

Nota: para más detalles técnicos, ver "Estudio de factibilidad de aplicar el modelo de estufa Sirius en Chile", Conama, Diciembre 2006

4.3 Características de calefactores de doble combustión del mercado actual

Los calefactores que se han establecido en el mercado chileno corresponden, en su mayoría, al tipo doble combustión y su popularidad se debe principalmente al concepto de "combustión lenta" en relación a calefactores y estufas de tecnologías anteriores.

El principal elemento que distingue estas estufas es el denominado "templador", que cumple varias funciones. Por una parte, el templador forma una segunda cámara sobre la cámara principal. El templador defleca el flujo de gases provocando un recorrido más largo a través de la segunda cámara.

Por otra parte, el templador alcanza una elevada temperatura al estar en contacto con los gases en combustión y por efecto de la radiación de la llama. De este modo, el templador cumple la función de transferir calor desde la combustión primaria, manteniendo una temperatura más elevada en la etapa de combustión secundaria.

Resulta fundamental en el diseño del templador que logra la mezcla oportuna y completa del aire secundario con los gases y MP a alta temperatura.

La principal deficiencia de esta configuración es que necesariamente se enfría la cámara de combustión cada vez que se carga de combustible, dando lugar a un período de mayores emisiones hasta que se alcanza el régimen normal de temperaturas.

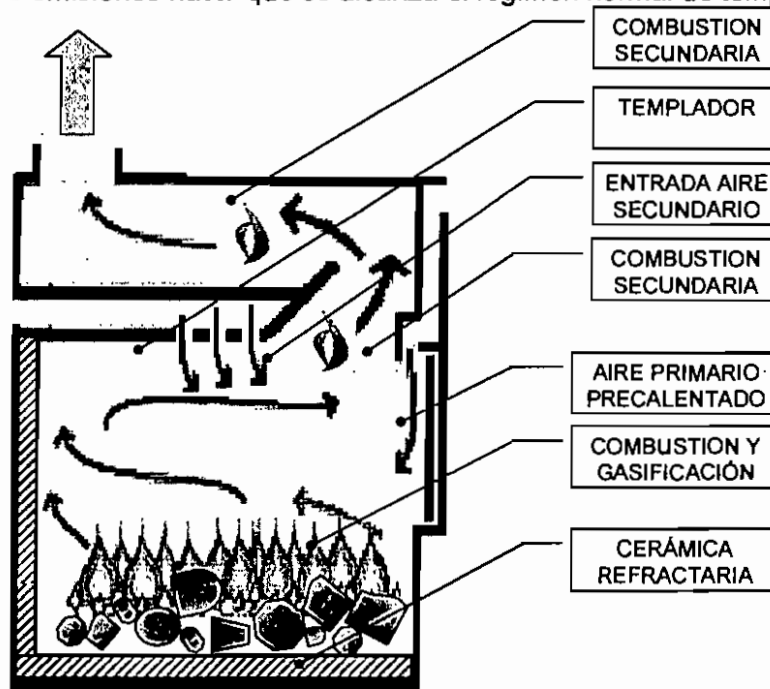


Figura 12. Esquema de una estufa de doble combustión nacional típica (Elaboración propia)

00991

Las estufas de doble combustión típicas tienen una potencia máxima promedio de 9.000 kcal/hr, equivalente a 10 kW y una tasa de quemado de 2,5 a 3 kg de leña por hora. En su posición "mínimo" o "lenta" la potencia es de 2 a 3 kW y un consumo de 0,6 a 1 kg/hr. Los factores de emisión típicos de material particulado (en laboratorio y con leña seca) son de aprox. 2 g/kg para máxima potencia y 6 g/kg a baja potencia, con una cantidad de leña moderada.

Generalmente, a máxima potencia el aire primario proporciona un elevado exceso de oxígeno, facilitando una mayor temperatura y mejor combustión, pero reduciendo la eficiencia energética por el mayor flujo y menor tiempo de intercambio térmico.

Si se llena la cámara a su máxima capacidad de leña, baja la temperatura de la cámara de combustión y las emisiones pueden ser mucho mayores, como muestran en la figura siguiente.

Por lo tanto, existe un compromiso entre la duración de la carga de combustible, el proceso de recarga de combustible y las emisiones de MP que se producen. Por lo tanto, un calefactor ideal es el que alcanza rápidamente su temperatura máxima desde el encendido y durante la recarga mantiene elevada dicha temperatura.

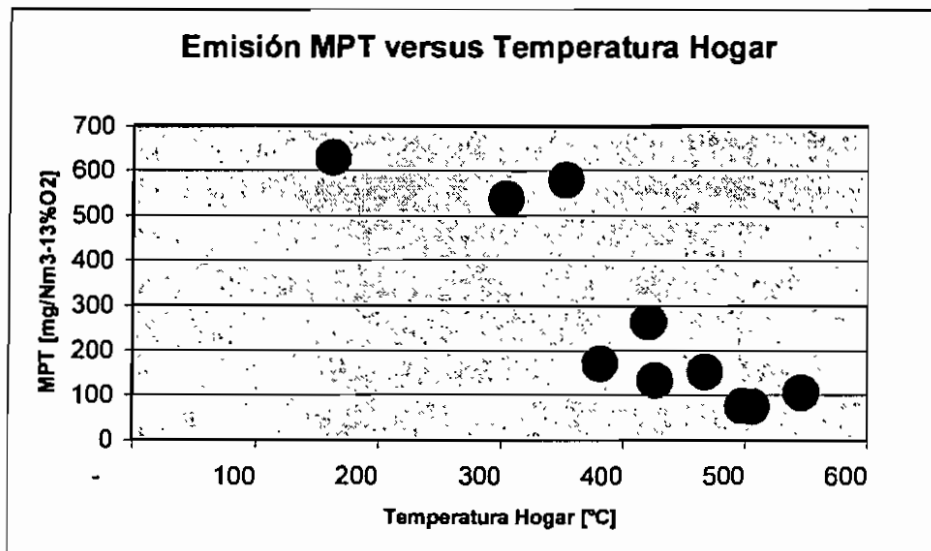


Figura 13. Relación entre emisiones de MP y temperatura del hogar (Proterm 2005)

La eficiencia térmica típica de los calefactores en el mercado nacional es entre 55% y 65 % de la capacidad calorífica de la leña.(ver figura siguiente) (SERPRAM 2006). Al aumentar la tasa de quemado disminuye la eficiencia térmica, debido al mayor exceso de aire primario y al menor tiempo de tránsito por las superficies de intercambio de calor.

00992

EFICIENCIA TÉRMICA vs TASA DE QUEMADO

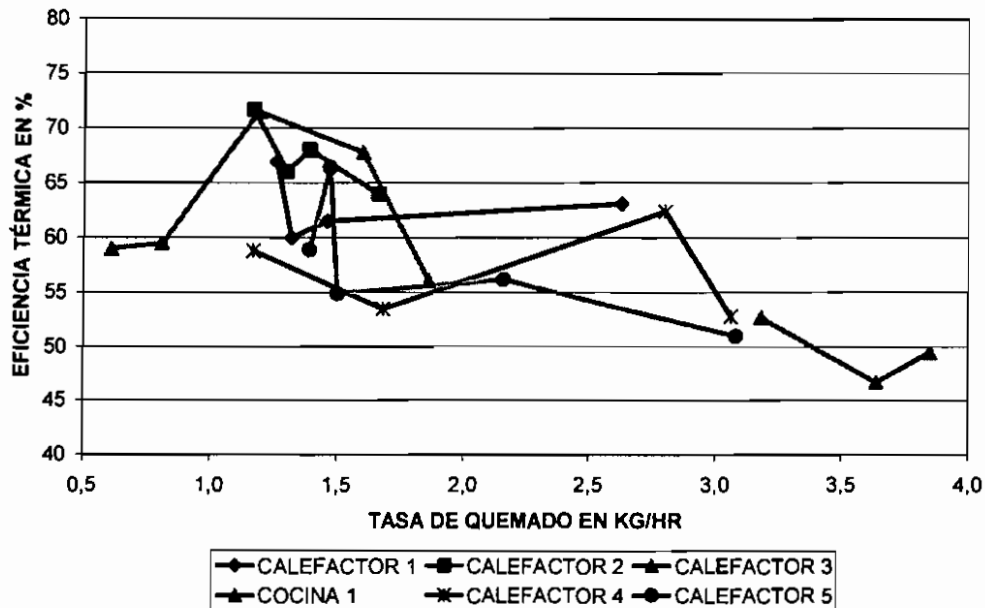


Figura 14. Eficiencia térmica de calefactores del mercado actual (SERPRAM 2006)

Los artefactos evaluados por SERPRAM (2006) presentan tasa de quemado entre 0,6 y 3,8 kg/hr, con eficiencias descendentes desde 70% hasta menos de 50%, para sus diferentes condiciones de operación.

La cocina presenta una alta tasa de quemado y una baja eficiencia, probablemente debido a las diversas fugas de aire que tienen estos artefactos a través de las uniones de sus partes y puertas no herméticas.

En cuanto a emisiones, los artefactos nacionales presentan valores, según los ensayos de SERPRAM 2006, en el rango 100 a 600 mg/MJ, como se muestra en la figura siguiente.

En estos ensayos, se fijan las condiciones del artefacto y se evalúa un ciclo completo de combustión de cierta carga de leña. Durante este ciclo las emisiones y la tasa de quemado varían continuamente y los resultados que se obtienen caracterizan la totalidad del ciclo, sin representar las emisiones instantáneas.

00993

EMISIONES DE ARTEFACTOS ACTUALES

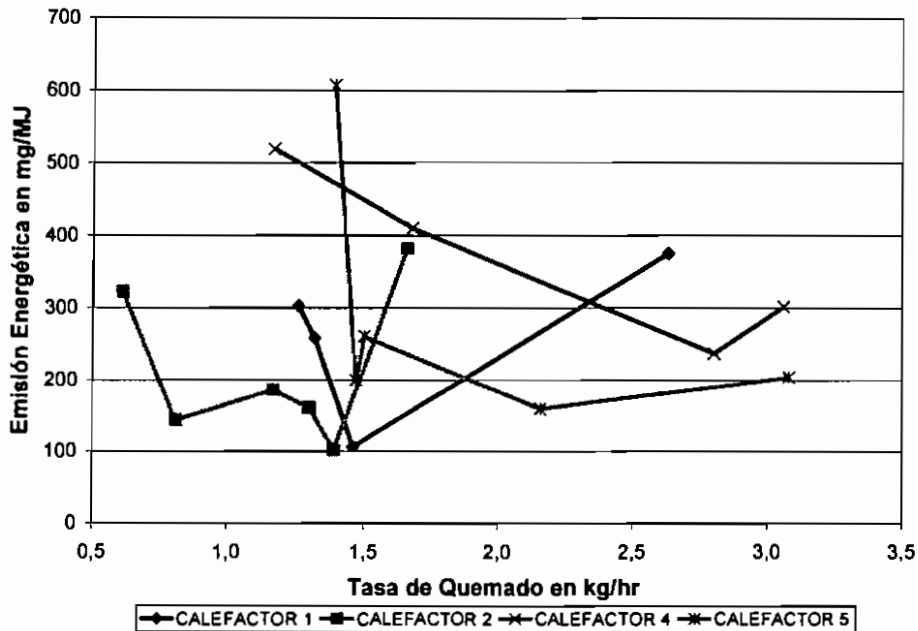


Figura 15. Relación entre tasa de emisión energética y tasas de quemado para ejemplos de artefactos nacionales

Se aprecia de estos resultados que no es simple asignar un valor único como característicos de cada artefacto.

A modo de comparación, se puede mencionar que la norma canadiense especifica un límite de 137 mg/MJ.

000992

5 MODELO DE SIMULACIÓN DEL STOCK Y EMISIONES

5.1 Número de calefactores

No existe una información histórica de las ventas ni un inventario de calefactores que constituyen el stock actual de artefactos. Sin embargo, para efectos de este estudio, se reconstruirá esta información histórica considerando 4 períodos de evolución del mercado con anterioridad a la norma, caracterizados según los siguientes parámetros:

- Tasa de aumento anual de ventas formales
- Tasa de recambio de artefactos que dejan de usarse en relación a los artefactos nuevos
- Tasa de ingreso de artefactos informales en relación a las ventas formales

Esta reconstrucción es importante porque conociendo la edad del stock se puede estimar el tipo y número de artefactos que salen del stock por fin de su vida útil.

Tabla 22. Períodos de formación del stock de calefactores y supuestos para el modelo

PERIODO	DESCRIPCIÓN	TASA DE AUMENTO (1)	TASA DE RECAMBIO (2)	TASA INFORMAL (3)
1970 - 1979	Mayormente fundición artesanal. Incipiente mercado de calefactores industrializados	4%	2%	20%
1980 - 1993	Se desarrolla el mercado de calefactores industrializados con el concepto "combustión lenta", a partir de los sectores de mayores ingresos	8%	3%	15%
1994 - 2003	El Plan de Descontaminación de la RM promueve el recambio, quedando obsoletas las chimeneas por contaminantes e ineficientes	10%	4%	12%
2004 - 2006	La distribución a través de cadenas y el alza de precio de los combustibles fósiles aceleran las ventas. El precio medio de los calefactores ha disminuido.	20%	5%	10%

Fuente: Elaboración propia

1. La tasa de aumento se refiere al incremento anual de ventas formales de artefactos

2. La tasa de recambio se refiere a los artefactos que dejan de usarse en relación a las ventas, ya sea por ineficiencia, recambio u otras razones.

3. La tasa informal se refiere a la fracción de artefactos que entra al mercado por vías informales, en relación a las ventas formales

Se considera una vida útil de 30 años, al cabo del la cual el artefacto sale del stock.

00995

Con los supuestos anteriores se ajustaron los valores iniciales para coincidir con los escasos datos duros que se dispone. Estos datos de calibración son:

- Número de artefactos dados por el censo y encuestas al 2003 = 870.000 artefactos
- Salamandras al año 2003 = 214.000
- Calefactores de combustión simple al año 2003 = 297.000
- Calefactores doble combustión al año 2003 = 365.000
- Ventas formales el año 2004 = 58.000 artefactos
- Ventas formales el año 2006 = 84.000 artefactos

Se consideran, además, las siguientes hipótesis:

- El mercado informal tiene una participación (tasa informal) progresivamente menor
- La vida útil es de 30 años y salen del stock al cumplir esa edad
- La tasa de artefactos que dejan de usarse al ser reemplazados por uno nuevo (tasa de recambio) es progresivamente mayor

La modelación arroja los siguientes resultados para el período 1970 - 2006:

Tabla 23. Evolución histórica del stock de calefactores (simulación)

AÑO	ENTRAN FORMAL	ENTRAN INFORMAL	SALEN VIDA UTIL	SALEN RECAMBIO	STOCK
	MILES	MILES	MILES	MILES	MILES
PRE 1970					350
1970	6,6	1,3	1,5	0,0	356
1971	6,9	1,4	1,6	0,0	363
1972	7,3	1,5	1,7	0,0	370
1973	7,6	1,5	1,8	0,0	378
1974	8,0	1,6	1,9	0,0	385
1975	8,4	1,7	1,9	0,0	393
1976	8,8	1,8	2,0	0,0	402
1977	9,3	1,9	2,1	0,0	411
1978	9,8	2,0	2,3	0,0	420
1979	10,2	2,0	2,4	0,0	430
1980	10,8	1,6	2,5	2,2	438
1981	11,3	1,7	2,6	2,2	446

006990

1982	11,9	1,8	2,7	2,2	455
1983	12,4	1,9	2,9	2,3	464
1984	13,1	2,0	3,0	2,3	474
1985	13,7	2,1	3,2	2,4	484
1986	14,4	2,2	3,3	2,4	495
1987	15,1	2,3	3,5	2,5	506
1988	15,9	2,4	3,7	2,5	518
1989	16,7	2,5	3,9	2,6	531
1990	17,5	2,6	4,1	2,7	545
1991	18,4	2,8	4,3	2,7	559
1992	19,3	2,9	4,5	2,8	574
1993	20,3	3,0	4,7	2,9	589
1994	22,3	2,7	4,9	5,9	606
1995	24,5	2,9	5,2	6,1	625
1996	27,0	3,2	5,4	6,3	647
1997	29,7	3,6	5,7	6,5	671
1998	32,6	3,9	6,0	6,7	698
1999	35,9	4,3	6,3	7,0	728
2000	39,5	4,7	6,6	7,3	762
2001	43,5	5,2	6,9	7,6	796
2002	47,8	5,7	7,3	8,0	834
2003	52,6	6,3	7,6	8,4	877
2004	57,8	5,8	8,0	8,9	923
2005	69,4	6,9	8,4	18,8	982
2006	83,3	8,3	8,8	20,1	1.054
Se indican en color los datos de calibración.					
Fuente: Elaboración propia					

Estos mismos datos se grafican en la forma siguiente:

Informe Final: Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa. Estudio desarrollado por Ambiente Consultores para CONAMA. Versión corregida Mayo, 2007.

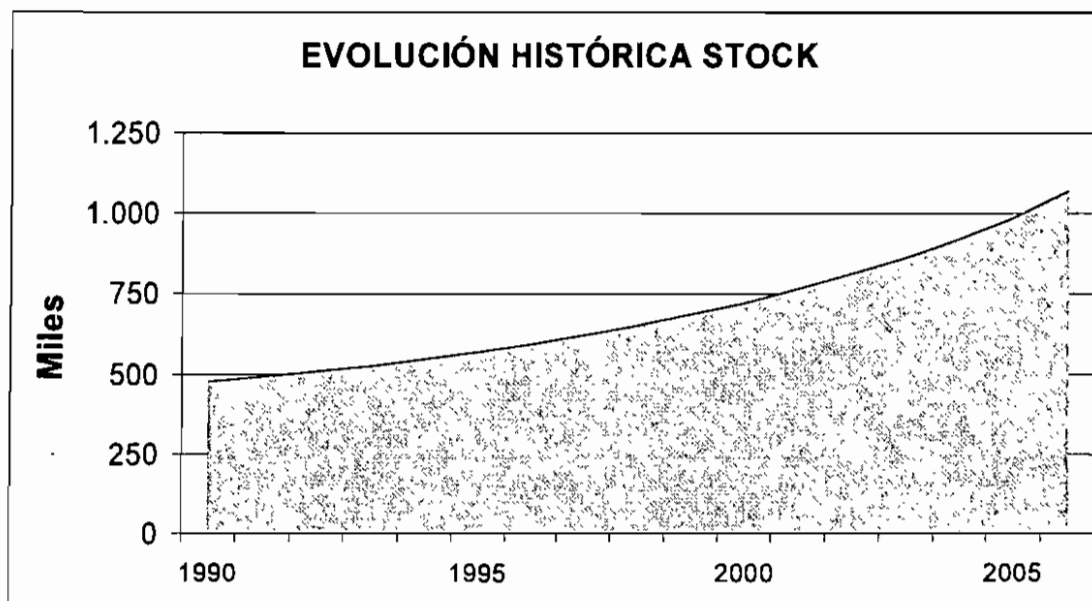


Figura 16. Evolución histórica del stock desde 1990 hasta el presente

5.2 Clasificación de calefactores según sus emisiones

Con el objeto de caracterizar las emisiones de los artefactos, en relación con los límites propuestos por el anteproyecto de norma, es necesario definir los factores de emisión del stock de calefactores, los que se asocian a las diferentes tecnologías que han caracterizado a los diferentes períodos.

En primer lugar, se creó una escala única de calidad, que considera emisiones y eficiencia energética. El propósito de esta escala es evaluar el efecto de la entrada o salida de un artefacto al parque existente, ya sea en el pasado o en el futuro, y así evaluar el impacto de los cambios en el stock de artefactos, incluyendo los más antiguos.

La razón de incorporar la eficiencia energética es que esta genera un menor consumo de leña y, por lo tanto, menores emisiones, para una misma calidad de combustión. Por razones de orden y facilidad de interpretación, la escala es geométrica y tiene intervalos espaciados por un factor igual a 2, cubriendo un rango amplio de calidad.

Tabla 24. Escala propuesta de clasificación de artefactos según emisiones de MP

CLASE	EMISIONES MP EN mg/MJ
A	menos de 10
B	10 a 20
C	20 a 40
D	40 a 80
E	80 a 160
F	160 a 320
G	320 a 640
H	640 a 1280
I	más de 1280

Fuente: Elaboración propia

Para poder construir un modelo que refleje la diversidad de artefactos, en cada categoría anterior se ha definido un artefacto "típico", hipotético, al cual se le asocia una tecnología aproximada. Se han aplicado varios supuestos y aproximaciones para lograr unificar datos dispersos y de diferentes orígenes en valores de referencia, sólo para facilitar el cálculo de emisiones. (ver notas)

Además del factor de emisión, a cada artefacto de referencia se le asigna una eficiencia térmica. Se entiende por eficiencia térmica el porcentaje de energía generado por la combustión que se transfiere al recinto del calefactor. Esta fracción incide en las emisiones porque una menor eficiencia implica mayor cantidad de leña quemada y, por ende, mayores emisiones, dado un mismo factor de emisión.

Tabla 25. Artefactos de referencia según emisiones y eficiencia térmica

CLASE	DESCRIPCION TECNOLOGÍA TÍPICA (1)	EFICIENCIA TÉRMICA (2)	EMISION VOLUMÉTRICA (3)	EMISION MÁSICA (4)	EMISION ENERGÉTICA (3)
	(sólo a modo de ejemplos)	%	mg/m ³ N	g/kg masa seca	mg/MJ
I	Salamandra o estufa artesanal	50	1280	16	1.778
H	Estufa combustión simple	55	800	10	1.010
G	Estufa doble cámara básica	60	480	6,0	556
F	Estufa doble cámara 5 g/hr	65	280	3,5	299
E	Estufa doble cámara 3 g/hr	70	144	1,8	143
D	Estufa doble cámara y tiro forzado 2 g/hr	75	80	1,0	74
C	Estufa pellets	80	40	0,50	35
B	Estufa pellets avanzada	85	20	0,25	16
A	Futura tecnología	90	12	0,15	9

Notas:

000999

- (1) La descripción es aproximada a un artefacto que podría clasificarse en cada clase, pero no es excluyente de otras tecnologías ni necesariamente tiene esa eficiencia y emisiones.
- (2) La eficiencia térmica es estimativa. Las mediciones de SERPRAM sitúan a los equipos en producción en la Clase G y tienen eficiencia media de 61%. Los mejores equipos conocidos alcanzan eficiencia del 90%.
- (3) Se considera el método del anteproyecto, es decir, el proceso de ensayo dado por el método 28 y la medición por el método 5G, tomando el peor valor de 4 condiciones.
- (4) Se considera una equivalencia aproximada de $80 \text{ mg/m}^3 = 1 \text{ g/kg}$. En teoría, la combustión estequiométrica genera $4,6 \text{ m}^3$ de gases por kg de leña seca, que diluido con aire al 13% de O_2 equivale a 12 m^3 de la mezcla de gases. Esto implica que 1 g/kg de MP equivale a 83 mg/m^3 de MP. Por otra parte, la medición de SERPRAM arroja un valor de 77 mg/m^3 para cada g/kg de MP.
- (5) Se considera que 1 kg (masa seca) de leña produce 18 MJ de energía = 5 kWh
- (6) Para modelar las emisiones de los artefactos en uso, es necesario corregir los valores de laboratorio para caracterizar la emisión real de los artefactos. La emisión real es mayor que la emisión nominal por al menos 2 factores: la humedad de la leña con respecto a la leña del ensayo, y la operación en condiciones diferentes al ensayo de laboratorio. Para efectos de esta modelación, se considerará como supuesto que entre ambos factores las emisiones reales serán 5 veces las emisiones nominales. Otros estudios obtienen ratios entre 3,5 y 10,5, sin distinción entre efectos derivados del mal uso, de desperfectos en el artefacto, de la instalación del artefacto o de la calidad del combustible. (ver numeral 5.8) La humedad de ensayo de laboratorio es entre 16% y 20% en peso húmedo, lo que con seguridad se excede en el uso real.

En la tabla siguiente se muestran los factores de emisión de laboratorio y los estimados como "reales" para efectos de modelación.

Tabla 26. Factores de emisión de laboratorio y supuestos como reales (Elaboración propia)

CLASE	DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA TÍPICA (1)	EFICIENCIA TÉRMICA	EMISIÓN VOLUMÉTRICA	EMISIÓN MÁSICA	EMISIÓN VOLUMÉTRICA "REAL"	EMISIÓN MÁSICA "REAL"
	(sólo a modo de ejemplos)	%	$\text{mg/m}^3\text{N}$ al 13% O_2	g/kg masa seca	$\text{mg/m}^3\text{N}$ al 13% O_2	g/kg leña
I	Salamandra o estufa artesanal	50	1280	16	6.400	80
H	Estufa combustión simple	55	800	10	4.000	50
G	Estufa doble cámara básica	60	480	6,0	2.400	30
F	Estufa doble cámara 5 g/hr	65	280	3,5	1.400	18
E	Estufa doble cámara 3 g/hr	70	144	1,8	720	9

01000

D	Estufa doble cámara y tiro forzado 2 g/hr	75	80	1,0	400	5
C	Estufa pellets	80	40	0,50	200	2,5
B	Estufa pellets avanzada	85	20	0,25	100	1,25
A	Futura tecnología	90	12	0,15	60	0,75

Fuente: Elaboración propia

Es necesario destacar que las emisiones no son una característica absoluta de un cierto artefacto, sino que depende en gran medida en el modo de uso de dicho artefacto, que puede cambiar varias categorías según como se opere. A modo de ejemplo, se muestran los resultados de una estufa de doble combustión ensayada bajo diversas condiciones.

Tabla 27. Factores de emisión de estufas bajo diferentes condiciones de operación (Fuente: Nussbaumer 2006)

	HUMEDAD DE LA LEÑA	ESTUFA TÍPICA	ESTUFA AVANZADA
OPERACIÓN	%	MP [mg/m ³] a 13% O ₂	MP [mg/m ³] a 13% O ₂
(1) Operación <u>ideal</u> con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga. No incorpora el aporte de contaminantes durante el período de encendido	12	20	10 - 20
(2) Operación <u>ideal</u> con trozos de leña pequeños y secos, 30% carga con combustible ideal. Incorpora en la medición el período de encendido.	12	50	20 - 30
(3) Operación <u>típica</u> para calefacción, carga completa con combustible bueno.	20	250 - 1.200	30- 50
(4) Operación <u>típica</u> para calefacción, carga completa con combustible malo.	33	500 - 1.200	60 - 150
(5) Operación <u>mala</u> , ingreso de aire cerrado durante operación.	20	6.600	No es posible operar

Según esta información, es probable que la condición más frecuente en Chile para calefactores de doble combustión sea la N°4, que clasificaría entre las clases F y E. Para efectos del modelo, se supondrá que las salamandras emiten, en condiciones reales, el equivalente a 6.400 mg/m³ a 13% O₂, las estufas de combustión simple 4.000 mg/m³ a 13% O₂, y las estufas de combustión doble 2.400 mg/m³ a 13% O₂.

Considerando, además, la eficiencia energética asociada a los artefactos de referencia, se grafica la serie de estos artefactos hipotéticos en la siguiente figura.

001001

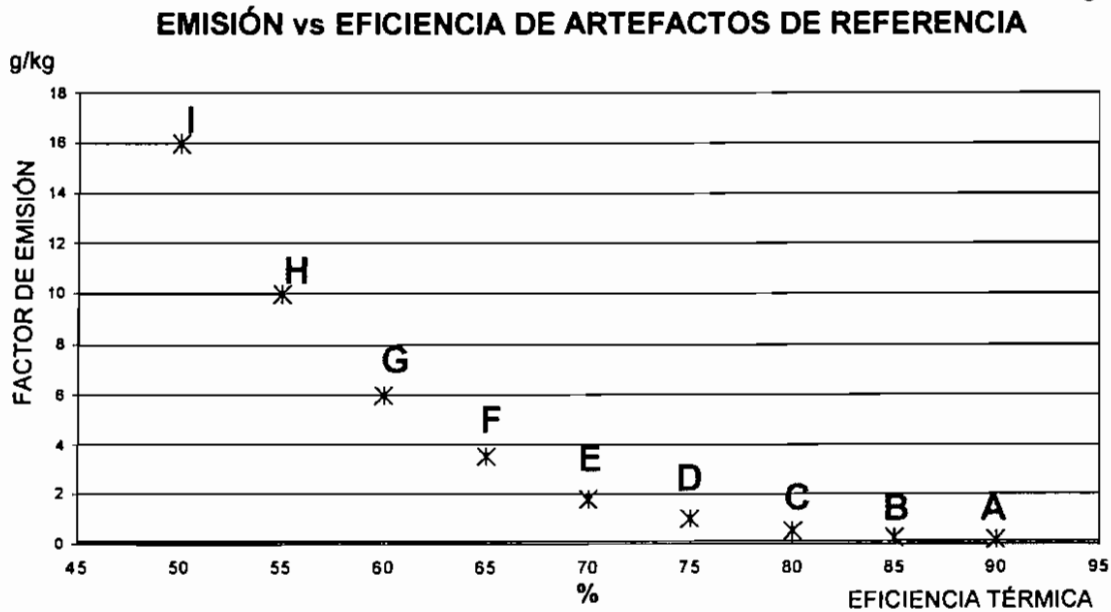


Figura 17. Relación emisiones–eficiencia para los equipos de referencia de las 9 clases (Elaboración propia)

De acuerdo a esta escala, los calefactores evaluados en la medición de SERPRAM (2006) se clasifican entre Clases G y E, si se consideran por separado las mediciones parciales.

Ahora, si a cada período histórico se le asigna una tecnología característica, la composición del stock habría evolucionado como se muestra en la tabla y figura siguientes.

Tabla 28. Clases y factores de emisión asignadas a los períodos de formación del stock actual

PERIODO	CARACTERIZACIÓN DEL MERCADO	CLASE ARTEFACTO (típico)	EMISION ASIGNADA mg/MJ
1970 - 1979	Mayormente fundición artesanal. Incipiente mercado de calefactores industrializados	I	más de 6.400
1980 – 1993	Se desarrolla el mercado de calefactores industrializados con el concepto "combustión lenta"	H	3.200 a 6.400
1994 - 2003	El Plan de Descontaminación de la RM promueve el recambio, quedando obsoletas las chimeneas	G	1.600 a 3.200
2004 -2006	La distribución a través de cadenas y el alza de precio de los combustibles fósiles aceleran las ventas.	F	800 a 1.600

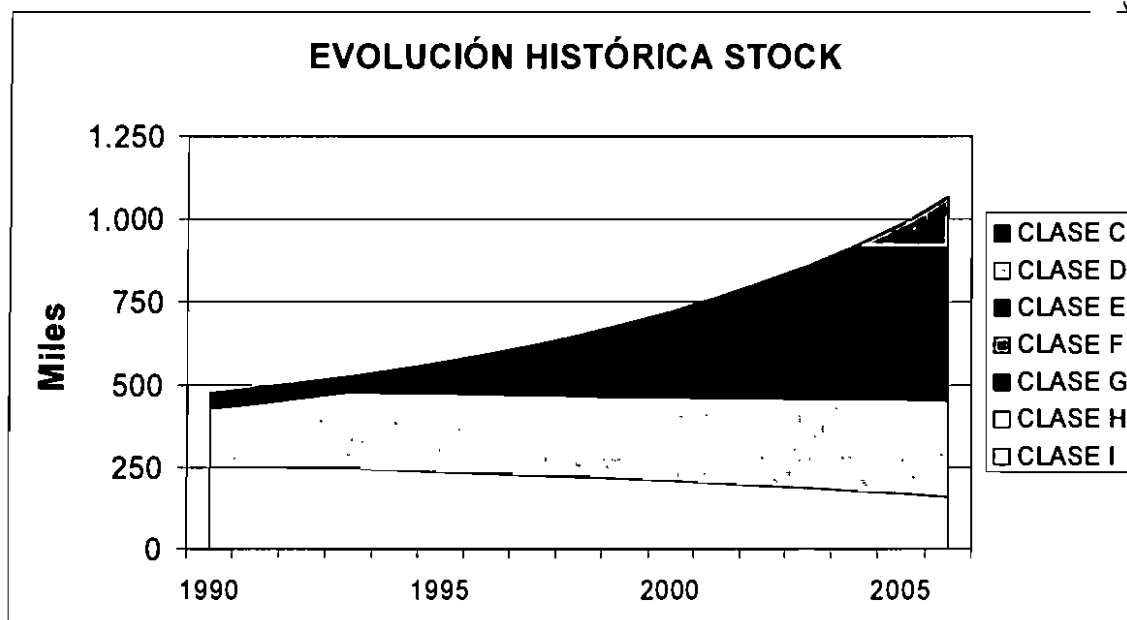


Figura 18. Modelo de composición del stock desde 1990 hasta 2006 (Elaboración propia)

Se grafican a continuación las emisiones de los equipos evaluados por SERPRAM 2006, señalando cada equipo con un color diferente, en sus varias condiciones de quemado. Se muestran también con letras D, E, F y G las clases de calidad según la clasificación anterior. Se puede observar que el mismo artefacto presenta una gran variación de emisiones, por lo que no es fácilmente homologable a una categoría.

Para ciertas tasas de quemado, cada calefactor podría cumplir las emisiones de Clase E, pero para el rango completo de tasas de quemado, todos, excepto uno, quedarían clasificados en Clase G.

En el caso de la cocina, quedaría clasificada en Clase F, pero con muy altas tasas de quemado, lo que implica ineficiencia térmica y gran gasto de combustible. Esta característica es común a la tecnología de construcción de las cocinas, con numerosas entradas de aire no controladas.

01003

EMISIONES vs TASA DE QUEMADO

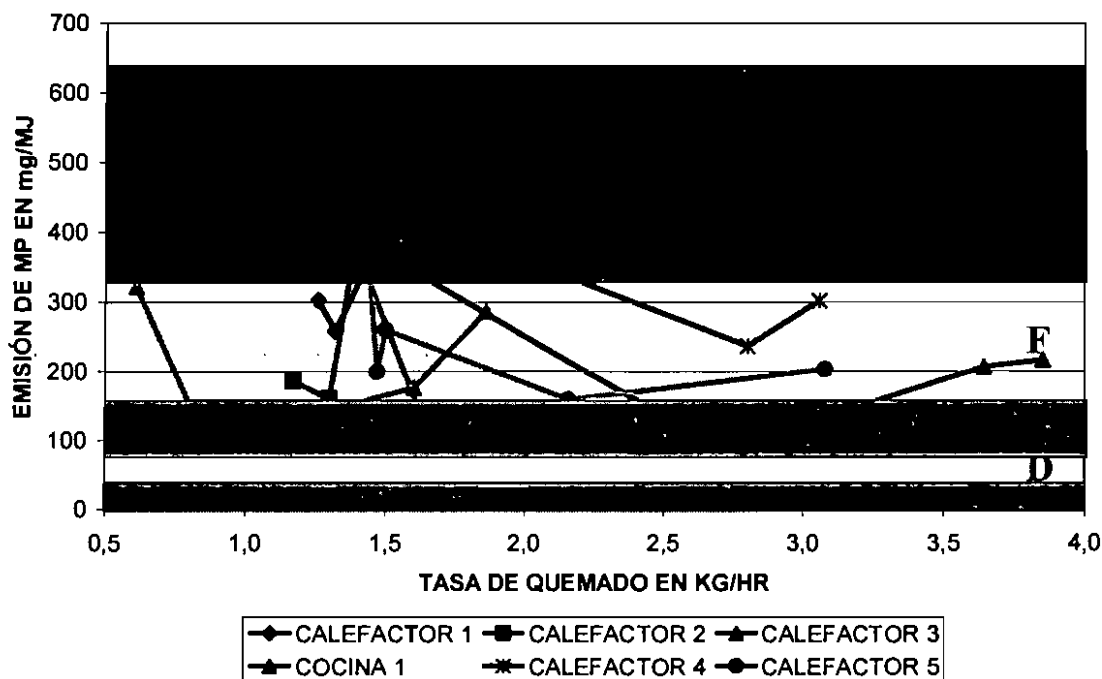


Figura 19. Emisiones y tasas de quemado para 5 artefactos en 22 condiciones de quemado diferentes, versus las clases de calidad propuestas (Elaboración propia en base a estudio SERPRAM 2006)

Estos mismos resultados, considerando cada observación como una muestra independiente, pueden ser graficados en los ejes eficiencia vs emisiones, en escala logarítmica, lo que muestra cómo estos artefactos se ubican en la secuencia de evolución tecnológica desde la Clase I hacia la Clase A.

000004

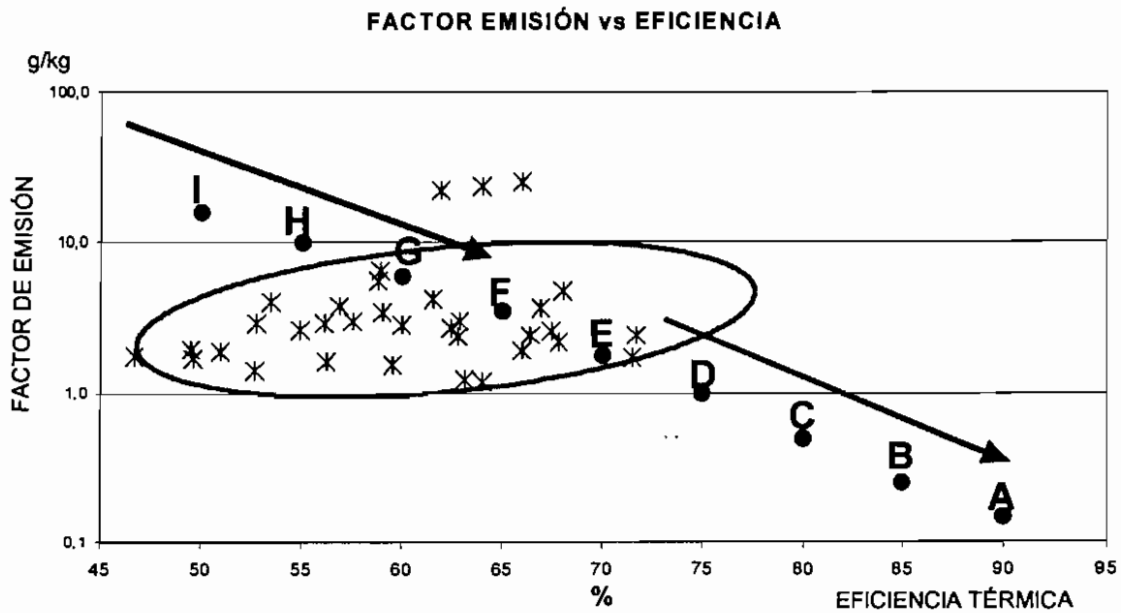


Figura 20. Evolución tecnológica, mostrando valores logrados por algunas estufas nacionales bajo diferentes tasas de quemado, en escala logarítmica

Se observa que, en cuanto a eficiencia energética, los equipos actuales en Chile se ubican entre las Clases I y E, mientras que en cuanto a emisiones, se ubican entre las clases G y E.

01003

6 OPCIONES TECNOLÓGICAS DE LAS NORMAS

6.1 Incidencia del modo de operación en las emisiones de MP

Se han identificado las siguientes relaciones:

- la humedad del combustible es el factor fundamental en la emisión de MP
- las emisiones durante el encendido son una parte importante de las emisiones del ciclo total de combustión
- el uso de bajas tasas de quemado (combustión lenta) aumenta fuertemente las emisiones
- el mayor tamaño del combustible aumenta las emisiones
- la eficiencia energética disminuye con un mayor exceso de aire
- la eficiencia energética depende del diseño del ducto de descarga de gases

Por lo tanto, el método de ensayo debe considerar la presencia de estas relaciones para incluir los diferentes modos de operación.

6.2 Parámetros de evaluación de emisiones

Las normativas actualmente en vigencia en otros países se basan en al menos 5 diferentes parámetros para caracterizar las emisiones de material particulado:

Tabla 29. Parámetros usados para evaluar emisiones de MP de artefactos a leña

PARÁMETRO	UNIDAD	DEFINICIÓN
TASA DE EMISIÓN	g/hr	Masa de MP emitido en gramos por tiempo de operación, en horas
EMISIÓN ENERGÉTICA BRUTA	mg/MJ _{IN}	Masa de MP emitido en miligramos por energía contenida en el combustible seco, en megajoules
EMISIÓN ENERGÉTICA NETA	mg/MJ _{OUT}	Masa de MP emitido en miligramos por energía efectivamente entregada por el calefactor, en megajoules
EMISIÓN VOLUMÉTRICA	mg/m ³ N	Masa de MP emitido en miligramos por volumen de gases en m ³ , normalizado a 13% de Oxígeno

FACTOR DE EMISIÓN	UNIDAD	DEFINICIÓN
	g/kg	Masa de MP en gramos por masa de combustible seco, en kg

Se muestran la nomenclatura y unidades típicas, pero no únicas.

Nota: 1 kg de biomasa seca genera aprox. 12 m³ de volumen de gases normalizados a 13% O₂, por lo que 1 g/kg es equivalente a 83 mg/m³.

Las normas estadounidense y canadiense consideran g/hr como parámetro.

Las normas australiana, neozelandesa, británica y noruega utilizan g/kg como parámetro.

La norma europea (en preparación) y la suiza utilizan mg/m³ como parámetro.

Las normas sueca y austríaca utilizan mg/MJ como parámetro.



El anteproyecto de norma utiliza el parámetro mg/m^3 (13% O_2) para evaluar las emisiones.

A su vez, los distintos países utilizan distintos métodos de ensayo, especialmente respecto de las tasas de quemado, por lo que los valores no son directamente comparables. Por ejemplo, en la Fig. 17 un mismo artefacto muestra variaciones hasta 5 veces en las emisiones para distintas tasas de quemado.

Por lo tanto, es esencial que la elección del parámetro de evaluación esté acorde y se complemente con un método de medición que represente los diferentes modos de operación.

Para los propósitos de la norma, se estima conveniente que se incorpore al parámetro normado el concepto de eficiencia térmica, por cuanto incide en las potenciales emisiones.

6.3 Ventajas y desventajas de las unidades de emisión

Gramos por kilogramo

La unidad históricamente usada para evaluar emisiones de quemadores a leña y carbón es "gramos por kilogramo" (g/kg) o Factor de Emisión. Esta proporciona una medida de la cantidad de particulado emitido, en gramos, por cada kilogramo de combustible quemado. Esta unidad es relativamente fácil de medir.

La eficiencia térmica no es considerada en la unidad g/kg; por lo tanto, se requiere considerar la aplicación por separado de un criterio de eficiencia. Artefactos con menores eficiencias probablemente usarán más combustible, independientemente de la energía contenida en el combustible, de modo que el calor entregado por unidad de combustible quemado será menor. Un problema con agregar un segundo criterio (por ejemplo g/kg y % eficiencia energética) es tener que definir si los artefactos requieren cumplir ambos criterios para aprobar la calificación de emisiones. Otra alternativa es adoptar una compensación entre emisiones y eficiencia al evaluar las emisiones globales.

Gramos por unidad de energía en el combustible

Para tomar en cuenta la energía contenida en el combustible, las emisiones pueden calcularse como la cantidad de material particulado emitido (en gramos) por unidad del potencial energético del combustible (en MJ). La unidad resultante, "g/MJin", es más apropiada que g/kg para comparar artefactos que queman diferentes combustibles. Para calcular "g/MJin" es necesario conocer el valor calorífico del combustible. Este es relativamente simple para combustibles con un poder calorífico fijo, como el gas (49,6 MJ/kg) o el diesel (43 MJ/kg). Para leña o carbón el poder calorífico puede variar, aunque suele utilizarse el valor 18 MJ/kg. Si los artefactos son ensayados usando combustibles de diferente poder calorífico de los utilizados en la práctica, las emisiones pueden resultar sobre o sub-estimadas. Si en los hogares se utiliza una leña de menor poder calorífico, entonces tendrá más gramos por MJ, aún cuando emita los mismos gramos por kg.

Nuevamente, esta unidad no toma en cuenta la eficiencia asociada al artefacto. Se requeriría considerar un valor separado para la eficiencia y cumplir ambos criterios, tanto para el del valor de g/MJin como el de la eficiencia energética. También existe la alternativa de una ponderación entre eficiencia y g/kg.

001007

Gramos por unidad de calor liberado al recinto g/MJout .

Como se señaló, la unidad anterior no evalúa la eficiencia térmica del artefacto. Una forma de resolver esto es calcular la cantidad de material particulado emitido por unidad de calor útil liberado al recinto "g/MJout ". Esto es esencialmente el valor g/MJin dividido por la eficiencia del artefacto. También se puede expresar esta unidad en gramos de material particulado por kilowatt-hora (kWh) multiplicando por 3,6 (1 kWh = 3,6 MJ).

Existen numerosas ventajas del "g/MJout " sobre el "g/MJin ". Primero, "g/MJout " no requiere un criterio separado para la eficiencia, ya que la eficiencia está implícita en el cálculo de la unidad. Segundo, permite al diseñador del artefacto lograr la mínima emisión por unidad de calor útil. Una de las desventajas de esta unidad es que requiere la medición del calor liberado por el artefacto. Sin embargo, esto también se requiere con las dos unidades anteriores si se aplica un criterio de eficiencia.

Gramos por hora g/hr

Una cuarta posible unidad es simplemente los gramos de material particulado emitido por hora, o Tasa de Emisión. Manteniendo todo lo demás igual, un artefacto pequeño emitirá menos gramos por hora que uno grande. Mientras esto es lo que en definitiva afecta la concentración de material particulado en el aire, este enfoque tiene varios problemas. Uno es que, dependiendo del límite seleccionado, podría ser imposible de cumplir para artefactos grandes, independientemente de lo limpio de la combustión o de la eficiencia del artefacto. Por el contrario, pequeños artefactos podrían cumplir los límites a pesar de no tener ni combustión limpia ni ser eficientes. Esta unidad no considera la eficiencia térmica directamente. Sin embargo, se podría asumir que, para liberar la misma cantidad de calor, un artefacto ineficiente necesitará quemar más combustible y que aumentarán los g/hr.

En resumen:

- un valor único en g/kg no es apropiado para comparar artefactos con diferentes eficiencias y/o combustibles
- un criterio en g/MJin podría ser apropiado para diferentes combustibles, pero no considera la eficiencia del artefacto
- g/hr, siendo el más cercano a los efectos de la combustión, está fuertemente influenciado por la potencia del artefacto
- g/MJout toma en consideración la potencia y la eficiencia del artefacto

6.4 Estrategias al considerar los límites

Hay varios criterios que pueden adoptarse para seleccionar los valores límites. En resumen, estos incluyen:

- adoptar un límite que ciertos artefactos ya cumplen (por ejemplo el 90%, excluyendo el 10% de peores emisiones, para ajustar nuevamente el límite cada cierto tiempo)
- adoptar un factor por sobre el mejor artefacto disponible (por ejemplo hasta 100% superior, modificado automáticamente al certificarse un artefacto mejor)
- adoptar límites bajos para generar un desafío a los diseñadores y estimulan el desarrollo tecnológico (con el riesgo de aumentar los costos)
- adoptar un valor único para todo artefacto y combustible (basado muy cuidadosamente en la sustentabilidad en el tiempo)

001008

- adoptar un criterio escalonado de reducción anual de los límites (gradualidad ajustada al desarrollo tecnológico)
- exigir el cumplimiento de una emisión promedio (bajo una diversidad de condiciones de operación)
- exigir el cumplimiento en cada una de las posibles tasas de quemado del artefacto

6.5 Metas del anteproyecto de norma

El anteproyecto de norma establece 2 límites: 100 y 60 mg/m³ (13% O₂), a cumplirse en un plazo de 1 año y 4 años, respectivamente. Este último valor se basa en estudios en las comunas de Temuco y Padre Las Casas que establecen 60 mg/m³ como la máxima emisión para mantener una calidad del aire aceptable en el área.

En el esquema de calidad que se ha asignado a las diferentes tecnologías de calefactores, si esta meta se compara con la serie progresiva de emisiones para artefactos de Clase I hasta Clase A, le corresponde la Clase C.

En el gráfico siguiente se muestran las emisiones y eficiencias térmicas para las clases de artefactos que ingresan en diversos períodos y la meta a alcanzar.

EMISIÓN vs EFICIENCIA

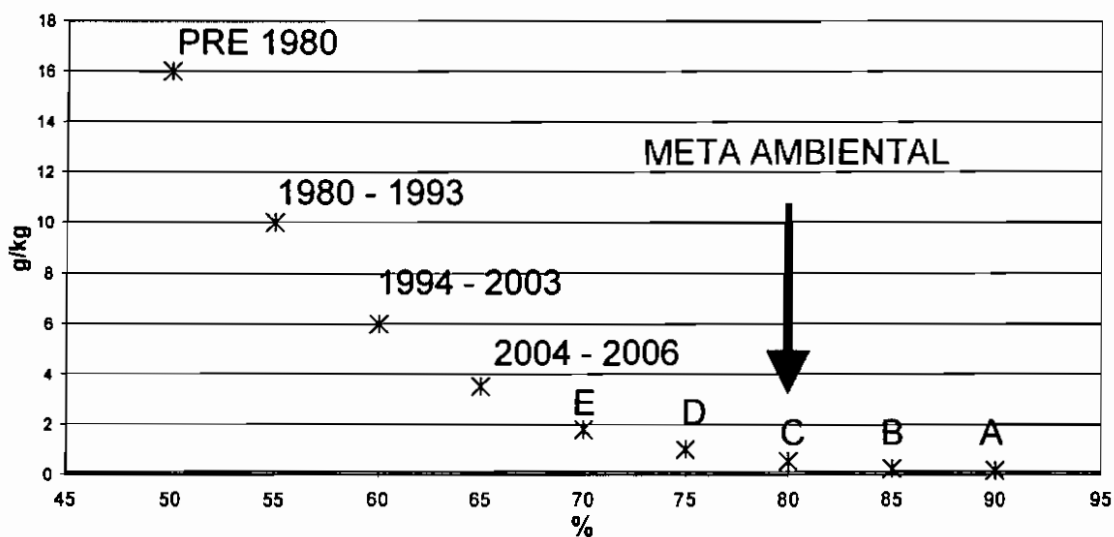


Figura 21. Evolución de las tecnologías de referencia en relación a la meta ambiental

Esta meta equivale a reducir en un factor 8 las emisiones de la tecnología actual en el país.

6.6 Potencia, tasas de quemado y eficiencia

La relación entre tasa de quemado y potencia del artefacto se establece por la siguiente tabla, dependiendo de la eficiencia energética de la combustión. Se considera la masa de combustible seco y no se considera la energía disipada por el ducto de gases. El cálculo

se basa en un contenido de energía de 18 MJ por kg de leña en masa seca. El rango de 0,6 a 3,2 kg/hora representa la mayoría de los calefactores domésticos.

Tabla 30. Potencia en kW de calor útil para diferentes tasas de quemado y diferentes eficiencias térmicas

EFIC.	TASA DE QUEMADO en kg/hr													
	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2
95	2.9	3.9	4.8	5.8	6.8	7.8	8.7	9.7	10.7	11.6	12.6	13.6	14.5	15.5
90	2.8	3.7	4.6	5.5	6.4	7.3	8.3	9.2	10.1	11.0	11.9	12.9	13.8	14.7
85	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	9.5	10.4	11.3	12.1	13.0	13.9
80	2.4	3.3	4.1	4.9	5.7	6.5	7.3	8.2	9.0	9.8	10.6	11.4	12.2	13.1
75	2.3	3.1	3.8	4.6	5.4	6.1	6.9	7.7	8.4	9.2	9.9	10.7	11.5	12.2
70	2.1	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.9	8.6	9.3	10.0	10.7	11.4
65	2.0	2.7	3.3	4.0	4.6	5.3	6.0	6.6	7.3	8.0	8.6	9.3	9.9	10.6
60	1.8	2.4	3.1	3.7	4.3	4.9	5.5	6.1	6.7	7.3	8.0	8.6	9.2	9.8
55	1.7	2.2	2.8	3.4	3.9	4.5	5.0	5.6	6.2	6.7	7.3	7.9	8.4	9.0
50	1.5	2.0	2.6	3.1	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.1	6.6	7.1	7.7	8.2
45	1.4	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.6	5.1	5.5	6.0	6.5	6.9	7.4
40	1.3	1.6	2.0	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	4.9	5.3	5.7	6.1	6.6

Se marcan con sombreado las potencias entre 2 y 5 kW útiles, que son las demandas típicas de uso residencial.

El límite de 70 kW para la aplicación del anteproyecto de norma equivale a una tasa de quemado de 13,8 kg/hr de combustible seco.

Se estima importante que la norma evalúe todas las tasas de quemado con que los artefactos puedan operar.

6.7 Ciclo de quemado, emisiones, tasa de quemado y toma de muestras

En el caso particular de los artefactos domésticos que combustionan leña, la operación real se realiza en forma cíclica. Cada ciclo puede durar 1 o varias horas y cambian considerablemente las condiciones de combustión durante dicho período. Por esta razón, resulta difícil asignar una condición única como típica o característica, representativa de todo el ciclo.

Las fases principales de un ciclo típico de operación son:

Encendido. El artefacto y el combustible se encuentran a temperatura ambiente, es necesario inyectar calor durante un período inicial, ya que la combustión no es automantenida y requiere algún combustible auxiliar de fácil ignición. Este proceso dura 10 a 20 minutos, al cabo del cual se ha alcanzado un tiraje y una temperatura que mantienen espontáneamente la gasificación del combustible, a partir del propio calor de combustión. Las emisiones en esta fase se caracterizan por una elevada concentración de material particulado, en forma de humo visible.

Gasificación y combustión sostenida. El artefacto se encuentra a una temperatura elevada y el calor generado es suficiente para una intensa gasificación, limitada solamente por la cantidad de aire de combustión disponible, generalmente regulable por el usuario según sus requerimientos de calor. Esta cantidad de aire debiera ser dosificada, suficiente para la completa combustión de los gases y, a la vez, para mantener una tasa de quemado

estable. Las emisiones en esta fase son bajas en relación a la cantidad de combustible quemado.

Combustión de combustible carbonizado. El artefacto disminuye gradualmente su temperatura, dependiendo de su capacidad calorífica, manteniendo la combustión de brasas, sin llama, con una baja tasa de quemado. Las emisiones en esta fase son algo mayores que la anterior en cuanto a material particulado y mucho mayores en cuanto a monóxido de carbono.

Recarga. El artefacto recibe una nueva carga de combustible, disminuyendo su temperatura. Al cabo de unos minutos de contacto entre el combustible y las brasas, en presencia de abundante aire, se reinicia la ignición hasta alcanzar nuevamente la fase 2. Este proceso dura 5 a 10 minutos. Las emisiones en esta fase son menores a la fase 1, pero considerablemente mayores a la fase 2, dependiendo de la capacidad del artefacto de mantener una temperatura elevada, aún con el combustible agregado a temperatura ambiente.

Apagado. En caso de no agregarse nueva carga de combustible, el artefacto continúa descendiendo su temperatura y su tasa de quemado, disipando el calor acumulado durante un lapso que depende de su capacidad calorífica. El proceso en esta fase es similar a la fase 3, pero progresivamente más lento.

Por lo tanto, no es posible representar todas las fases del ciclo de operación mediante una medición simple, requiriéndose un protocolo de operación que considere las diferentes fases y sus posibles variaciones en el uso real.

Tanto las emisiones en g/hr como en mg/m³ dependen de la tasa de quemado, siendo la equivalencia entre g/hr y mg/m³ la siguiente, en que cada valor de la tabla representa la emisión en mg/m³ para dicha tasa de quemado y emisión unitaria.

En el gráfico siguiente, cada celda indica un valor en mg/m³, para la matriz de tasas de quemado y emisiones en g/hr.

001011

Se marcan en colores las zonas permitidas por diversas normas.

Tabla 31. Valores de emisión en mg/m³, para Tasa de Emisión TE en g/hr vs tasa de quemado en kg/hr

TE g/hr	TASA DE QUEMADO en kg/hr													
	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2
10	1383	1037	830	692	593	519	461	415	377	346	319	296	277	259
9,5	1314	985	788	657	563	493	438	394	358	328	303	282	263	246
9	1245	934	747	622	533	467	415	373	339	311	287	267	249	233
8,5	1176	882	705	588	504	441	392	353	321	294	271	252	235	220
8	1107	830	664	553	474	415	369	332	302	277	255	237	221	207
7,5	1037	778	622	519	445	389	346	311	283	259	239	222	207	195
7	968	726	581	484	415	363	323	290	264	242	223	207	194	182
6,5	899	674	539	450	385	337	300	270	245	225	207	193	180	169
6	830	622	498	415	356	311	277	249	226	207	192	178	166	156
5,5	761	571	456	380	326	285	254	228	207	190	176	163	152	143
5	692	519	415	346	296	259	231	207	189	173	160	148	138	130
4,5	622	467	373	311	267	233	207	187	170	156	144	133	124	117
4	553	415	332	277	237	207	184	166	151	138	128	119	111	104
3,5	484	363	290	242	207	182	161	145	132	121	112	104	97	91
3	415	311	249	207	178	156	138	124	113	104	96	89	83	78
2,5	346	259	207	173	148	130	115	104	94	86	80	74	69	65
2	277	207	166	138	119	104	92	83	75	69	64	59	55	52
1,5	207	156	124	104	89	78	69	62	57	52	48	44	41	39
1	138	104	83	69	59	52	46	41	38	35	32	30	28	26
0,5	69	52	41	35	30	26	23	21	19	17	16	15	14	13

En la tabla anterior se muestran en colores las siguientes zonas:

- color lavanda: rango de emisiones que cumple anteproyecto de norma al año 4
- color verde: rango de emisiones que cumple anteproyecto de norma al año 1
- color celeste: rango de emisiones norma europea CEN (propuesta)
- color blanco: rango de emisiones que cumple 4,5 g/hr (propuesta RM 2008)
- color amarillo: rango de emisiones que cumple 7,5 g/hr (EPA 1992)
- color rosa: rango de emisiones que no cumple ningún límite

Las diferentes normas especifican diferentes métodos para la toma de muestras de MP de los calefactores.

Las normas EPA y canadiense especifican la toma de 4 muestras a diferente tasa de quemado: < 0,8 kg/hr, 0,8 a 1,25 kg/hr, 1,25 a 1,9 kg/hr y > 1,9 kg/hr.

Las normas australiana y neozelandesa especifican 3 tasas de quemado: mínima, máxima e intermedia, sin indicar valores absolutos, sino referidos al rango de tasas de quemado del artefacto a ensayar.

La norma europea sólo considera la potencia nominal del calefactor, por lo que no evalúa esta variable. Habitualmente, la potencia nominal especificada por el fabricante es la potencia media entregada por el artefacto en su regulación máxima.

El anteproyecto de norma sigue el método norteamericano y se consideran 4 muestras, pero se diferencia de dicho método en que toma el peor valor de los 4 en lugar de un promedio ponderado.

Se estima que el procedimiento de toma de muestras es fundamental para que los límites de la norma regulen efectivamente los diferentes períodos de quemado de leña.

6.8 Comparación de métodos y normas

01012

Tabla 32. Resumen de normativas sobre ensayos de artefactos a leña

PAIS	NOMBRE	TIPO		OBJETIVO		ENSAYO	INDICADOR	LÍMITES
		Norma	Método	Eficiencia	Emisiones			
EE UU	NSPS Title 40 CFR Part 60 Subpart AAA 1995 Método 5G	X		X	X	Túnel de dilución	% eficiencia MPT promedio por hora	7,5 g/hr
EE UU	NSPS Title 40 CFR Part 60 Appendix A Method 5H		X		X	Medición MP en chimenea	MPT promedio por hora	
EE UU	NSPS Title 40 CFR Part 60 Subpart AAA 1995 Métodos 28, 28A		X	X	X	Pino dimensionado 2x2" o 4x4" 4 tasas de quemado	Parámetros de operación	
CANADÁ	CAN/CSA B415.1	X	X	X	X	Similar 5G	Promedio MPT por hora	7 g/hr
AUS/NZ	AS/NZS4012: 1999		X	X		Cámara calorimétrica 3 tasas de quemado	% eficiencia Potencia útil en kW	Sólo rotular
AUS/NZ	AS/NZS4013: 1999	X	X	X		Túnel de dilución	Factor MP en g a masa seca en kg	4 g Australia 1,5 g Nueva Zelanda
EUROPA	ISO 13336 (ISO/TC 116SC)		X	X	X	Túnel de dilución Muestreo a flujo constante Cámara calorimétrica	MPT % eficiencia	% eficiencia a definir
EUROPA	CEN/TC 13240		X	X	X	Medición MP en chimenea Eficiencia indirecta calculada por pérdidas	Temperatura gases, CO ₂ , CO	CO<2500 mg/m ³ MP<150 mg/m ³ HC<100 mg/m ³

304012

DINAMARCA	DS887-2	X	X	X	X	Medición en chimenea	% eficiencia, CO, CO2, temperatura superficial, fugas de aire	CO<0.3% @7.5% CO2 mín. 70% eficiencia
ALEMANIA	DIN18891		X	X	X	Medición en chimenea Eficiencia calculada	CO, CO2, temperatura	0.4% CO normalizado a 13% O2
SUECIA	SP 1425	X	X		X	Medición en chimenea	CO, HC, MP, COG	MP <40mg/MJ de entrada 250 mg. OGC por m ³ gas seco a 10% CO2
NORUEGA	Method A-D	X	X		X	Túnel de dilución 4 tasas de quemado	MP, CO, CO2, temperatura, HC aromáticos policíclicos (PAH)	10 g/kg masa seca
AUSTRIA	EN 303-5	X	X		X		CO, NOx, HC	MP<60mg/MJ MP<1.2g/kg CO<1100 mg/MJ NOx<150 mg/MJ HC<80 mg/MJ
GRAN BRETAÑA	BS 7256:1990	X			X		Humo visible	MP< 5.5g/kg

Los métodos de EE UU, Canadá y Noruega son relativamente similares y compatibles entre sí. Están orientados principalmente a las emisiones de material particulado, siendo la eficiencia sólo de carácter informativo. Comparten un protocolo equivalente, pero utilizan diferentes parámetros para evaluar las emisiones de particulado: g/hr y g/kg. En particular, el método 28-A estipula diversas restricciones para evitar la manipulación indebida de los artefactos por el usuario.

Las normas europeas, en cambio, están orientadas preferentemente a evaluar las emisiones de CO y en segundo lugar la eficiencia energética. En Austria y Suecia se consideran indicadores que incluyen la eficiencia energética. La norma armonizada para la Unión Europea aún no es aprobada, por lo que cada país mantiene su propio sistema hasta la fecha.

6.9 Emisiones típicas de equipos extranjeros

A modo de ejemplo, se citan resultados de un estudio realizado por CANMET (Canadian Centre for Mineral and Energy Technology) sobre todo tipo de calefactores, en uso en Canadá, encontrando que:

001014

Tabla 33. Caracterización de artefactos según emisiones, en Canadá

ESTUFAS	mg/MJ	CLASE EQUIVALENTE
Promedio estufas no certificadas	1.680	I
Promedio estufas certificadas	440	G
Mejor estufa (pellets)	19	B
Fuente: CANMET		

A su vez, la norma canadiense CSA-B415.1 especifica un límite de 137 mg/MJ, es decir, permite la venta de artefactos Clase E o mejores.

En Australia se evaluaron las emisiones de diferentes artefactos ofrecidos en el mercado en 2005, encontrándose una distribución amplia entre 0,9 y 3,9 g/kg, con una mediana de 2,6 g/kg. (ver figura siguiente) (Fuente: Department of the Environment and Heritage, Australia, 2006)

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE FACTORES DE EMISIÓN

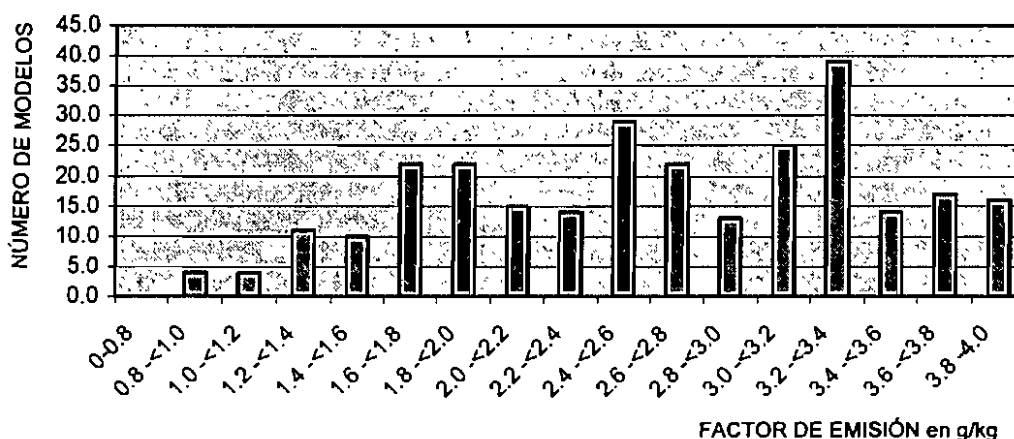


Figura 22. Distribución estadística de factores de emisión de calefactores en Australia

Esta distribución refleja el efecto de una norma que limita a un máximo de 4 g/kg, demostrando que el desarrollo tecnológico se adelanta más allá de la exigencia administrativa de la norma.

01015

Figura 23. Distribución estadística de calefactores en Australia (2005)

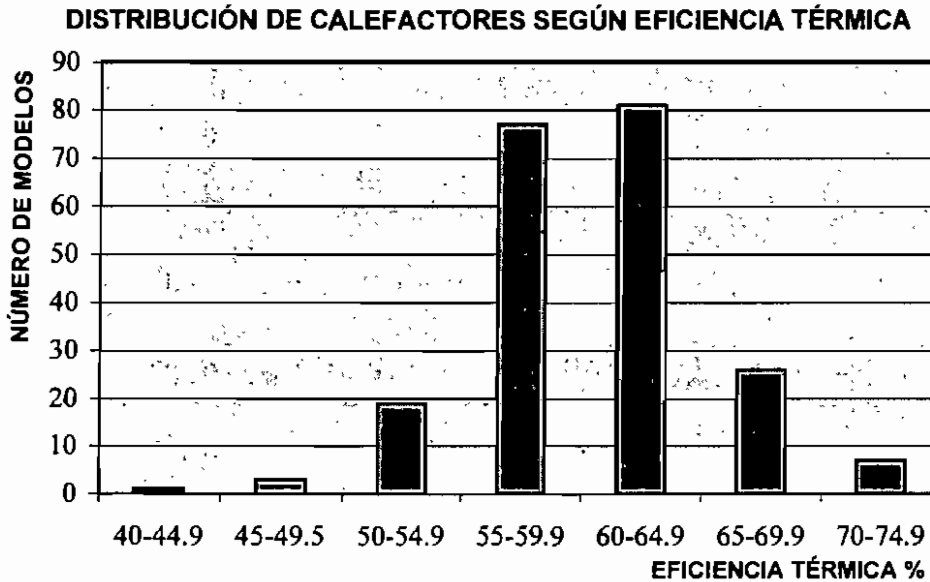
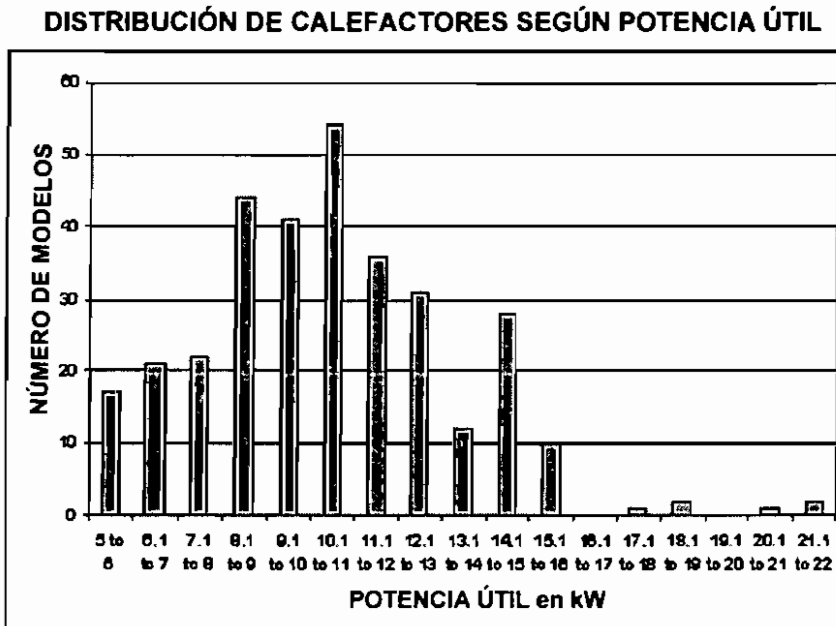


Figura 24. Distribución estadística de calefactores según potencia útil



En cuanto a las emisiones reales versus las mediciones de laboratorio, algunos estudios muestran una enorme diferencia y dispersión.

Por ejemplo, Fisher, 2000, midió en Oregon, EE UU, un número de artefactos en uso, con los resultados del siguiente gráfico en g/hr, donde se observa una gran dispersión y un ratio de aprox. 3,5 veces los valores de laboratorio.

01010

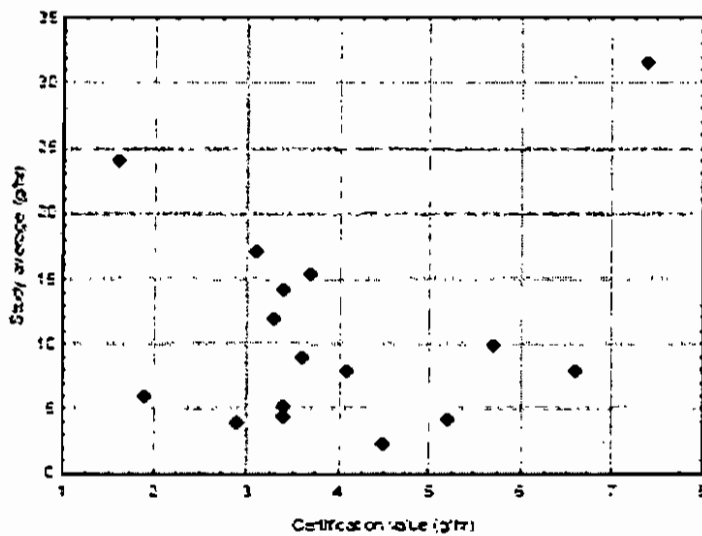


Figura 25. Comparación de ensayos en condiciones reales vs ensayos de laboratorio en Oregon, EE UU

El año 2006 se publicó un estudio en Nueva Zelanda sobre calefactores anteriores al año 1994, cuando entró en vigencia la normativa, determinando que los calefactores antiguos, ensayados en laboratorio, presentan emisiones con una mediana de 10,4 g/kg, lo que es 7 veces superior al límite actual de 1,5 g/kg. (Fuente: Environment Waikato Technical Report 2006/05)

FACTORES DE EMISIÓN DE CALEFACTORES PRE-NORMA 1994

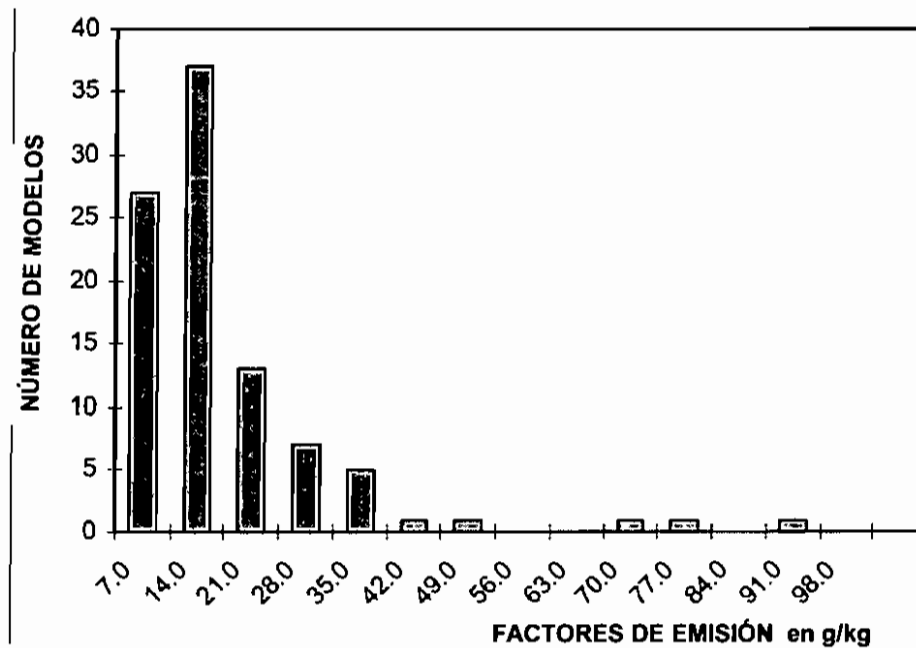


Figura 26. Distribución de factores de emisión de artefactos pre 1994 en

001017

Nueva Zelanda

En el año 2004, Scott realizó un estudio en Nueva Zelanda para medir las emisiones reales cuyos ensayos de laboratorio arrojaban resultados entre 0,6 y 1,2 g/kg. Las pruebas fueron realizadas con los artefactos manipulados por los propios usuarios, encontrando una emisión media de 9,9 g/kg, es decir 1 orden de magnitud mayores que en laboratorio. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 34. Factores reales de emisión de equipos post 1994 en Nueva Zelanda

Descriptor	Factor de emisión g/kg	Tasa de emisión g/hr
Media	15.5	24.1
Mediana	13.0	17.5
Mínimo	1.9	2.7
Maximo	36.0	85.2
Percentil 25	7.7	10.2
Percentil 75	23.0	32.0
Desviación estándar	9.9	21.4
Fuente: (Scott, 2005)		

La importancia de conocer esta relación entre factores reales y factores de emisión nominales es la necesidad de estimar los impactos ambientales del uso de los calefactores.

Uno de los métodos es asignar el factor de emisión a un artefacto según su tecnología. Por ejemplo, se muestran en el cuadro a continuación los factores, en mg/MJ usados en los países nórdicos para modelar las emisiones de MP 2.5, para diferentes tecnologías de calefacción.

Tabla 35. Factores de emisión utilizados en países nórdicos según tecnología

CATEGORÍA	FACTOR DE EMISIÓN EN mg/MJ (PM 2.5)			
	Dinamarca	Finlandia	Noruega	Suecia
Salamandras	2000	2000	2000	2000
Chimeneas		800	800	800
Estufas modernas certificadas			300	
Calderas a pellets	30	30	30	30
Estufas a pellets				20
Promedio artefactos residenciales	1100	200	1800	480

001010

6.10 Emisiones de equipos en el mercado en relación a normas

Representando gráficamente, en el mismo esquema de la Tabla 30, los resultados de ensayos realizados a calefactores en 2006 por SERPRAM, bajo diferentes tasas de quemado, se encuentra la siguiente distribución, en que cada valor representa la emisión en mg/m³ para dicha tasa de quemado y emisión unitaria en g/kg:

TE g/hr	TASA DE QUEMADO en kg/hr													
	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2
10	1383	1037	830	692	593	519	461	415	377	346	319	296	277	259
9,5	1314	985	788	657	563	493	438	394	358	328	303	282	263	246
9	1245	934	747	622	533	441	415	373	339	311	287	267	249	
8,5	1176	882	705	588	504	441	392	353	321	294	271	252	235	220
8	1107	830	664	553	474	415	369	332	302	277	255	237	221	207
7,5	1037	778	622	519	445	389	346	311	283	259	239	222	207	195
7	968	726	581	484	415	363		290	264	242	223		194	182
6,5	899	674	539		385		300	270	245	225	207	193	180	169
6	830	622	498	415	356		277	249	226	207	192	178	166	
5,5	761	571	456	380	326	285	254		207	190	176	163	152	143
5	692	519	415	346	296	259	231	207	189	173	160	148	138	130
4,5	622	467	373	311		233	207	187	170	156	144	133	124	117
4	553	415	332	277	237		184	166	151	138	128	119	111	104
3,5	484	363	290	242	207			145	132		112	104	97	91
3	415	311	249	207		156	138	124	113	104		89	83	78
2,5	346	259	207	173		130	115	104	94	86	80	74	69	65
2		207	166		119	104		83	75	69	64	59	55	52
1,5	207	156		104	89	78	69	62	57	52	48	44	41	39
1	138	104	83	69	59	52	46	41	38	35	32	30	28	26
0,5	69	52	41	35	30	26	23	21	19	17	16	15	14	13

Figura 27. Tasas de emisión de artefactos nacionales según tasa de quemado y tasa de emisión (Elaboración propia)

Cada marca roja representa una cierta condición de operación de un artefacto, por lo que las 22 marcas corresponden a sólo 5 artefactos diferentes. Este diagrama muestra los rangos de tasas de quemado, tasas de emisión y factores de emisión de los calefactores actualmente en el mercado nacional.

En las figuras siguientes se muestran las distribuciones acumulativas de las 22 muestras de los mismos artefactos medidos, evaluadas con un parámetro distinto en cada gráfico.

001019

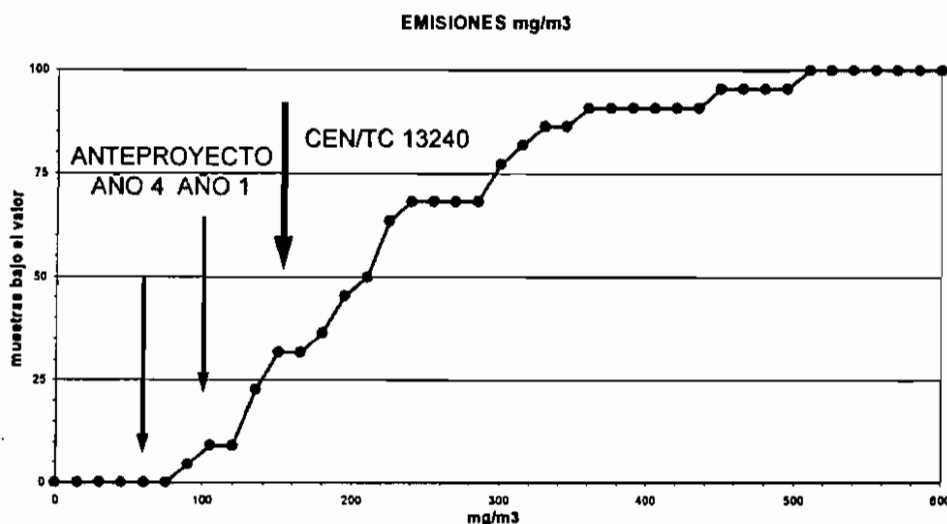


Figura 28. Distribución acumulativa de calefactores nacionales que exceden el nivel en mg/m3 (las flechas rojas marcan los límites propuestos) (Elaboración propia sobre datos SERPRAM 2006)

La mediana de las muestras nacionales para este parámetro es 212 mg/m3.

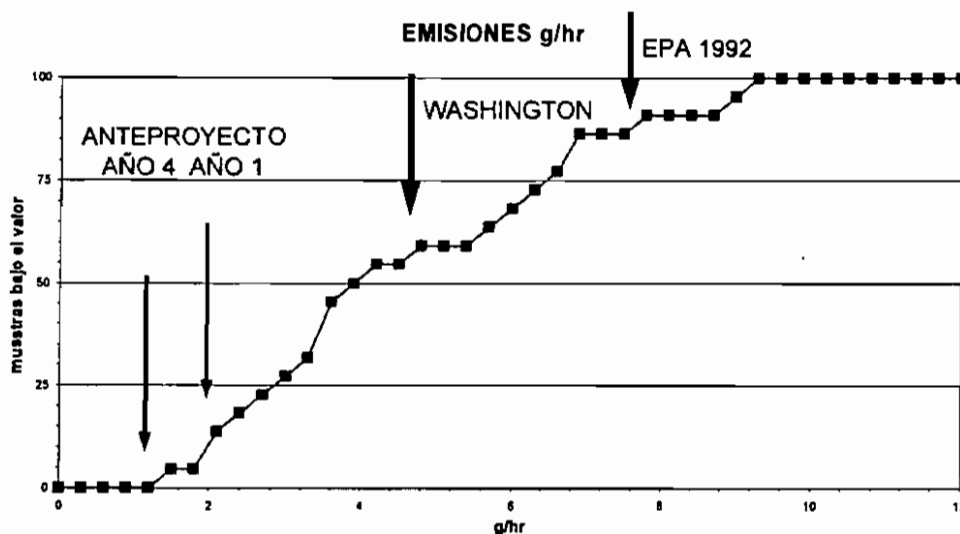


Figura 29. Distribución acumulativa de calefactores nacionales que exceden el nivel en g/hr (las flechas rojas marcan los límites propuestos) (Elaboración propia sobre datos SERPRAM 2006)

La mediana de las muestras nacionales para este parámetro es 4,0 g/hr.

001020

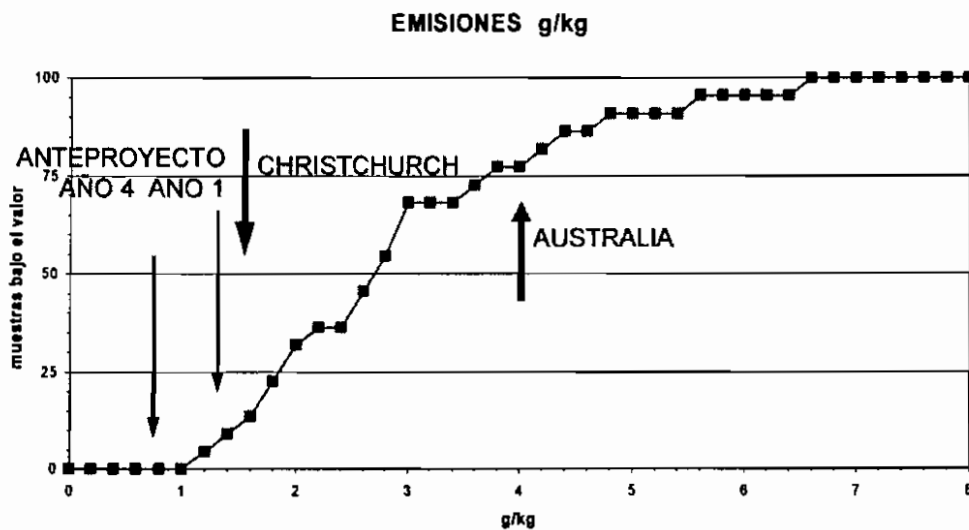


Figura 30. Distribución acumulativa de calefactores nacionales que exceden el nivel en g/kg (las flechas rojas marcan los límites propuestos) (Elaboración propia sobre datos SERPRAM 2006)

La mediana de las muestras nacionales para este parámetro es 2,7 g/kg.

Se puede concluir que todos los artefactos, en prácticamente todas sus condiciones de operación estarían sobre los límites de emisión del anteproyecto de norma, cualquiera sea el parámetro que se utilice.

Los valores de la mediana son los valores de emisiones para los que el 50% de las muestras observadas excedió el valor, y representan las emisiones medias de los artefactos ensayados bajo el método 28 EPA, los que a su vez representan la calidad típica de los artefactos de la tecnología disponible actualmente en Chile.

7 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES BAJO ESCENARIOS FUTUROS

01021

7.1 Definición de escenarios para los 4 períodos futuros

Para modelar la evolución futura del stock de calefactores se crearon 4 escenarios con diferentes valores de los parámetros, utilizando las clases de artefactos definidas anteriormente.

Escenario 0, corresponde a la situación actual proyectada sin la normativa propuesta, con los siguientes supuestos:

- El mercado evoluciona espontáneamente, algo menos dinámico que en los últimos años, y tiende a estabilizarse con un leve mejoramiento tecnológico
- Tasa inicial de crecimiento de ventas de 15 %, tendiendo a 10%
- Entran artefactos clase F, algo mejores que los actuales
- La tasa informal se mantiene en 10% de las ventas formales
- La tasa de recambio se mantiene en 5%

Este escenario representa la línea de base, simulando lo que presumiblemente ocurriría si no se dicta una norma.

Escenario 1, corresponde a la situación con anteproyecto de norma, con los siguientes supuestos:

El mercado se contrae fuertemente por la disminución de la oferta y una fuerte alza de los precios de artefactos, quedando los productos actuales fuera de mercado. Los artefactos usados son valorizados y no se recambian

- Tasa inicial de descenso de ventas de 50 %, recuperando un 10% al segundo año, descendiendo a 0% luego del nuevo cambio y retomando el 5%
- Entran artefactos clase D y luego C, substancialmente mejores que los actuales
- La tasa informal sube a 20% de las ventas formales
- La tasa de recambio baja a 0% y luego se incrementa hasta 3%

Este escenario representa la aplicación de la norma en los términos del anteproyecto, con límites al año y a los 4 años, llegando a la meta de emisiones a partir del año 2011.

Escenario 2, corresponde a la situación con una norma 1 clase más restrictiva que el Escenario 0, con los siguientes supuestos:

La industria absorbe, por una vez, el mejoramiento tecnológico y los consumidores absorben el aumento de precios, sin frenar la expansión actual

- Tasa inicial de crecimiento de ventas de 15 %, tendiendo a 10%
- Entran artefactos clase E, 1 clase mejores que los actuales
- La tasa informal se mantiene en 10% de las ventas formales
- La tasa de recambio se mantiene en 5%

Este escenario representa los efectos de una norma similar a la en aplicación en el estado de Washington, EE UU, que equivale a reducir a la mitad las actuales emisiones.

Escenario 3, corresponde a la situación actual con una norma gradual que restringe 1 clase a la vez, con los siguientes supuestos:

La industria desarrolla nuevos productos que en plazos de 2, 5 y 9 años introducen artefactos 2, 4 y 8 veces menos contaminantes y/o más eficientes, mientras que los productos sufren un alza significativa en los precios, lo que frena el crecimiento anual al 5%

- Tasa inicial de crecimiento de ventas de 10 %, tendiendo a 5%
- Entran artefactos clase F, luego E, luego D y luego C, llegando al mismo valor que el anteproyecto
- La tasa informal baja a 5% de las ventas formales
- La tasa de recambio se mantiene en 5%

Este escenario representa una norma que reduce gradualmente los límites, en un 50% cada vez, hasta llegar a la meta de emisiones en el año 2015.

Escenario 4, corresponde al Escenario 0, además del retiro acelerado de un 5% adicional al recambio espontáneo.

Este escenario representa una acción orientada a disminuir las emisiones por la vía de retirar equipos contaminantes y reemplazarlos por la tecnología existente en la actualidad.

Los factores de emisión utilizados corresponden a los factores "reales" estimados anteriormente para cada tipo de artefacto, y que tienen los siguientes valores.

Tabla 36. Factores de emisión y eficiencia térmica utilizados en la modelación

CLASE	DESCRIPCIÓN TECNOLOGÍA TÍPICA	EFICIENCIA TÉRMICA	EMISIÓN MÁXICA "REAL"
	(sólo a modo de ejemplos)	%	g/kg leña
I	Salamandra o estufa artesanal	50	80
H	Estufa combustión simple	55	50
G	Estufa doble cámara básica	60	30
F	Estufa doble cámara 5 g/hr	65	18
E	Estufa doble cámara 3 g/hr	70	9
D	¿Estufa doble cámara y tiro forzado 2 g/hr?	75	5
C	¿Estufa pellets?	80	2,5

En ningún escenario se consideran clases B ni A.

Se supone que la demanda térmica por hogar es la misma, por lo que los consumos de leña son diferentes según la clase de artefacto.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los parámetros de simulación para cada

escenario.

001022

001021

Tabla 37. Parámetros de entrada para 5 escenarios futuros modelados

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN	DATOS DE ENTRADA				
			TASA AUMENTO	CLASE ARTEFAC.	TASA INFORMAL	TASA RECAMBIO
0	SIN NORMA (BUSINESS AS USUAL)	2008	15	F	10%	5%
		2009-2011	10	F	10%	5%
		2012-2015	8	F	10%	5%
		2016-2020	8	F	10%	5%
1	CON ANTEPROYECTO DE NORMA	2008	-50	D	20%	0%
		2009-2011	10	D	20%	1%
		2012-2015	0	C	20%	2%
		2016-2020	5	C	20%	3%
2	CON NORMA WASHINGTON	2008	15	E	10%	5%
		2009-2011	10	E	10%	5%
		2012-2015	8	E	10%	5%
		2016-2020	8	E	10%	5%
3	CON NORMA GRADUAL	2008	10	F	5%	5%
		2009-2011	5	E	5%	5%
		2012-2015	5	D	5%	5%
		2016-2020	5	C	5%	5%
4	SIN NORMA + RETIRO ACELERADO 5% VENTAS	2008	15	F	10%	10%
		2009-2011	10	F	10%	10%
		2012-2015	8	F	10%	10%
		2016-2020	8	F	10%	10%

Con los datos de entrada del modelo para el año 2006 se extendió la modelación hasta el año 2020 para los 8 escenarios anteriores, obteniéndose los resultados que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 38. Evolución del stock de artefactos para los 5 escenarios modelados

ESCENARIO		RESULTADOS EN MILES DE CALEFACTORES			
		2008	2011	2015	2020
0	ENTRAN	115	175	256	412
	SALEN	32	40	57	88
	STOCK	1.200	1.594	2.375	3.894
1	ENTRAN	50	67	97	157
	SALEN	10	11	14	18
	STOCK	1.151	1.319	1.641	2.281
2	ENTRAN	115	175	256	412
	SALEN	32	40	57	88
	STOCK	1.200	1.594	2.375	3.894
3	ENTRAN	110	146	214	345
	SALEN	32	39	53	79
	STOCK	1.195	1.525	2.156	3.399
4	ENTRAN	115	175	256	412
	SALEN	43	53	75	117
	STOCK	1.189	1.545	2.261	3.657
Fuente: Elaboración propia					

Los stocks resultantes se muestran en los siguientes gráficos, entre los años 1990 y 2020.

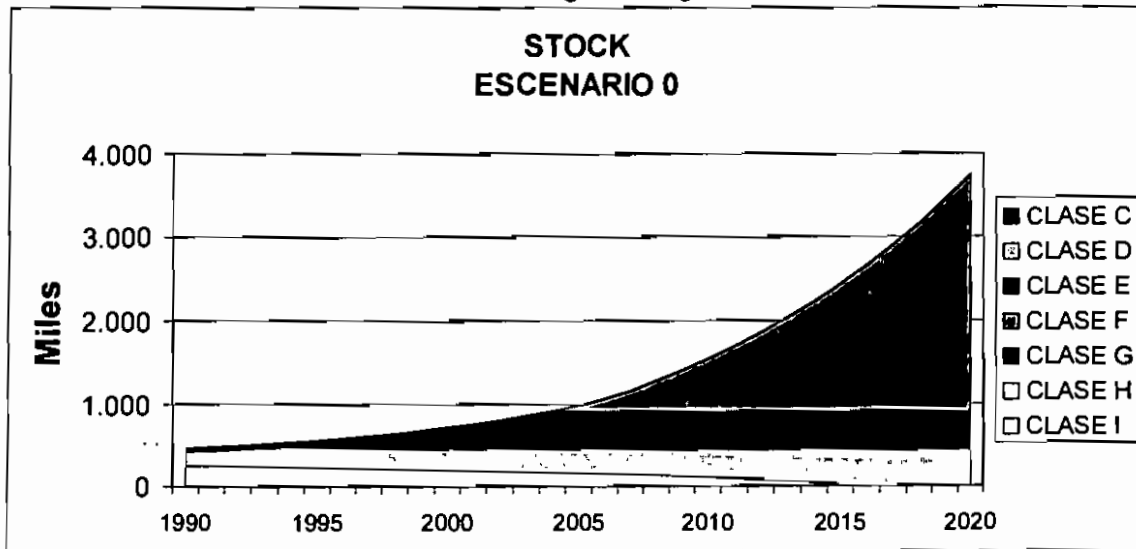


Figura 31. Stock de artefactos para el Escenario 0: Línea Base. (Elaboración propia)

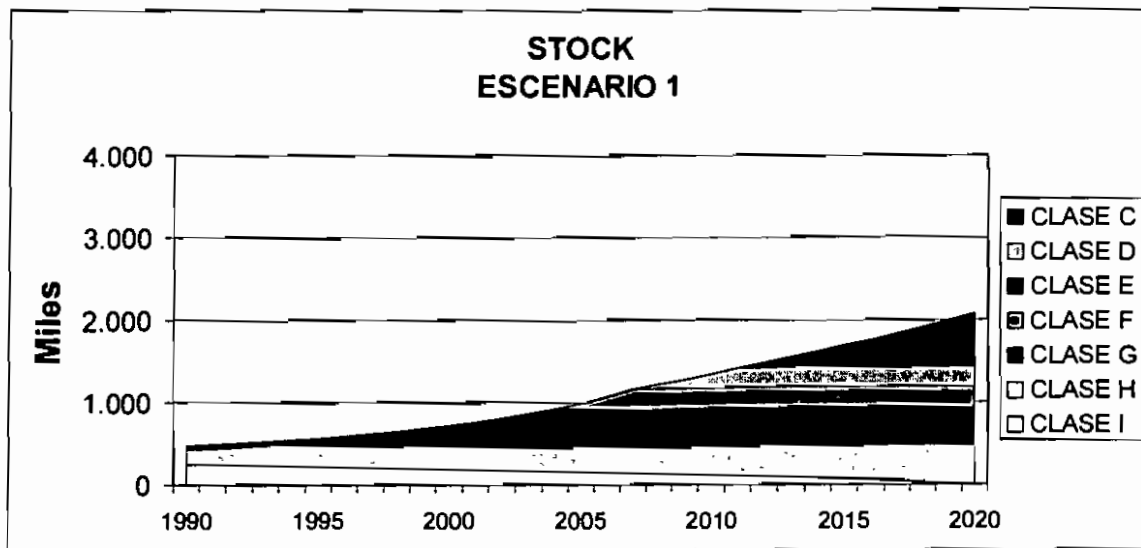


Figura 32. Stock de artefactos para el Escenario 1: Anteproyecto. (Elaboración propia)

01027

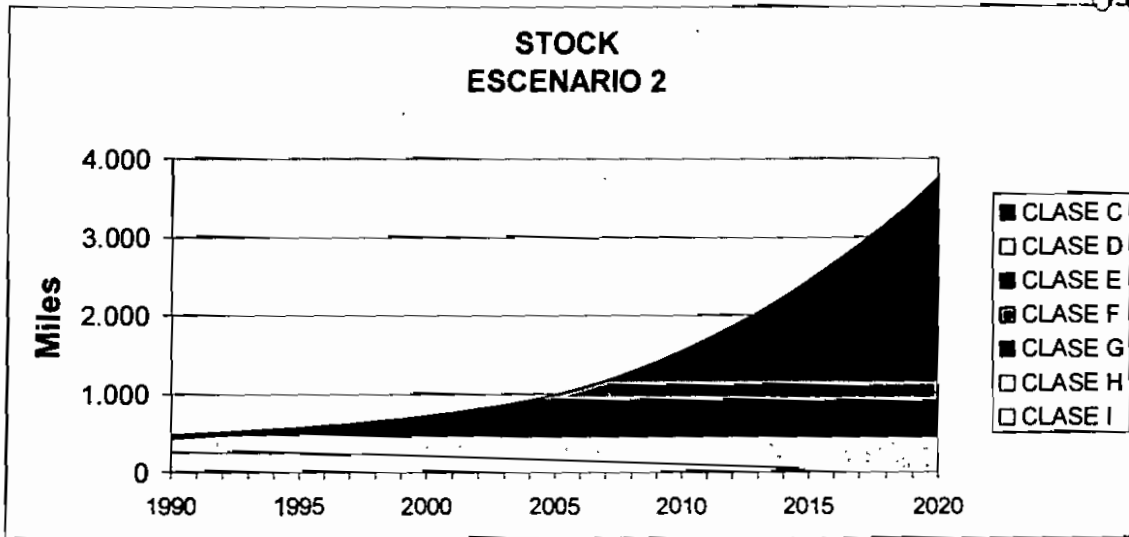


Figura 33. Stock de artefactos para el Escenario 2: Washington. (Elaboración propia)

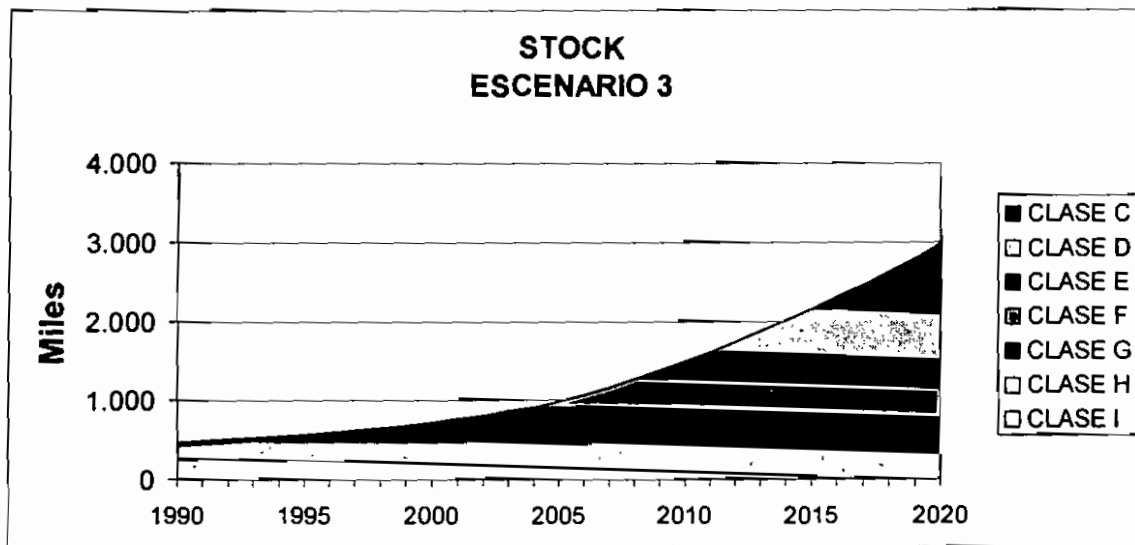
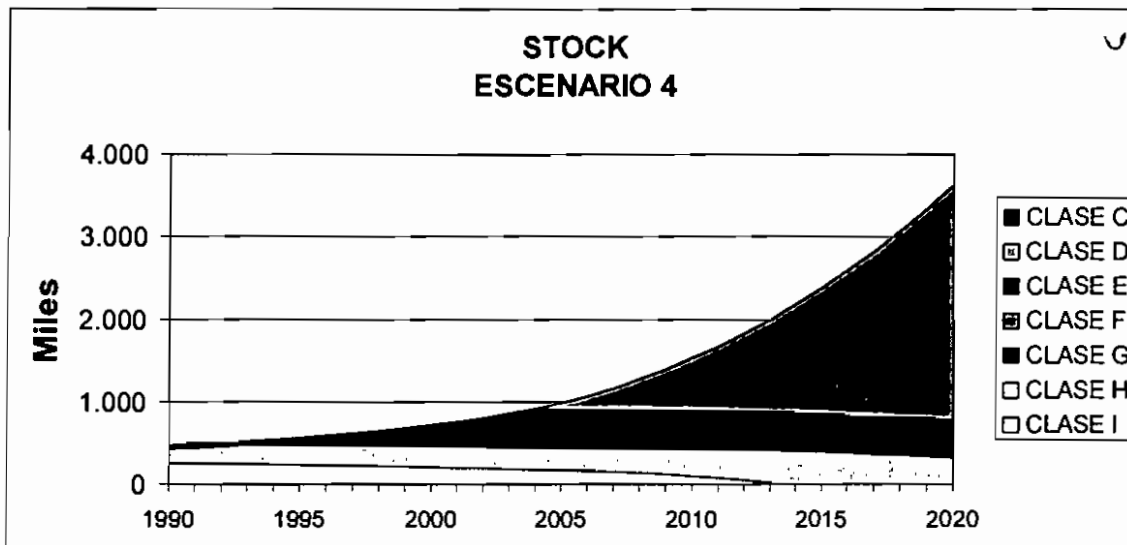


Figura 34. Stock de artefactos para el Escenario 3: Gradual. (Elaboración propia)



01023

Figura 35. Stock de artefactos para el Escenario 4: Retiro acelerado. (Elaboración propia)

7.2 Emisiones estimadas

En la tabla siguiente se resumen las emisiones agregadas a nivel país en miles de toneladas, para horizontes de 2008, 2011, 2015 y 2020.

Tabla 39. Modelación de emisiones en Miles de Ton según escenario

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
0 (LÍNEA BASE)	99	108	143	211
1 (ANTEPROYECTO)	98	96	93	91
2 (WASHINGTON)	96	95	109	137
3 (GRADUAL)	96	87	82	69
4 (RETIRO ACELERADO)	97	104	133	190

Estas emisiones se desagregan según clase de artefactos de la siguiente manera:

301020

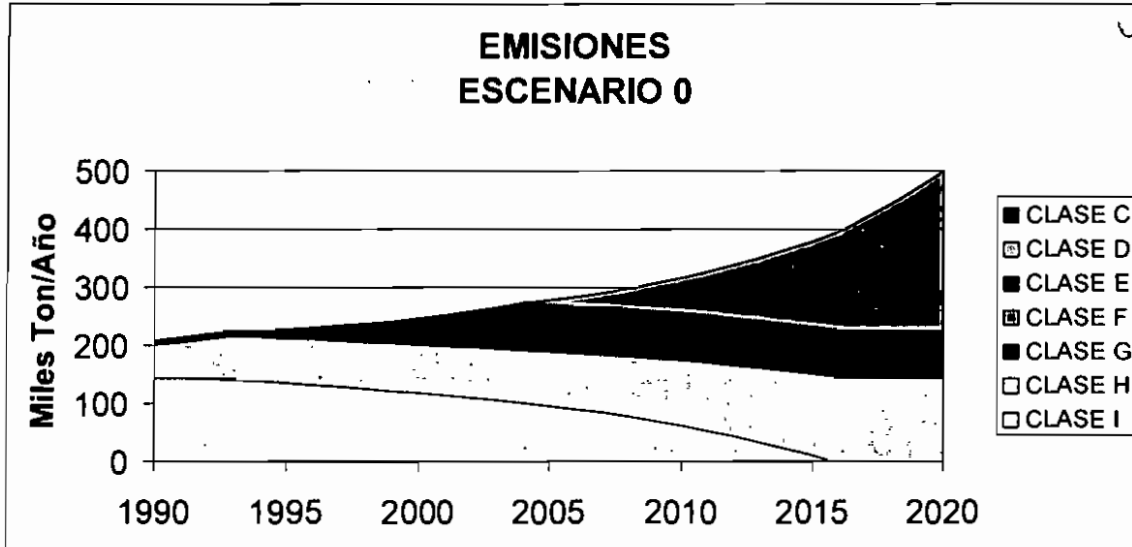


Figura 36. Emisiones por clase de artefacto para el Escenario 0: Línea Base (Elaboración propia)

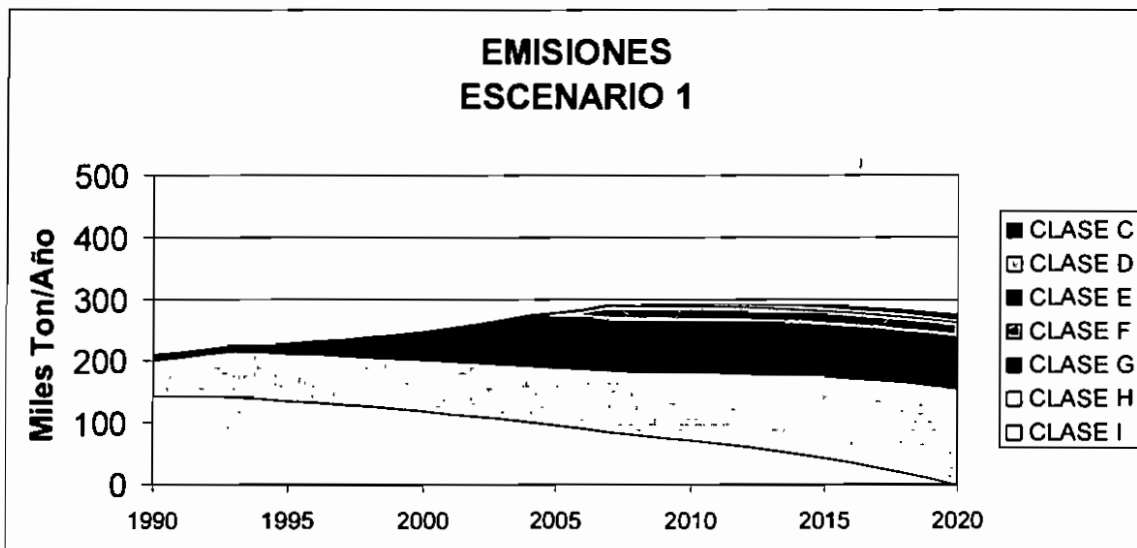


Figura 37. Emisiones por clase de artefacto para el Escenario 1: Anteproyecto (Elaboración propia)

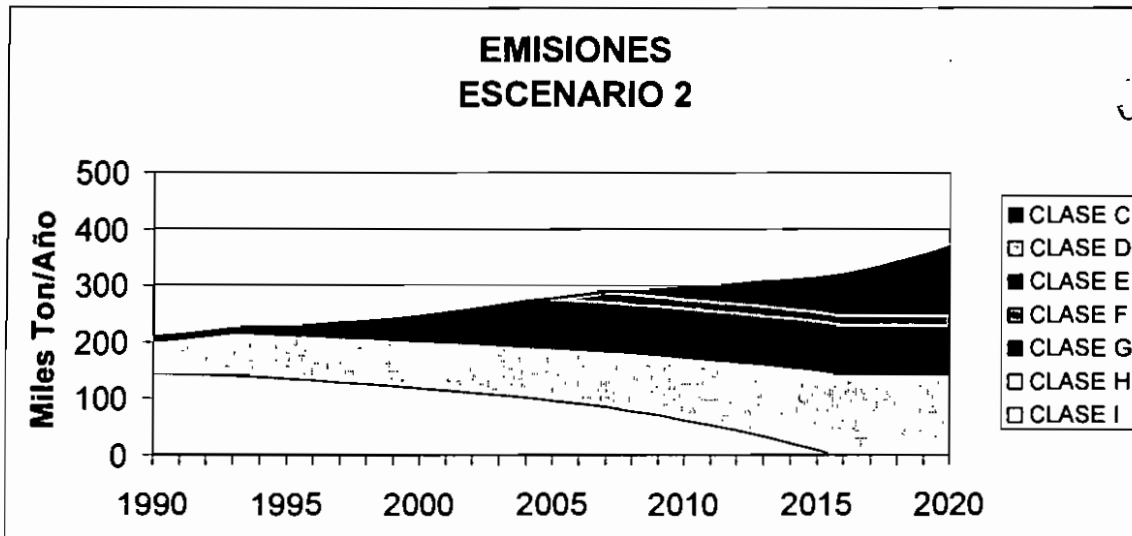


Figura 38. Emisiones por clase de artefacto para el Escenario 2: Washington (Elaboración propia)

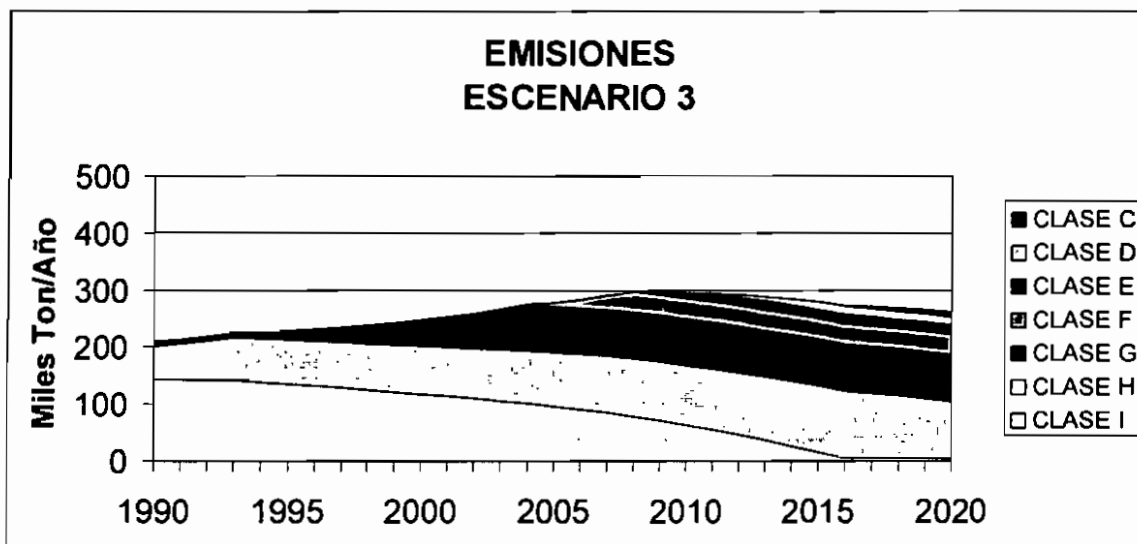


Figura 39. Emisiones por clase de artefacto para el Escenario 3: Gradual (Elaboración propia)

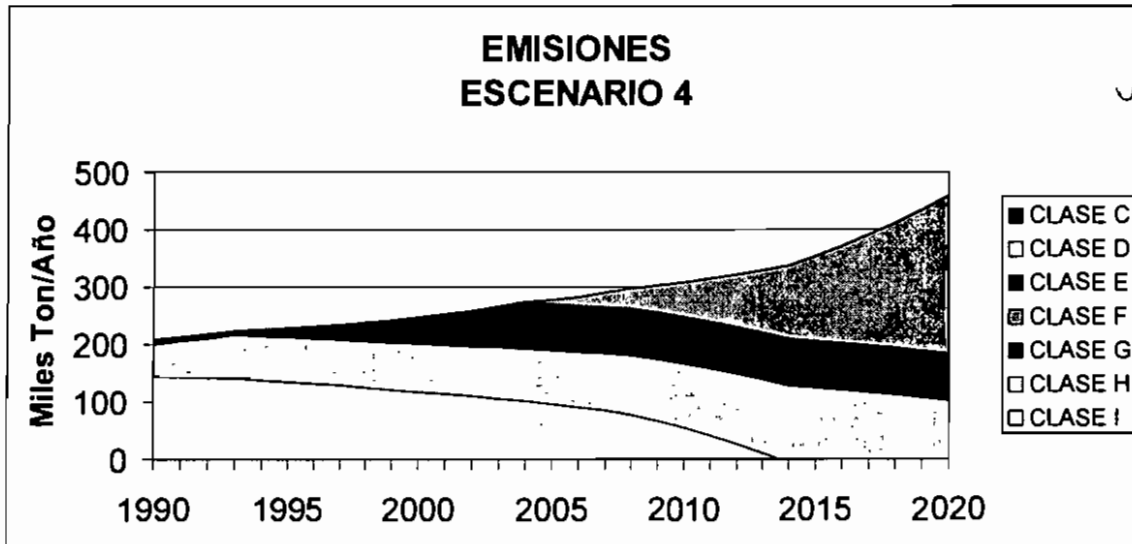


Figura 40. Emisiones por clase de artefacto para el Escenario 4: Retiro acelerado (Elaboración propia)

Se observa que con el anteproyecto de norma (Escenario 1) produce una estabilización de las emisiones, pero al año 2020 estas disminuyen muy lentamente.

Con una norma que reduce a la mitad las emisiones de los artefactos actuales (Escenario 2) no se logra el objetivo y las emisiones continúan ascendiendo.

Con una norma gradual (Escenario 3) se logra una reducción mayor de emisiones y al año 2020 estas presentan una declinación significativa.

Los escenarios con retiro acelerado son más efectivos. Sin embargo, si sólo se aplica un retiro acelerado (Escenario 4) tampoco se detiene el aumento de las emisiones.

8 ESTIMACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS PARA EL SECTOR PRIVADO

8.1 Costos y beneficios para los Productores

001030

Los impactos económicos esperados para los proveedores de artefactos a leña son los siguientes:

- aumento de la inversión en desarrollo tecnológico
- aumento del costo de producción de los artefactos
- aumento del costo de certificación de los artefactos
- disminución en el volumen de ventas, en número de artefactos
- mayor competitividad para proveedores con mejores tecnologías
- salida del mercado de proveedores con menor tecnología

Los costos de producción se han estimado, en base a encuestas a los fabricantes, en los siguientes montos:

Tabla 40. Costos de producción estimados según clase de artefacto

CLASE ARTEFACTO	INCREMENTO COSTO	COSTO ESTIMADO
G	0	US\$ 300
F	10%	US\$ 330
E	30%	US\$ 390
D	100%	US\$ 600
C	200%	US\$ 900

Fuente: Elaboración propia

Se estima que el mayor costo de producción será transferido al consumidor, por lo que el impacto para el productor será sólo el costo de capital de desarrollo de los nuevos modelos.

Una estimación aproximada indica que de cada modelo se venden actualmente un promedio de 5.000 unidades, a lo largo de varios años. Para introducir un nuevo modelo, se requiere inversión al menos en:

- desarrollo del prototipo
- ensayos del prototipo
- certificación del modelo
- inserción en catálogo
- stock inicial

Sin considerar posibles inversiones en maquinaria, es decir, suponiendo que los nuevos modelos pueden fabricarse con la misma infraestructura, se estima en US\$ 100.000 el costo de inversión en los items anteriores. Este monto es muy aproximado, ya que no existe información o es confidencial, y se basa en los siguientes items, estimados como máximos por el consultor:

- construcción de prototipos y pruebas de los mismos: 1200 HH de ingeniería = US\$ 40.000.-
- ensayo y certificación del modelo (incluyendo 33% de rechazo): US\$ 3.000.-
- desarrollo de matricería: US\$ 12.000.-
- diseño de catálogos, promoción, lanzamiento, capacitación: US\$ 15.000.-
- stock inicial 100 artefactos: US\$ 30.000.-

Para mantener los volúmenes de venta actuales y cumplir nuevas exigencias, se requiere lanzar aproximadamente 10 modelos al año, lo que implica una inversión anual de 1 millón de US\$ en desarrollo de modelos, por el conjunto de fabricantes, de los cuales US\$ 300.000 es stock con valor residual significativo.

01033

Este monto representa como máximo el 5% de los costos de producción actuales, cuyo volumen se estima en US\$ 20 millones, considerando que el costo de producción es del orden del 50% del precio de venta a público, con IVA, y que las ventas actuales son aproximadamente US\$ 40 millones.

En la misma medida que los artefactos sean más complejos, se supone que los costos de desarrollo se incrementarán en la misma medida. Por lo tanto, se asume en el análisis que el impacto del desarrollo de nuevos modelos con nuevas tecnologías representa del orden del 5% del valor del producto, por lo que no se estima que constituya una barrera.

Por otra parte, los productores verán un impacto en el volumen de ventas, como resultado de la regulación. Estos impactos se resumen en el cuadro siguiente.

Tabla 41. Proyección de ventas de calefactores bajo los 5 escenarios, en unidades

ESCENARIO	VENTAS EN MILES DE CALEFACTORES							
	2008	CLASE	2009-2011	CLASE	2012-2015	CLASE	2016-2020	CLASE
0	115	F	175	F	256	F	412	F
1	50	D	67	C	97	C	157	C
2	115	E	175	E	256	E	412	E
3	110	F	146	E	214	D	345	C
4	115	F	175	F	256	F	412	F

La información anterior se representa gráficamente en la figura siguiente.

001032

NÚMERO DE ARTEFACTOS VENDIDOS POR ESCENARIO

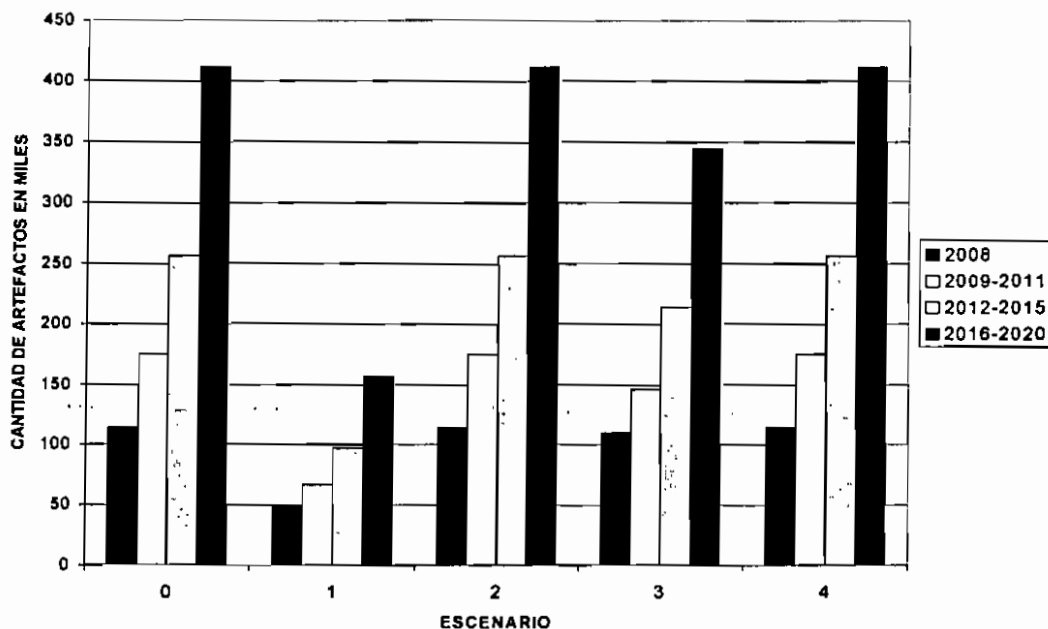


Figura 41. Cantidad de artefactos vendidos para diferentes escenarios modelados

Aplicando los precios para cada tipo de artefacto, se estima que el monto total de ventas anuales evolucionará para cada escenario de acuerdo a la tabla y gráfico siguientes.

Tabla 42. Proyección de ventas de calefactores bajo los 5 escenarios, en US\$

ESCENARIO	VENTAS ANUALES EN MILLONES DE US\$							
	2008	CLASE	2009-2011	CLASE	2012-2015	CLASE	2016-2020	CLASE
0	37,95	F	57,75	F	84,48	F	135,96	F
1	30,00	D	60,30	C	87,30	C	141,30	C
2	44,85	E	68,25	E	99,84	E	160,68	E
3	36,30	F	56,94	E	128,40	D	310,50	C
4	37,95	F	57,75	F	84,48	F	135,96	F

VENTAS ANUALES TOTALES DE ARTEFACTOS POR ESCENARIO

01033

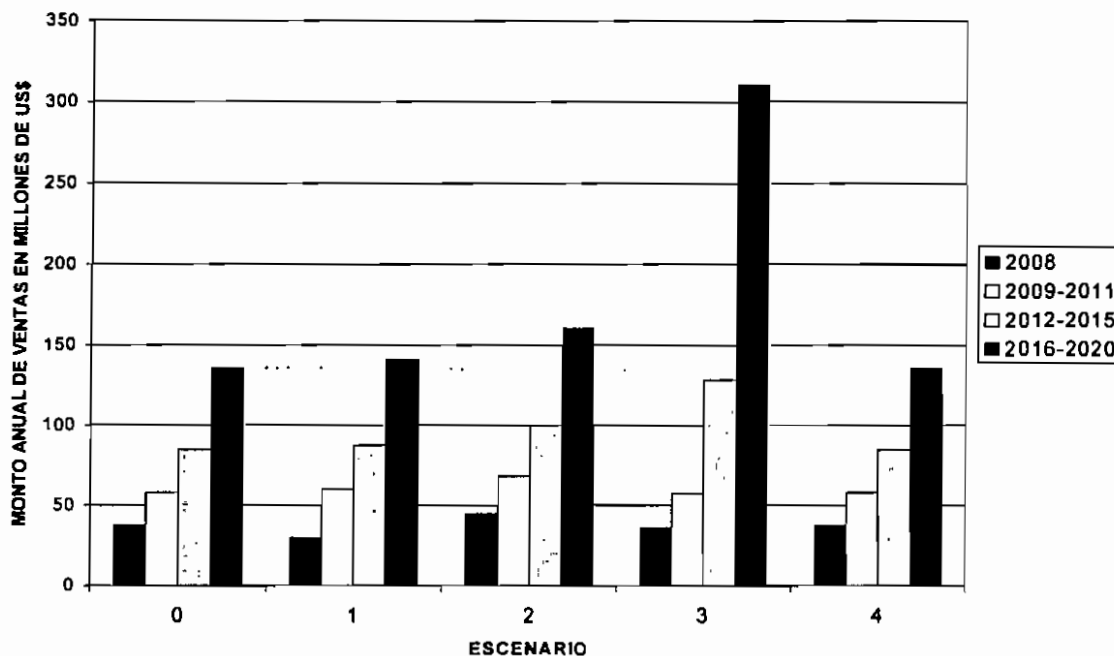


Figura 42. Monto total de ventas anuales para diferentes escenarios modelados.

En general, todos los escenarios prevén un aumento significativo del mercado, incluso con una contracción en el escenario 1, en la que dicha contracción en unidades vendidas se compensa con el mayor valor unitario de los productos.

En el caso del escenario 3, se produce la mayor expansión, dado que prevé un aumento de unidades vendidas y un aumento del valor unitario.

Entre los beneficios no valorados en este análisis se encuentran:

- la mayor transparencia y competitividad derivadas de la mejor información sobre el desempeño de los artefactos, lo que favorece e incentiva la calidad de los mismos
- el mayor conocimiento tecnológico que tendrán los fabricantes y que les permitiría acceder a mercados internacionales en mejores condiciones

8.2 Costos y beneficios para el consumidor

Considerando el hogar medio que consume leña en Chile, su consumo es de 8 m³ al año y el costo del m³ es US\$ 37, se calcula el costo anualizado de calefacción promedio, con una tasa de descuento de 20% (equivalente a la compra a crédito del retail), utilizando los valores sugeridos por los fabricantes para los futuros calefactores.

El consumo de 8 m³ de leña es equivalente a 4.480 kg de masa seca de leña, lo que a su vez equivale a 22.400 kWh = 80,6 GJ. En las condiciones actuales, un artefacto clase G tiene una eficiencia térmica de 60%, por lo que la demanda media de energía por hogar

es 13.440 kWh o 48,4 GJ útiles. En los cálculos se supone que esta cantidad no cambia, independientemente de la eficiencia del artefacto.

Se muestra en la tabla siguiente los resultados en US\$, en que el factor representa la relación con el gasto del artefacto clase G.

Tabla 43. Costo anualizado del uso de 1 artefacto a leña, por clase de calidad

CLASE	ARTEFACTO CAPITAL US\$	ARTEFACTO ANUALIZADO US\$	EFICIENCIA TÉRMICA %	LEÑA ANUAL US\$	ARTEFACTO + LEÑA ANUAL US\$	FACTOR
G	300	60	60	296	356	1,00
F	330	66	65	275	341	0,96
E	390	78	70	257	335	0,94
D	600	121	75	241	362	1,01
C	900	181	80	227	408	1,14

Por lo tanto, el efecto de la norma es un ahorro neto para el usuario hasta la clase D. Para la clase C el costo se incrementa en un 14% con respecto a la clase G (actual).

Estos valores son para un consumo promedio, por lo que la rentabilidad es menor para consumidores de menor volumen y mayores para consumidores de mayor volumen. A modo informativo, el consumo medio varía desde 1 m³ al año en Santiago a 17 m³ al año en Aysén.

A objeto de analizar la eventual migración del consumidor de leña a gas licuado, el combustible de calefacción más usado en el país, se considera una idéntica demanda de energía: 48,4 GJ útiles al año.

El gas licuado normalmente se utiliza en artefactos de llama abierta, denominados catalíticos y radiantes los más frecuentes. La combustión a llama abierta, si bien entrega el 100% del calor generado al ambiente, parte de este calor es calor latente en el vapor de agua, que alcanza un total de 1,6 litros por cada kg de gas quemado. Este calor latente es cedido en el lugar donde se condensa el vapor, por lo que el calor útil es sólo el 86,6%.

Para generar los mismos 48,4 GJ anuales útiles, se requieren 1.114 kg anuales de gas licuado, considerando un poder calorífico de 50,16 MJ por kg de gas licuado. No se consideran en este análisis las pérdidas térmicas que requiere la ventilación periódica que es necesaria para mantener la calidad del aire en un recinto con calefacción a llama abierta.

El precio del gas licuado que se considera es US\$ 1,5 el kg, es decir US\$ 29,9 por GJ.

Tabla 44. Costo anualizado del uso de 1 artefacto a gas licuado

ARTEFACTO CAPITAL US\$	ARTEFACTO ANUALIZADO US\$	EFICIENCIA TÉRMICA %	GAS ANUAL US\$	ARTEFACTO + GAS ANUAL US\$
100	20	86,6	1.671	1.691

001037

Por lo tanto, es improbable que los consumidores de leña migren hacia el gas licuado. El escenario futuro incluye, además, un escalamiento de precios de los combustibles fósiles con respecto a la leña, por lo que esta brecha aumentará y, muy probablemente, se produzca una migración del gas licuado a la leña.

En todos los caso se supone que el consumidor adquiere el artefacto con una tasa de interés de 20% a un plazo igual a la vida útil del artefacto.

Se concluye que el impacto de la norma para el consumidor, en el Escenario 3, implica un leve ahorro durante algunos años y luego un aumento de 14% en los costos anuales de calefacción, a partir del año 10, como se muestra en el gráfico siguiente, que incluye el pago del calefactor y del combustible.

COSTOS ANUALES PARA EL CONSUMIDOR (ESCENARIO 3)

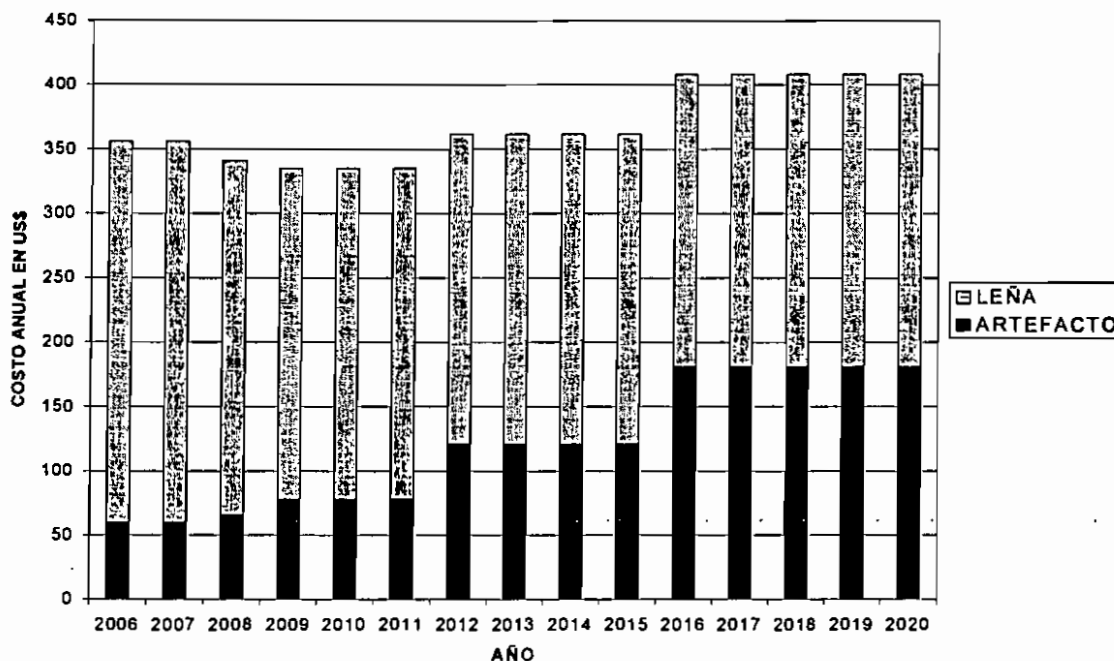


Figura 43. Costos anuales para un usuario bajo condiciones del Escenario 3. (Elaboración propia)

Estos valores calculados anteriormente son para un consumo promedio, por lo que la rentabilidad es menor para consumidores de menor volumen y mayor para consumidores de mayor volumen. A modo informativo, el consumo medio varía desde 1 m3 al año en Santiago hasta 17 m3 al año en Aysén, en relación al promedio país de 8 m3 anuales, por hogar que consume leña, independiente del número de artefactos.

9 ESTIMACIÓN DE COSTOS DE FISCALIZACIÓN

001033

El impacto económico esperado para los fiscalizadores de artefactos a leña se limita a:

- el aumento de la capacidad de registro de antecedentes de los equipos certificados
- el financiamiento de ensayo de verificación aleatorios para control

El número de modelos que ingresa el registro puede estimarse en 20 unidades anuales, lo que es una carga administrativa menor que puede absorberse con la institucionalidad actual.

Si se define un programa de verificación de calidad, este programa requeriría aproximadamente US\$ 2.000 en certificación y aprox. US\$ 1.000 en logística, lo que implica US\$ 3.000 por unidad verificada. La certificación implica ocupar un laboratorio por aproximadamente 1 semana.

La capacidad actual de certificación es limitada, del orden de 30 ensayos anuales, ya que existe un único laboratorio en el país y en verano resulta improbable cumplir las condiciones de ensayo.

10 ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS SOCIALES

10.1 Estimación de beneficios por reducción de emisiones

La reducción de emisiones contaminantes provenientes de la quema de leña origina muchos beneficios, debido a la menor contaminación atmosférica, que se pueden clasificar en:

- Efectos en la salud
- Efectos en vegetación y agricultura
- Daños en materiales
- Daños estéticos (perdida de visibilidad)

De estos efectos, el más importante desde el punto de vista social son los efectos en la salud de la población. Debido a esto, también han sido los más estudiados, tanto en métodos como en levantamiento de información de base.

En este informe se estimaran los beneficios sociales provenientes de la reducción en efectos en la salud de la población expuesta a la contaminación atmosférica producto de la quema de leña. El método usado será el "método de la Función de Daño", en el que se modelan cuantitativamente cada una de las etapas.

Este método ha sido usado en la Región Metropolitana para estimar los beneficios del Plan de Descontaminación. La primera aplicación se realizó en 1997. Posteriormente en 2001 se actualizaron las estimaciones por uno de los integrantes del equipo consultor.

La extensión de aplicación de este método desde la Región Metropolitana a otras ciudades y regiones de Chile plantea una serie de desafíos, debido a la falta de información y de datos. Entre los más importantes se pueden nombrar:

- Para estimar el cambio en concentraciones ambientales se requiere de un inventario de emisiones, y de monitoreo de concentraciones ambientales, no disponible en muchas localidades.
- La fuerte estacionalidad de la quema de leña hace que sea necesario disponer de datos a nivel mensual, aun más escasos que simples totales anuales.
- La mayoría de las funciones concentración-respuesta se han estimado para centros urbanos en que las mayores fuentes son la quema de combustibles fósiles. En el sur de Chile, la mayor fuente de MP corresponde a la quema de leña. Esto puede afectar el impacto en la salud.
- Los patrones de actividad de una urbe mediana o pequeña pueden ser muy distintos a los de una urbe grande, por lo que los patrones de exposición, y por ende los efectos en la salud, también se pueden ver afectados.

Los beneficios por costos evitados en salud se aplicarán sólo a la población urbana, definida por los censos de población, suponiendo que en el contexto rural las emisiones no generan concentraciones que causen daños sobre la salud.

Las estimaciones que se realizan en este trabajo sufren de las limitaciones que resultan de los puntos anteriores, pero en ningún caso subestiman los beneficios.

10.2 Estimación de la relación entre el cambio de emisiones y la calidad ambiental

A falta de mejores modelos, para esta etapa se ha desarrollado un modelo de roll-back simple, en que se asume que el cambio en las concentraciones depende linealmente del cambio en emisiones.

Para estimar este modelo se requiere de dos parámetros: las emisiones y las concentraciones de un cierto contaminante en un periodo de tiempo simultaneo. Esto no esta siempre disponible.

A continuación se muestran los datos disponibles para ciudades de Chile. La siguiente tabla muestra las emisiones de material particulado para diferentes localidades de Chile.

Tabla 45. Emisiones anuales de MP en diversas ciudades que disponen de un inventario de emisiones (ton/año)

Localidad	Año	Tipo de Fuente				Total Emisiones	
		Puntuales	Areales	Móviles en ruta	Polvo Fugitivo	Incluyendo polvo	Sin Polvo fugitivo
Gran Concepcion	2000	12,693	6,779	248	5,660	25,399	19,739
Gran Valparaiso	2000	223	470	178	27,918	28,789	871
Rancagua	1999	35	18	44	4,956	5,054	97
Temuco	2000	223	2,447	71	9,340	12,081	2,741
IX	2000	1,110	6,231		6,477	13,818	7,341
RM	2000	502	1,502	2,054	18,957	23,474	4,517
	2005	552	1,908	1,309	25,976	29,908	3,932

Fuentes:

* Estudio "INVENTARIOS DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LAS REGIONES V, VI Y IX DE CHILE". Desarrollado por Cenma para CNE

** Estudio "Modelo de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos para La RM". Desarrollado por DICTUC para CONAMA RM, 2003.

*** Estudio "Actualización del Inventario de Contaminantes Atmosféricos para la RM". Desarrollado por DICTUC para CONAMA RM, 2007.

Tabla 10. Inventario Actualizado al 2000. Gran Concepción.

Los datos de concentraciones de material particulado se encuentran disponibles para unas pocas localidades en Chile, aparte de la RM, donde se ha desarrollado un programa de monitoreo ambiental desde 1989, y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 46. Promedio Anual de PM₁₀ en diversas ciudades (ug/m3)

Localidad	Contaminante	Año							
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Gran Concepcion	PM10	65.0							
	PM2.5	21.0							
Gran Valparaiso	PM10					33.2	51.4		
Rancagua	PM10					58.1	72.9		
Temuco	PM10					26.5	45.4		
RM	PM10	73.3	69.8	67.6	76.5	68.5	65.8	79.5	
	PM2.5	30.8	34.3	33.5	34.4	35.0	34.6	35.6	
	Razon PM2.5/PM10	0.42	0.49	0.49	0.45	0.51	0.53	0.45	

Usando los datos presentados más arriba, es posible modelar la relación entre las emisiones y las concentraciones suponiendo un modelo de roll-back simple. Este modelo asume una relación lineal entre las emisiones y las concentraciones, y que no existe un nivel background de concentraciones. Aun con todas estas limitaciones, puede entregar información útil para la toma de decisiones.

La siguiente tabla muestra los coeficientes concentración/emisión, es decir, la cantidad de toneladas de emisión requeridas para aumentar la concentración ambiental en 1 µg/m³. Como la mayoría del polvo fugitivo aporta solo a la fracción gruesa del material particulado, y las fuentes de combustión a la fracción fina, hemos desarrollado dos factores, uno para la fracción gruesa del material particulado, y otro para la fina. Este último es el que usaremos para el impacto de las emisiones de leña.

Tabla 47. Coeficientes de roll-back simple para diferentes localidades

Localidad	Emisiones			Concentraciones			FCE		
	Año	Total	Sin Polvo Fugitivo	Año	PM10	PM2.5	razon PM2.5/PM10	PM10	PM2.5
					ug/m3			ton/(ug/m3)	
Gran Concepcion	2000	25,399	19,739	2,000	65	21	0.32	391	940
				2,005					
Gran Valparaiso	2000	28,789	871	2,004	33.2	15.9	0.48	866	55
				2,005	51.4	24.7			
Rancagua	1999	5,054	97	2,004	58.1	27.9	0.48	87	3
				2,005	72.9	35.0			
Temuco	2000	12,081	2,741	2,004	26.5	12.7	0.48	457	216
				2,005	45.4	21.8			
RM	2000	23,474	4,517	2,000	73.2	30.8	0.42	321	147
	2005	29,908	3,932	2,005	65.8	34.6			

Fuente: elaboracion propia

En la última columna se observa el rango de variación que presentan los diversos estudios, con extremos en Rancagua, que sólo requiere 3 ton de emisiones de PM2,5 para generar un aumento de 1 microgramo/m³ en la concentración de MP. En cambio, en

Gran Concepción, se requieren 940 ton de PM_{2,5} para generar dicho aumento de 1 microgramo/m³.

10.3 Beneficios unitarios por reducción en concentraciones

Para obtener el beneficio por reducción de concentraciones, debemos valorar cada uno de los efectos de acuerdo a su valoración social. La valoración social se puede efectuar desde dos enfoques:

- Costo de la enfermedad (COI) : incluye los costos médicos directos y los costos de la productividad perdida
- Costos en bienestar (WTP), representados por la disposición a pagar por evitar la ocurrencia de un efecto, o por la reducción de los riesgos de muerte.

Los beneficios unitarios se han obtenido de un estudio reciente realizado para el BID, en que uno de los consultores ha participado. En este estudio se estimaron los beneficios de manera similar a la usada anteriormente para Santiago de Chile, usando dos escenarios:

- LAC: relaciones concentración-respuesta y valores originales obtenidos de estudios de Latinoamérica (principalmente de Brasil, Chile y México)
- USA: relaciones concentración-respuesta y valores originales obtenidos de estudios de Estados Unidos.

Tabla 48. Beneficios unitarios por persona y ug/m³ de concentraciones de PM₁₀ y PM_{2,5}

Contaminante	Escenario	COI	WTP
		US\$/ (ug/m ³ PM _{2.5})/persona	
PM ₁₀	LAC	0.15	1.8
	USA	2.1	28
PM _{2.5}	LAC	0.3	3.8
	USA	4.3	58

Fuente: Cifuentes, L. A., A. Krupnick, et al. (2005). Urban Air Quality And Human Health In Latin America And The Caribbean. Washington, DC., Interamerican Development Bank. Tablas VII-5 y VII-6. Valores para Santiago de Chile. Valores originales para PM₁₀, convertidos a PM₂₅ usando un factor 0.48.

Los valores para el escenario USA son mucho mayores por dos razones:

- incluyen más efectos en la salud, notablemente el efecto de la exposición de largo plazo en mortalidad prematura
- los valores unitarios originales, y el método de transferencia usado resultan en valores unitarios finales mucho mayores que los del escenario LAC.

En conjunto, ambos escenarios definen el posible rango de valores.

10.4 Estimación del beneficio unitario por reducción en emisiones de MP

Para estimar el beneficio por reducción de emisiones, es necesario combinar el beneficio unitario de concentraciones con los factores concentración/emisión, y la población total de cada ciudad. Esto es lo que se muestra en la tabla siguiente, donde se han calculado

01042

estos beneficios usando el FCE de cada ciudad, y el FCE promedio, debido a que este parámetro es el que presenta mayor variabilidad.

04040

Tabla 49. Beneficios unitarios por persona y ug/m3 de concentraciones

Localidad	Poblacion Hab	Beneficios Unitarios por Concentraciones		Beneficios Unitarios por Emisiones			
		COI	WTP	FCE de cada ciudad		FCE promedio	
				COI	WTP	COI	WTP
		US\$/ug/m3 PM2.5)		US\$/(ton PM)		US\$/(ton PM)	
Gran Concepcion	934,553	292,048	3,562,983	311	3,791	3,191	38,927
Gran Valparaiso	853,350	266,672	3,253,397	7,555	92,176	2,914	35,545
Rancagua	226,446	70,764	863,325	25,403	309,918	773	9,432
Temuco	330,384	103,245	1,259,589	821	10,013	1,128	13,762
RM	6,391,827	1,997,446	24,368,840	17,599	214,705	21,823	266,241
Promedio				10,338	126,121	5,966	72,781
Promedio sin Concepcion ni Rancagua				8,858	105,631	8,622	105,183

Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla muestra los valores recomendados para la evaluación de los beneficios de reducción de emisiones de material particulado proveniente de estufas a leña. El valor medio corresponde a un promedio de las estimaciones para las ciudades de Temuco, Valparaíso y la Región Metropolitana de Santiago. Las estimaciones extremas corresponden a Temuco y la RM.

Tabla 50. Resumen de Beneficios Unitarios (US\$/ton MP)

Estimación	US\$/ton PM	Origen
Media	105.183	Promedio de Valparaíso, Temuco, RM
valor bajo	13.762	Temuco, con factores promedio
valor alto	266.241	RM, con factores promedio
Fuente: Elaboración propia		

El rango de variación de las estimaciones es alto (existe un factor de 20 entre el valor inferior y superior), pero esta dentro de lo esperable, considerando la diferente población expuesta y la diferente meteorología. Los valores serían más estables si se considerase la densidad poblacional y la densidad de emisiones para normalizarlos, pero dicha información no está disponible fácilmente.

Por lo tanto, se utilizarán para este análisis un valor alto de US\$ 105.183 y un valor bajo de US\$ 13.762 por cada tonelada de MP emitida a la atmósfera en áreas urbanas.

11 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AGREGADO DE LA NORMA PROPUESTA

01042

11.1 Costos de inversión bajo distintos escenarios

Si se comparan los volúmenes de ventas en calefactores con respecto al escenario 0, se obtiene el cambio en el total de ventas como resultado de cada escenario, en millones de dólares.

Tabla 51. Impacto en el total de ventas anuales, según escenario (Elaboración propia)

ESCENARIO	2008	2009-2011	2012-2015	2016-2020
1 (ANTEPROYECTO)	-7,95	2,55	2,82	5,34
2 (WASHINGTON)	6,9	10,5	15,36	24,72
3 (GRADUAL)	-1,65	-0,81	43,92	174,54

IMPACTO EN LAS VENTAS SEGÚN ESCENARIO

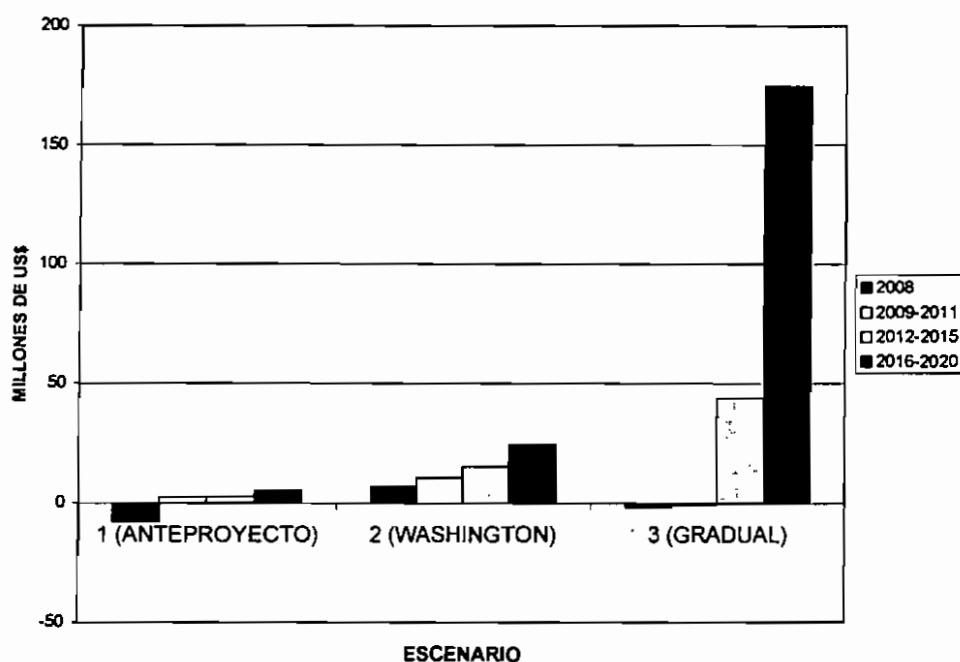


Figura 44. Impacto en el volumen total de ventas según los distintos escenarios

En los Escenarios 1 y 5, a pesar del mayor costo de los artefactos, el monto total de ventas de artefactos disminuye por la disminución del número de artefactos vendidos.

Es probable que la demanda insatisfecha de calefactores sea invertida en artefactos de otro combustible.

11.2 Beneficios agregados por costos de salud evitados

Considerando que el 36,6% del consumo de leña es urbano (Tabla 3) se considerará este porcentaje del total de emisiones como las emisiones en áreas urbanas.

Por lo tanto, las emisiones anuales en cada escenario resultan las siguientes, en miles de toneladas de MP, para las regiones IV a XII:

01043

Tabla 52. Emisiones anuales en áreas urbanas, en miles de toneladas

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
0	2,50	2,74	3,18	4,18
1	2,42	2,45	2,42	2,30
2	2,44	2,51	2,63	3,08
3	2,47	2,47	2,34	2,19
4	2,49	2,64	2,96	3,83

Fuente: Elaboración propia

Considerando que el costo anual evitado por cada tonelada de MP no emitida tiene el valor bajo de US\$ 13.762, el costo evitado en áreas urbanas de las regiones IV a XII se muestra en la tabla y gráfico siguientes:

Tabla 53. Costos en salud evitados anuales, en áreas urbanas, en millones de US\$, para el valor bajo de 13.762 US\$/Ton MP

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
1	1,05	4,01	10,41	25,88
2	0,74	3,15	7,45	15,06
3	0,34	3,74	11,54	27,32
4	0,08	1,45	2,99	4,80

Fuente: Elaboración propia

BENEFICIOS ANUALES VALOR BAJO EMISIONES

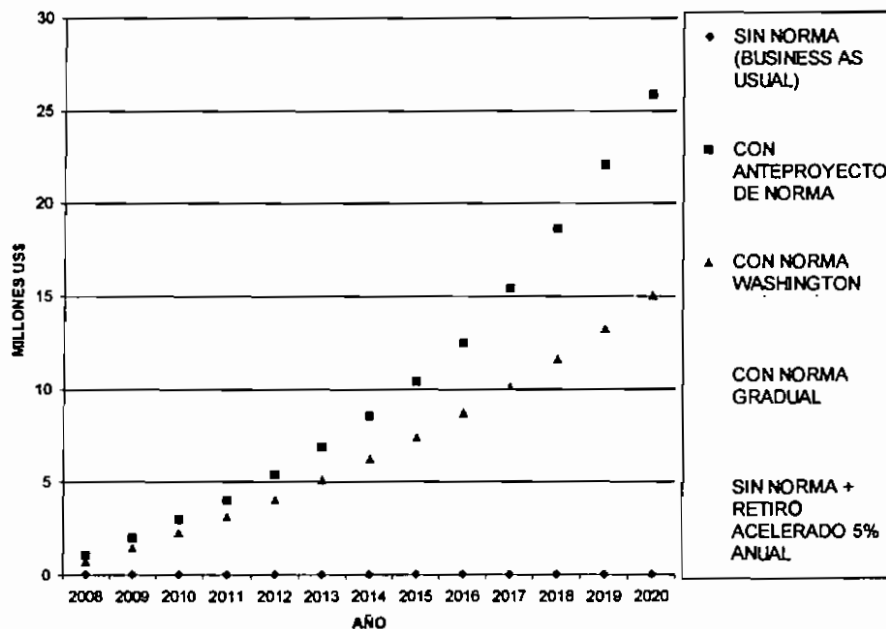


Figura 45. Beneficios por costos evitados en salud en áreas urbanas, para valor bajo

Considerando que el costo anual evitado por cada tonelada de MP no emitida tiene el valor alto de US\$ 105.813, el costo evitado en áreas urbanas de las regiones IV a XII se muestra en la tabla y gráfico siguientes:

Tabla 54. Costos en salud evitados anuales, en áreas urbanas, en millones de US\$, para el valor alto de 105.813 US\$/Ton MP

ESCENARIO	2008	2011	2015	2020
1	8,03	30,61	79,57	197,80
2	5,65	24,10	56,93	115,09
3	2,58	28,61	88,20	208,84
4	0,58	11,07	22,87	36,66

Fuente: Elaboración propia

BENEFICIOS ANUALES VALOR ALTO EMISIONES

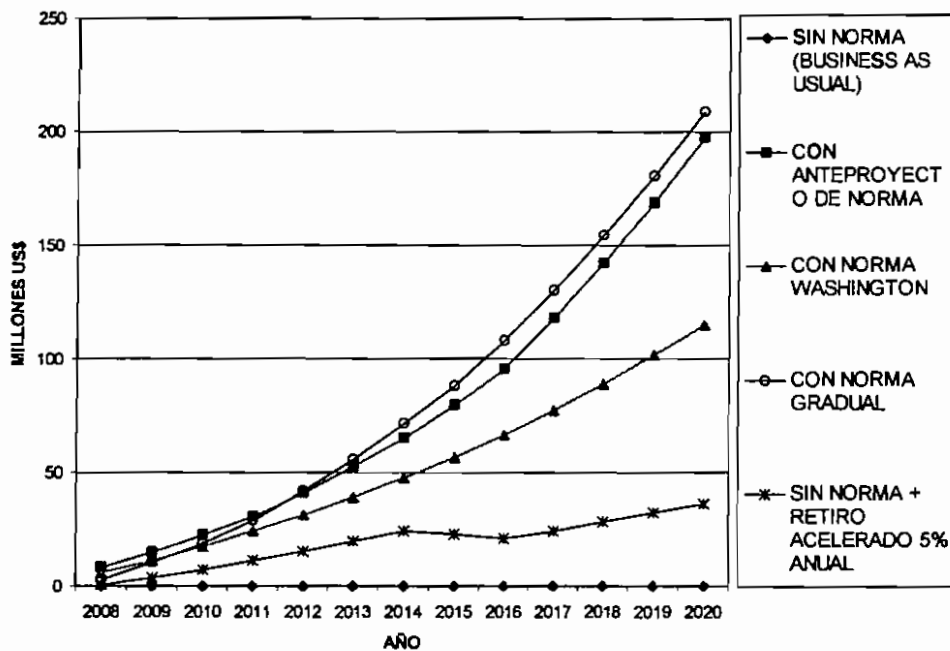


Figura 46. Beneficios por costos evitados en salud en áreas urbanas, para valor alto

Estos beneficios afectan a la población urbana, es decir, al 86% de la población de las regiones IV a XII.

01047

11.3 Beneficios agregados por costos de combustible evitados

El consumo agregado de leña proyectado se detalla en el cuadro siguiente:

Tabla 55. Consumo de leña total país en Ton

AÑO	ESCENARIO				
	0	1	2	3	4
2008	5.797.934	7.420.615	7.755.521	7.736.022	7.800.619
2009	6.366.121	7.704.402	8.388.078	8.271.816	8.437.641
2010	6.991.751	8.017.554	9.084.876	8.832.922	9.139.350
2011	7.680.616	8.363.086	9.852.418	9.420.487	9.912.295
2012	8.424.591	8.679.478	10.681.364	9.990.262	10.747.076
2013	9.228.084	8.990.903	11.576.626	10.586.663	11.648.638
2014	10.095.856	9.296.963	12.543.508	11.210.872	12.622.326
2015	11.033.050	9.597.229	13.587.741	11.864.119	13.694.532
2016	12.045.219	9.905.175	14.715.513	12.499.351	14.852.513
2017	13.138.362	10.225.985	15.949.680	13.177.640	16.103.133
2018	14.318.957	10.560.098	17.282.581	13.887.355	17.453.803
2019	15.593.999	10.907.960	18.722.114	14.629.869	18.912.526
2020	16.971.044	11.270.024	20.276.809	15.406.606	20.487.947

Tabla 56. Energía de calefacción suministrada por leña, total país en GWh/año

AÑO	ESCENARIO				
	0	AÑO 0	0	AÑO 0	0
2008	14.643	13.909	14.629	14.507	14.629
2009	16.077	14.582	16.064	15.744	15.992
2010	17.658	15.324	17.644	17.041	17.493
2011	19.397	16.143	19.384	18.401	19.146
2012	21.276	16.946	21.263	19.825	20.930
2013	23.305	17.741	23.292	21.318	22.858
2014	25.497	18.528	25.484	22.882	24.939
2015	27.864	19.306	27.851	24.521	27.188
2016	30.420	20.111	30.407	26.238	29.616
2017	33.181	20.952	33.168	28.037	32.238
2018	36.162	21.830	36.149	29.922	35.070
2019	39.382	22.748	39.369	31.896	38.129
2020	42.860	23.707	42.847	33.964	41.432

Con respecto al escenario 0 existirá un déficit de calefacción no suministrada por la leña en otros escenarios, por lo que se supone una sustitución por gas licuado. Este déficit, considerando la eficiencia térmica de cada tipo de artefacto, se detalla en la tabla siguiente.

01040

Tabla 57. Déficit de energía por menor uso de leña ref. Escenario 0, en GWh/año

AÑO	ESCENARIO			
	1	2	3	4
2008	-734	-13	-136	-13
2009	-1.495	-13	-333	-85
2010	-2.333	-13	-616	-164
2011	-3.255	-13	-996	-252
2012	-4.330	-13	-1.451	-346
2013	-5.564	-13	-1.987	-448
2014	-6.969	-13	-2.614	-557
2015	-8.558	-13	-3.342	-676
2016	-10.309	-13	-4.181	-804
2017	-12.229	-13	-5.143	-943
2018	-14.332	-13	-6.240	-1.092
2019	-16.634	-13	-7.486	-1.254
2020	-19.153	-13	-8.896	-1.428

Considerando un precio fijo para la leña de US\$ 37 la Ton de leña y US\$ 100 el MWh de gas licuado, se ha calculado el gasto adicional a nivel país en combustible por efecto de la norma, lo que se detalla en el cuadro siguiente.

No se ha incluido una tasa de escalamiento por la volatilidad actual de precios. En todos los escenarios se ha considerado una demanda de energía térmica de 11,4 MWh por hogar al año. En cada escenario, la composición del stock de calefactores determina el consumo de leña necesario para satisfacer dicha demanda.

En el caso del gas licuado, se ha considerado un 100% de eficiencia, aún cuando en la realidad existe una pérdida de calor al ser necesario ventilar los recintos donde se utiliza dicho combustible.

Tabla 58. Gasto adicional en combustible en calefacción alternativa, en US\$

AÑO	ESCENARIOS			
	1	2	3	4
2008	133.428	73.741	85.270	75.410
2009	199.057	76.123	103.815	85.165
2010	271.263	78.756	129.726	95.908
2011	350.703	81.667	164.016	107.740
2012	442.437	84.811	203.006	120.519
2013	547.609	88.207	248.984	134.321
2014	667.294	91.874	302.703	149.226
2015	802.654	95.834	364.987	166.087
2016	951.742	100.111	434.945	184.297
2017	1.115.139	105.329	515.768	203.963
2018	1.294.112	110.965	608.046	225.203
2019	1.490.029	117.051	712.944	248.142
2020	1.704.380	123.624	831.735	272.916

01040

12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones

Línea Base.

La Línea de Base está constituida por más de un millón de artefactos a leña en uso en el país, de los cuales una fracción importante se estima que opera con elevados factores de emisión

El uso de leña para cocinar está disminuyendo y existe escasa información sobre las características de los artefactos para este uso

La leña está aumentando su competitividad frente a otros combustibles, por lo que existe una presión por mayor uso de este recurso y, por ende, mayores emisiones

El mercado de artefactos para calefacción está en una fase de fuerte expansión, superior al 20% anual

Proyección futura.

Se comparan 5 escenarios: 0) la Línea de Base, 1) el Anteproyecto de Norma, 2) emulación de la norma del estado de Washington, 3) escalonamiento gradual y 4) retiro acelerado.

Los escenarios 1 y 3 alcanzan la meta de emisiones unitarias a mediano plazo: 2011 y 2015 respectivamente

Se observa que con el anteproyecto de norma (Escenario 1) se produce una estabilización de las emisiones, pero al año 2020 estas disminuyen muy lentamente.

Se estima que una reducción brusca en los límites permitidos (Escenario 1) produciría una reducción de la demanda de artefactos de menor precio, afectando a los sectores de menores ingresos y aumentando la valoración de artefactos antiguos, lo disminuiría su recambio

Se observa que con una norma equivalente a la del estado de Washington, que reduce a la mitad las emisiones de los artefactos actuales (Escenario 2) no se logra el objetivo y las emisiones continúan ascendiendo.

Se observa que con una norma de escalonamiento gradual (Escenario 3) se logra una reducción mayor de emisiones y al año 2020 estas presentan una declinación significativa.

Se observa que un escenario con retiro acelerado es efectivo independientemente de la norma. Sin embargo, si sólo se aplica un retiro acelerado (Escenario 4) tampoco se detiene el aumento de las emisiones.

El factor de mayor incidencia en las emisiones agregadas es la tasa de salida de artefactos de menor calidad.

01050

01052

Impactos económicos.

Los costos evitados en salud alcanzan US\$ 25,8 millones anuales en 2020 con la aplicación del anteproyecto de norma y hasta US\$ 27,3 millones con el escenario gradual, considerando la proyección más conservadora.

El gasto agregado en combustible leña aumentará de US\$ 215 millones en 2008 a US\$ 628 millones en 2020, bajo los supuestos de un escenario sin norma

Con el anteproyecto de norma, los menores gastos en leña alcanzan a un ahorro de US\$ 210.938. Sin embargo, la demanda insatisfecha de calefacción migraría hacia otros combustibles, revirtiendo este ahorro. Incluyendo los combustibles alternativos, el gasto agregado en calefacción a nivel país aumentaría en US\$ 1.704 millones anuales en 2020, con el anteproyecto de norma.

Con una norma gradual, el gasto agregado en calefacción aumentaría en US\$ 1.459 millones anuales el año 2020, respecto de la línea de base.

El volumen de ventas de artefactos aumentará en 5,3 US\$ millones en 2020 con la aplicación del anteproyecto de norma o aumentará en US\$ 24,7 con una norma similar a Washington, o aumentará US\$ 174,5 con una norma gradual, valores que serán traspasados al consumidor

Se requerirá una inversión anual del orden de US\$ 1 millón del sector productivo para desarrollar los modelos que cumplan la norma

12.2 Recomendaciones

Alcance de la norma.

Se recomienda reconsiderar el rango de potencia de hasta 70 kW, con el objeto de delimitar el alcance con otros artefactos

Métodos de evaluación.

Se recomienda reconsiderar el parámetro indicador de emisiones de MP por uno que considere la eficiencia energética del artefacto. Se propone mg/MJ de energía útil.

Se recomienda que las condiciones de ensayo se orienten a la repetibilidad de los resultados más que a representar las condiciones reales de uso

Se recomienda que el método de medición sea un método probado internacionalmente

Se recomienda que el combustible de prueba sea definido localmente, de acuerdo a parámetros exactamente definidos para evitar dispersión de resultados

Se recomienda incluir una medición de eficiencia térmica en el ensayo. Se sugiere un método indirecto transitoriamente y uno directo para aplicación permanente

Se recomienda que se estudie específicamente los métodos de: 1) medición de emisiones, 2) medición de eficiencia térmica y 3) especificación del combustible estándar

01052

Límites.

Se recomienda definir una escala de emisiones con un rango amplio, de modo que cubra todo tipo de artefactos. Se propone la siguiente:

Tabla 59. Escala de emisiones propuesta

CLASE	EMISIONES MP EN mg/MJ
A	menos de 10
B	10 a 20
C	20 a 40
D	40 a 80
E	80 a 160
F	160 a 320
G	320 a 640
H	640 a 1280
I	más de 1280

Se recomienda que la norma incluya límites escalonados, con plazos de entrada en vigencia mínimos, pero compatibles con la velocidad de desarrollo tecnológico

Se recomienda que no se fije una meta final de límites, sino que la reducción de límites se extienda indefinidamente, sujeto a que exista tecnología adecuada

Se recomienda que la máxima información sea incluida en el etiquetado

Se recomienda la siguiente gradualidad:

- o 2007: anuncio de norma para inicio de certificación de artefactos
- o 2008: comercialización sólo artefactos certificados, con la mejor tecnología actual
- o 2009: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 50% las emisiones con respecto a la mejor actual
- o 2011: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 25% las emisiones con respecto a la mejor actual
- o 2015: comercialización sólo artefactos certificados, con nueva tecnología que reduce al 12,5% las emisiones con respecto a la mejor actual

Cocinas.

Se recomienda que las cocinas tengan un régimen menos exigente, por ejemplo, límites superiores en 100% al de los calefactores, o un límite plano equivalente a la mejor tecnología actual

En caso de tener las cocinas un régimen especial, debe evitarse que se comercialicen calefactores rotulados como cocinas

Estudios.

001053

Se recomienda que se estudien los posibles métodos, se definan los métodos a aplicar y eventualmente se dicten normas técnica separadas de la norma de emisión, la cual se centre en límites y plazos

Se recomienda que se analice la pertinencia de homologar artefactos ensayados en el extranjero

01054

13 REFERENCIAS

- Canadian Standards Association, (varios) "Performance Testing of Solid-Fuel-Burning Heating Appliances CAN/CSA-B415.1", Canadá
- Cifuentes, L. A., A. Krupnick, et al., (2005) "Urban Air Quality And Human Health In Latin America And The Caribbean". Washington, DC, Interamerican Development Bank, EE UU
- CENMA (2002), "INVENTARIOS DE EMISIONES DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS EN LAS REGIONES V, VI Y IX DE CHILE". Desarrollado por Cenma para CONAMA, Chile
- CNE (2001) Análisis de subsidio al gas natural de red en el sector residencial de ciudades con problemas ambientales
- CNE (2005), "Comportamiento del Consumidor Residencial y su Disposición a Incorporar Aspectos de Eficiencia Energética en sus Decisiones y Hábitos", Área de Medio Ambiente y Eficiencia Energética, Univ. de Chile, Departamento de Economía, para Comisión Nacional de Energía, Chile
- CONAMA (2006), "Antecedentes para formular el anteproyecto Norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionen leña u otros combustibles de biomasa", Departamento Control de la Contaminación, Área Control de la Contaminación Atmosférica
- Department of the Environment and Heritage, (2006), "Wood heater Particle Emissions and Operating Efficiency Standards - Cost Benefit Analysis", Australia
- DICTUC SA (2003) "Modelo de Dispersión de Contaminantes Atmosféricos para La RM". "Actualización del Inventario de Contaminantes Atmosféricos para la RM". Desarrollado por DICTUC para CONAMA RM, Chile
- DICTUC SA. (2000) "Generación de Instrumentos de Gestión Ambiental para la Actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago al Año 2000. Parte I. "Estimación de los Beneficios Sociales de la Reducción de Emisiones y Concentraciones de Contaminantes Atmosféricos en la Región Metropolitana". Santiago, Chile
- DICTUC SA (2000). "Generación de Instrumentos de Gestión Ambiental para la Actualización del Plan de Descontaminación Atmosférica para la Región Metropolitana de Santiago al Año 2000." Parte II. "Análisis Económico de Medidas Seleccionadas." Santiago, Chile
- Environment Waikato Technical Report, (2006), "Real Life emissions testing of pre 1994 woodburners in New Zealand", Nueva Zelanda
- EPA, (1992) New Source Performance Standards, Title 40, Part 60, Sub-part AAA of the Code of Federal Regulations, Environmental Protection Agency, EE UU
- EPA (1996), "Emission factors, Chapter 1.10", Environmental Protection Agency, EE UU
- Fisher, LH; Houck, JE; Tiegs, PE; McGaughey, J, (2000), "Long-term performance of EPA-certified Phase 2 woodstoves, Klamath Falls and Portland, Oregon: 1998/1999", Preparado para USEPA, EE UU

01055

Gamma Ingenieros SA (2006), "Diseño y evaluación de las nuevas medidas para fuentes fijas contenidas en el PPDA. Línea de Trabajo N° 4: Estudio de mercado de calefactores a leña en la Región Metropolitana", para CONAMA R.M., Chile

Intergovernmental Working Group on Residential Wood Combustion, (2002), "Options to Reduce Emissions from Residential Wood Burning Appliances", Canada

Klippel, N, Nussbaumer, T y Hess, A, (2006), "Particle emissions from residential wood combustion – Design and operation conditions determine health impacts", 10th ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles, Zurich, Suiza

MIDEPLAN, (2005), "Precios sociales para la evaluación social de proyectos", Ministerio de Planificación y Cooperación, Chile

Nussbaumer, T., (2006) "Results from tests on Wood Stoves and revised recommendations for emissions limit values for Chile", elaborado para CONAMA y COSUDE, Chile

PROTERM, (2005), "Medición Experimental de Calefactores de Combustión a Leña", para CONAMA, Chile

SERPRAM, (2006), "Medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales", para CONAMA, Chile

SINIA (2004), "Inventario Nacional de Fuentes de Dioxinas y Furanos", Anexo B

Sánchez, J. M. and S. Valdes, (1997), "Estimación de los beneficios en salud del Plan de Descontaminación de la Región Metropolitana", Santiago, Comisión Nacional del Medio Ambiente, Chile

Scott, A J (2005), "Real-life emissions from residential wood burning appliances in New Zealand Interim report III: Emissions from 1.5 g/kg appliances", Environment Canterbury, Nelson City Council and the Ministry for the Environment, Nueva Zelanda

Troncoso, (2005), "Energía y Medio Ambiente", Presentación al Seminario-Foro sobre Bio-Energía, Chile-Suecia", Chile

Todd, (2003), "Research relating to regulations measures for improving of solid fuel heaters", Eco-Energy Options, para Department of Environment and Conservation, New South Wales, Australia

Univ. de Chile, (2005), "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile", preparado para la Comisión Nacional de Energía por el Departamento de Economía de la Universidad de Chile.



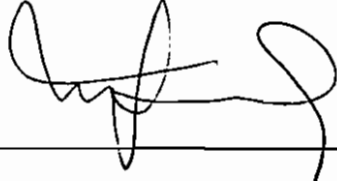


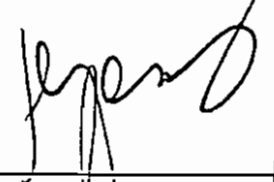
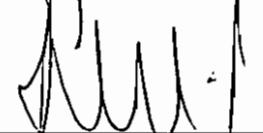
Univ. de Chile, Departamento de Economía (2006), "Base de datos unificada de las encuestas de consumo de leña residencial urbana para las comunas de Rancagua, Chillán, Gran Concepción, Temuco, Valdivia, Osorno, Río Negro, La Unión, Puerto Aysén y Coihayque."

UDEC (2002), "Priorización de medidas de reducción de emisiones por uso residencial de leña para la gestión de la calidad del aire en Temuco y Padre Las Casas", Universidad de Concepción para CONAMA.

Expediente Público de la Norma (2005-2006-2007).

**NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL
QUE COMBUSTIONEN LEA U OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA**


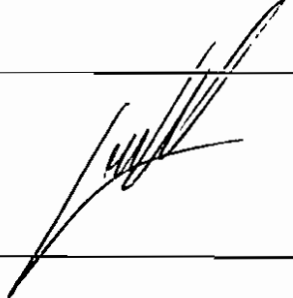




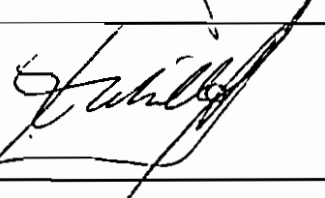
Abril 26 de 2007

NOMBRE	INSTITUCIÓN	FONO / E-MAIL	FIRMA
Candina Gómez A	Comisión Nacional de Energía	3656876 cgomez@cne.cl	
CONRADO RAUANK F	CONAMA	2405624 crausk@conama.cl	
Maritza Jodnjevic	CONAMA	2405688	
Jaime Tellez T.	SEREMI-MINVU	3512947 jtellez@minvu.cl	
Nicolás Schiappacasse P.	CONAMA Región de la Araucanía	(45)238200 (anex. 27) mschiappacasse@conama.cl	
Juan León de Guzmán	M. de Economía	4733603 jlatrondeguzman@economia.cl	
Miguel Camus P	Instituto Legal Pública	mcamuse@ispch.cl	

001056

**NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL
QUE COMBUSTIONEN LEA U OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA**


Abril 26 de 2007

NOMBRE	INSTITUCIÓN	FONO / E-MAIL	FIRMA
Eugenio Collados	Ambiente Consultores	collados@ambiente.cl	
Marco Luraschi	Asesor Conama	mluraschi@decorat.cl	
CAROLINA RIVEROS	CONAMA	criveros@conama.cl	
WALTER FOLCH	MINSAL	wfolch@MINSAL.cl	
Cecilia Barríos	Conama RM	cbarríos-rm@conama.cl	
Jeanne Marie Verdugo	MINVU	jverdugo@minvu.cl	
Ximena Ullas	CONATA VI	xuhilla.6@conama.cl	

001057

NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL
QUE COMBUSTIONEN LEA U OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA

Abril 26 de 2007

NOMBRE	INSTITUCIÓN	FONO / E-MAIL	FIRMA
Carmen G. Contreras	CONAMA	cgcontreras@conama.c	
			8801058

COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

**ANTEPROYECTO NORMA DE EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO RESIDENCIAL QUE
COMBUSTIONEN LEÑA U OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA
(EXTRACTO)**

Por Resolución Exenta N°1267 del 4° de junio del 2007, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se aprobó el anteproyecto mencionado y se ordenó someterlo a consulta. La misma resolución ordena publicarlo en extracto que es del tenor siguiente:

Objetivo	Proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable MP10, producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país. De su aplicación se espera, como resultado del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción en el tiempo de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.
Fundamento	Es deber del Estado dictar normas, tanto de calidad como de emisión, que regulen la presencia de contaminantes en el medio ambiente, con el fin de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones o periodos de tiempo, un riesgo para la salud de las personas. El uso de leña para calefacción es de carácter masivo en toda la zona centro sur del país. Se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades.
Ámbito territorial de aplicación	Todo el territorio nacional.
Fuente Que regula	Aplicará a los artefactos que se fabriquen, amen o importen, y a los artefactos que a la fecha de entrada en vigencia de la norma se encuentren en stock o almacenados en fabrica o en bodega para su comercialización. No se aplicará a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso.
Contaminante Que regula	Material particulado respirable MP10
Definiciones	<u>Artefacto</u> : es aquel calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, que tienen una potencia menor o igual a 20kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior. <u>No se consideran artefactos</u> : sistemas centralizados o calderas de calefacción que combustionen o puedan combustionar biomasa con una potencia superior a 20 kW; chimeneas de albañilería empotradas a la pared; braseros; y parrillas usadas con fines de esparcimiento. <u>Artefacto representativo</u> : es aquel artefacto nuevo de un único fabricante o importador que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la norma, que representa a un conjunto de artefactos, de una o más partidas, que tienen características idénticas en cuanto a dimensiones, espesor y materiales que se relacionan físicamente con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión, la post combustión y la forma de transferencia de calor al ambiente. <u>Biomasa</u> : combustible sólido que incluye exclusivamente leña, briquetas de madera, pellets de madera y aserrín de madera.
Cantidad máxima permitida y plazos para el cumplimiento	1) Establézcase para todo artefacto del tipo calefactor, los siguientes valores máximos permitidos de emisión de material particulado y el respectivo plazo para su cumplimiento: - Desde el 1° de marzo siguiente a la fecha de publicación del decreto que oficializará la presente norma: 320 mg/MJ (*). - Contado un año desde la aplicación del primer valor norma: 160 mg/MJ. - Contados 3 años desde la aplicación del primer valor norma: 80 mg/MJ. - Contados 7 años desde la aplicación del primer valor norma: 40 mg/MJ. 2) Establézcase para todo artefacto del tipo cocina, los siguientes valores máximos permitidos de emisión de material particulado y el respectivo plazo para su cumplimiento: - Contado un año desde la fecha de publicación del decreto: 640 mg/MJ. - Contados dos años desde la fecha de publicación del decreto: 320 mg/MJ. - Contados cuatro años desde la fecha de publicación del decreto: 160 mg/MJ. (*) mg/MJ : miligramos de material particulado por mega joule de energía útil.
Condición para dar cumplimiento	Se entenderá que un artefacto representativo cumple con la presente norma, cuando demuestre que el promedio aritmético obtenido en cada una de las tres tasas de quemado cumple con el valor límite de emisión.
Vigencia	Una vez que se publique en el Diario Oficial el decreto supremo que la establezca.



Dentro del plazo de 60 días, contados desde la presente publicación cualquier persona podrá formular observaciones al presente anteproyecto. Dichas observaciones deberán ser presentadas, por escrito, en la Comisión Regional del Medio Ambiente correspondiente al domicilio del interesado.

El texto completo del presente anteproyecto se encuentra en la página web de CONAMA: www.conama.cl y el expediente de la norma puede ser consultado en horario de oficina, Teatinos N°258, 5° piso, Santiago.



REPÚBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE
MCPB/HMA

**APRUEBA ANTEPROYECTO DE NORMA DE
EMISIÓN PARA ARTEFACTOS DE USO
RESIDENCIAL QUE COMBUSTIONEN LEÑA
U OTROS COMBUSTIBLES DE BIOMASA**

Santiago, 4 de junio de 2007

Resolución Exenta N° 1267

VISTOS:

Lo dispuesto en la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; el Decreto Supremo N° 93 del año 1995 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; El acuerdo N° 249 del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente del 16 de julio de 2004, que aprobó el Noveno Programa Priorizado de Normas, cuyo extracto fue publicado en el Diario Oficial el 1° de Septiembre de 2004; El acuerdo N° 261 del 17 de enero de 2005 del Consejo Directivo de CONAMA, que aprueba la creación del Comité Operativo, que tuvo la misión de formular el presente anteproyecto; La Resolución Exenta N° 337 de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, del 18 de Marzo de 2005, publicada en el Diario Oficial el 18 de Abril de 2005, que dio inicio al proceso de dictación de la norma de emisión; y la Resolución N° 520 de la Contraloría General de la República y los demás antecedentes que sustentan los contenidos de este anteproyecto y obran en el expediente público.

RESUELVO:

1.- Apruébese el siguiente anteproyecto de la norma de emisión para artefactos de combustión residencial de leña y otros combustibles de biomasa:

I. FUNDAMENTOS

Que de acuerdo a la ley 19.300, es deber del Estado dictar normas, tanto de calidad como de emisión, que regulen la presencia de contaminantes en el medio ambiente, con el fin de prevenir que éstos puedan significar o representar, por sus niveles, concentraciones o periodos de tiempo, un riesgo para la salud de las personas, la calidad de vida de la población, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental.

Que el uso de leña para calefacción es de carácter masivo en toda la zona centro sur del país y se espera que futuras demandas de energía para calefacción con leña generen o intensifiquen los problemas de contaminación del aire en numerosas ciudades de dichas zonas el país. En este escenario, es necesario actuar tanto de manera preventiva como correctora.

Que resultados de mediciones de material particulado respirable MP10, en varios centros poblados de la zona centro y sur del país, muestran incrementos significativos de este contaminante durante el invierno.

Que el material particulado proveniente de la combustión de leña es altamente dañino a la salud, tanto por su tamaño como por su composición. De acuerdo a la literatura el material particulado proveniente de la combustión de leña corresponde en un 96% a MP10 y en un 93%

a MP2.5, formado principalmente en una gran proporción por compuestos orgánicos y en otra menor proporción carbono elemental y sales inorgánicas.

Que entre los compuestos orgánicos hay sustancias conocidas por su nivel de toxicidad cancerígena, como: formaldehídos, benceno, tolueno, xileno, hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP's), incluyendo benzo(a)pyreno.

Que regular las emisiones de material particulado producto de la combustión residencial de leña, se justifica por los problemas ambientales que actualmente experimentan o experimentarán centros poblados del país.

Que es imperativo contar con un instrumento de gestión ambiental de alcance nacional que regule las emisiones de los artefactos nuevos de uso residencial que combustionen con leña o biomasa, como un método eficiente de control de las emisiones de MP10.

Que en el ámbito internacional de regulación de las emisiones de los artefactos de combustión a leña, existen estándares de emisión y tecnologías de combustión que permiten el cumplimiento de dichos estándares, no sólo para controlar las emisiones de material particulado, sino que también de otros contaminantes y parámetros de interés ambiental.

Sobre la base de lo señalado, se dicta la presente norma que regulará las emisiones de material particulado de los artefactos que combustionen leña u otros combustibles de biomasa.

II. NORMA DE EMISIÓN

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

Artículo 1.- Establézcase para todo el territorio nacional la norma de emisión de material particulado respirable MP10, para los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa.

La presente norma se aplicará a los artefactos que se fabriquen, armen o importen, y a los artefactos que a la fecha de entrada en vigencia del presente decreto se encuentren en stock o almacenados en fabrica o en bodega para su comercialización.

La presente norma no se aplicará a los artefactos que se encuentren operando o instalados para su uso.

Artículo 2.- La presente norma de emisión tiene por objeto proteger la salud de las personas, mediante el control de las emisiones de material particulado respirable MP10, producidas por los artefactos de uso residencial que combustionen o puedan combustionar leña u otros combustibles de biomasa que se fabrican o importan al país. De su aplicación se espera, como resultado del recambio de los artefactos actualmente en uso, una reducción en el tiempo de las emisiones de material particulado y un mejoramiento de la calidad del aire.

Artículo 3. - Para los efectos de este decreto, se entenderá por:

- a. **Artefacto:** es aquel calefactor o cocina que combustiona o puede combustionar biomasa, fabricado o construido o armado, en el país o importado, que tienen una potencia menor o igual a 20kW, de alimentación manual o automática, de combustión abierta o cerrada, que proporciona calor en el espacio en que se instala, que esta provisto de un ducto para la evacuación de gases al exterior.
- b. **Artefacto representativo:** es aquel artefacto nuevo de un único fabricante o importador que se medirá con objeto de verificar el cumplimiento de la presente norma, que representa a un conjunto de artefactos, de una o más partidas, que tienen características idénticas en cuanto a dimensiones, espesor y materiales que se relacionan físicamente con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión, la post combustión y la forma de transferencia de calor al ambiente.

- c. **Calefactor:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción se destina principalmente para la calefacción.
- d. **Cocina:** es aquel artefacto que en su diseño y construcción está provista de un horno y se destina principalmente para la cocción y preparación de alimentos.
- e. **Biomasa:** se entenderá como aquel combustible sólido que incluye exclusivamente leña, briquetas de madera, pellets de madera y aserrín de madera.
- f. **Leña:** corresponde a una porción de madera en bruto de troncos, ramas y otras partes de árboles y arbustos, utilizada como combustible de biomasa, exenta de pigmentos químicos y/o pinturas.
- g. **Briquetas de madera:** aquel combustible procesado a partir de restos o partes de madera sin tratar.
- h. **Pellets de madera:** aquel combustible procesado a partir de restos o partes de madera sin tratar.

Artículo 4. - No se consideran artefactos para los efectos de esta norma:

- a. Sistemas centralizados o calderas de calefacción que combustionen o puedan combustionar biomasa con una potencia superior a 20 kW.
- b. Chimeneas de albañilería empotradas a la pared.
- c. Braseros.
- d. Parrillas usadas con fines de esparcimiento y usualmente de corto periodo de uso.

TITULO SEGUNDO

Cantidad máxima permitida y plazos para el cumplimiento

Artículo 5.- Establézcase para todo artefacto del tipo calefactor, los siguientes valores máximos permitidos de emisión de material particulado MP10 y el respectivo plazo para su cumplimiento:

- Desde el 1º de marzo siguiente a la fecha de publicación del decreto: 320 mg/MJ.*
- Contado un año desde la vigencia del primer valor norma: 160 mg/MJ.
- Contados tres años desde la vigencia del primer valor norma: 80 mg/MJ.
- Contados siete años desde la vigencia del primer valor norma: 40 mg/MJ.

* La unidad en que se expresan los valores de la norma es: miligramos de material particulado por mega joule de energía útil (mg/MJ).

Artículo 6.- Establézcase para todo artefacto del tipo cocina, los siguientes valores máximos permitidos de emisión de material particulado MP10 y el respectivo plazo para su cumplimiento:

- Contado un año desde la fecha de publicación del decreto: 640 mg/MJ.
- Contados dos años desde la fecha de publicación del decreto: 320 mg/MJ.
- Contados cuatro años desde la fecha de publicación del decreto: 160 mg/MJ.

TITULO TERCERO

Metodologías de medición

Artículo 7.- El método de medición de las emisiones de partículas será el Método CH-5G (túnel de dilución), contenido en la Resolución Exenta N°34 del 2006, del Ministerio de Salud.

El método que fija los procedimientos de ensayo y acondicionamiento del combustible se establecerá mediante resolución por el Ministerio de Salud. En caso que dicha resolución no se encuentre disponible a la fecha de publicación del decreto que establezca la presente norma, se podrá utilizar el método AS/NZS 4012/99.

Para efectos de mejorar el conocimiento de los procesos de combustión de los artefactos se determinarán las concentraciones de oxígeno, anhídrido carbónico y monóxido de carbono. Para ello, se utilizará el Método CH-3A: contenido en la Resolución Exenta N° 1.349 de 1997, del Ministerio de Salud.

Para determinar la eficiencia de la Combustión Método se utilizará el método ANSI PTC 4.1 de 1985.

TITULO CUARTO

Fiscalización, condición para el cumplimiento y procedimiento de control

Artículo 8. - Corresponderá el control del cumplimiento de las disposiciones del presente decreto al organismo público competente.

Artículo 9. Se entenderá que un artefacto representativo cumple con la presente norma, cuando demuestre que el promedio aritmético obtenido en cada una de las tres tasas de quemado cumple con el valor límite de emisión.

Artículo 10. - El procedimiento para dar cumplimiento a la presente norma será el siguiente:

1. El fabricante o representante de la empresa o importador pondrá, a su costa, a disposición de un laboratorio autorizado un artefacto representativo, acompañado de los siguientes antecedentes, en idioma español, en papel y en formato digital:
 - a. Nombre y firma de la fábrica, fabricante o importador y de su representante legal.
 - b. Nombre, número o código de identificación del modelo del artefacto representativo.
 - c. Mes y año de fabricación del modelo del artefacto representativo.
 - d. Fotografía del modelo del artefacto representativo a color en papel y digital: vista frontal, lateral y posterior.
 - e. Planos de montaje a escala frontal, lateral y posterior, que muestren el diseño básico y la construcción del artefacto, incluyendo tabla indicativa de especificaciones para cada parte y componente, los materiales utilizados, dimensiones y espesor que se relacionan en particular con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión y la post combustión.
 - f. Adjuntar manual de operación y señalar si la o las entradas de aire son o no modificables por el usuario y todos aquellos aspectos relativos a la operación del artefacto.
 - g. Señalar el o los combustibles de biomasa recomendados por el fabricante para su uso.
 - h. Señalar si el artefacto representativo está equipado con algún equipo de abatimiento de emisiones. En este caso, entregar copia de la garantía del fabricante del equipo de abatimiento, indicar su duración, eficiencia de abatimiento y condiciones para asegurar su funcionamiento.
2. El fabricante o representante de la empresa o importador, además de los antecedentes señalados en el numeral anterior, adjuntará una declaración firmada bajo juramento, en la que señalará que para todos los artefactos que conforman o conformarán la o las partidas del artefacto representativo:

- a. El o los artefactos que fabrique o importe serán idénticos al artefacto representativo que se medirá, en cuanto a materiales de construcción, dimensiones y espesor que se relacionan físicamente con la alimentación del combustible, las entradas de aire, el quemado del combustible, la combustión y la post combustión.
- b. Implementará un programa de aseguramiento de calidad.
- c. En el caso que se trate de un artefacto representativo fabricado en el país, señalará una estimación del número de artefactos que fabricará anualmente para los primeros dos años, de acuerdo a los siguientes rangos de producción:

Nivel de producción	Año 1	Año 2
Menos de 50		
50 - 100		
101 - 500		
501 - 1000		
1.001 - 2.500		
2.501 - 5.000		
5.001 - 10.000		
más de 10.000		

- d. En el caso que se trate de un artefacto representativo importado, señalará el país de origen, la cantidad de artefactos a importar anualmente para los dos primeros años, el N° de serie de inicio y final según la cantidad anual a importar.
 - e. No alterará la información contenida en la resolución que emita el organismo público competente, y que se entregue a terceros.
3. El o los laboratorios autorizados tendrán la función de:
- a. Comunicar al organismo público competente que se realizará una medición de un artefacto representativo y las fechas probables de la medición.
 - b. Emitir un informe de medición que se enviará una vez completado el muestreo y sus correspondientes análisis al organismo público competente.
 - c. Efectuar una verificación de los aspectos constructivos del artefacto representativo, que consistirá en la comprobación que el artefacto a medir cumple con la información y antecedentes técnicos descriptivos entregados por el fabricante, representante o importador. Para esto el laboratorio medirá las dimensiones, los espesores y realizará una descripción en particular de la materialidad del artefacto, la alimentación del combustible, la o las entradas de aire, el o los lugares físicos donde se produce el quemado del combustible, la combustión y la post combustión.
 - d. En caso de que el laboratorio autorizado establezca en el proceso de verificación de los aspectos constructivos, que el artefacto representativo no se ajusta a los datos proporcionados en los antecedentes técnicos descriptivos entregados por el fabricante o importador esto será informado a la autoridad competente. Lo que constará en el informe aludido en la letra b precedente.
 - e. Implementar los métodos de medición.
4. El informe de medición que emitirá el laboratorio autorizado deberá en sus contenidos y formato contemplar como mínimo la siguiente información:
- a. Nombre y dirección del laboratorio autorizado.
 - b. Fecha de emisión del informe.
 - c. Firma y nombre legible de la persona responsable del contenido del informe y de quien(es) realiza(n) la medición.
 - d. Nombre y dirección de la fábrica o fabricante, representante o importador.
 - e. Nombre comercial, número y/o código de identificación del modelo del artefacto representativo.
 - f. Mes y año de fabricación del artefacto representativo (mm.aa).
 - g. Indicar el estado en qué se recibió el artefacto (sin uso, embalado, otro).
 - h. Verificación de los aspectos constructivos del artefacto representativo.
 - i. Señalar toda la información que de cuenta de la aplicación de los métodos y sus resultados, incluyendo:
 - Duración del ciclo de cada ensayo y tiempo total.
 - Tasa de quemado mínima, media y máxima, en kg/hr.

- Para cada tasa de quemado los valores medidos en cada ensayo y su correspondiente promedio aritmético.
 - Carga máxima de combustible, en kg húmedo.
 - Potencia mínima y máxima, en kW.
 - Emisión de CO, en g/kg.
- j. En anexo toda la información entregada por el fabricante y que acompaña al artefacto representativo.
- k. Cada página debe enumerarse consecutivamente.
5. Al organismo público competente le corresponderá:
- a. Asignar al informe de medición un número único de serie de acuerdo a la fecha de recepción.
 - b. Emitir una resolución que da cuenta del cumplimiento o no por parte del artefacto representativo de la presente norma de emisión.
 - c. Notificar y entregar al fabricante, representante o importador copia de la resolución.
6. La Resolución que emitirá el organismo público competente, deberá contener la siguiente información:
- a. Número único de serie asignado al informe de medición.
 - b. Identificación del laboratorio autorizado y los métodos utilizados.
 - c. Nombre y dirección comercial del fabricante o importador.
 - d. En caso que el artefacto representativo es importado señalar el país de origen.
 - e. Nombre comercial, número o código de identificación del modelo del artefacto representativo.
 - f. Mes y año de fabricación del artefacto representativo (mm.aa).
 - g. Valores medidos y cumplimiento o no de la presente norma.
 - h. En caso de cumplimiento de la norma, señalará la obligación de someter a control cada 2 años los artefactos que se fabriquen o importen y la fecha del primer control, de acuerdo a lo indicado en el artículo 10.
 - i. En caso de incumplimiento de la norma de emisión, la resolución señalará que el artefacto no cumple con la norma de emisión.
7. El fabricante o importador que cuente con una resolución de un artefacto representativo, colocará a su costa, una placa en cada artefacto que forme parte de la o las partidas del artefacto representativo.
8. El organismo público competente diseñará e indicará las características y contenidos de la placa, la cual será de uso permanente, estará a la vista del usuario y entregará información relativa a la emisión de material particulado medida en el artefacto.
9. El fabricante o importador que cuente con una resolución de aprobación de emisiones de un artefacto representativo, incorporará en los manuales de uso o instalación de cada artefacto que forma parte de la o las partidas del artefacto representativo, la siguiente información:
- a. Señalará los combustibles recomendados para usar en el artefacto.
 - b. La instrucción "Use siempre un combustible seco".
 - c. Una advertencia que señale que una mala operación del artefacto aumenta los niveles de contaminación produciendo daños a la salud.
 - d. Una advertencia contra la utilización del artefacto como un incinerador de basuras o la utilización de combustibles no recomendados pueden producir daños a la salud.
 - e. Una advertencia que señale que no debe efectuarse ninguna modificación en el artefacto, pues afectará la correcta operación del artefacto, alterará las condiciones de combustión del mismo, lo que provocará una mayor emisión de contaminantes.
 - f. Un aviso, si corresponde, de que la(s) puerta(s) deben mantenerse cerradas, excepto durante el encendido, la recarga de combustible y la retirada de material residual, para evitar que salgan humos, salvo que el artefacto esté previsto para funcionar con las puertas abiertas o tenga alimentación automática.
 - g. Indicar la siguiente información:
 - emisión de material particulado

- eficiencia térmica
- potencia térmica mínima
- potencia térmica máxima
- carga de combustible máxima
- tamaño de combustible máximo
- temperatura de las superficies laterales, horizontal y puerta.

10. Al organismo público competente le corresponderá confeccionar y mantener actualizado un registro nacional de modelos cuyo artefacto representativo cuenta con una resolución de cumplimiento de emisiones.

El registro se implementará en formato electrónico. Garantizará la unidad e integridad de un único registro nacional y será de conocimiento público y tendrá como objetivo informar a la comunidad y a usuarios sobre los modelos de artefactos que cumplen con la presente norma de emisión. Dicho registro se implementará en el plazo de 150 días, contados desde la entrada en vigencia del presente decreto.

En el registro se señalará como mínimo la siguiente información:

(Título) "LISTA DE CALEFACTORES Y COCINAS QUE COMBUSTIONAN CON LEÑA QUE CUMPLEN CON LA NORMA DE EMISIÓN ESTABLECIDA EN EL D.S. N°.....".

- a. Número de Resolución y fecha de emisión.
- b. Nombre de la fábrica y representante e importador cuando corresponda.
- c. Tipo de artefacto calefactor o cocina.
- d. Nombre y/o código de identificación del modelo.
- e. Mes y año de fabricación (mm.aa).
- f. Valores obtenidos en la medición.

En la misma página electrónica se señalarán las siguientes frases:

"Prefiera artefactos con bajos niveles de emisión. Cuide su salud y la de sus hijos".

"Infórmese si el área donde usted instalará el artefacto tiene restricciones de uso por episodios de contaminación".

11. El organismo público competente, podrá seleccionar un artefacto que se encuentre en stock o almacenado en la fábrica o en la bodega para su comercialización, que cuente o no con etiqueta, con objeto de verificar, a costa del fabricante o importador, sus emisiones de acuerdo al procedimiento establecido en el presente artículo.

Artículo 11. - La modificación de un artefacto que pertenece a la partida de un artefacto representativo ya sea en los materiales de construcción, las dimensiones o espesor, siempre que se relacione con: la alimentación del combustible, las entradas de aire, la combustión, la post combustión y la forma de transferencia de calor al ambiente, se entenderá como la configuración de otro artefacto, por lo que se deberá someter dicho artefacto al procedimiento de control establecido en la presente norma.

TITULO QUINTO

Entrada en Vigencia

Artículo 12. - Lo dispuesto en el presente anteproyecto, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 5º, entrará en vigencia una vez que se publique el respectivo decreto supremo en el Diario Oficial.

Artículo Transitorio

Artículo Transitorio. – Corresponderá al organismo público competente en el plazo de 150 días:

- a. Elaborar los procedimientos adicionales y complementarios que hagan operativo el control y fiscalización de la presente norma,
- b. Diseñar e implementar el registro único de artefactos a que se refiere el artículo 9º, numeral 10, del presente decreto.
- c. Establecer los contenidos y formato de la placa, a que se refiere el artículo 9º, numeral 8º, del presente decreto.

2.- Sométase a consulta el presente anteproyecto. Para tales efectos:

a) Remítase copia del expediente al Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, para que emita su opinión sobre el presente anteproyecto. Dicho Consejo dispondrá de 60 días contados desde la recepción de la copia del expediente, para el despacho de su opinión. La opinión que emita el Consejo Consultivo mencionado será fundada, y en ella se dejará constancia de los votos disidentes.

b) Dentro del plazo de 60 días, contados desde la publicación en el Diario Oficial, del extracto de la presente resolución, cualquier persona, natural o jurídica, podrá formular observaciones al contenido del anteproyecto. Dichas observaciones deberán ser presentadas, por escrito, en la Comisión Regional del Medio Ambiente correspondiente al domicilio del interesado, y deberán ser acompañadas de los antecedentes en los que se sustentan, especialmente los de naturaleza técnica, científica, social, económica y jurídica.

Anótese, publíquese en extracto, comuníquese y archívese.



CRF/MJG/CGCF
Distribución:
Dirección Ejecutiva
Directores Regionales de CONAMA
Consejo Consultivo Nacional
División Jurídica, CONAMA.
Dpto. Control de la Contaminación, CONAMA
Comité operativo
Oficina de Partes, CONAMA.
Archivo

Lo que transcribo a Ud.
para su conocimiento
saluda atentamente a Ud.
NURY VALBUENA OVEJERO
Oficial de Partes
Comision Nacional del
Medio Ambiente (CONAMA)



GOBIERNO DE CHILE
COMISION NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

001069

D.E. N° 071849 /

SANTIAGO, 12 JUN 2007

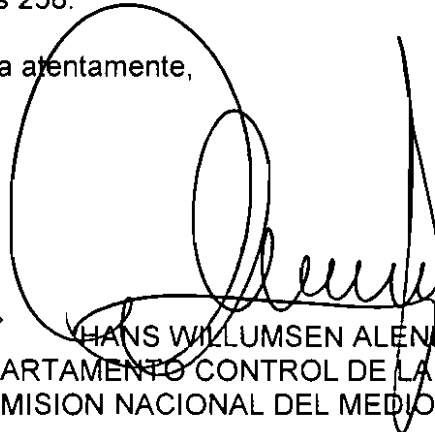
Señor
Según Distribución
Presente

De mi consideración:

A través de la presente, se invita a usted a una reunión con objeto de informar sobre el proceso de formulación de la Norma de Emisión para artefactos de uso residencial que combustionan leña u otros combustibles de biomasa.

La reunión se realizará el día jueves 14 de junio, a las 11:00 hrs., en la sala de reuniones del 2° piso de CONAMA, Teatinos 258.

Sin otro particular, le saluda atentamente,



HANS WILLUMSEN ALENDE
JEFE DEPARTAMENTO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN
COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

HWACGF/ccz

Distribución:

- Cristian de Amesti Armas, Gerente General AMESTI.
- Luis Alberto Echenique, Gerente General BOSCA
- Pablo Amand de Mandieta, Gerente Fundación Pirque
- Raúl Quevedo Silva, Jefe Depto. Certificación Albin Trotter
- Joaquín Perelló, Gerente Calefactores, Pucón
- Expediente Norma

ESTUDIOS Y DOCUMENTOS QUE SE ANEXAN FORMAN PARTE DE EL EXPEDIENTE

Adjúntese al Expediente Público como anexo los siguientes estudios y documentos, con objeto de apoyar el proceso normativo:

1. Estudio: análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de emisión para artefactos de uso residencial que combustionan con leña y otros combustibles de biomasa. Licitación pública N° 1285-29-LE06 INFORME FINAL. Mandante: CONAMA. Consultor: Ambiente Consultores Ltda. Mayo de 2007.
2. Resumen ejecutivo Estudio: Análisis técnico-económico de la aplicación de una norma de Emisión para artefactos de uso residencial que combustionan Con leña y otros combustibles de biomasa. LICITACIÓN PÚBLICA N° 1285-29-LE06.
3. "Diagnóstico del Mercado de la Leña en Chile". INFORME FINAL. preparado para la Comisión Nacional de Energía. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA de la U. de Chile.
4. ESTUDIO: Generación de antecedentes de base para evaluar la factibilidad de fabricar y comercializar en Chile una Estufa de Combustión de Leña según Modelo de la Estufa Suiza "Sirius". LICITACIÓN PÚBLICA N° 1285-28-LE06. Mandante: CONAMA. Consultor: Ambiente Consultores Ltda. Marzo de 2007.
5. Estudio: medición de artefactos de uso residencial que operan con biomasa para apoyar procesos regulatorios ambientales Mandante: CONAMA. Consultor: SERPRAM S.A. 2006.
6. Technical Report N°4. Review of literature on Residential Firewood Use, wood Smoke and air toxics. Enviment Australia, 2002.
7. Planos y manual en español de estufa SIRIUS, concepto de quemado de bajas emisiones.
8. Norma CE 13240 del 2002, 13240/AC DEL 2003 sobre Estufas que utilizan combustibles sólidos. Requisitos y método de ensayos.
9. Domestic solid fuel burning appliances- method for determination of power output and efficiency. AS/NZS 4012:1999.
10. Domestic solid fuel burning appliances- method for determination of flue gas emission. AS/NZS 4013:1999.

Informes de medición de artefactos:

1. Modelo SIGMA II, Noviembre 1998. fabricante NEOFLAM, SERPRAM.
2. Modelo OMEGA I, Noviembre 1998. Fabricante NEOFLAM, SERPRAM.
3. Modelo OMEGA II, Noviembre 1998. Fabricante NEOFLAM, SERPRAM.
4. Modelo ACTIVA ESTANDAR, Agosto 1998. Fabricante NEOFLAM, SERPRAM.
5. Prototipo Folio, Octubre 2002. fabricantes 5 de Temuco. SERPRAM.
6. Prototipo Foco, Octubre 2002. fabricantes 5 de Temuco. SERPRAM.
7. Mediciones de calefactores entregadas por la Empresa Jotul, importadora de artefactos de Noruega. 2006.

Departamento Control de la Contaminación
CONAMA