

INFORME DE ENSAYO
FORM 131/501- L - 379 Julio 2022 Rev.01
SCF-76419



CESMEC

Cliente/Solicitante			
Nombre Cliente	Wood Smoke Filters SPA.		
Dirección Cliente	Huerfanos N° 1055, Oficina 409, Santiago.		
Empresa Solicitante	Wood Smoke Filters SPA.		
Dirección Solicitante	Huerfanos N° 1055, Oficina 409, Santiago.		
Proceso			
Orden de Trabajo	546819.		
N° de Solicitud	12722.		
N° SCF	76419.		
Fecha recepción muestras	12-01-2024.	Fecha inicio ensayos	17-01-2024.
Fecha emisión de informe	24-01-2024.	Fecha fin de ensayos	24-01-2024.
Muestras			
Nombre	Filtros de retención de material particulado del humo generado por aparatos que funcionan con leña.	Tipo de Combustible utilizado	Leña seca y leña semi húmeda.
Marca	WSFILTERS y WSF.	Especie	Eucalyptus Globulus.
Modelo	WSF-CUB-5-200 WSF-CUB-6-200 WSF-CIL-6-200 WSF-CIL-5-200.	Tamaño de muestra	04 unidades.
Series/Trazabilidad	WSF-001-CUB-5-3-24 WSF-001-CUB-6-3-24 WSF-001-CIL-5-3-24 WSF-001-CIL-6-3-24		
Nombre del Fabricante	Wood Smoke Filters SPA.		
Dirección del Fabricante	Huerfanos N° 1055, Oficina 409, Santiago.		
Laboratorio			
Tipo de ensayo	Especial		
Laboratorio de ensayos	CESMEC S.A.		
Dirección	Avda. Collao N°2137, Concepción.		

Juan Pablo Oliva Santos
 Funcionario responsable de la
 Ejecución de los ensayos

Matías Lamana Toledo
 Jefe de Laboratorio responsable de
 informe de ensayo

1.- RESUMEN

A solicitud de la empresa *Wood Smoke Filters SPA*, se realizaron ensayos con los filtros marca *WSFILTERS* y *WSF* modelos *WSF-CUB-5-200*; *WSF-CUB-6-200*; *WSF-CIL-6-200* y *WSF-CIL-5-200* para determinar los siguientes parámetros de medición:

- EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)
- EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (CO) AL 13 % DE O₂ (%)
- DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)
- MEDICIÓN DE TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C)
- MONITOREO DE TEMPERATURA AMBIENTE DE LA SALA (°C)
- CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)

Los ensayos anteriormente mencionados fueron realizados utilizando un calefactor a leña de 13 kW de potencia, con el ajuste de aire primario siempre en posición máxima y utilizando leña seca (<25 % de humedad) estandarizada (2x2") y leña semi húmeda comercial (25 - 30 % de humedad).

Para los ensayos de medición de Material Particulado (M.P.) se hizo funcionar el calefactor utilizando como referencia partes de la metodología descritas en los métodos CH - 5: "*Determinación de las emisiones de partículas desde fuentes estacionarias*", CH - 5G: "*Determinación de las emisiones de partículas de calefactores a leña medidas desde un túnel de dilución*", y CH - 28: "*Determinación de material particulado y certificación y auditoría de calefactores a leña*".

Para los ensayos de Eficiencia Energética (E.E), se tuvo como referencia algunos puntos de la norma chilena NCh 3173. Of2009 "*Estufas que utilizan combustibles sólidos – Requisitos y métodos de ensayo*".

2.- IDENTIFICACIÓN DE FILTROS

IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WSF-CUB-5-200 – CÚBICO 5"



IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WSF-CUB-6-200 – CÚBICO 6"



IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WSF-CIL-6-200 – CILÍNDRICO 6"



IDENTIFICACIÓN DEL FILTRO WSF-CIL-5-200 – CILÍNDRICO 5"



3.- RESUMEN DE RESULTADOS

3.1.- RESULTADOS LEÑA SECA

	SIN FILTRO	WSF-CUB-5-200 Hacia arriba	WSF-CUB-6-200 Hacia arriba	WSF-CUB-6-200 Hacia abajo	WSF-CIL-6-200	WSF-CIL-5-200
AUMENTO DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	5,8	4,9	5,6	6,0	5,4	5,9
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)	3,10	2,11	2,83	1,98	1,42	1,59
TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C)	228,9	172,1	200,3	173,3	149,6	165,1
EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)	81,73	86,72	85,18	87,80	89,40	87,23
MONÓXIDO DE CARBONO AL 13 % DE O2	0,58	0,64	0,85	0,60	0,26	0,43
EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)	7,96	4,99	7,62	3,01	1,35	1,55
DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE M.P. (%)	---	37,3	4,3	62,2	83,0	80,5
CONCENTRACIÓN DE M.P. (g/m ³)	0,0251	0,0141	0,0234	0,0077	0,0029	0,0034

COMPARATIVO DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)

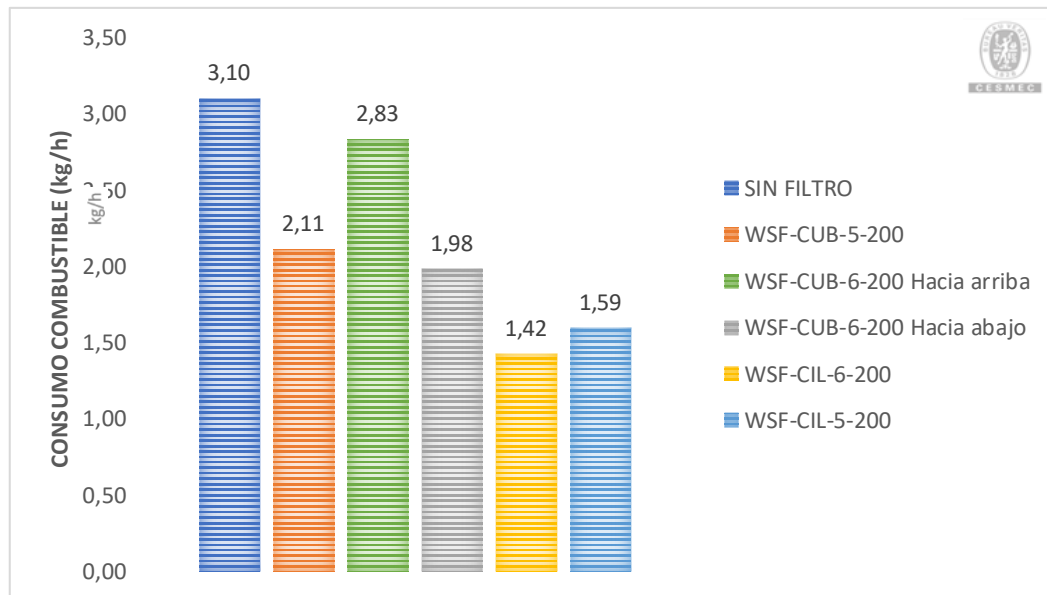


Gráfico N°1: Comparación del consumo de leña seca por hora para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

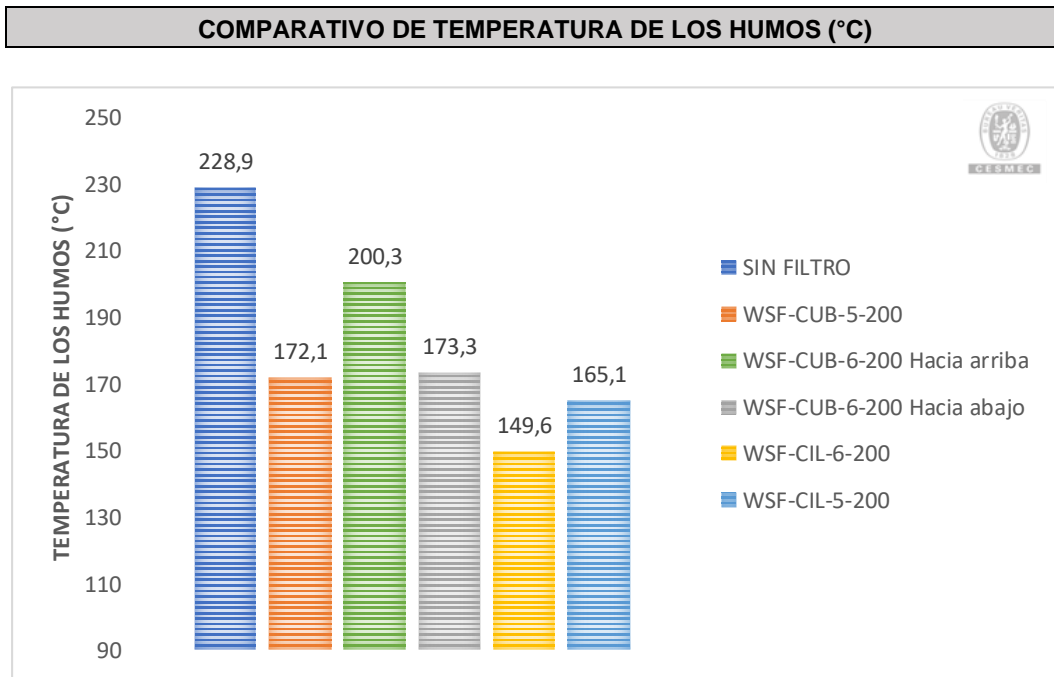


Gráfico N°2: Comparación del promedio de la temperatura de los humos durante el ensayo para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

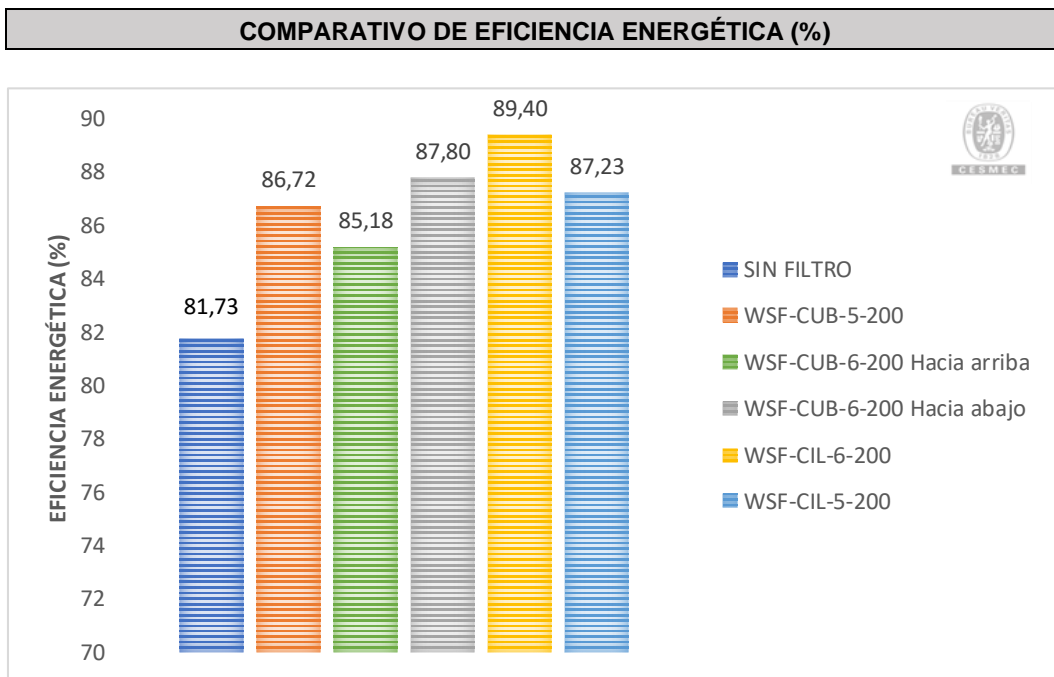


Gráfico N°3: Comparación de la Eficiencia Energética para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

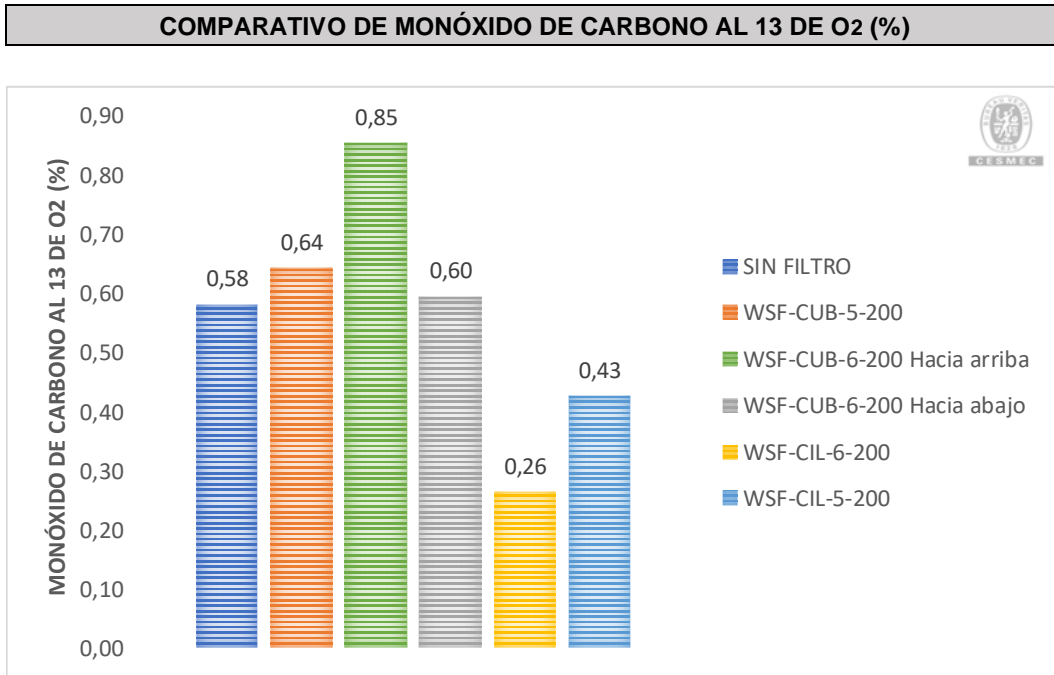


Gráfico N°4: Comparación del promedio de la emisión de monóxido de carbono al 13 % de O₂ durante el ensayo para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

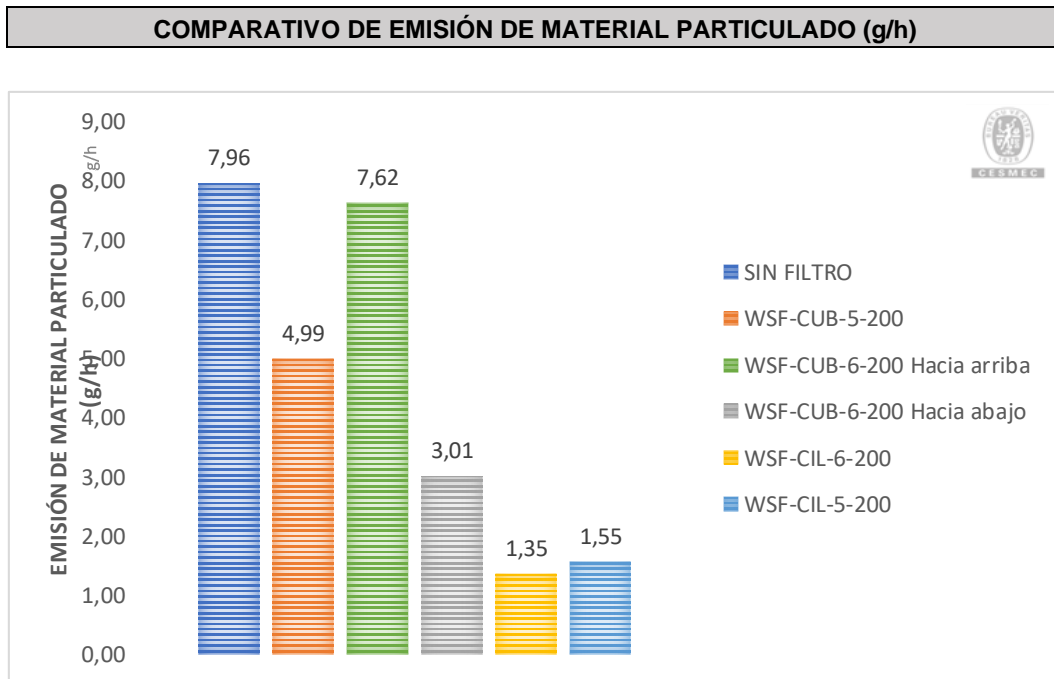


Gráfico N°5: Comparación de la emisión de material particulado durante el ensayo para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

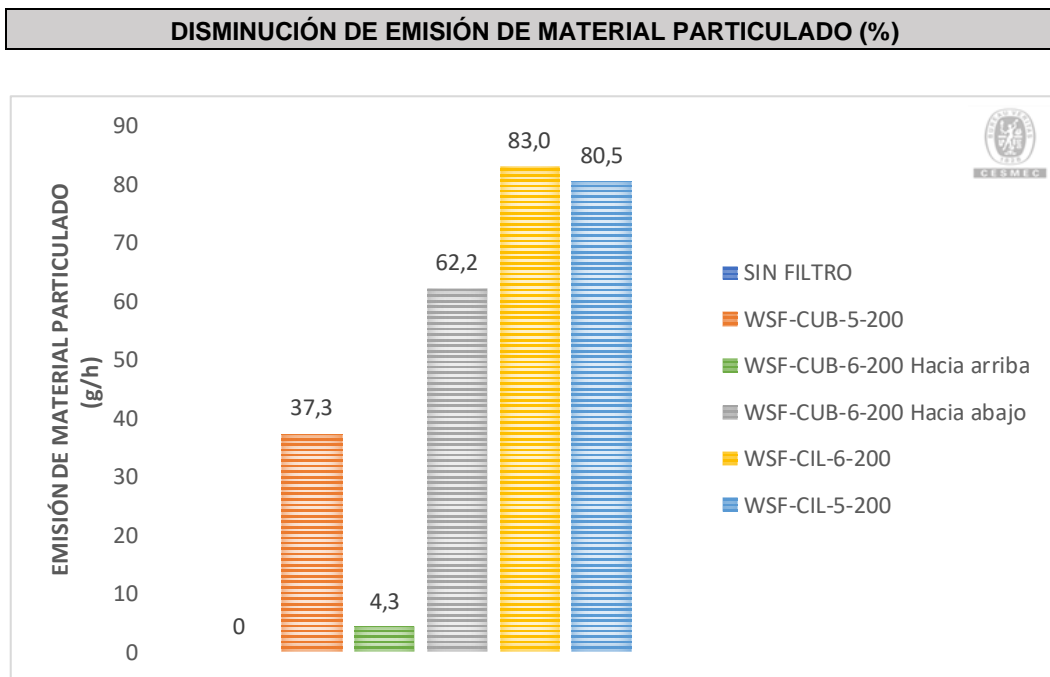


Gráfico N°6: Comparación del porcentaje de disminución de emisión de material particulado para cada uno de los filtros ensayados en un calefactor a leña.

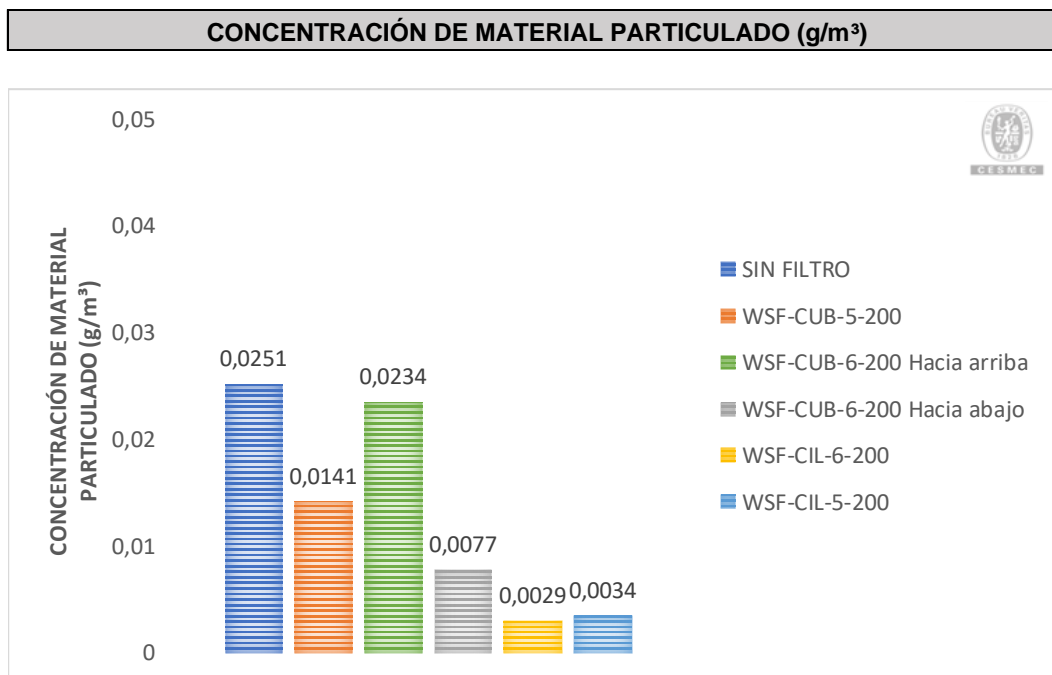


Gráfico N°7: Comparación de la concentración de material particulado para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

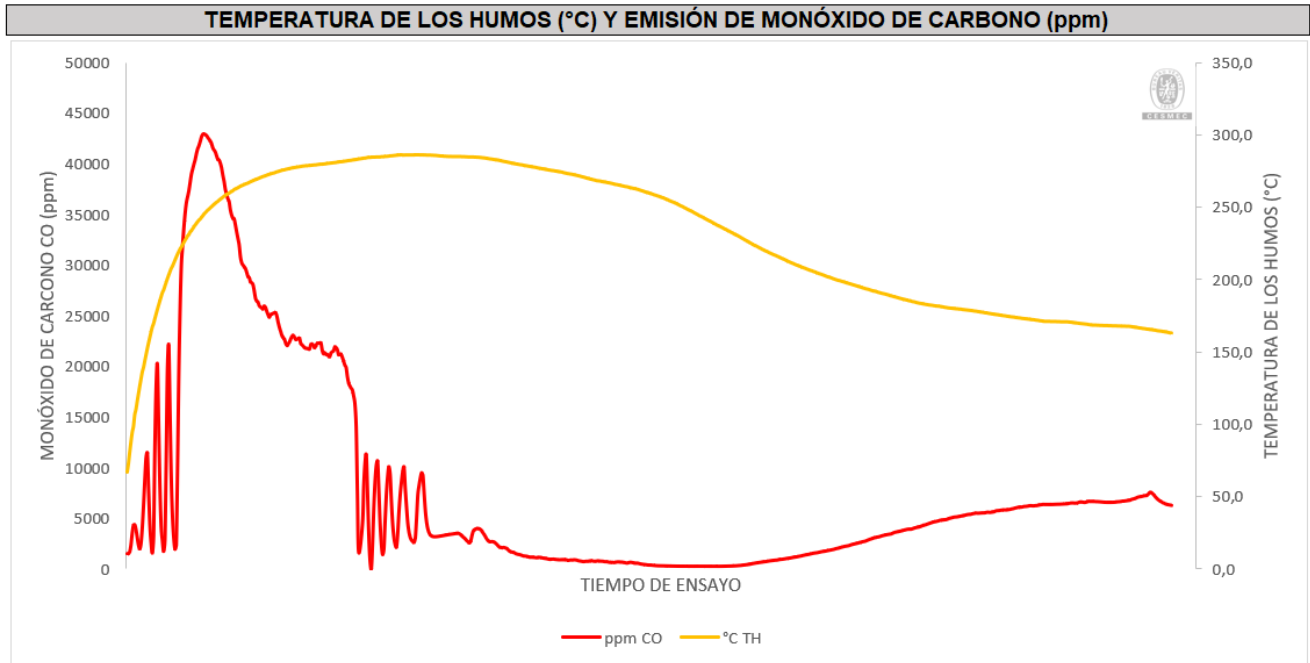


Gráfico N°8: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña sin filtro.

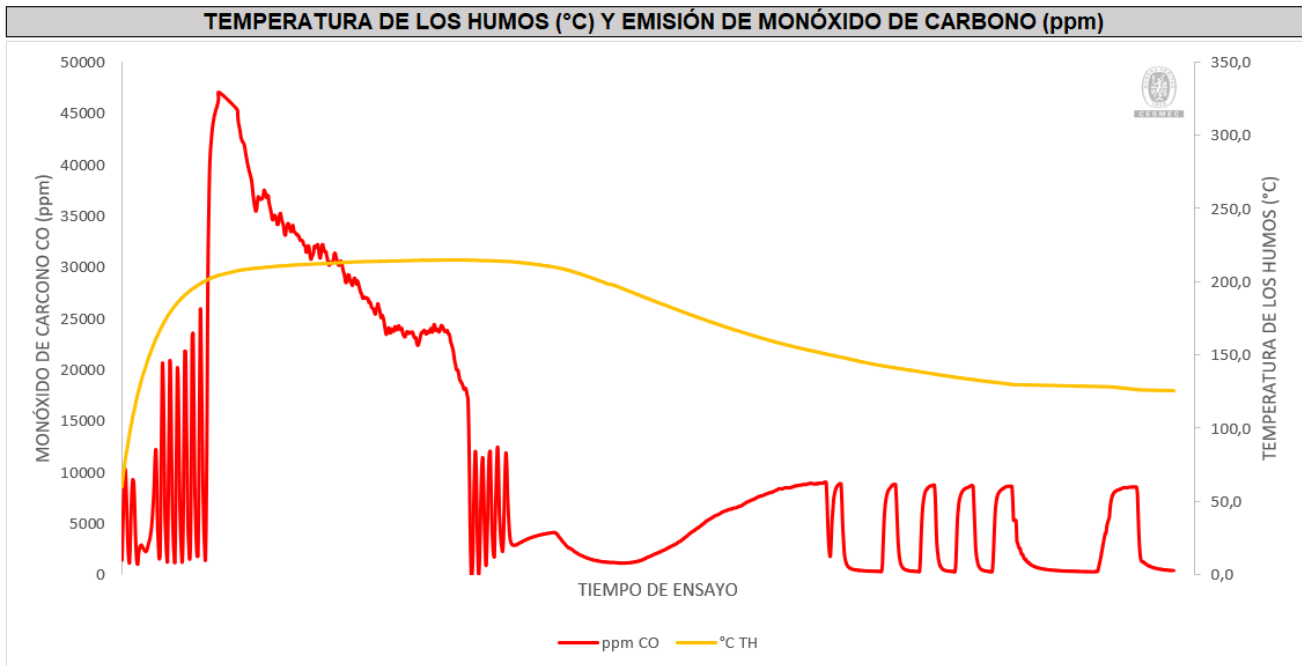


Gráfico N°9: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WSF-CUB-5-200.

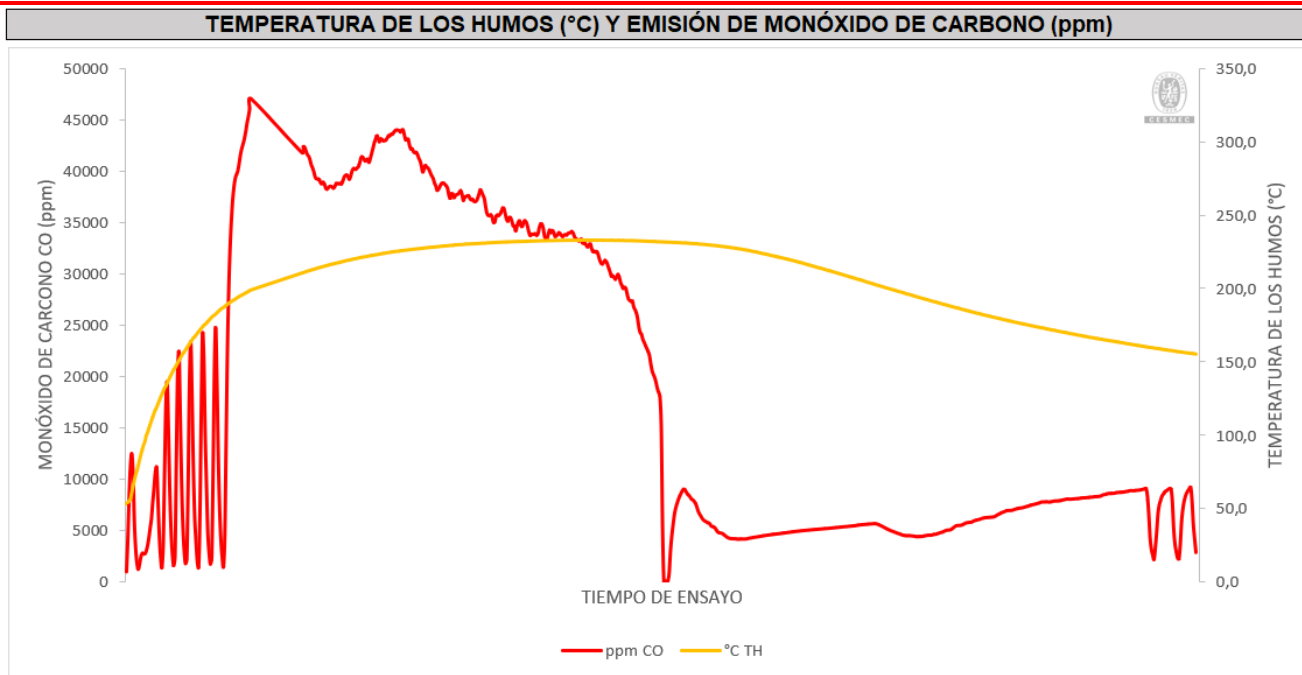


Gráfico N°10: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WSF-CUB-6-200 Hacia arriba.

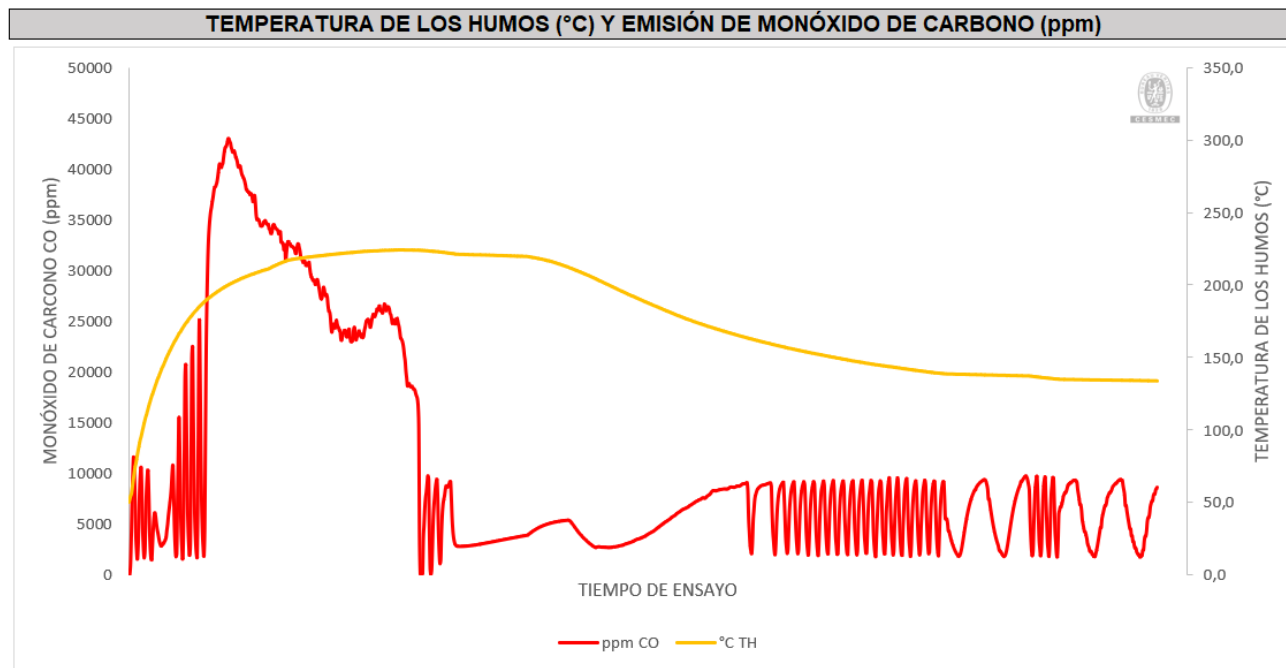


Gráfico N°11: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WSF-CUB-6-200 Hacia abajo.

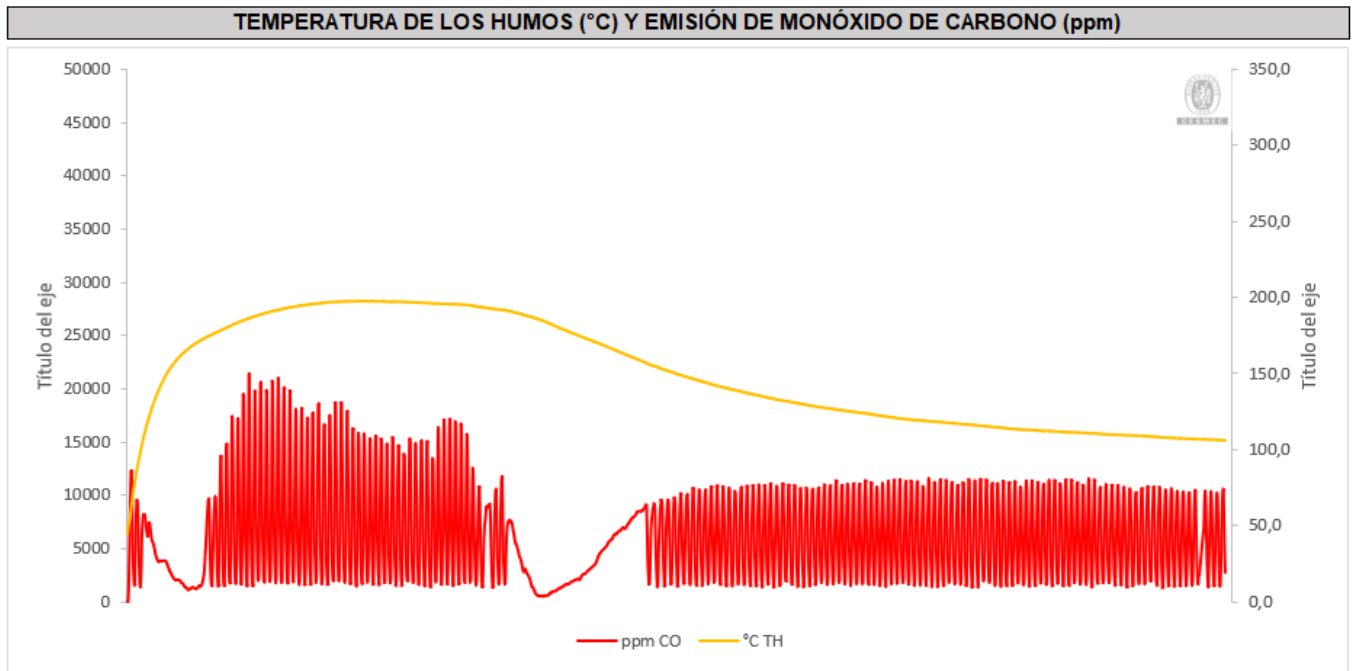


Gráfico N°12: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WSF-CIL-6-200.

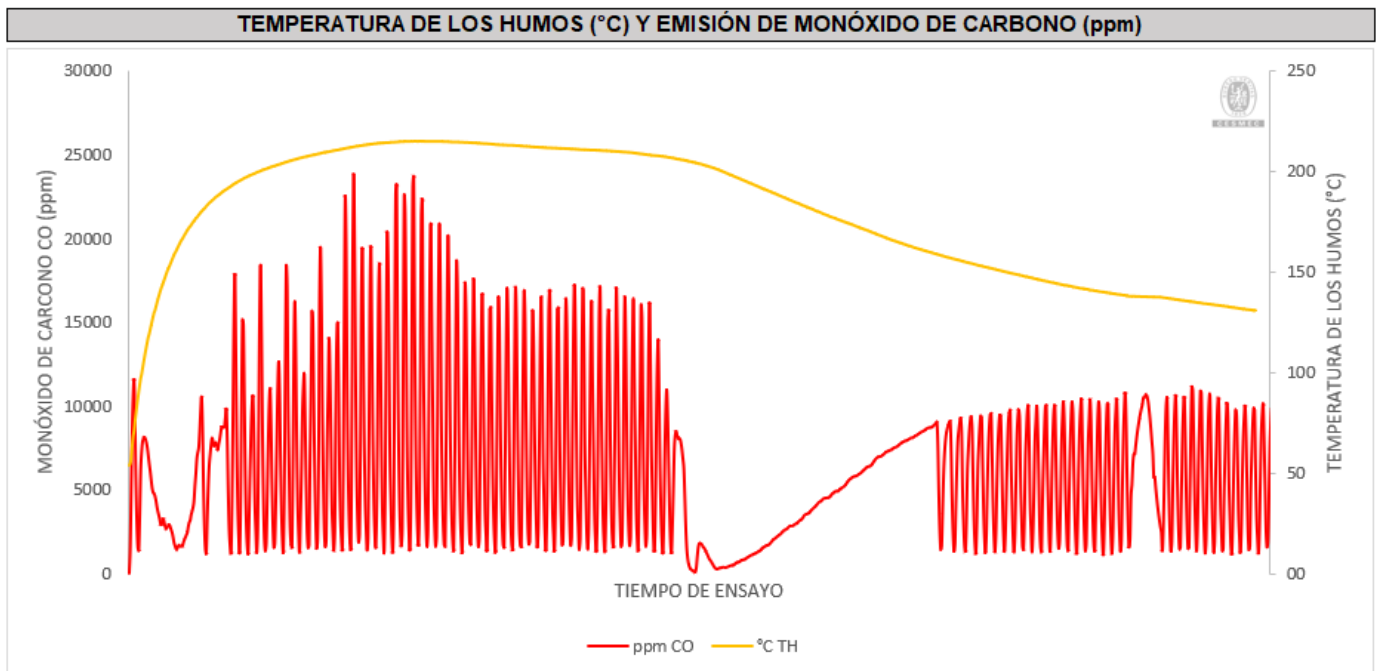


Gráfico N°13: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor a leña con el WSF-CIL-5-200.

3.2.- RESULTADOS LEÑA SEMI HÚMEDA

	SIN FILTRO	WSF-CUB-5-200 Hacia arriba	WSF-CUB-6-200 Hacia arriba	WSF-CIL-6-200	WSF-CIL-5-200
AUMENTO DE TEMPERATURA AMBIENTE (°C)	1,8	1,5	1,2	1,9	1,7
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (kg/h)	2,64	2,01	2,63	1,32	1,41
TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C)	194,3	172,1	164,0	129,7	148,2
EFICIENCIA ENERGÉTICA (%)	76,81	81,23	81,01	83,32	81,92
MONÓXIDO DE CARBONO AL 13 % DE O2	0,96	1,39	1,84	0,66	0,83
EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)	9,87	6,52	9,51	2,26	2,40
DISMINUCIÓN DE EMISIÓN DE M.P. (%)	---	33,9	3,60	77,1	75,7
CONCENTRACIÓN DE M.P. (g/m ³)	0,0392	0,0235	0,0374	0,0066	0,0070

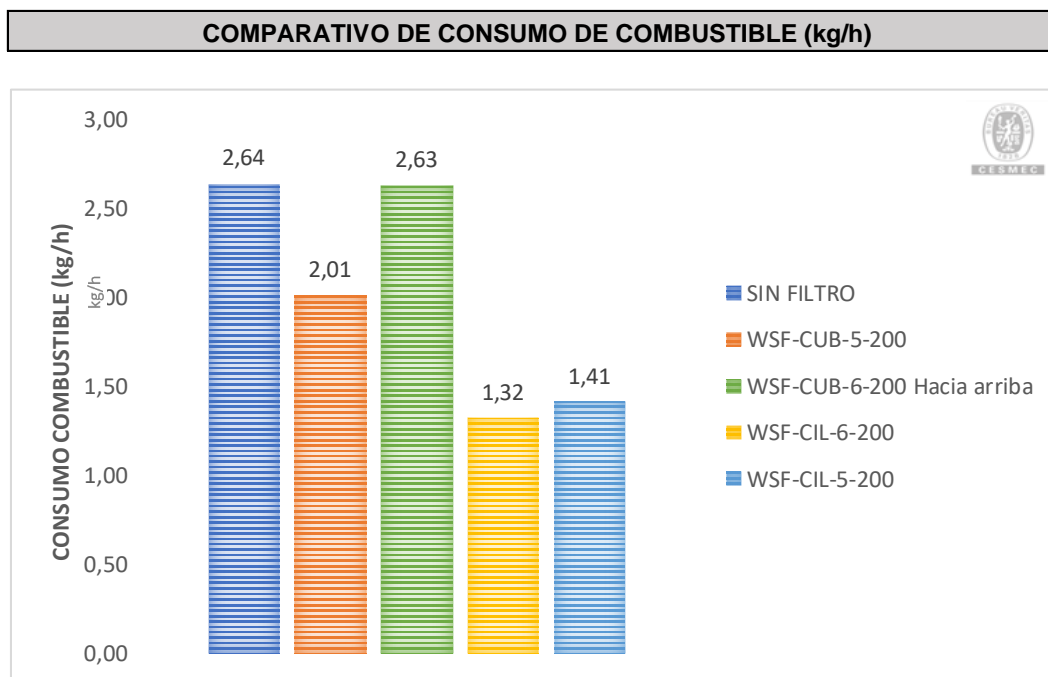


Gráfico N°14: Comparación del consumo de leña semi húmeda por hora para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

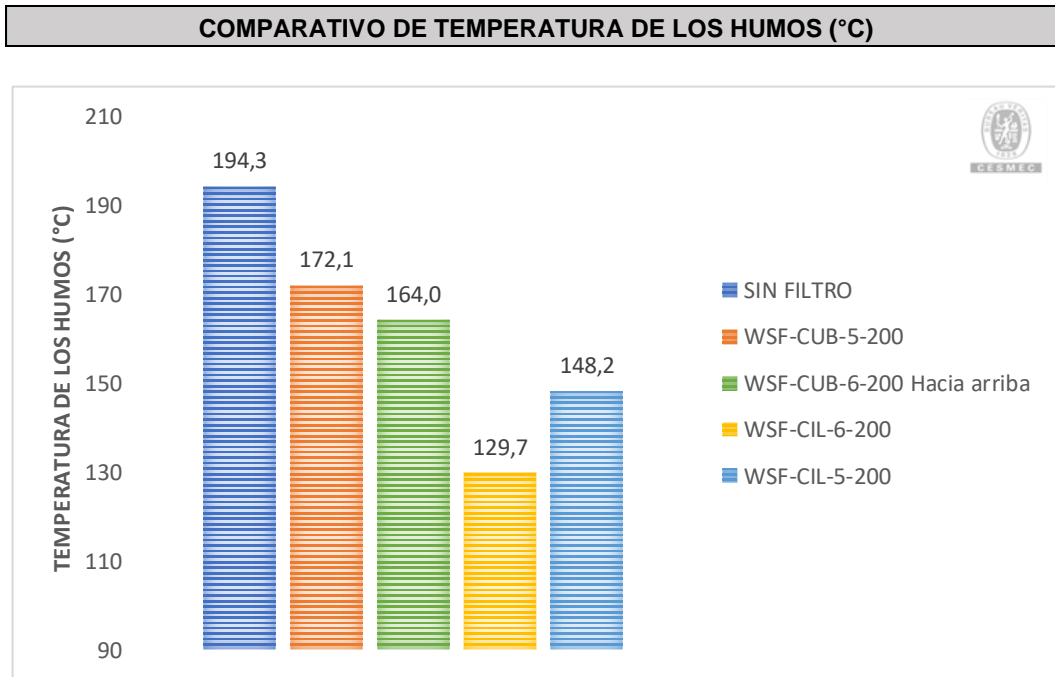


Gráfico N°15: Comparación del promedio de la temperatura de los humos durante el ensayo para un calefactor con leña semi húmeda solo y un calefactor con leña semi húmeda con cada uno de los filtros.

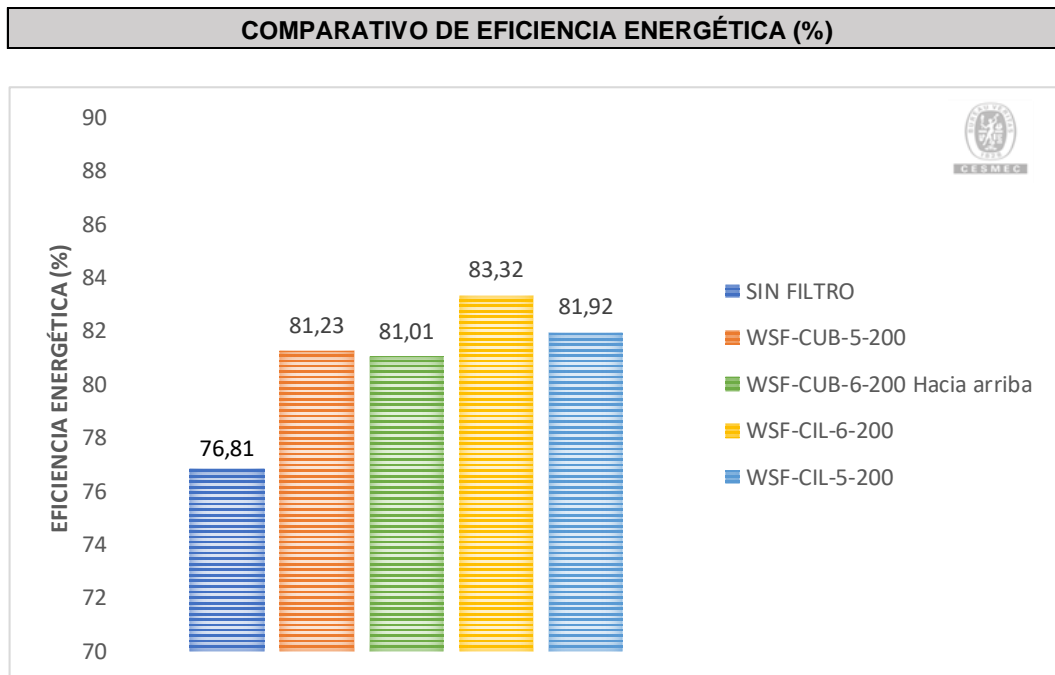


Gráfico N°16: Comparación de la Eficiencia Energética para un calefactor con leña semi húmeda solo y un calefactor con leña semi húmeda con cada uno de los filtros.

COMPARATIVO DE MONÓXIDO DE CARBONO AL 13 DE O₂ (%)

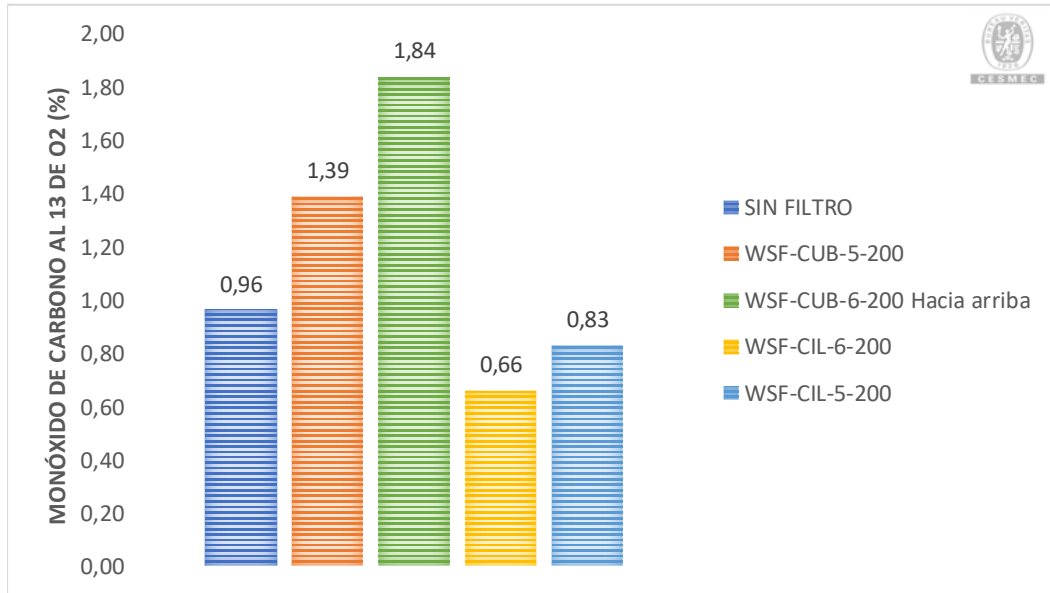


Gráfico N°17: Comparación del promedio de la emisión de monóxido de carbono al 13 % de O₂ durante el ensayo para un calefactor con leña semi húmeda solo y un calefactor con leña semi húmeda con cada uno de los filtros.

COMPARATIVO DE EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO (g/h)

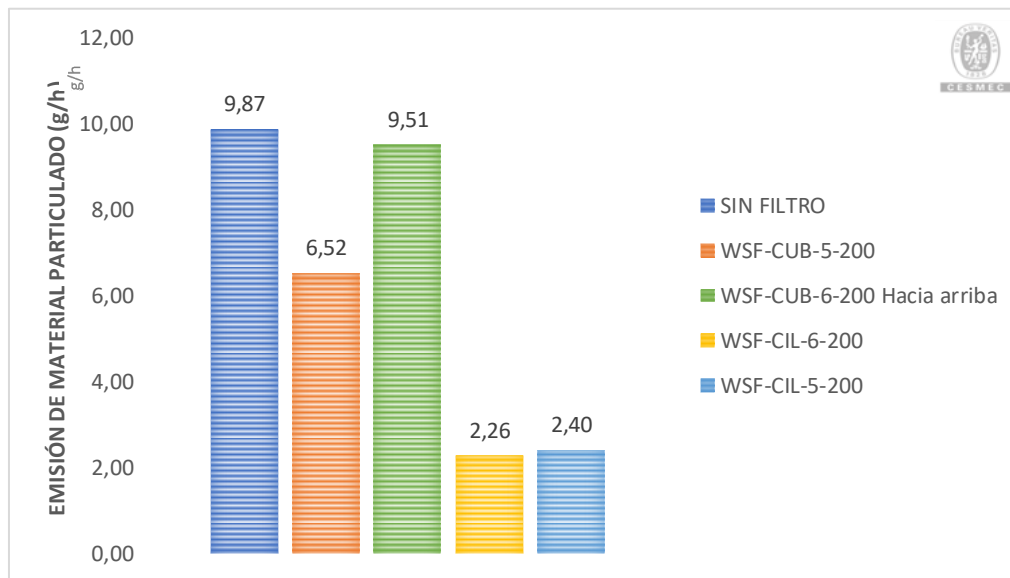


Gráfico N°18: Comparación de la emisión de material particulado durante el ensayo para un calefactor con leña semi húmeda solo y un calefactor con leña semi húmeda con cada uno de los filtros.

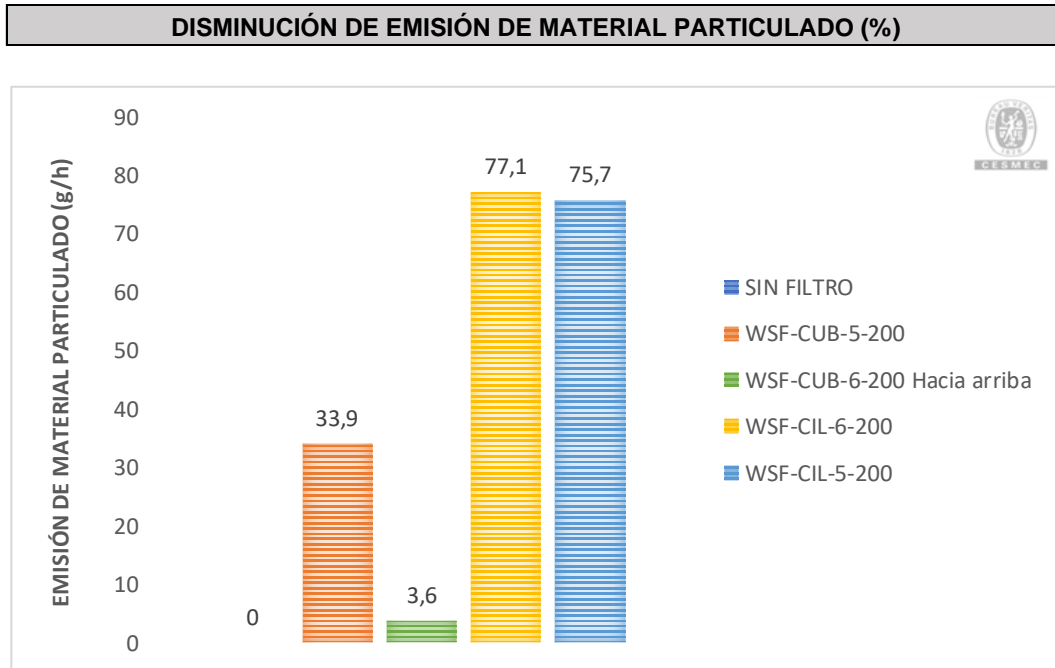


Gráfico N°19: Comparación del porcentaje de disminución de emisión de material particulado para cada uno de los filtros ensayados en un calefactor con leña semi húmeda.

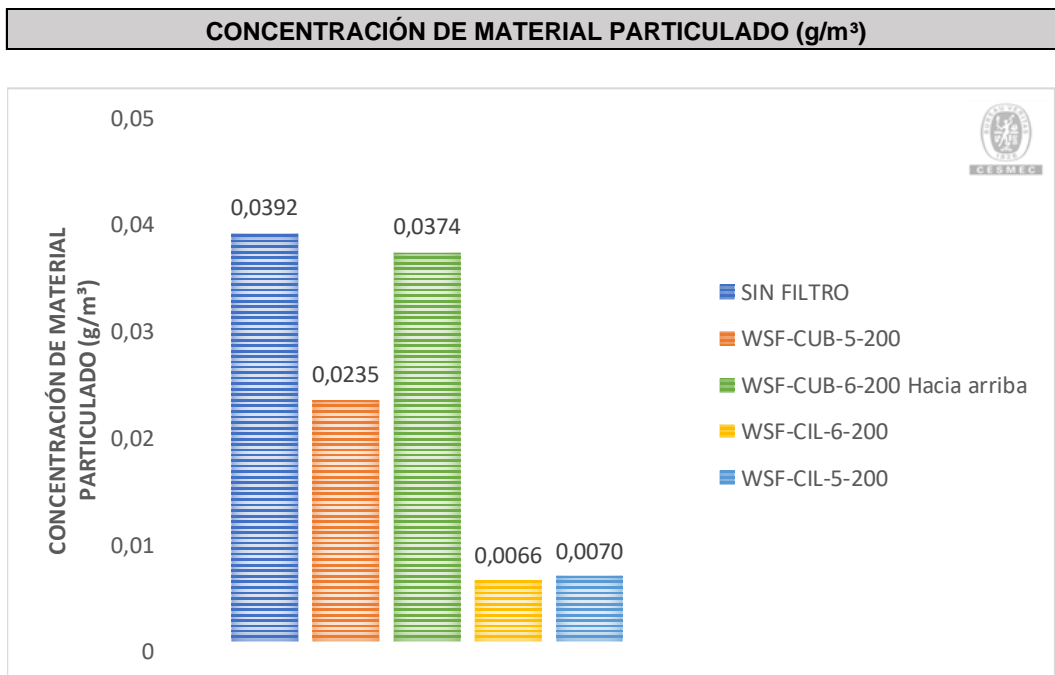


Gráfico N°20: Comparación de la concentración de material particulado para un calefactor a leña solo y un calefactor a leña con cada uno de los filtros.

TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C) Y EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)



Gráfico N°21: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña semi húmeda sin filtro.

TEMPERATURA DE LOS HUMOS (°C) Y EMISIÓN DE MONÓXIDO DE CARBONO (ppm)



Gráfico N°22: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña semi húmeda con el WSF-CUB-5-200.

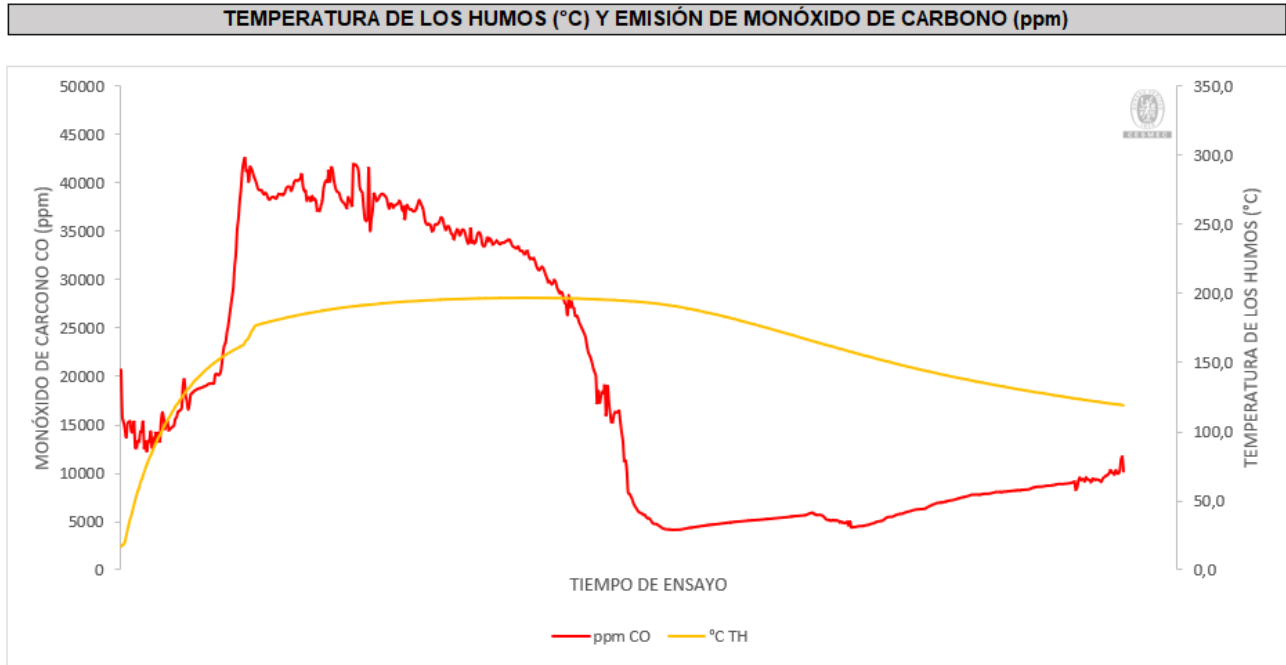


Gráfico N°23: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña semi húmeda con el WSF-CUB-6-200.

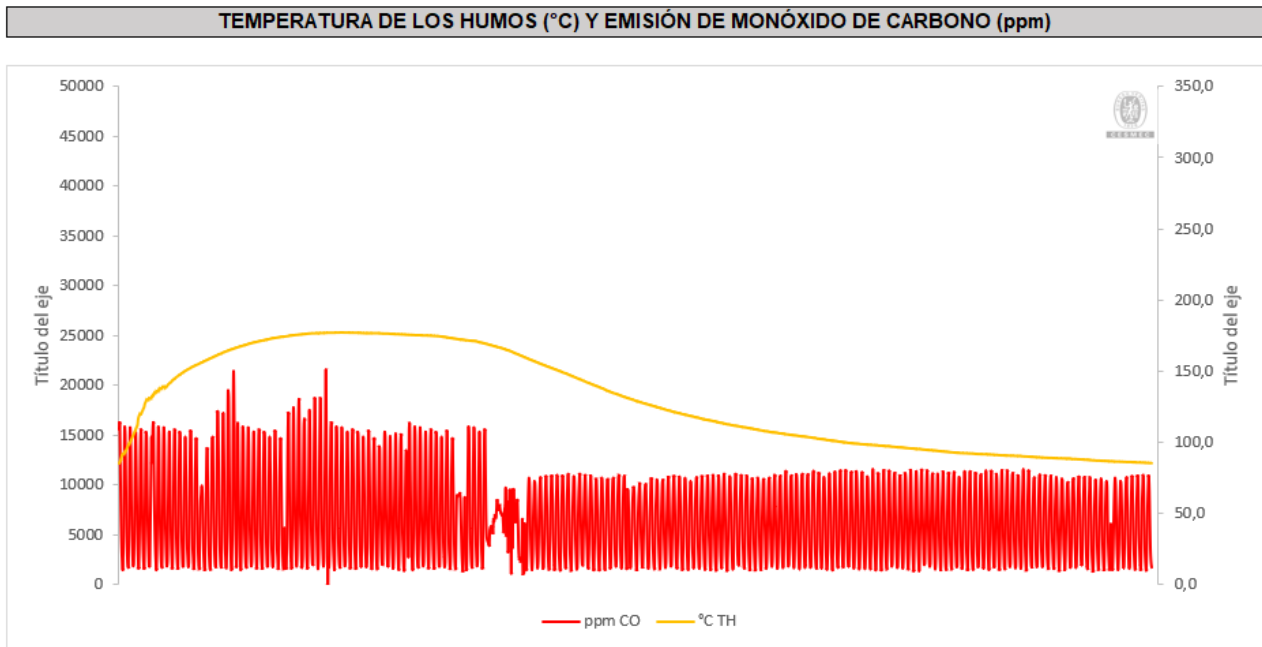


Gráfico N°24: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña semi húmeda con el WSF-CIL-6-200.

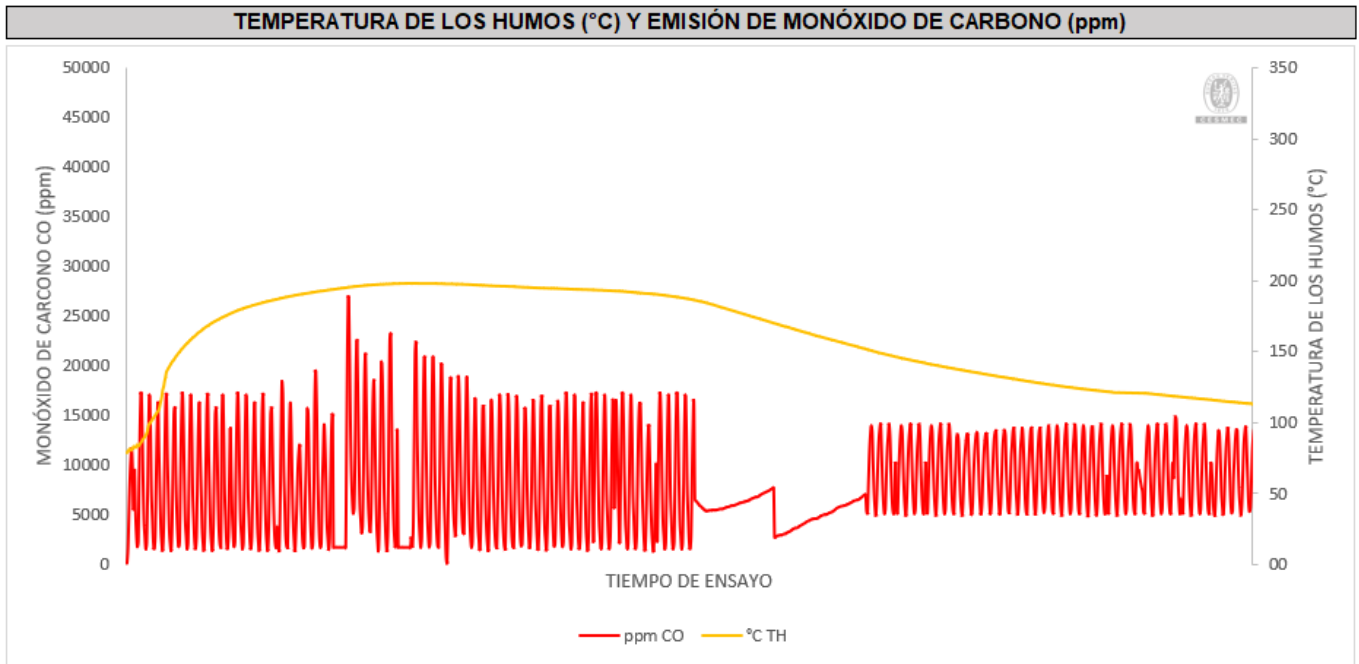


Gráfico N°25: Evolución de la temperatura de los humos y la emisión de monóxido de carbono durante el ensayo de un calefactor con leña semi húmeda con el WSF-CIL-5-200.

4.- CONCLUSIONES

- La utilización de filtros en la combustión de leña seca y semi húmeda genera una disminución en el consumo de combustible, lo que se traduce finalmente en un ahorro para el usuario. En los ensayos realizados, se midió el consumo de combustible sin filtro y con filtro, y se observó que el uso de filtros en la combustión resulta en los siguientes porcentajes de ahorro de combustible:

Leña seca:

WSF-CUB-5-200: 32,58%

WSF-CUB-6-200 hacia arriba: 8,39%

WSF-CUB-6-200 hacia abajo: 36,13%

WSF-CIL-6-200: 54,19%

WSF-CIL-5-200: 48,39%

Leña semi húmeda:

WSF-CUB-5-200: 23,11%

WSF-CUB-6-200: 0,94%

WSF-CIL-6-200: 50,00%

WSF-CIL-5-200: 46,59%

- La utilización de filtros en la combustión de leña seca y semi húmeda genera una disminución en las emisiones de material particulado. En los ensayos realizados, se midió la cantidad de material particulado emitido sin filtro y con filtro, y se encontró que el uso de filtros en la combustión resultó en los siguientes porcentajes de reducción de emisiones:

Leña seca:

WSF-CUB-5-200: 37,3%

WSF-CUB-6-200 hacia arriba: 4,3%

WSF-CUB-6-200 hacia abajo: 62,2%

WSF-CIL-6-200: 83,0%

WSF-CIL-5-200: 80,5%

Leña semi húmeda:

WSF-CUB-5-200: 33,9%

WSF-CUB-6-200: 3,6%




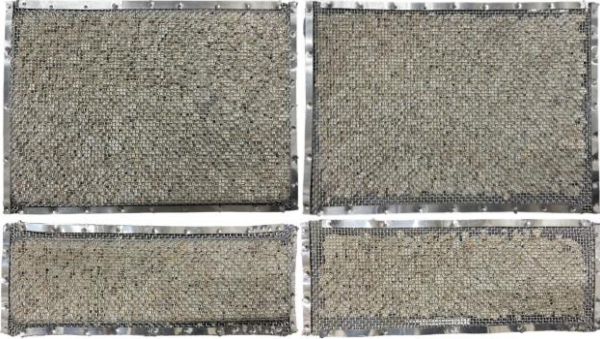
WSF-CIL-6-200: 77,1%

WSF-CIL-5-200: 75,7%

- **Temperatura ambiente:** El uso de filtros en el calefactor produce un aumento de la temperatura ambiente. Sin embargo, la variación no es significativa en comparación con la prueba de la estufa sin filtros.
- **Temperatura de los gases de combustión:** El uso de filtros genera una disminución de la temperatura de los gases de combustión, lo que reduce la posibilidad de sobrecalentamiento de los cañones.
- **Eficiencia energética:** Se observa un aumento en la eficiencia energética del calefactor al utilizar los filtros, principalmente debido a la disminución de la temperatura de los gases de combustión.
- **Emisión de monóxido de carbono:** Los ensayos que utilizaron filtros cilíndricos mostraron una disminución en la emisión de monóxido de carbono (CO) ajustado al 13% de O₂.
- **Funcionamiento del calefactor:** En todos los ensayos realizados con los filtros instalados, se observó un funcionamiento normal del calefactor, sin embargo, la utilización de filtros cilíndricos produce una mayor disminución de tiraje, haciendo que el encendido del calefactor sea más dificultoso que los demás filtros.
- **Prueba de recuperación:** Al finalizar cada uno de los ensayos con los filtros, se observaron brasas suficientemente capaces de encender una nueva carga de leña. Esto se verificó mediante la “prueba de recuperación”, que consiste en utilizar las brasas remanentes del ensayo para encender nuevos troncos de madera.

- Es importante que los filtros vengan con un manual de usuario que informe sobre el correcto montaje de la caja metálica, las instrucciones de limpieza de los filtros de retención de material particulado, la frecuencia de mantenimiento y toda la información relevante de seguridad. Además, la instalación de los filtros debe considerar las condiciones de instalación de cada calefactor indicada en los respectivos manuales de usuario de los fabricantes.

5.- FOTOGRAFÍAS

WSF-CUB-5-200 EXTERIOR	WSF-CUB-5-200 INTERIOR
	
TAPA WSF-CUB-5-200 INTERIOR	FILTROS INTERIORES
	

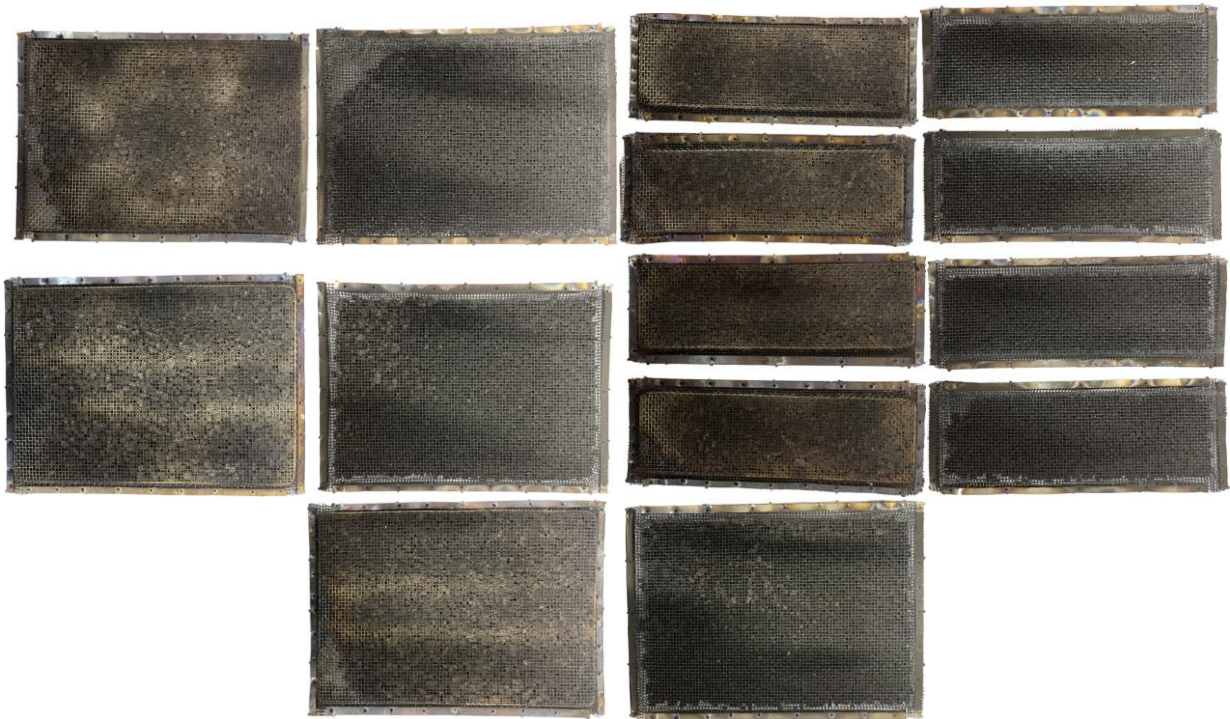
WSF-CUB-5-200 POST ENSAYOS



TAPA POST ENSAYOS



FILTROS POST ENSAYOS



WSF-CUB-6-200 EXTERIOR



WSF-CUB-6-200 FILTROS HACIA ARRIBA



WSF-CUB-6-200 FILTROS HACIA ABAJO



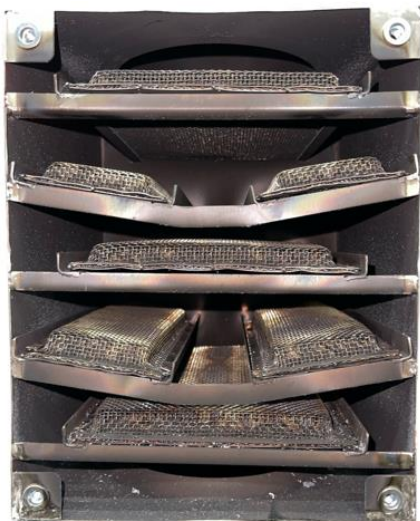
TAPA WSF-CUB-6-200 INTERIOR



FILTROS INTERIORES



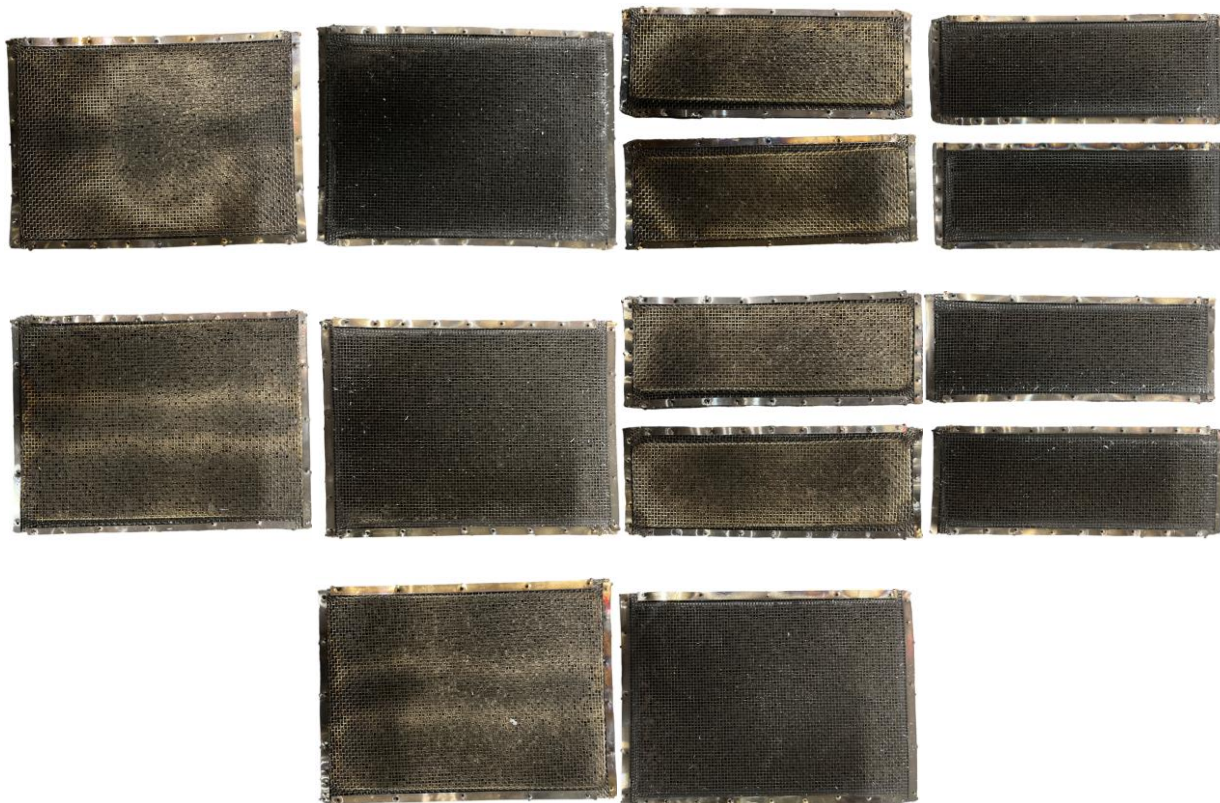
POST ENSAYOS FILTROS HACIA ARRIBA



POST ENSAYOS FILTROS HACIA ARRIBA



FILTROS HACIA ARRIBA POST ENSAYOS



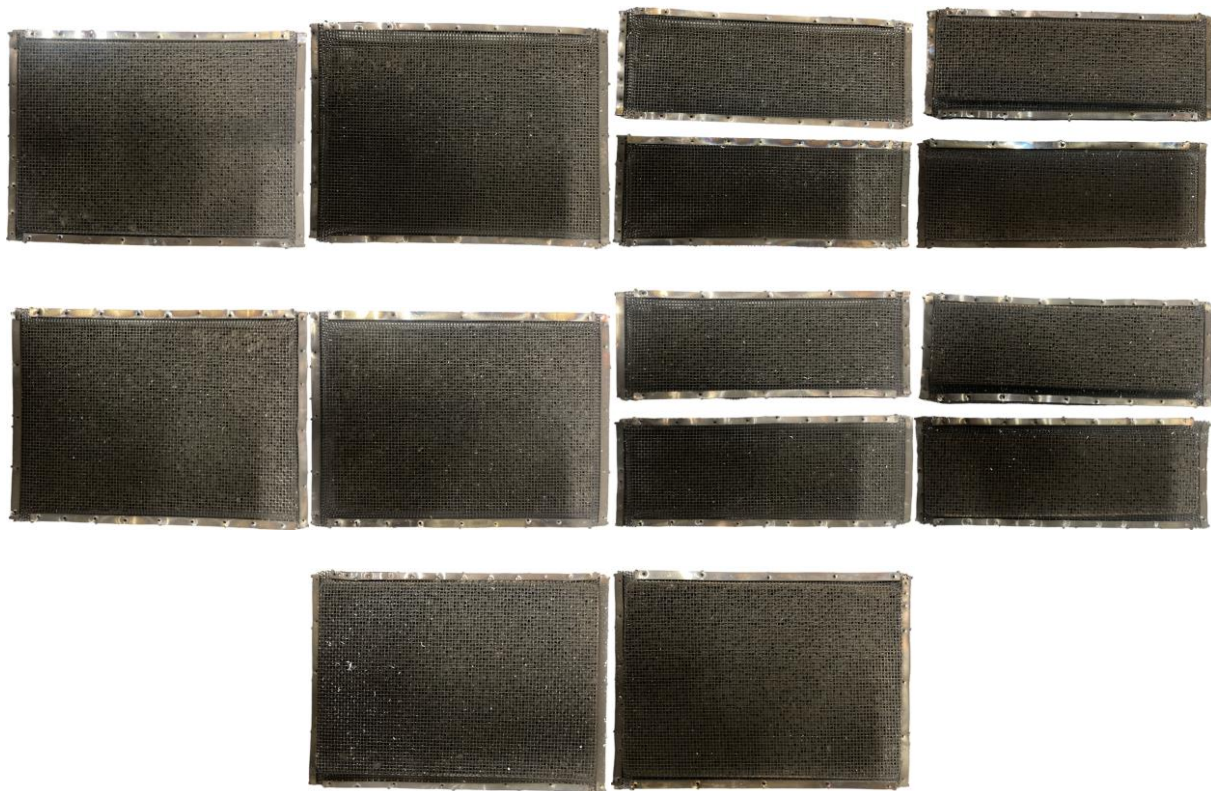
POST ENSAYOS FILTROS HACIA ABAJO



POST ENSAYOS FILTROS HACIA ABAJO



FILTROS HACIA ABAJO POST ENSAYOS



WSF-CIL-6-200 EXTERIOR



FILTRO VISTA SUPERIOR



FILTRO VISTA INFERIOR



INTERIOR DEL FILTRO



INTERIOR TAPA DEL FILTRO



FILTRO VISTA SUPERIOR POST ENSAYO	FILTRO VISTA INFERIOR POST ENSAYO
	
INTERIOR DEL FILTRO POST ENSAYO	INTERIOR TAPA DEL FILTRO POST ENSAYO
	

WSF-CIL-5-200 EXTERIOR	FILTRO VISTA SUPERIOR
	
FILTRO VISTA INFERIOR	INTERIOR DEL FILTRO
	
INTERIOR TAPA DEL FILTRO	
	

FILTRO VISTA SUPERIOR POST ENSAYO	FILTRO VISTA INFERIOR POST ENSAYO
	
INTERIOR DEL FILTRO POST ENSAYO	INTERIOR TAPA DEL FILTRO POST ENSAYO
	

6.- EQUIPOS DE LABORATORIO

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS		
EQUIPO	CODIGO	EQUIPO CALIBRADO
SISTEMA TERMOMETRICO DIGITAL	TER-131-503-073	SI
MEDIDOR DE HUMEDAD	MHU-131-501-001	SI
CRONÓMETRO	CRO-131-503-040	SI
TERMOHIGRÓMETRO	TER-131-501-227	SI
BARÓMETRO DIGITAL	BAR-131-501-013	SI
UNIDAD DE CONTROL	UDC-131-503-001	SI
TERMO ANEMOMETRO	ANE-131-503-006	SI
BALANZA DE PLATAFORMA	BAL-131-503-016	SI
BALANZA DIGITAL DE REFERENCIA	BAL-131-503-014	SI
MEDIDOR DE PRESIÓN DIFERENCIAL	MED-131-503-024	SI
BALANZA ANALÍTICA	BAL-131-501-048	SI
TERMOHIGROMETRO	TER-131-501-222	SI
HORNO DE SECADO	HOR-131-501-019	SI
MASA PATRÓN DE 500 MG F2	MAS-131-501-014	SI
MASA PATRÓN DE 1 G F2	MAS-131-501-015	SI
MASA PATRÓN DE 50 G F2	MAS-131-501-016	SI
PATRON DE MASA 100 G	MAS-131-503-003	SI
PATRON DE MASA 10 KG	MAS-131-503-004	SI
PATRON DE MASA 5 KG	MAS-131-503-005	SI
PATRON DE MASA 1 KG	MAS-131-503-006	SI
FLEXÓMETRO	CIN-131-503-033	SI
TERMOMETRO DIGITAL 4 SENSORES	TER-131-503-051	SI
CRONOMETRO	CRO-131-501-001	SI
DETECTOR DE GASES	DET-131-501-021	SI
SONDA DE ASPIRACIÓN PIROMÉTRICA	DIS-131-503-836	SI

ANEXO I

Tiraje máximo de la chimenea en los ensayos realizados en un calefactor a leña utilizando leña seca y leña semi húmeda

TIRO MÁXIMO (Pa) DE LA CHIMENEA		
DISPOSITIVO	LEÑA SECA	LEÑA HUMEDA
CALEFACTOR SIN FILTRO	20,6	19,7
WSF-CUB-5-200	10,6	10,4
WSF-CUB-6-200 hacia arriba	13,5	13,5
WSF-CUB-6-200 hacia abajo	11,6	---
WSF-CIL-6-200	8,7	8,5
WSF-CIL-5-200	7,6	7,3

Nota: El tiro fue medido a 30 cm por sobre la salida de los gases del calefactor.



OBSERVACIONES, OPINIONES E INTERPRETACIONES:

- 1.- Los ensayos realizados fueron indicados expresamente por el solicitante.
- 2.- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por cliente.
- 3.- Los resultados no incluyen mediciones con ajuste del aire en posición intermedia o mínima de quemado.
- 4.- Este informe no incluye ensayos de seguridad de los dispositivos.
- 5.- Este informe no puede ser reproducido, salvo en su totalidad, sin la autorización escrita del Laboratorio de Ensayo.
- 6.- El laboratorio de ensayo se excluye de responsabilidades por la información entregada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados.