

## SECRETARIA DISTRITAL DE AMBIENTE

Concepto Técnico No. 08405, 18 de noviembre del 2016

# PROGRAMA DE FILTROS DE PARTÍCULAS DIÉSEL PARA BOGOTÁ - BDPF

## CONCEPTO TÉCNICO

### SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE

Dirección de Control Ambiental  
Subdirección de Calidad del Aire, Auditiva y Visual  
Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá  
**Versión de Noviembre de 2016**

*Por el cual se presenta el concepto técnico producto del análisis de la información presentada por la empresa DIESEL CLEAN TECHNOLOGIES S.A.S, representante local del fabricante de filtros de partículas TEHAG Engineering AG, para la verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la selección de sistemas DPF, de su tecnología TEHAG CWF Plus que utiliza una regeneración pasiva por medio de un elemento filtrante de Cordierita para aplicaciones en buses troncales, según los lineamientos descritos en la Resolución 123 de 2015 modificada por la Resolución 1241 de 2015 de la Secretaría Distrital de Ambiente.*

Página 1 de 13

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe muestra los resultados del análisis de la información presentada por Diésel Clean Technologies S.A.S., representante local del fabricante de filtros de partículas TEHAG Engineering AG, como verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la selección de sistemas DPF, según los lineamientos descritos en los artículos cuarto y quinto de la Resolución 1241 de 2015. Primero, en el presente capítulo se informa el proceso documental allegado a la Secretaría Distrital de Ambiente, seguido de la verificación documental (capítulo 2 del presente concepto técnico), de la evaluación técnica del filtro de partículas diésel (capítulo 3), según los lineamientos presentes en la Resolución 1241 de 2015 y por último el concepto técnico.

La tecnología filtrante para partículas diésel verificada se denomina *“Filtro de partículas con catalizador de oxidación regeneración pasiva Tehag AG CWF Plus type CWF p 700”*, el cual utiliza una regeneración pasiva por medio de un elemento filtrante de Cordierita, con aplicación para buses troncales de estándar de emisión Euro III, basándose en los resultados de las pruebas realizadas sobre el vehículo B115 tipo articulado, del servicio troncal del SITP, marca Volvo B12M y con motor estándar Euro III, perteneciente al operador Conexión Movil.

A continuación se muestra el proceso de radicación de la solicitud presentada por Diésel Clean Technologies S.A.S. ante la Secretaría Distrital de Ambiente:

El 29 de Junio del 2016, mediante radicado número 2016ER108506, Diésel Clean Technologies entregó la primer solicitud teniendo en cuenta el formato del Anexo 4 de la Resolución 123 de 2015, modificado por el formato del Anexo 2 de la Resolución 1241 de 2015, la información contenida en la solicitud es la siguiente: Información del fabricante del sistema de control de emisiones, información del distribuidor local, antecedentes técnicos y descriptivos del sistema DPF, certificaciones oficiales del sistema, especificaciones del sistema de monitoreo de la contrapresión y temperatura de los gases de escape, contrato entre el fabricante y el representante local, informe de instalación del filtro, descripción de la garantía, consumo de combustible con el uso del sistema, manejo de residuos, manual de operación y servicio del sistema, primera y segunda medición del número de partículas ultra finas antes y después del filtro, gráficas del monitoreo de contrapresión y temperatura de los gases de escape, descripción técnica del bus donde se instaló el dispositivo, indicaciones de operación, mantenimiento, instalación y condiciones operacionales del DPF y la descripción de la infraestructura de soporte técnico para la instalación del filtro de partículas.

El 12 de Julio de 2016, la SDA envió un correo con un documento de lista de chequeo, informando sobre la siguiente documentación por complementar o faltante:

- Procedimiento de instalación y desinstalación del DPF. Ver anexo 1, literal a) de la Resolución 1241 de 2015.
- Especificaciones requeridas del lubricante del motor del vehículo. Ver anexo 1, literal a) de la Resolución 1241 de 2015.
- Tasa máxima de consumo de aceite lubricante del motor. Ver anexo 1, literal a) de la Resolución 1241 de 2015.
- Cumplimiento del datalogger de requisitos de certificación por la FOEN, CA ARB nivel 3, TMG o ME. Ver Anexo 3, de la Resolución 1241 de 2015.
- Datos del monitoreo de la contrapresión de gases de escape durante el predataloggin. Ver Anexo 1, literal b) de la Resolución 1241 de 2015.
- Presentación de los datos de monitoreo de la contrapresión de gases de escape durante el periodo comprendido entre las pruebas de eficiencia en remoción. Ver Anexo 2, literal i) de la Resolución 1241 de 2015.

Una vez enviado el correo con la información de los documentos faltantes, Diesel Clean Technologies los entregó a la Secretaría Distrital de Ambiente con radicado 2016ER123440 el día 19 de julio de 2016 para su respectiva verificación.

## 2. VERIFICACIÓN DOCUMENTAL

Se realizó una revisión de toda la documentación adjunta en la solicitud de aprobación local, que se aclara, según las modificaciones presentes en la resolución 1241 de 2015 se considera una solicitud de verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la selección de sistemas DPF. La documentación enviada por Diésel Clean Technologies S.A.S. suma 135 folios para el primer radicado y 13 folios + 1 CD en el segundo radicado, para un total de 148 folios, además, con un CD de anexo con la siguiente información adicional:

1. Un archivo con datos fuente de presión y temperatura del vehículo objeto de reacondicionamiento, antes de llevar a cabo la instalación del dispositivo (pre-dataloggin)
2. Tres archivos con datos fuente de presión y temperatura durante la operación del filtro de partículas diésel en el vehículo objeto de reacondicionamiento (dataloggin)



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE AMBIENTE

La verificación de la información entregada se presenta en el siguiente formato:

Verificado		VERIFICACION DE LA INFORMACIÓN PRESENTADA POR EL SOLICITANTE			Ubicación de la información	
		NA	NO	SI	Radicado	Folio No.
<p><b>PROGRAMA DE FILTROS DE PARTÍCULAS DIESEL PARA BOGOTÁ - BDPF</b></p> <p><b>LISTA DE CHEQUEO</b></p> <p><b>Verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la selección de sistema DPF</b></p> <p><b>Artículos 5 y 6 - Resolución 1241 de 2016</b></p>						
Fecha de entrega de las solicitudes		Radicado 2016ER108506 - 29 Junio / 2016. Radicado 2016ER123440 - 19 Julio / 2016.				
Nombre del solicitante o Razón Social: <b>Diesel Clean Technologies S.A.S.</b>						
Dirección para Correspondencia Carrera 37 N°9-70 Sur Bogotá. dieselcleantec@yahoo.de				Teléfonos: 6040929 - 3104806425		
<p><b>Artículo quinto - Resolución 1241 de 2015. - Requisitos técnicos verificables para la selección.</b></p>						
		√	Art. 5. Inciso 1. Literal a)	Antecedentes técnicos y descriptivos del sistema BDPF	2016ER108506	33 - 55, 93
		√	Art. 5. Inciso 1. Literal b)	Especificaciones del sistema de monitoreo y alarma por contrapresión	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√	Art. 5. Inciso 1. Literal c)	Información del fabricante del filtro de partículas y del representante local	2016ER108506	5 - 12, 13 - 16
		√	Art. 5. Inciso 2.	Desarrollo de pruebas al sistema DPF objeto de selección	2016ER108506	85 - 87
<p><b>Artículo sexto - Resolución 1241 de 2015. - Evaluación de los requisitos técnicos verificables para la selección</b></p>						
		√	Art. 6. Inciso a)	Contrapresión -> 90% de los datos por debajo de 200 mbar	2016ER123440	CD
		√	Art. 6. Inciso b)	Eficiencia en remoción de partículas ultrafinas ≥ 97% en la primera medición	2016ER108506	79
		√	Art. 6. Inciso b)	Eficiencia en remoción de partículas ultrafinas ≥ 97% en la segunda medición	2016ER108506	80 - 81



Anexo 1 - Resolución 1241 de 2015. - Información complementaria para la selección de los sistemas DPF					
Anexo 1. Literal a) Antecedentes técnicos y descriptivos del sistema BDPF				Radicado	Folio No.
		√	Anexo 1. Literal a) Certificación internacional	2016ER123440 2016ER108506	9 22 - 55
		√	Anexo 1. Literal a) Identificación física del filtro	2016ER108506	56 - 58, 93
		√	Anexo 1. Literal a) Descripción de la garantía del sistema de postratamiento de emisiones	2016ER108506	19, 88 - 90
		√	Anexo 1. Literal a) Información de consumo de combustible	2016ER108506	59 - 60, 134 - 135
		√	Anexo 1. Literal a) Temperatura de regeneración del filtro	2016ER108506	93
		√	Anexo 1. Literal a) Procedimiento de instalación y desinstalación	2016ER123440 2016ER108506	2 - 8 93
		√	Anexo 1. Literal a) Programa y requisitos de mantenimiento y limpieza del DPF	2016ER108506	92, 101 - 103
		√	Anexo 1. Literal a) Lineamientos e información para el manejo de residuos generados en el proceso de mantenimiento	2016ER108506	104 - 107
√			Anexo 1. Literal a) Especificaciones técnicas, manejo y suministro de aditivos (si corresponde)	N/A	N/A
		√	Anexo 1. Literal a) Manual de operación y mantenimiento para el usuario en idioma español	2016ER108506	101 - 103, 108 - 122
		√	Anexo 1. Literal a) Procedimiento de instalación, desinstalación y requisitos de mantenimiento y limpieza del sistema DPF	2016ER123440 2016ER108506	2 - 8 92 - 93
		√	Anexo 1. Literal a) Especificaciones requeridas del lubricante del motor del vehículo	2016ER123440	12 - 13
		√	Anexo 1. Literal a) Tasa máxima de consumo de aceite lubricante de motor.	2016ER123440	10 - 11
		√	Anexo 1. Literal a) Rango admisible de contrapresión	2016ER108506	93, 101
		√	Anexo 1. Literal a) Requerimientos de calidad o composición del combustible, incluyendo el azufre (si procede)	2016ER108506	94 - 100, 67 - 72



<b>Anexo 1. Literal b) Especificaciones del sistema de monitoreo y alarma por contrapresión y temperatura de los gases de escape</b>				<b>Radicado</b>	<b>Folio No.</b>
		√ Anexo 1. Literal b)	Identificación física del dispositivo	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Intervalo de medición	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Tipo de sensores y ubicación	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Tiempo de almacenamiento de datos	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Forma de entrega de datos	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Software requerido	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Diagrama de instalación del dispositivo	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
		√ Anexo 1. Literal b)	Descripción del funcionamiento del sistema de monitoreo de alarma por contrapresión y temperatura, instrucciones de lectura y operación del monitor.	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
<b>Anexo 1. Literal c) Especificaciones del sistema de monitoreo y alarma por contrapresión y temperatura de los gases de escape</b>				<b>Radicado</b>	<b>Folio No.</b>
		√ Anexo 1. Literal c)	Información de actividad económica y experiencia del fabricante	2016ER108506	5 - 12
		√ Anexo 1. Literal c)	Contrato de representación firmado por las partes (fabricante-representante local). Experiencia del representante local. Descripción de infraestructura de soporte técnico para la instalación de sistemas de post tratamiento de gases de escape	2016ER108506	17 - 21, 123 - 133
		√ Anexo 1. Literal c)	Información de contacto para componentes de reposición, mantenimiento, limpieza e instalación del sistema de post tratamiento	2016ER108506	5 - 21, 23 -33
		√ Anexo 1. Literal c)	Formato de información del fabricante y representante local	2016ER108506	5 - 12, 13 - 16
<b>Anexo 1. Literal d) Certificación oficial de los sistemas DPF, y evaluación</b>				<b>Radicado</b>	<b>Folio No.</b>
		√ Anexo 1. Literal c)	Documento de certificación oficial	2016ER123440 2016ER108506	9 22 - 55



Anexo 2 - Resolución 1241 de 2015. - Formato de remisión de información de sistemas DPF seleccionados			Radicado	Folio No.
✓	Anexo 2	Formato entregado	2016ER108506	1 - 2
✓	Anexo 2. Literal a)	Información del fabricante del filtro de partículas y del representante local	2016ER108506	5 - 16
✓	Anexo 2. Literal b)	Certificación oficial de los sistemas BDPF	2016ER123440 2016ER108506	9 - CD 22 - 55
✓	Anexo 2. Literal c)	Información del sistema de post tratamiento de gases de escape	2016ER108506	56 - 58, 91 - 100
✓	Anexo 2. Literal d)	Especificaciones del datalogger	2016ER108506	61 - 65, 108 - 122
✓	Anexo 2. Literal e)	Información y datos de monitoreo de presión y temperatura de gases de escape durante el pre-dataloggin	2016ER123440	CD
✓	Anexo 2. Literal f)	Documentación respecto la selección de la tecnología y modelo de filtro a aplicar.	2016ER108506	66 - 84
✓	Anexo 2. Literal g)	Certificación oficial de los sistemas BDPF	2016ER123440 2016ER108506	9 22 - 55
✓	Anexo 2. Literal h)	Resultado de las dos mediciones de eficiencia en remoción de material particulado	2016ER108506	78 - 81
✓	Anexo 2. Literal i)	Información y datos del monitoreo de la presión y temperatura de los gases de escape	2016ER123440	CD
Anexo 3 - Resolución 1241 de 2015. - Desarrollo de pruebas al sistema DPF objeto de selección - Aspectos			Radicado	Folio No.
✓	Pruebas en bus con motor diésel que represente tipología, marca y estándar de emisiones de los vehículos		2016ER108506	66 - 87
✓	Gestión para la instalación de un dispositivo Datalogger		2016ER108506	61 - 65, 93
✓	Primera medición de eficiencia en remoción en ralentí una vez instalado el sistema de control de emisiones		2016ER108506	79
✓	Segunda medición del número de partículas ultra finas al vehículo antes y después del filtro de partículas (DPF)		2016ER108506	80-81

**Tabla 1. Lista de chequeo – Verificación de información filtro de partículas diésel Tehag CWP plus p700**

Según la anterior tabla, se verifica que Diésel Clean Technologies presentó toda la información requerida en la normatividad distrital. Por tanto se continúa con la evaluación de los requisitos técnicos verificables según lo presente en el artículo sexto de la Resolución 1241 de 2016 de la SDA.

### 3. EVALUACIÓN TÉCNICA

Según lo descrito en el artículo 6° de la Resolución 1241 de 2016: "...Se sugiere evaluar como evidencia de buen funcionamiento la información del pre-datalogging, prueba de eficiencia inicial y prueba de eficiencia final...", la evaluación técnica se centra en revisar que los valores de contrapresión estén dentro de los rangos permisibles, así como también los datos de la eficiencia en remoción de partículas durante el periodo de pruebas con el filtro de partículas en funcionamiento.

A continuación se presenta una bitácora de las pruebas realizadas al filtro de partículas Tehag CWF plus, instalado y probado en el bus articulado

- 30 de Agosto de 2014. Instalación de un primer filtro.
- 15 de Diciembre de 2014. Reinstalación del primer filtro.
- Febrero de 2015. Inspección visual del primer filtro por la gerencia general de TEHAG: – Filtro presentó daños.
- 19 de Junio de 2015. Instalación de un nuevo filtro, de la familia CWF plus con nuevas especificaciones, el cual es al que se le realizó la solicitud ante la SDA.
- 01 de Septiembre de 2015. Primera medición de eficiencia en remoción de número de partículas en ralentí.
- 29 de Diciembre de 2015. Segunda medición de eficiencia en remoción de número de partículas en ralentí.
- 29 de Junio de 2016. A la fecha de la presentación del primer radicado, el filtro continuaba instalado y en funcionamiento.

**Tiempo total de instalación:** 1 año y 10 días, desde la fecha de instalación hasta la fecha de radicación de la documentación ante la Secretaría Distrital de Ambiente.

**Tiempo entre mediciones de eficiencia en remoción de partículas:** 3 meses y 28 días, superior al tiempo recomendado para la evaluación por parte de la SDA, el cual es de 6 semanas.

#### 3.1 Eficiencia de remoción en el número de partículas ultra finas.

La Resolución 123 de 2015 modificada por la Resolución 1241 de 2015 de la SDA establecen un valor límite de eficiencia en remoción de partículas de 97%, es decir que valores superiores se aprueban. Para el caso del filtro de partículas diésel Tehag AG CWF Plus type CWF p 700 las concentraciones en número de partículas ultrafinas medidas y la eficiencia en remoción se describen a continuación:

Página 8 de 13



Parámetro	Unidades	Primera medición 01-Sep-2015 <sup>1</sup>	Segunda Medición 29-Dic-2015 <sup>2</sup>
Conteo de partículas antes del DPF	Partículas/cm <sup>3</sup>	1.33x10 <sup>6</sup> ± 98200	1.04x10 <sup>5</sup> ± 37500 <sup>A</sup>
Conteo de partículas después del DPF	Partículas/cm <sup>3</sup>	1.49x10 <sup>3</sup> ± 616	8.33x10 <sup>2</sup> ± 142 <sup>A</sup>
Eficiencia en remoción de nano-partículas	%	<b>99.888</b>	<b>&gt;99.038*</b>

<sup>1</sup> Según el reporte: Análisis emisiones de nano-partículas # CNP-0001 emitido por la SDA

<sup>2</sup> Según el reporte: Análisis emisiones de nano-partículas # CNP-0013 emitido por la SDA

<sup>A</sup> Los datos fuente del equipo se encuentran en revisión por parte del fabricante del mismo, debido a niveles atípicos en la concentración de partículas, sin embargo se registra el valor porque el equipo de medición no presenta errores.

\* Se considera un valor de eficiencia en remoción > 99.038% y no un valor puntual constante debido a que la concentración medida después del DPF es menor al límite inferior de medición del equipo (1000 partículas/cm<sup>3</sup>)

**Tabla 2.** Resultado conteo de nano-partículas en ralentí en bus articulado Euro III con filtro de partículas Tehag AG CWF Plus type CWF p 700.

El intervalo de tiempo entre las dos mediciones de eficiencia en remoción es de 17 semanas, además los resultados tanto de la primera medición como de la segunda son superiores a 97%, por tanto se evalúa de forma satisfactoria cumpliendo con todos los parámetros descritos en la normatividad distrital tanto de temporalidad como de límites.

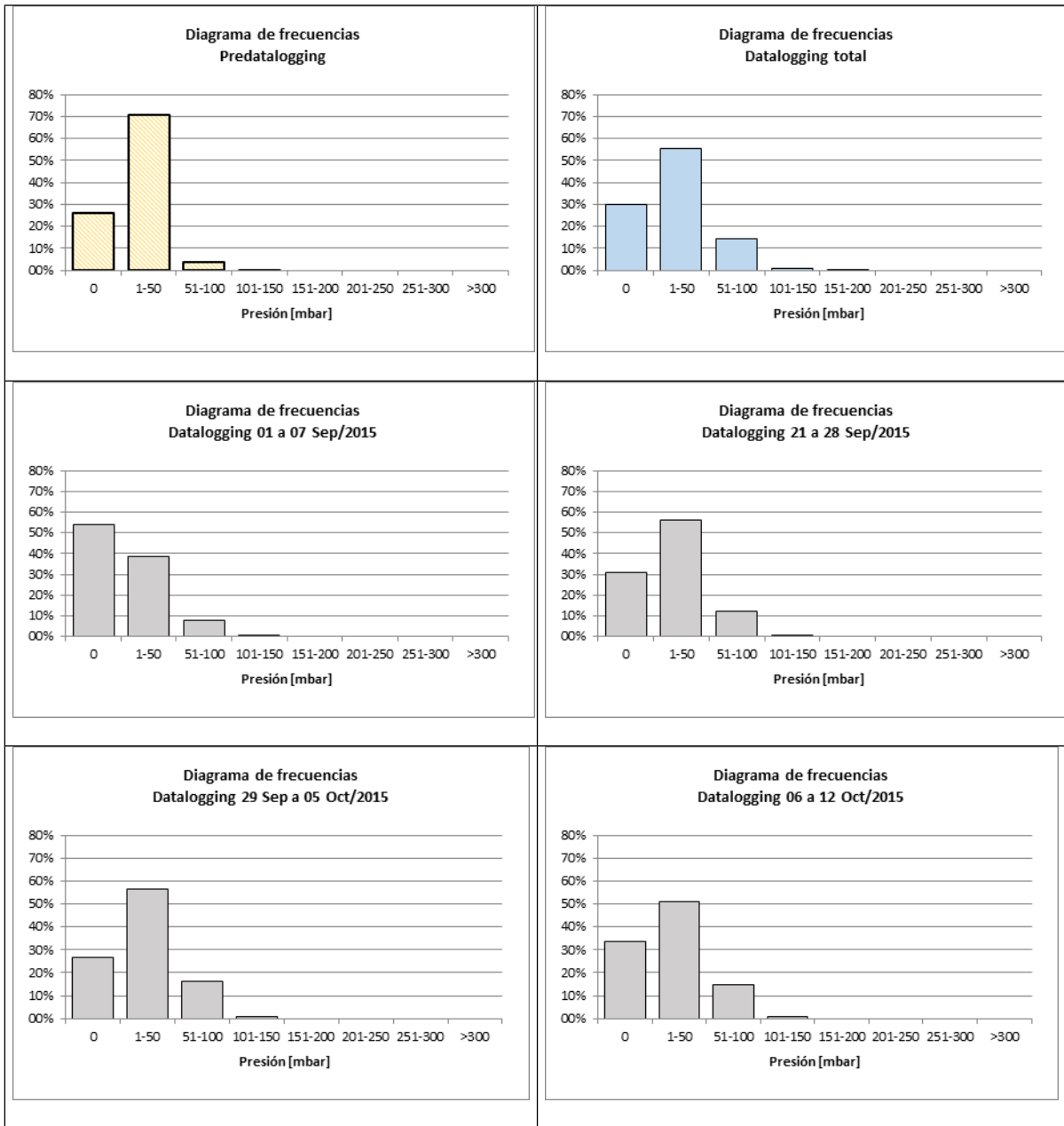
### 3.2 Medición de la contrapresión de los gases de escape.

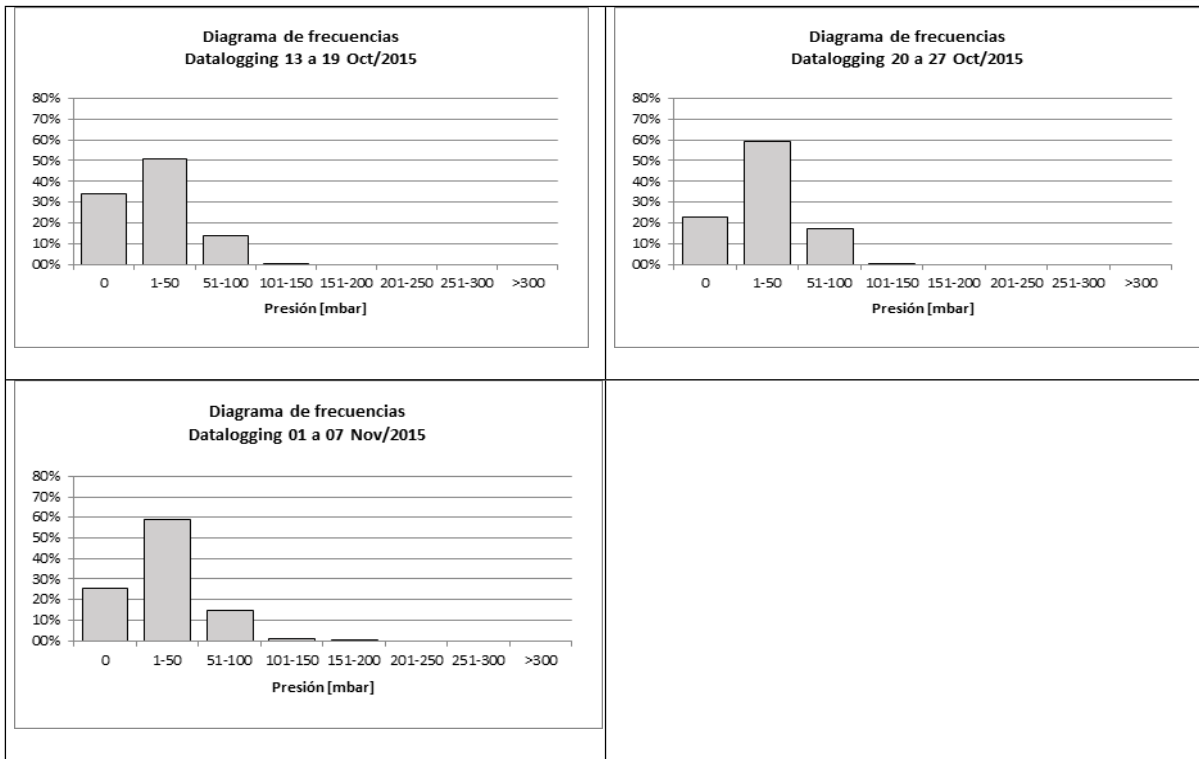
En la información contenida en el CD anexo, Diesel Clean Technologies entregó información sobre el comportamiento de la contrapresión y temperatura de los gases de escape tanto antes de la instalación del filtro (141 días netos de medición, 1'048.575 datos con periodo de 10 segundos/dato), como durante la operación del dispositivo (44 días netos de medición, 381.555 datos con periodo de 10 segundos – equivalente a 6.2 semanas). Para esta última serie de datos, la información entregada corresponde a los periodos de tiempo comprendidos entre:

- 01 a 07 de septiembre de 2015.
- 21 de septiembre a 27 de octubre de 2015.
- 01 a 07 de noviembre de 2015.



Los resultados se presentan a continuación:





**Tabla 3.** Diagramas de frecuencias de contrapresiones del vehículo antes y durante la operación del filtro de partículas diésel Tehag AG CWF Plus type CWF p 700.

Adicionalmente se presenta una tabla con los datos consolidados

Rangos de contrapresión	Semanas pre-datalogging	Datalogging 01-07 Sep	Datalogging 21-28 Sep	Datalogging 29 Sep-05 Oct	Datalogging 06-12 Oct	Datalogging 13-19 Oct	Datalogging 20-27 Oct	Datalogging 01-07 Nov
[mbar]	%	%	%	%	%	%	%	%
0	26,1%	53,7%	30,8%	26,8%	33,4%	34,1%	22,6%	25,7%
1 – 50	70,5%	38,8%	56,4%	56,5%	51,2%	51,0%	59,4%	58,9%
51 – 100	3,4%	7,5%	12,3%	16,0%	14,8%	14,2%	17,2%	14,5%
101 – 150	0,0%	0,0%	0,5%	0,7%	0,6%	0,8%	0,8%	0,9%
151 – 200	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,005%
201 – 250	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
> 250	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

**Tabla 4.** Contrapresión del vehículo antes y durante la operación del filtro de partículas diésel Tehag AG CWF Plus type CWF p 700

En los resultados se muestra que no hubo datos que excedieran los 200 mbar de contrapresión, por tanto, están por debajo del límite recomendado por el artículo sexto de la Resolución 1241 de 2015 que establece que más del 90% de los datos de contrapresión deben estar por debajo de 200 mbar. Por lo anterior se evalúa de forma satisfactoria el comportamiento del filtro de partículas diésel *Tehag AG CWF Plus type CWF p 700*, en relación al comportamiento de las contrapresiones sobre la tecnología del vehículo probado.

#### 4. CONCEPTO FINAL

Según el análisis realizado a la información presentada por Diésel Clean Technologies en la solicitud de verificación del cumplimiento de los requisitos técnicos para la selección de sistemas DPF, se aprueba la publicación en la lista BDPF-SDA del filtro de partículas con catalizador de oxidación y regeneración pasiva por medio de un elemento filtrante de Cordierita, de marca *Tehag AG, Modelo CWF Plus type CWF p 700*, para su aplicación en buses troncales de estándar de emisión Euro III.



**OSCAR ALEXANDER DUCUARA FALLA**  
**SUBDIRECCIÓN DE CALIDAD DEL AIRE, AUDITIVA Y VISUAL**

**Elaboró:**

JAIME ALEXANDER RUEDA GOMEZ	C.C:	1024498778	T.P:	N/A	CPS:	CONTRATO 20160534 DE 2016	FECHA EJECUCION:	18/11/2016
-----------------------------	------	------------	------	-----	------	---------------------------------	---------------------	------------

**Revisó:**

HUGO ENRIQUE SAENZ PULIDO	C.C:	79876838	T.P:	N/A	CPS:	CONTRATO 20160814 DE 2016	FECHA EJECUCION:	18/11/2016
---------------------------	------	----------	------	-----	------	---------------------------------	---------------------	------------

**Aprobó:**

**Firmó:**

OSCAR ALEXANDER DUCUARA FALLA	C.C:	79842782	T.P:	N/A	CPS:	FUNCIONARIO	FECHA EJECUCION:	18/11/2016
----------------------------------	------	----------	------	-----	------	-------------	---------------------	------------



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.  
SECRETARÍA DE AMBIENTE

Página 13 de 13

Secretaría Distrital de Ambiente  
Av. Caracas N° 54-38  
PBX: 3778899 / Fax: 3778930  
[www.ambientebogota.gov.co](http://www.ambientebogota.gov.co)  
Bogotá, D.C. Colombia

**BOGOTÁ  
MEJOR  
PARA TODOS**