

¿Por qué hacemos trabajos sin saber cómo?

Por Richard Widman

*Una de las frustraciones de las personas que tratamos de encontrar la **causa raíz** de las fallas, es encontrar como algún equipo salió de fábrica y descubrir la variación o modificación hecha por personas que creían ser expertos. De ahí en adelante, el trabajo es encontrar por qué hicieron esa modificación, que problema trataron de resolver, que problema causaron, y finalmente cómo resolver ambos problemas.*

Este es el Boletín #190 de nuestro programa de Boletines Informativos mensuales. Todos los boletines están disponibles en formato pdf en <https://www.widman.biz>

Lo básico

Este mes vino un señor que tenía problemas con la respiración de su camión (ingreso de aire al motor) y buscaba un filtro mejor del que viene de fábrica. Con una selección de cienes de filtros, una mirada superficial debería dar una solución fácil, pero no fue así por las modificaciones que le habían hecho a su camion.

El detalle

El camión vino de fábrica con el filtro de aire debajo del piso, delante de la rueda delantera, donde se llenaba de agua al momento de pasar por charcos de agua de las calles de la ciudad en época de lluvias. El dueño llevó su camión a un taller para que movieran el filtro atrás, al lado del tanque de diésel y colocó un tubo como “snorkel” (como se ve en la figura) hasta la parte superior de la cabina, colocando una rejilla de acero en la punta para que no entren cosas grandes.

La idea no estaba mal, pero lo hicieron sin entender cuánto de aire necesita un motor con cilindrada 4000 y un turbo.

La entrada al turbo, en este caso, es 4,5 pulgadas de diámetro, pero hicieron una cañería (roja en la foto) de 3 pulgadas. Le pregunté por qué hicieron tan angosta, y me respondió que no había campo para una más ancha. Hicieron un codo, tipo embudo, de reducción para cada lado del tubo para conectarlo.

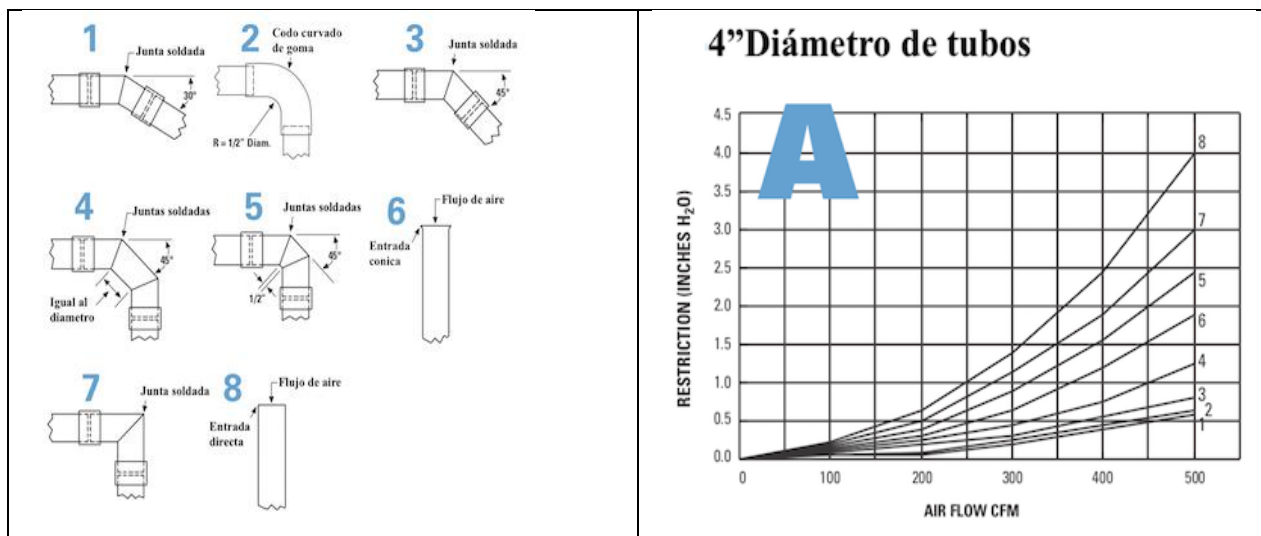


Para su “snorkel” hizo un tubo rectangular de 1¾ pulgadas por 3½, restringiendo aun más el aire de entrada al filtro. Cuando le pregunté por qué lo hicieron de esa manera me dijo que solo había 2 pulgadas de espacio entre la cabina y la carrocería, y el único tubo disponible de ese ancho era 3½.

Para evitar la entrada de objetos grandes en la succión del tubo, soldaron una rejilla hechiza que quita otra parte del aire y evita la respiración correcta del motor.

Así que tomamos un motor que tiene un área de entrada al turbo de 103 cm², pero tenemos una entrada al snorkel/tubo de entrada al filtro de 39,4 cm². Así que él esta adaptación quitó 62% del área requerida para que entre el aire a la velocidad diseñada.

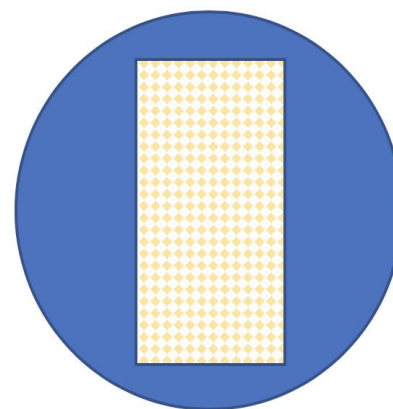
Además, se instaló varios codos. La toma recta al aire libre, ofrece una resistencia al flujo dos veces mayor que una apertura curvada como campana. En este caso, esa resistencia es cerca de 8 pulgadas en columna de agua. Sobre esto, causó más resistencia por el uso de muchos codos de malos diseños. Los dos codos de 90° en su torsión hacen una restricción de unos 3” (cada una) en columna de agua, mientras cada codo en ángulo aumentó 1 a 1,5 pulgadas en columna de agua. Y lo demás de las cañerías aumentaron, por su largo, cerca de 1” de resistencia. En la mayoría de los motores se cambia filtro cuando llegamos a 25” de restricción. O sea, sumando toda la resistencia al flujo, llegamos a más de 18” (72% de la resistencia hasta la hora de cambiar filtro).



Sumando los errores, quitaron 86% del flujo libre del aire, contando la diferencia en área (62%) y las restricciones por codos y las entradas. En este caso, el turbo compensa hasta cierto punto, acelerando el aire por los espacios y curvas disponibles, y el flujómetro limita la cantidad de combustible suministrado para controlar la mezcla y el hollín que tendría en un motor sin flujómetro. Al final, el motor no tiene potencia y parecería que el filtro estuviera obstruido o saturado.

El círculo a la derecha representa el tamaño de la entrada al turbo, mientras el rectángulo representa la rejilla expuesta al aire para la toma.

Para nosotros la solución es fácil. Fabricar las piezas correctas para la instalación sin restricciones. Pero el dueño del camión está entre no creer una solución tan técnica y no querer descartar tanto dinero que pagó al que le hizo esa adaptación. Pero la única solución es hacerlo bien.



El resultado final es una restricción a la hora que el motor funciona, pierde fuerza y seguramente a causa de ello generará mayor consumo de combustible, menor capacidad de arrastrar carga, mayor cantidad de hollín dentro el motor, sobre-calentamiento del motor, exceso de revoluciones, mayor desgaste, etc.

La pregunta es, ***¿por qué alguien que no sabe del consumo de aire que requiere el motor se mete a cambiar los ductos?***

Tocamos un tema similar en el [boletín 23](#), donde usaron el filtro original, y tubos correctos, pero hicieron restricciones en la toma de aire por la chapa de los buses que fabricaban, y [boletín 171](#) donde encontramos el ducto original de fábrica muy angosto para el caudal de aire de unas camionetas.

La solución

Cada motor tiene una cantidad específica de aire que requiere para operar correctamente. Esto podemos saber por tablas del fabricante o por un cálculo.

La tabla de la derecha, por ejemplo, indica la cantidad de aire que requieren ciertos motores de la marca Iveco. La quinta línea indica que el motor 806 i 6L-NA es operado con un máximo de 2500 revoluciones, tiene 102 caballos de fuerza, y necesita 235 CFM's (pies cúbicos de aire por minuto). Pero en la siguiente línea vemos que el mismo motor, con turbo tiene 131 HP y requiere 340 pies cúbicos de aire por minuto.

Si no tenemos la tabla, podemos calcular este volumen, tomando el tamaño del motor en litros, multiplicado por las revoluciones máximas (rpm), y multiplicado por el factor de eficiencia volumétrica, dividido entre 2000.

La eficiencia volumétrica es:

- 0,90 para un motor a gasolina o diésel sin turbo.
- 1,60 para un motor a diésel con turbo.
- 1,85 para un motor a diésel con turbo/intercooler.

También tenemos la opción de utilizar [este calculador](#).

Engine Model	RPM	HP	Intake CFM	-- Exhaust -- Temp. (°F)	Flow (CFM)
IVECO					
803 i 3L-NA...	2500	51	120	1100	347
804 i 4L-NA...	2500	68	155	1100	448
805 i 5L-NA...	2500	84	74	1100	214
806 i 6L-NA...	2500	102	235	1100	679
806 i tc 6L-TC					
	2500	131	340	900	856
8210 i 6L-NA					
	2000	205	440	1100	1271
8280 i V8-NA					
	2200	287	600	1100	1733
8281 SRi V8-TCA					
	2200	424	900	900	2267
8281 Si V8-TC					
	2000	331	790	900	1990
8361 Si 7L-TC					
	2400	157	450	900	1133
8361 i 6L-NA					
	2500	139	322	1100	930

La Selección

Una vez que tenemos el volumen de aire que necesitamos filtrar, podemos buscar un filtro apropiado.

En esta tabla, podemos ver cuanto de aire necesitamos en varios motores Cummins utilizado en el agro y la construcción y cual serie de filtro PowerCore de la marca Donaldson le hace.

Y siempre se debe considerar los ductos y codos, nunca utilizando ductos de menor diámetro que la entrada del motor.

La restricción

Cada filtro y su carcasa tiene su curva de restricción, de acuerdo a su fabricación y diseño. Aquí podemos ver la curva de restricción (por ejemplo) de un PowerCore PSD08 (primeras líneas de la tabla para Cummins, arriba).

Este filtro empieza con una resistencia de 6 pulgadas en columna de agua (0,08 psi) con un caudal de aire de 180 CFM, y llega a 6 pulgadas a 235 CFM (0,14 psi) cuando es nuevo. La vida útil del filtro

típicamente es hasta 25 pulgadas de resistencia (0,36 psi), aunque esto varia entre motores y diseños. Este gráfico también muestra la capacidad, en gramos, del filtro cuando llega a 25 pulgadas. También muestra (en línea punteada) cuánto sería la diferencia si conectaríamos al escape para ayudar en la extracción de tierra.

PSD AIR CLEANERS FOR CUMMINS ENGINE APPLICATIONS							
Engine Model	Horsepower Range		Engine Size (L)	Engine Size (CID)	Speed (RPM)	Est. Nom. Airflow CFM	Donaldson Air Cleaner

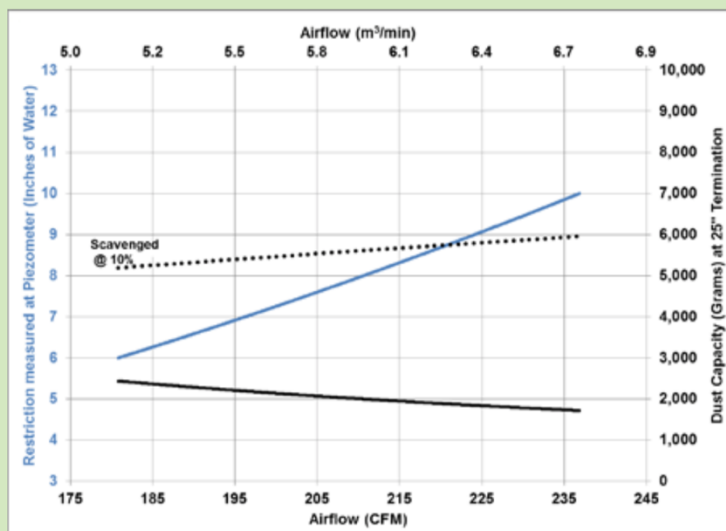
Agriculture, Construction/Industrial Equipment

B3.3	74	85	3.3	201	2600	242	PSD08
B3.3	60	65	3.3	201	2600	136	PSD08

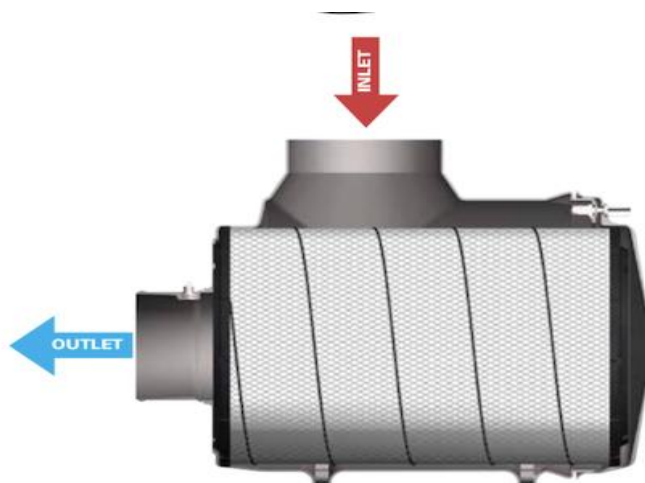
Agriculture, Construction/Industrial Equipment, Oil and Gas

QSB3.3	75	110	3.3	201	2200	237	PSD08
QSB4.5 (Tier 4 Final)	121	173	4.5	275	2200	398	PSD09
QSB6.7 (Tier 4 Final)	146	310	6.7	409	2200	713	PSD10
QSC	205	305	8.3	506	2100	569	PSD10
QSF 2.8 (Tier 4 Final)	49	74	2.8	171	1600	170	PSD08
QSF 3.8 (Tier 4 Final)	74	130	3.8	232	2500	299	PSD09
QSL	250	365	8.9	543	2000	581	PSD10
QSL9 (Tier 4 Final)	250	400	9	549	2200	920	PSD14
QSM	290	400	10.8	659	2000	705	PSD10
QSX11.9	300	500	11.9	726	2200	855	PSD12
QSG12 (Tier 4 Final)	335	513	12	732	1900	1180	PSD14
QSX15 (Tier 4 Final)	450	675	15	912	2100	1553	PSD12 x 2

D080020



Aquí vemos los datos de un filtro más típico para camiones, identificando la carcasa para diferentes flujos de aire.



Initial Airflow Restriction*

Airflow	Air Cleaner Model
MODELS WITH PRIMARY & SAFETY FILTER	
450 cfm @ 5.5" H ₂ O	G110120
650 cfm @ 6" H ₂ O	G130089
800 cfm @ 5.5" H ₂ O	G150049
MODELS WITH PRIMARY FILTER	
625 cfm @ 5.5" H ₂ O	G110119
950 cfm @ 10" H ₂ O	G130079
1325 cfm @ 8" H ₂ O	G150048

*Results generated using laboratory testing pursuant to ISO5011. Actual performance during use may vary depending on multiple factors, including specific product configuration, external conditions and application.

Pueden notar que la carcasa G110120 y G110119 son idénticas, pero por no llevar un filtro de seguridad, el G110119 puede liderar con 175 CFM más que el modelo con filtro de seguridad.

Resumen

Este problema es bastante común en nuestros países donde, por falta de información o piezas originales, o por modificar una carrocería o diseño, se inventan soluciones sin considerar la parte técnica y las necesidades del motor.

Aquí hay muchos talleres que hacen estas modificaciones, algunos se especializan en esto, pero arruinan muchos motores por no considerar el flujo necesario. Notamos un problema similar en cruces de filtros y el uso de filtros que parecen iguales en el [boletín 157](#).

Uno de los problemas con los sistemas de filtración es que pocas personas buscan información técnica. Simplemente hablan con un taller o tienda, sin buscar la información detallada en el internet o con un distribuidor con personal calificado.

Al final, un buen filtro, correctamente dimensionado, dará muchos años de servicio al motor sin problemas de flujo, hollín, potencia, etc.

Widman International SRL contribuye a la capacitación de los ingenieros y usuarios en Bolivia para mejorar su competitividad. Para mayores informaciones prácticas, visite nuestra página Web: <https://www.widman.biz/>

Si usted conoce a otra persona que estuviera interesada en recibir estos boletines, favor responder a info@widman.biz. Si no quiere recibir estos boletines mensualmente, puede escribir a info@widman.biz con “**remover**” en el asunto.

La información de este boletín técnico es de única y completa propiedad de Widman International S.R.L. Su reproducción solo será permitida a través de una solicitud a info@widman.biz no permitiendo que esta altere sus características ni su totalidad.