

1

# Reducción de emisiones de maquinaria de construcción

## Tecnologías de filtrado de partículas

CALAC+

30.06.2020 | Webinar

Dipl. -Ing. Volker Hensel

Managing Director aurigna consulting | Germany  
CEO VERT Association | Switzerland

## Agenda

- Clasificación de los diferentes tipos
- Funcionamiento y control
- Qué tipo de filtro es adecuado para cada máquina
- Costos y buen funcionamiento

## Agenda

- Clasificación de los diferentes tipos
- Funcionamiento y control
- Qué tipo de filtro es adecuado para cada máquina
- Costos y buen funcionamiento

## Clasificación de los diferentes tipos

- **“Ni un motor diésel sin filtro”** como imperativo para mejorar la calidad del aire  
Todos los vehículos se pueden reacondicionar
- **No existen limitaciones ligadas a la antigüedad** del vehículo para que el reacondicionamiento sea efectivo, pero la eficacia de este proceso disminuye con **el avance de la vida útil residual**
- **Los niveles altos de emisiones brutas son un desafío** – se deben controlar mediante el correcto **mantenimiento** del vehículo

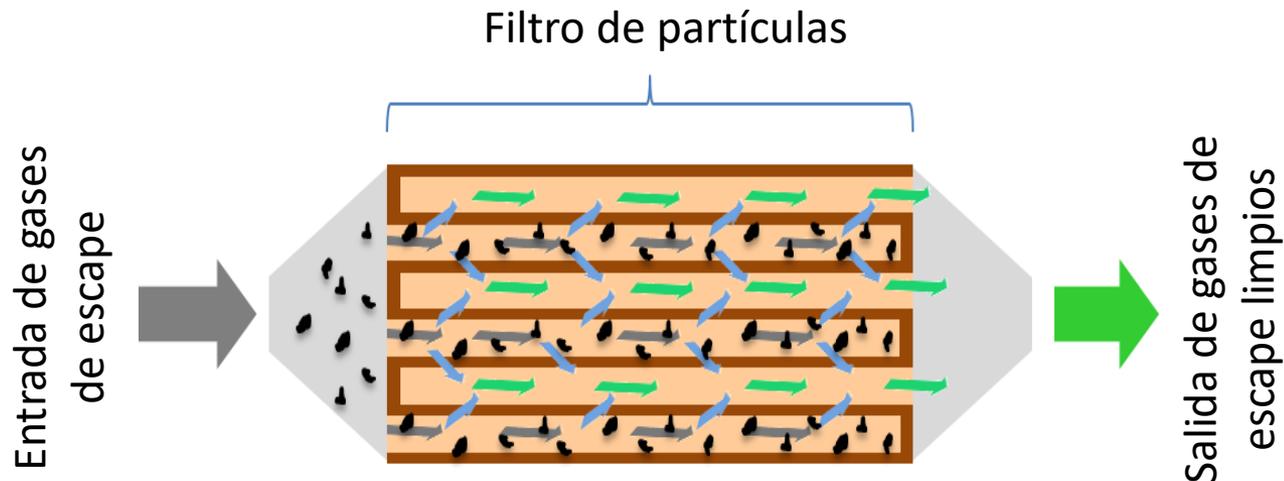


## Clasificación de los diferentes tipos

- Los sistemas de control de emisiones están diseñados para sustancias específicas
- La contaminación y las partículas ultrafinas solo se pueden remover con filtros

Sustancia	DOC	SCR	Filtro de partículas DPF
HC, CO	Reducción de un 90 %	Reducción nula	Reducción nula
NOx	Reducción nula	Reducción de un 90 %	Reducción nula
Partículas	Reducción nula	Reducción nula	Reducción de > 99 %

## Funcionamiento y control



- Consta de canales que presentan uno de sus extremos cerrados, alternativamente, y que cuentan, a su vez, con paredes de un material poroso y permeable al gas
- Los gases de escape no pueden abandonar los canales y se ven "obligados" a pasar por las paredes porosas
- Las partículas de hollín quedan retenidas en la superficie y en el sustrato poroso de las paredes de los canales del filtro

## Funcionamiento y control

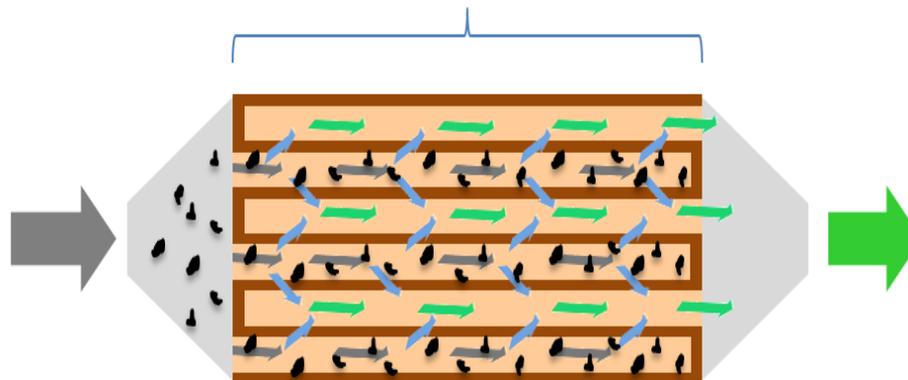
Los filtros de partículas retienen más del 99 % de las partículas

- Resultados reales de un vehículo operativo durante más de 1200 horas
- Autocar | 20 años en el momento del reacondicionamiento
- Motor: Detroit Diesel Series 60; 470 hp @ 2100 r. p. m.

Entrada del filtro



Filtro de partículas



Salida del filtro



## Clasificación de los diferentes tipos | Regeneración de los sistemas de filtrado de partículas

En el filtro de partículas se acumula todo el material particulado procedente de los gases de escape:

- hollín
- residuos no combustibles de cenizas, p. ej. del aceite del motor
- Es necesario someter los sistemas de filtrado de partículas a un proceso de regeneración y remover, así, el hollín acumulado en ellos para evitar que aumente demasiado la contrapresión de los gases de escape

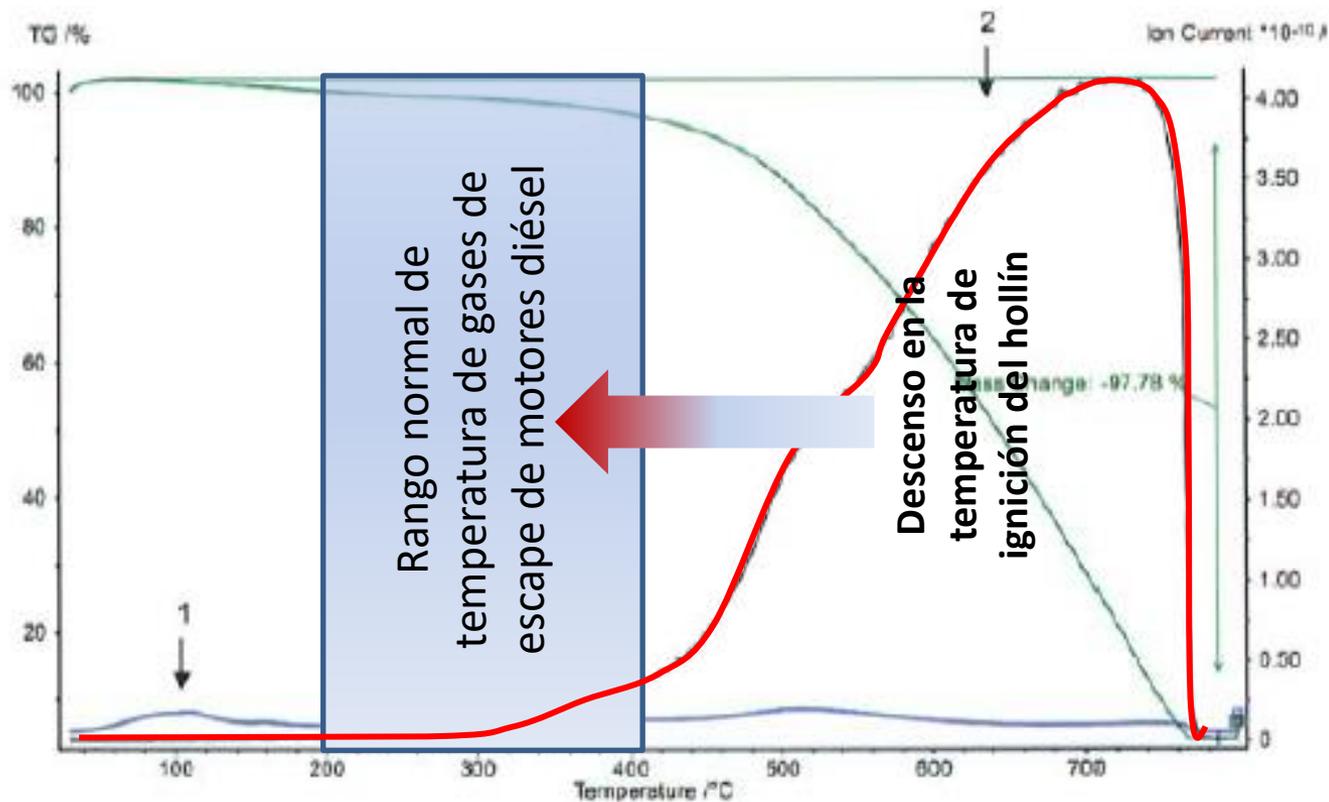
→ *¡La regeneración y la limpieza no son lo mismo!*

*Con la regeneración, se elimina el hollín acumulado en el filtro. Esta función la realiza el sistema de filtrado de partículas de forma autónoma*

*Con la limpieza, se extraen del filtro materiales no combustibles como las cenizas del aceite, las partículas de metal y los silicatos. La limpieza tiene lugar durante las tareas periódicas de mantenimiento*

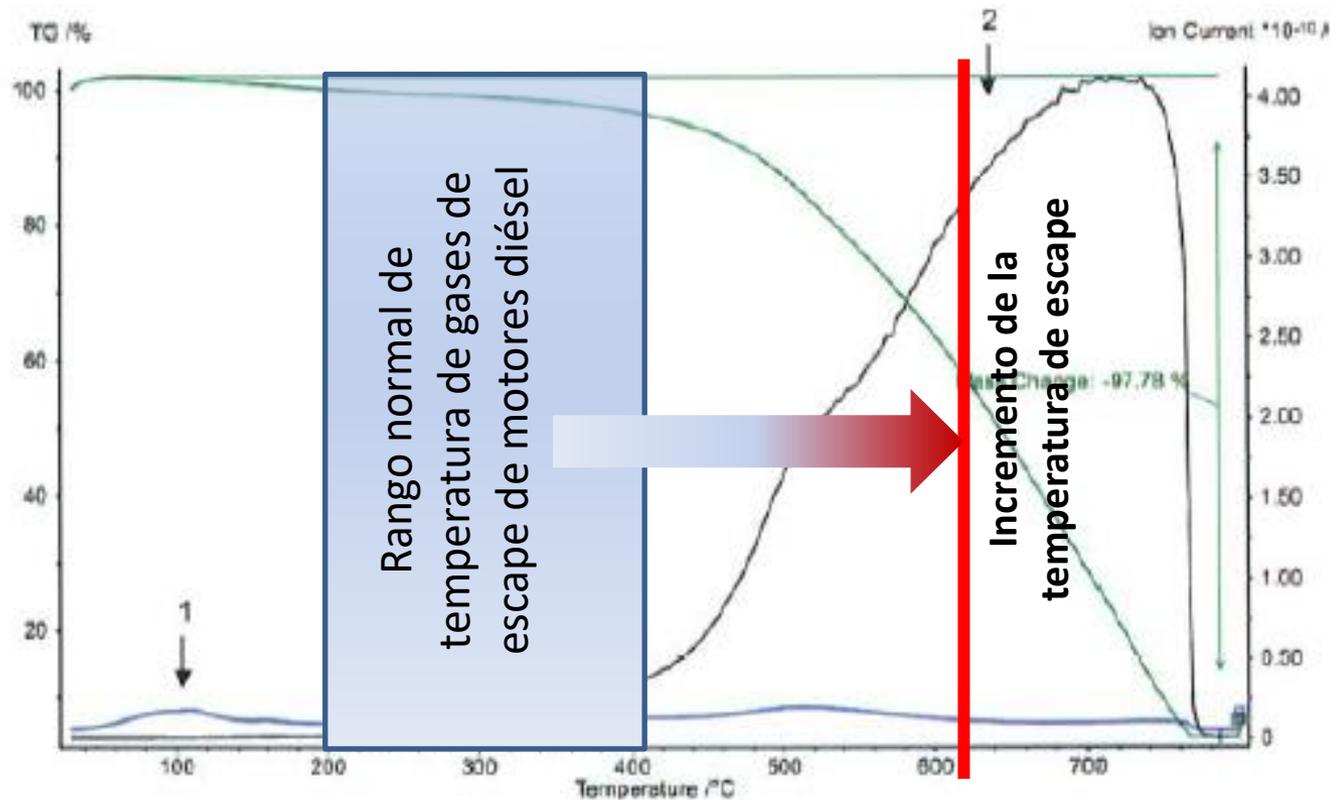
## Clasificación de los diferentes tipos | Tecnología de regeneración

Hay dos formas de iniciar la regeneración:



## Clasificación de los diferentes tipos | Tecnología de regeneración

Hay dos formas de iniciar la regeneración:



## Clasificación de los diferentes tipos

### Proceso de regeneración

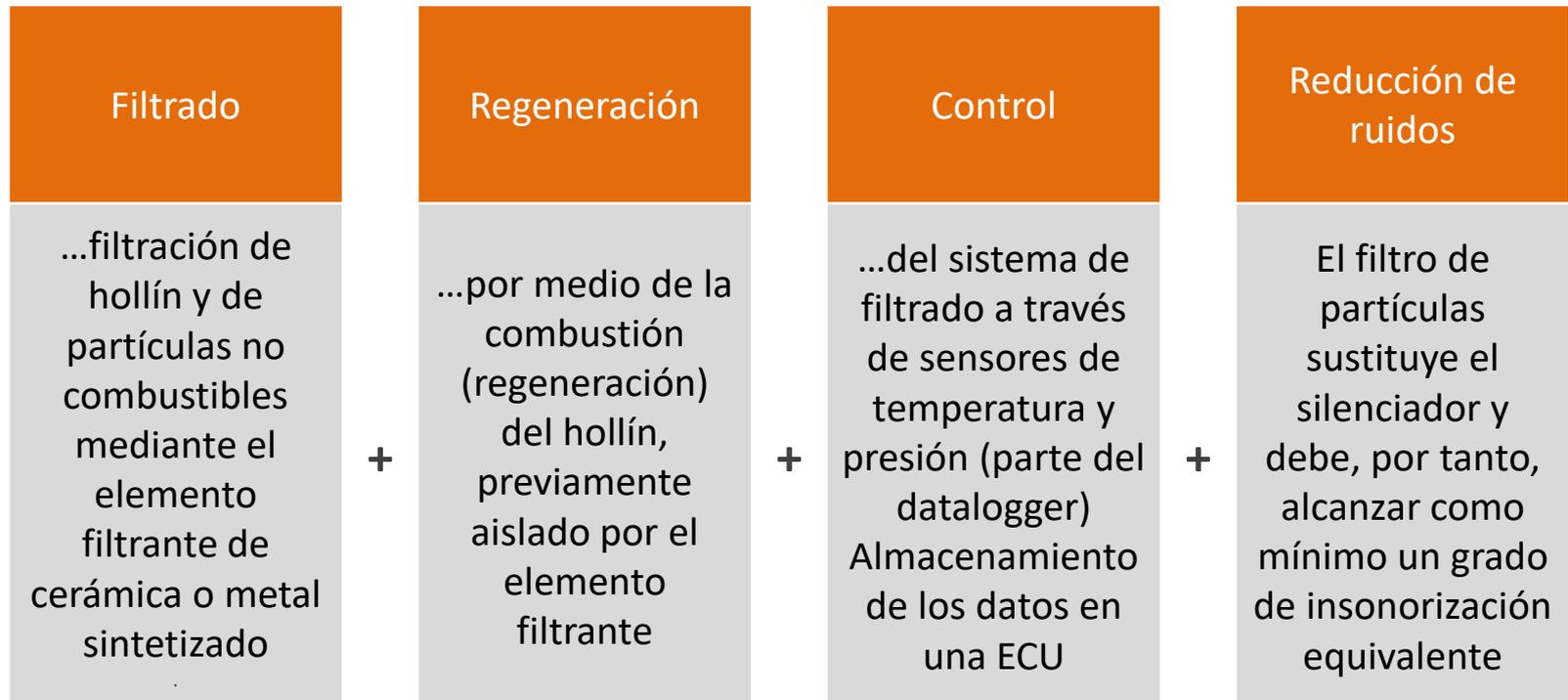
Sistemas	Ventajas	Inconvenientes	Ámbitos de aplicación
Sistemas pasivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fácil montaje</li> <li>Sustitución del silenciador por el filtro de partículas</li> <li>No se produce gasto adicional de energía, ni de combustible diésel ni de electricidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los gases de escape tienen que alcanzar determinados rangos de temperatura</li> <li>Almacenamiento previo de datos a través del datalogger</li> <li>Perfiles de carga similares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maquinaria con una carga continua media o elevada</li> <li>Mismas condiciones de trabajo</li> <li>Perfiles de temperatura y carga conocidos</li> </ul>
Sistemas activos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Independiente a los perfiles de carga</li> <li>Ideal para operaciones de diversa índole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Montaje más laborioso</li> <li>Costos de adquisición más elevados</li> <li>Sistemas complejos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todo tipo de máquinas</li> <li>Los propios fabricantes de motores los emplean a menudo como solución para equipos nuevos</li> </ul>

## Agenda

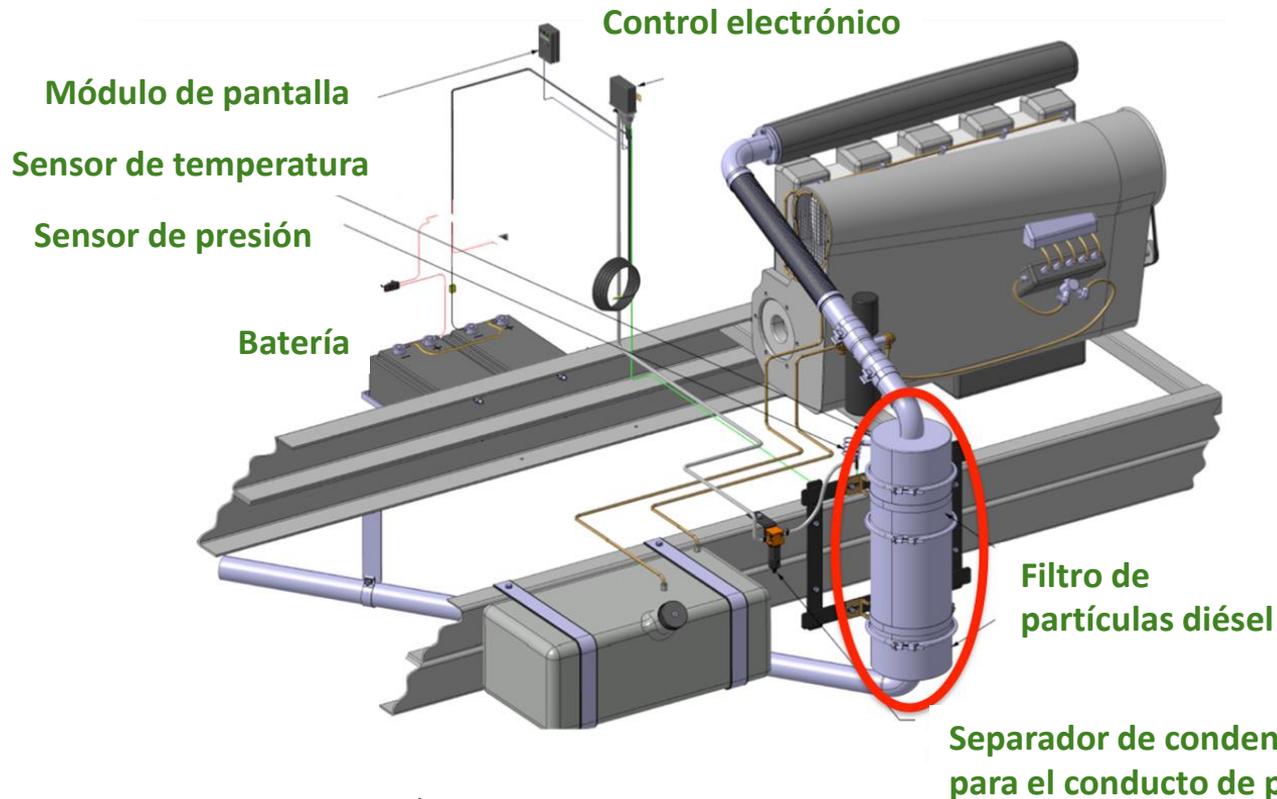
- Clasificación de los diferentes tipos
- **Funcionamiento y control**
- Qué tipo de filtro es adecuado para cada máquina
- Costos y buen funcionamiento

## Funcionamiento y control

Los sistemas de filtrado de partículas tienen cuatro funciones principales:



## Funcionamiento y control



## Funcionamiento y control

### Control electrónico

- Los sistemas de filtrado de partículas están equipados con una unidad de control electrónico
- Si se supera el valor máximo de contrapresión, se activa una alarma luminosa y claramente perceptible (luz de advertencia en la cabina del conductor)
- La activación de la alarma principal debería estar precedida por la de una prealarma, para que dé tiempo a realizar las tareas de mantenimiento del filtro
- Esta unidad registra, como mínimo, la temperatura y la contrapresión de los gases de escape

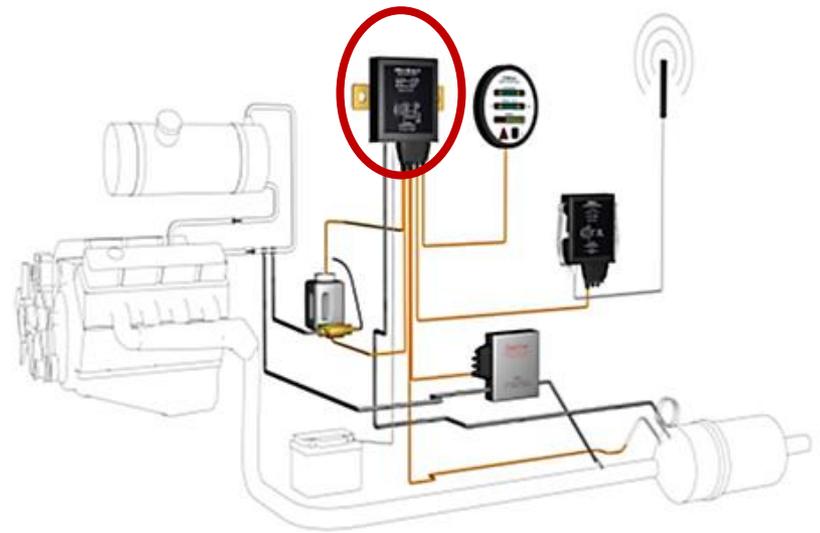


Imagen: CPK Automotive GmbH & Co. KG

Ejemplo de los componentes electrónicos de un filtro de partículas instalado en rojo = datalogger

## Funcionamiento y control

### Control electrónico

- Además de las funciones de control de los componentes electrónicos, es posible utilizar diversos módulos de pantalla dependiendo del proveedor
- En el caso de los filtros certificados de VERT, estos componentes tienen que cumplir, en la práctica, con unos estándares mínimos preestablecidos



Imágenes:  
CPK Automotive GmbH & Co. KG



Componente electrónico y dos módulos de pantalla



## Funcionamiento y control

Ejemplos de tipos de alarmas y de los colores de sus señales luminosas:

Señal LED



Tipo de alarma	Color del LED
Alarma de prevención de contrapresión excesiva	Naranja parpadeante
Contrapresión excesiva	Rojo parpadeante
Contrapresión demasiado baja (filtro defectuoso)	Rojo parpadeante
Sensor de temperatura anterior o posterior al prefiltro defectuoso o contacto suelto	Rojo parpadeante
Nivel del tanque de aditivos demasiado bajo	Rojo parpadeante
Error del sistema: se necesita servicio inmediato	Rojo

*Luz de advertencia roja → ¡informar a un proveedor de servicios autorizado por el fabricante! El módulo filtrante podría estar sobrecargado debido a una regeneración insuficiente; quizá haya que realizar las tareas de mantenimiento del filtro*

## Filtros de partículas certificados

### Certificación de sistemas de filtrado de partículas

- La certificación de sistemas de filtrado de partículas destinados al reacondicionamiento garantiza el cumplimiento de determinados estándares de calidad para los operadores de maquinaria de construcción
- Estos sistemas consideran, sobre todo, la eficiencia de remoción de partículas de hollín y la garantía de un funcionamiento seguro y duradero
- Se diferencian en los procedimientos de auditoría, ensayos de emisiones secundarias, la amplitud del ámbito de aplicación y las inspecciones regulares

## Agenda

- Clasificación de los diferentes tipos
- Funcionamiento y control
- Qué tipo de filtro es adecuado para cada máquina
- Costos y buen funcionamiento

## Proceso de ajuste

- El vehículo tiene que estar en **buenas condiciones técnicas** a la hora de la entrega:
  - consumo de lubricantes  $< 0.5 \%$  del consumo de combustible
  - opacidad de los gases  $k < 1 \text{ m}^{-1}$
- **Para determinar el método de regeneración más apropiado** hay que informar al proveedor de filtros sobre el perfil de utilización del vehículo y quizá medir, también, la temperatura de los gases de escape durante el proceso
- **No se debe exceder el nivel máximo de contrapresión** especificado por el fabricante del motor



## Elección del filtro de partículas

### ¿Qué hay que tener en cuenta a la hora de elegir el filtro de partículas?

- Potencia y volumen de gases de escape del motor
- Perfil de temperatura de la máquina
- Niveles de contrapresión permitidos por el fabricante del motor
- Frecuencia de uso de la máquina con el filtro de partículas
- Volumen del espacio disponible - el filtro de partículas ocupa el lugar del silenciador

## ¿Qué papel desempeña la carga de la máquina en la elección?

- Cuanto más alta sea la temperatura de los gases de escape de la máquina, más fácil será la regeneración del hollín del filtro y, por ello, más amplio será el abanico de sistemas a elegir
- ¡Registrar una temperatura alta de gases de escape es un factor positivo para el filtro de partículas!

## ¿A quién recurrir para adquirir un filtro de partículas?

- **1. Distribuidores de maquinaria de construcción**

Filtro de partículas del mismo fabricante, o puede que el distribuidor tenga experiencia previa con determinados filtros de partículas para la máquina que ofrece y pueda dar recomendaciones

- **2. Fabricantes de filtros certificados**

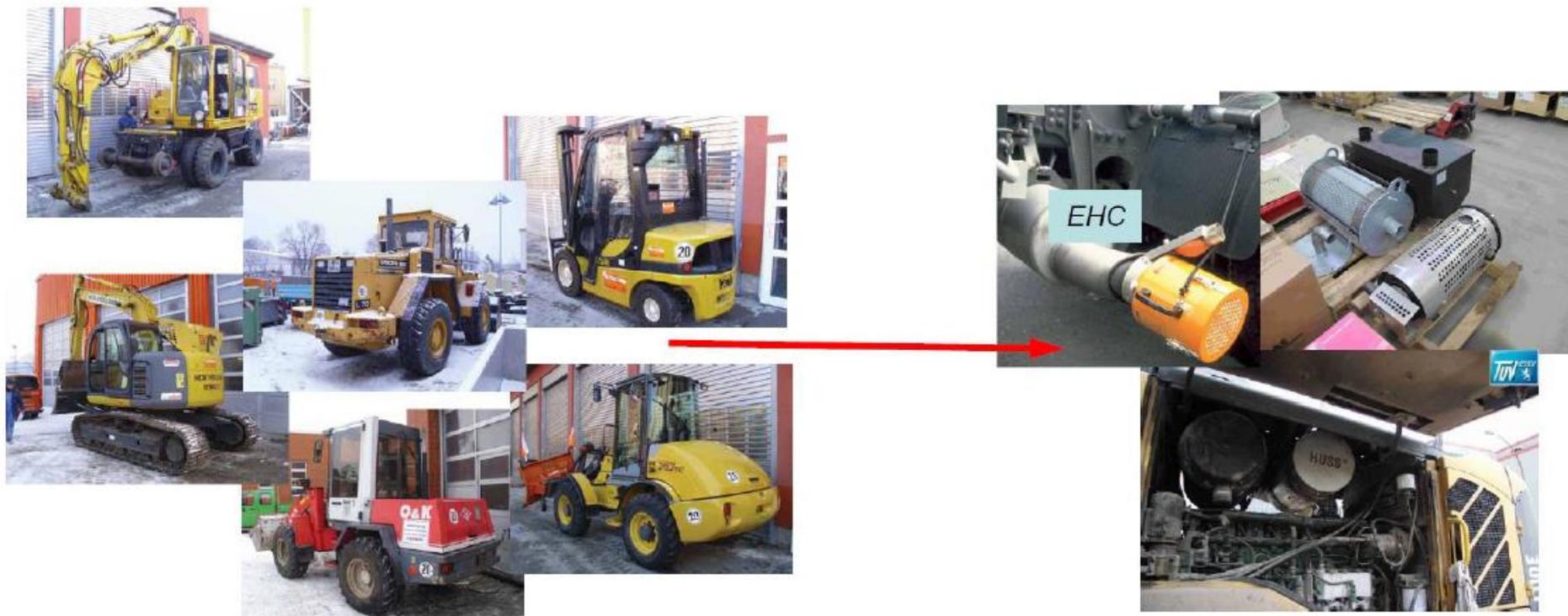
En el siguiente enlace encontrarán fabricantes de sistemas de filtrado de partículas certificados:

VERT- <http://vert-certification.eu/>

- **3. Aprovechar la experiencia de otros**

VERT ofrece un **banco de datos** en el que se puede apreciar con qué filtros de partículas diésel se han reacondicionado ya diferentes clases de maquinaria de construcción con éxito

## Filtros instalados en la maquinaria de construcción de Berlín



## Costos y buen funcionamiento

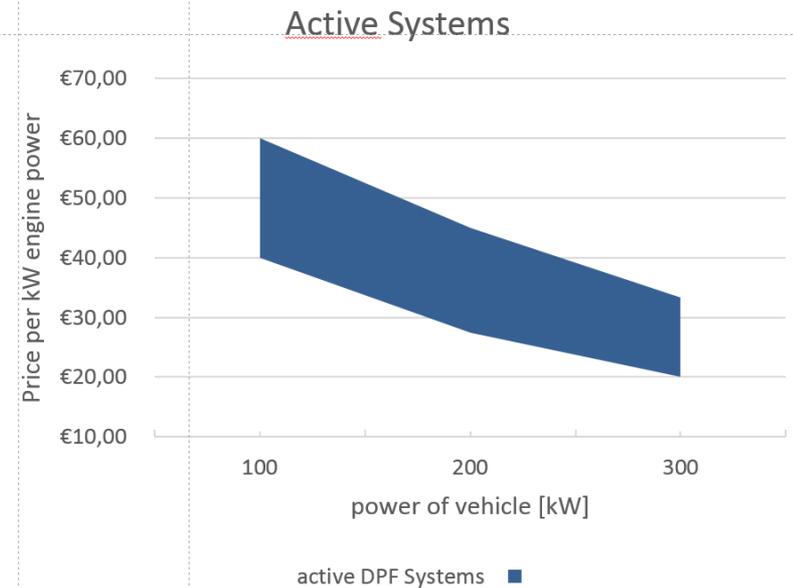
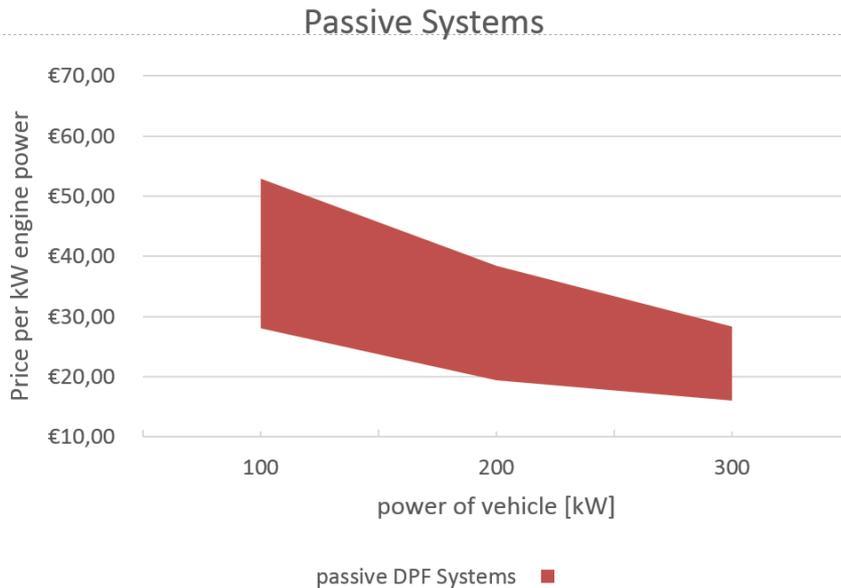
- Clasificación de los diferentes tipos
- Funcionamiento y control
- Qué tipo de filtro es adecuado para cada máquina
- **Costos y buen funcionamiento**

## Costos y buen funcionamiento

- Los costos de adquisición dependen del tamaño del motor y, con ello, del volumen de gases de escape que este emite, así como del tipo de regeneración elegida
- Los sistemas de regeneración activa se hallan en el extremo superior de la escala de precios; los sistemas de regeneración pasiva, más bien en el inferior
- Es aconsejable evaluar la rentabilidad considerando la vida útil de la máquina, los posibles costos operativos y de limpieza, junto con los ceses de la actividad, p. ej. para tareas de mantenimiento o limpiezas adicionales a causa de niveles críticos de temperatura de gases de escape

## Costos y buen funcionamiento

### Estimación de costos para sistemas pasivos y activos



- Rango de precios de filtros
- Con ECU (Unidad de Control Electrónico) incorporada. Sin impuestos a las importaciones

## Costos y buen funcionamiento

Costos de referencia para filtros de partículas por rangos de potencia

Potencia en kW	Inversiones en sistemas de filtrado de partículas [euros]	Montaje [euros]	Costos continuos anuales	
			Costos fijos, servicio de mantenimiento [euros]	
19 - 37 kW	2000 - 5000	800 - 3000	90	130
38 - 75 kW	3500 - 7500		125	350
76 - 130 kW	4000 - 8000		150	800
131 - 300 kW	5000 - 9000		150	1000
301 - 560 kW	6000 - 12 000		150	1500

Costos de referencia; Fuentes:

BAFU, IFEU, aurigna consulting - investigación de mercado

## Costos y buen funcionamiento

- La inversión más favorable desde el punto de vista económico **no solo depende del precio de adquisición**, sino también de los gastos necesarios para garantizar un funcionamiento seguro y de los costos de mantenimiento y limpieza del filtro
- El uso de diferentes sistemas puede derivar en problemas de almacenaje y ocasionar dificultades adicionales para los operadores de maquinaria