

Santiago de Cali, 21 de diciembre de 2010

Señores

Quimpac de Colombia

Ingeniero Mauricio Giraldo.

La diferencia en un motor de disposición en V está en la potencia y el torque, porque que el cigüeñal de un motor en V es igual que el de un motor en línea, pero la fuerza sobre ese cigüeñal la hacen desde distintos ángulos, en el de línea siempre sobre el mismo ángulo. con esto los motores en V tienen muy buenos torques sobre todo otra diferencia es el peso, en los motores en V el peso se distribuye más abajo que en los motores en línea, y cuando más bajo este el peso en un grupo electrógeno es más estable en relación a las vibraciones torsionales.

La selección de un grupo electrógeno es primordial que equipos y qué tipo de cargas se conectaran a él. La definición de la capacidad y la selección del proveedor adecuado son primordiales.

Una correcta selección permite resguardar la seguridad de las personas ante una ausencia del fluido eléctrico o quizás rebajar el costo de la energía eléctrica proporcionada por la electrificadora.

Todos los Motores de Combustión contaminan el medio ambiente con sus gases de escape, esta contaminación afecta al planeta y a los seres vivos.

Hoy en día, los combustibles fósiles se utilizan en el 98% de los vehículos en circulación, y será la fuente de energía que permanecerá en los próximos años.

Aunque ya existen otras fuentes de energía más económicas y menos contaminantes como el Hidrógeno, y el GLP (Gas Licuado Propano), hay que ser consciente que aún falta mucho para que se termine el petróleo, se estima que este valioso recurso llamado también "oro negro", se agotará en aproximadamente 50 años y es mentira que se va a dejar de utilizar sin terminarlo por completo, si es la materia prima de las multimillonarias empresas petroleras, además de ser uno de los mercados más extensos.

La contaminación de los motores diésel es peligrosa, la ausencia de normas al respecto o el no cumplimiento de la mismas, hace que los habitantes de las grandes ciudades respiren sustancias nocivas, con alto contenido de gases venenosos.

Se puede afirmar entonces que gran parte de los contaminantes de los gases de escape, inhalados en una fuerte dosis son muy nocivos para la salud. Algunos de ellos provocan enfermedades graves en el sistema respiratorio y en la piel, mientras que otros en ciertas condiciones, pueden provocar la muerte a corto o largo plazo.

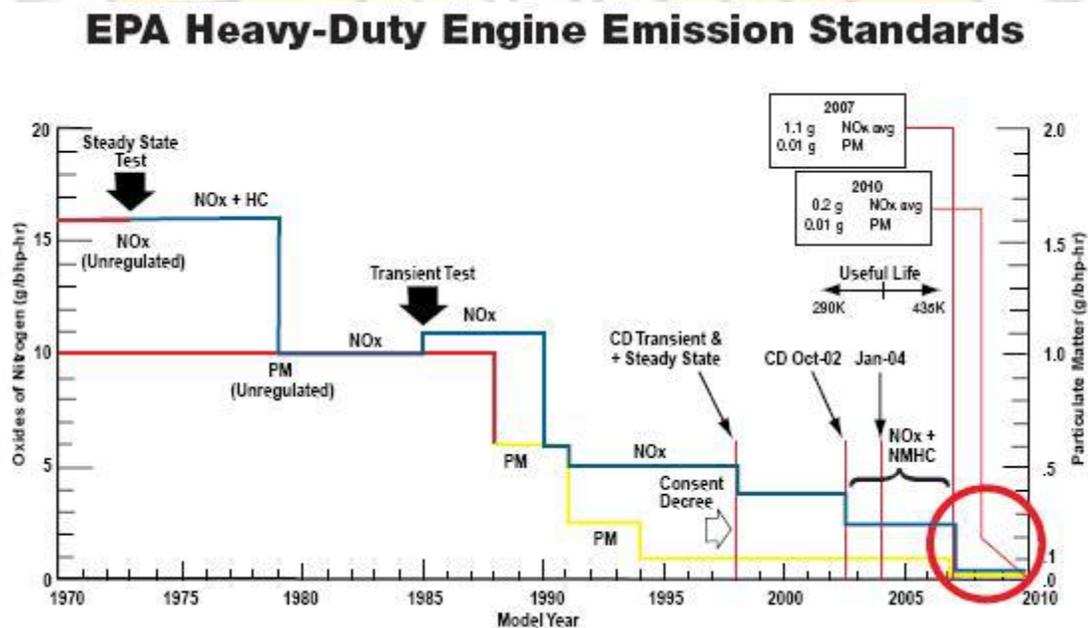
**GILBERTO
PANTOJA**

Grupos Electrógenos

El monóxido de carbono (CO) es un tóxico violento, los hidrocarburos no quemados o evaporados, los óxidos de nitrógeno y los dióxidos de azufre atacan las vías respiratorias. En cuanto a las partículas de carbono, las mismas podrían ser cancerígenas. La contaminación de los motores es proporcional al estado del motor (bueno o malo) y a su tamaño, los motores terrestres de mayor rango son los motores de rango pesado o “Heavy Duty”, por esa razón son motores de gran tamaño, y si están en mal estado pueden ser grandes fuentes de contaminación ambiental. Por tal razón los Motores de Rango Pesado a través de los años han venido mejorando su desempeño con nuevas tecnologías que mejoran sus características de Consumo de Combustible y de Contaminación, además de ser más sencillos de operar, y con intervalos de mantenimiento más prolongados. La causa principal para haber logrado esto es la incorporación de la Electrónica, los sensores y actuadores en los motores que antes eran solamente Mecánicos para crear así, los motores modernos de ahora.

¿Por qué todos los fabricantes americanos diseñan para disminuir la contaminación de sus motores?

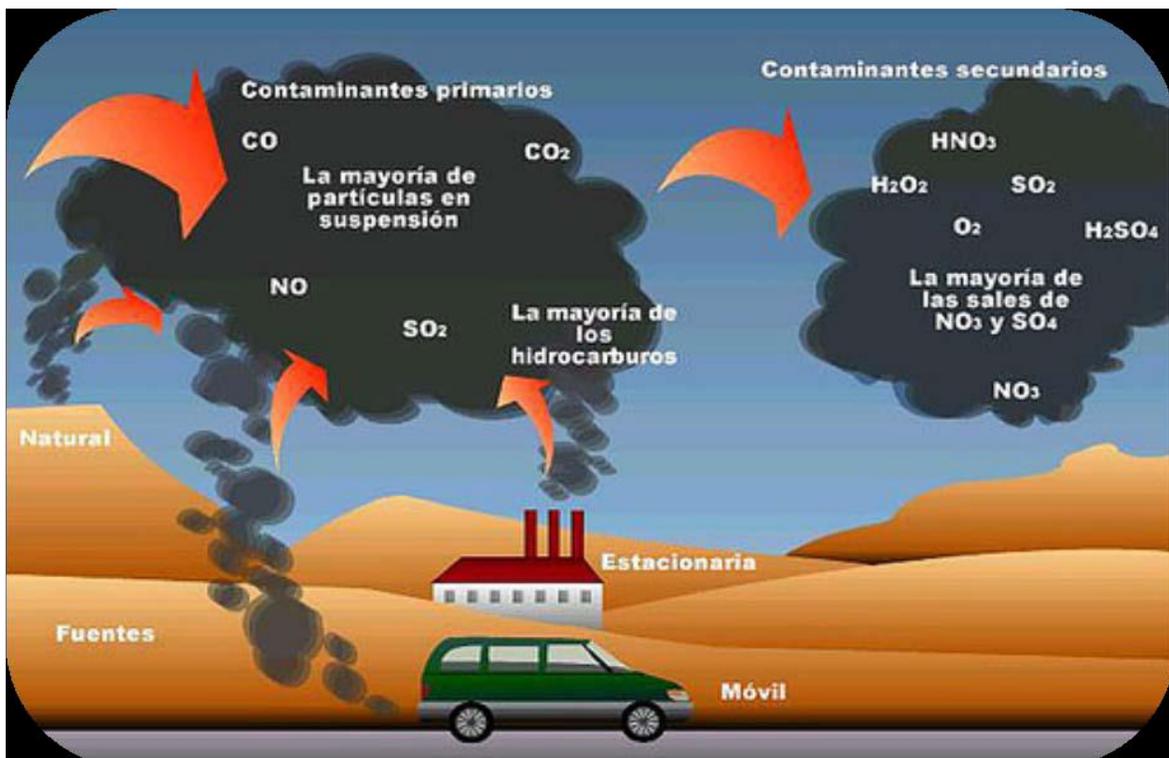
La EPA (Environmental Protection Agency) que es la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos ha regulado los motores diésel de servicio pesado “heavy duty” desde los años 70. Aunque los estándares de las emisiones llegan a ser cada vez más y más difíciles de satisfacer, la industria del motor diésel ha podido siempre continuar mejorando la durabilidad del motor, confiabilidad, funcionamiento, y economía de combustible.



¿Cuáles son los gases que se obtienen de la combustión del diésel?

- Vapor de Agua (Steam of Water) → H₂O
- Dióxido de carbono (carbon dioxide) → CO₂

- Nitrógeno (Nitrogen) → N_2
- Los Hidrocarburos (Hydrocarbons) → HC
- El monóxido de carbono (Carbon Monoxide) → CO.
- Partículas (Particulate Matter) → PM
- Óxidos de Nitrógeno (Oxides of Nitrogen) → NO_x



Las tres primeras emisiones no son consideradas como contaminantes aunque el calentamiento global de la tierra se le atribuye en parte a las emisiones de dióxido de carbono (CO_2).

Las Tecnologías más relevantes que han contribuido con la eficiencia, la economía y la no contaminación tenemos:

- Sistema Inyección Electrónica.
- Tecnologías del 2002 para Cummins, Detroit Diesel, Mack, Mercedes-Benz y Volvo.
 - Recirculación de los Gases de Escape.
 - Turbocargadores de Geometría Variable.

- Reducción del Goteo y Emisiones del Cárter.
- Tecnologías del 2002 para Caterpillar
 - Sistema ACERT
- Tecnologías del 2007 para todos los fabricantes.
 - Filtro de Partículas Diesel.
 - Catalizador de Oxidación Diesel.

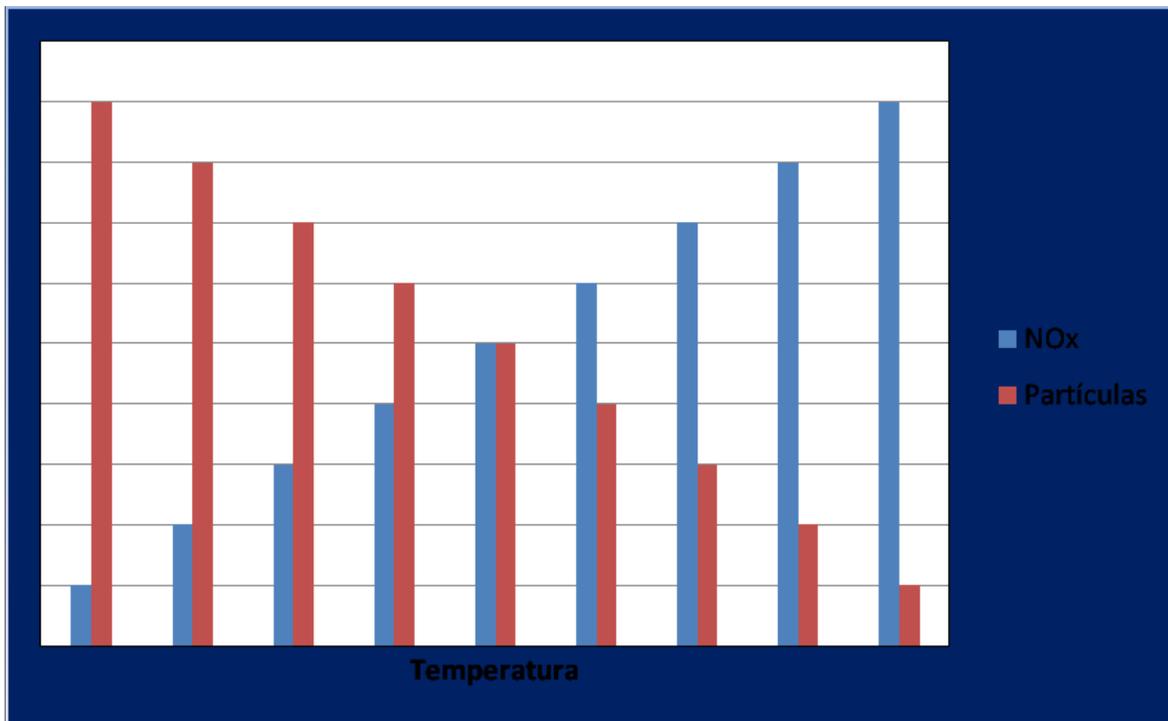
A continuación presento un cuadro de tecnologías utilizadas por cada fabricante de motores de rango pesado.

Feature	Cat C13	Cat C15	Cummins ISM	Cummins ISX
Emissions Technology	ACERT	ACERT	Cooled EGR	Cooled EGR
Displacement	763 cu. in. (12.5L)	928 cu. in. (15.2L)	661 cu. in. (10.8L)	912 cu. in. (14.9L)
Configuration	In-line 6 cylinder	In-line 6 cylinder	In-line 6 cylinder	In-line 6 cylinder
Weight	2270 lbs.	2890 lbs.	2200 lbs.	2840 lbs.
Bore x Stroke	5.12" x 6.18"	5.4" x 6.75"	4.82" x 5.79"	4.59" x 4.68"
Horsepower and Torque Range	335 hp - 1450 lb-ft to 470 hp - 1750 lb-ft	435 hp - 1550 lb-ft to 625 hp - 2050 lb-ft	280 hp - 1150 lb-ft to 425 hp - 1950 lb-ft	385 hp - 1450 lb-ft to 565 hp - 1850 lb-ft
RV and Emergency Vehicle Peak hp and Torque Rating	525 hp - 1650 lb-ft	625 hp - 2050 lb-ft	500 hp - 1950 lb-ft	525 hp - 1650 lb-ft
Peak Torque RPM	1200	1200	1200	1200
Compression/Exhaust Brake	Cat Compression Brake	Cat Compression Brake	Compression brake	Compression brake
Maintenance Intervals	30,000 miles	30,000 miles	25,000 miles	25,000 miles
Sump Capacity	42 quarts (39.7L)	40 quarts (37.9L)	41 quarts (38.8L)	54 quarts (51.1L)
Overhaul	B50 = 1,000,000 miles	B50 = 1,000,000 miles	B50 = 750,000 miles	B50 = 1,000,000 miles
Fuel System Description	MEUI	MEUI	EUI	EUI
Emissions Level	2004 Compliant at 2.5g NOx + HC			

Cummins EGR/VGT.

Recirculación de los Gases de Escape y Turbo cargadores de Geometría Variable, mejor conocida como tecnología EGR/VGT. *Recirculación de los Gases de Escape.* Como todo diseñador diésel se lo dirá, es difícil conseguir estar libre de partículas (humo visible), e igualmente difícil conseguir estar libre de óxidos de nitrógeno, o NOx. Conseguir estar libre de ambos al mismo tiempo es *realmente* difícil. La solución al problema que esto crea es hacer un trueque NOx/partículas. En un motor diésel, las partículas ocurren debido al quemado incompleto del combustible, entonces, elevando la temperatura pico del cilindro ayuda a resolver este problema. Por otra parte, las emisiones de NOx ocurren debido a la alta temperatura del cilindro. La solución a los NOx sería bajar la temperatura del cilindro, pero combatir el NOx tiende a elevar las partículas. Adelantar la inyección de combustible crea

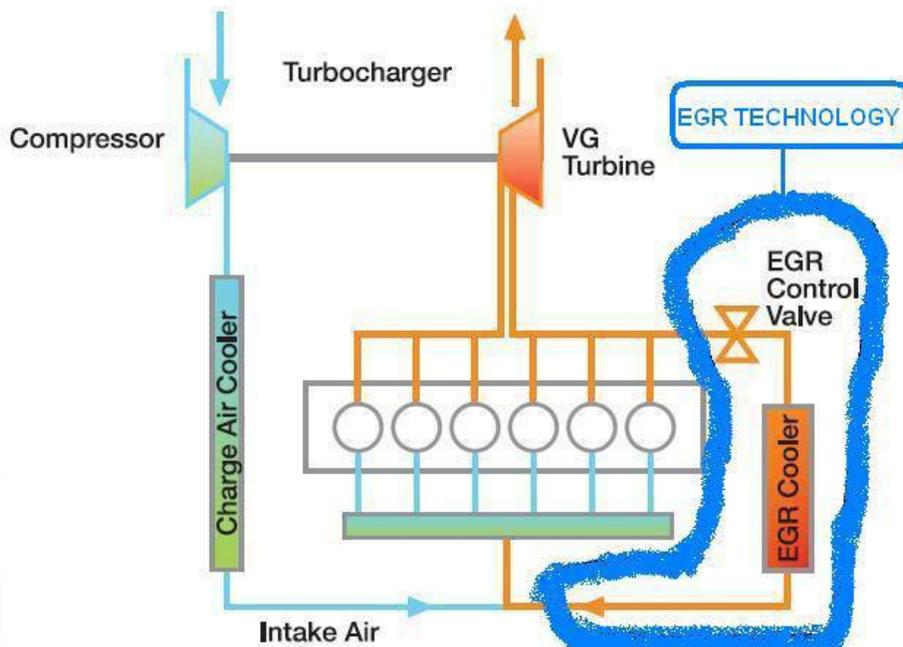
temperaturas más altas y quema las partículas, mientras que retrasar la inyección de combustible reduce las temperaturas y el NOx, pero tiende a hacer más partículas, por tal razón es necesario crear el trueque.



En el gráfico anterior vemos como las Partículas (humo negro) que están en color rojo disminuyen al incrementar la temperatura, pero al mismo tiempo los óxidos de nitrógeno NOx se incrementan.

Una tecnología exitosa para conseguir estar libre de NOx es la recirculación del gas de escape (EGR – Exhaust Gas Recirculation). Cuando un motor usa EGR, algunos de sus gases de escape son forzados de vuelta hacia la admisión con el aire fresco que está absorbiendo el motor.

Cooled-EGR Schematic



El propósito de EGR es bajar la temperatura pico de la flama dentro de la cámara de combustión. EGR trabaja con el siguiente objetivo.

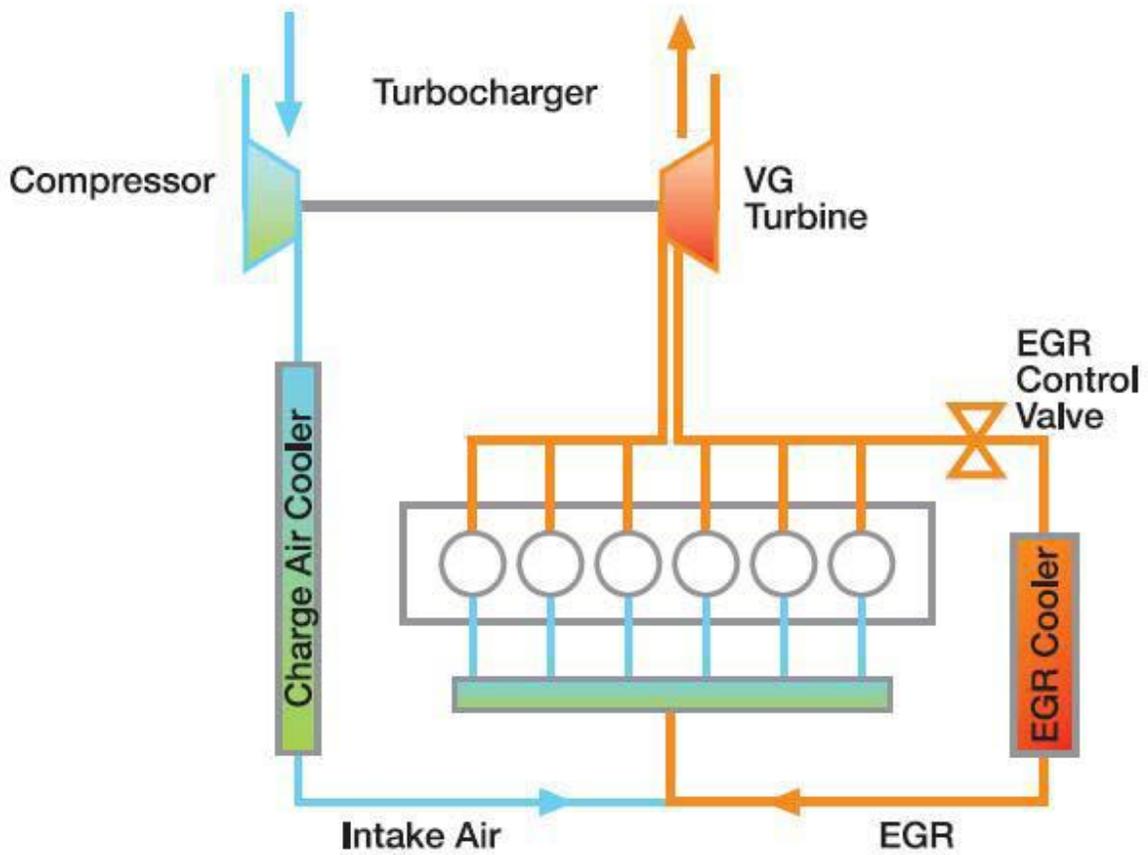
Forzar algo de escape de vuelta dentro del cilindro por lo que se reduce ligeramente la concentración de oxígeno. Eso retarda la combustión un poco, haciendo las cosas un poco más frías. Pero, los gases de escape tienen otra cualidad y es que toma una gran cantidad de energía calentarlos.

Así que si usted agrega a un poco de escape, la temperatura pico del cilindro cae bastante, incluso si usted quema la misma cantidad de combustible. Eso aniquila al NOx.

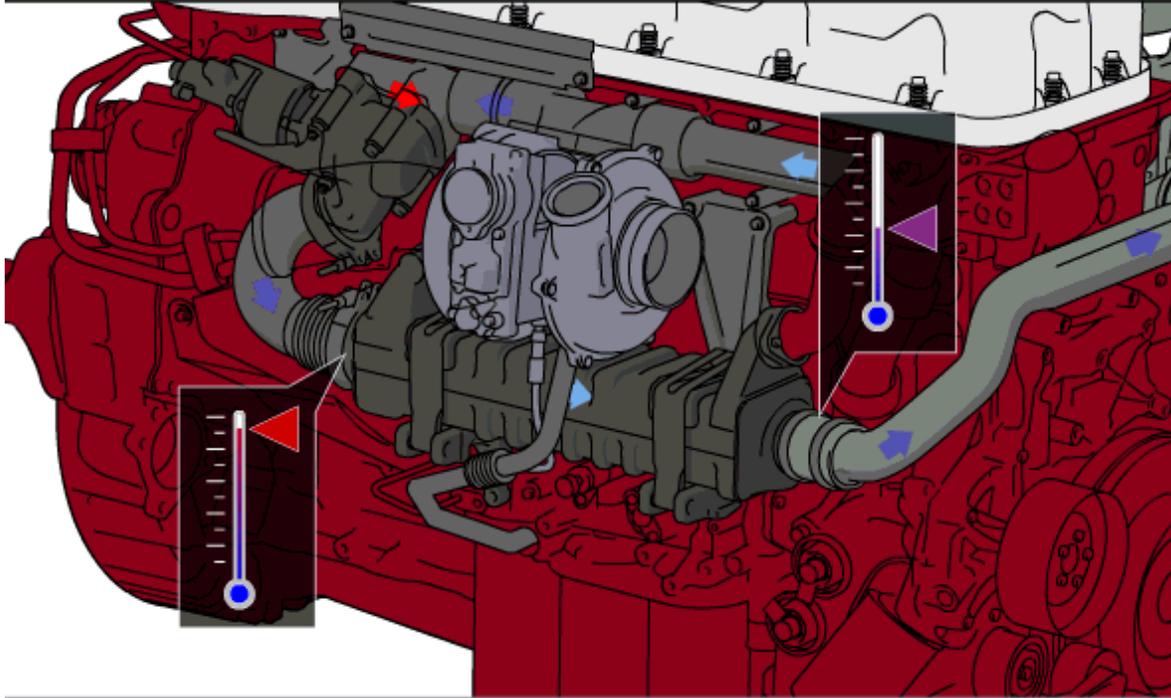
EGR trabaja bien en vehículos propulsados por gas porque el combustible y el aire se mezclan bien dentro del cilindro, lo cual deja pocas partículas, pero en los motores a diesel, el combustible tiene problemas para encontrar suficiente aire cuando choca primero contra el cilindro, y esto crea partículas. La concentración reducida de oxígeno producida por EGR hace incluso peor el problema de las partículas. Así que es mejor minimizar la cantidad de EGR necesaria. Esto condujo a los ingenieros en la mayoría de fabricantes de motores a diesel para camiones, a probar algo no hecho en los motores: enfriar el gas de escape antes de ponerlo de vuelta dentro del cilindro.

El escape sale del turbo a temperaturas de 538°C o más. Pero, si el escape que se recirculará está más frío, esto reduciría las temperaturas pico incluso más y minimizaría la cantidad necesaria de escape recirculado.

Cooled-EGR Schematic



Exhaust Gas Recirculation



Un turbo eficiente genera presión (aire fresco que entra al motor comprimido por el turbo) en el múltiple de admisión que está muy por arriba de la presión en el múltiple de escape. El escape necesita ser forzado dentro del múltiple de admisión altamente presurizado. La respuesta para usuarios de EGR probó ser una tecnología llamada Turbocargador de Geometría Variable (VGT – Variable Geometry Turbocharger).

Un turbo eficiente genera presión (aire fresco que entra al motor comprimido por el turbo) en el múltiple de admisión que está muy por arriba de la presión en el múltiple de escape. El escape necesita ser forzado dentro del múltiple de admisión altamente presurizado. La respuesta para usuarios de EGR probó ser una tecnología llamada Turbocargador de Geometría Variable (VGT – Variable Geometry Turbocharger).

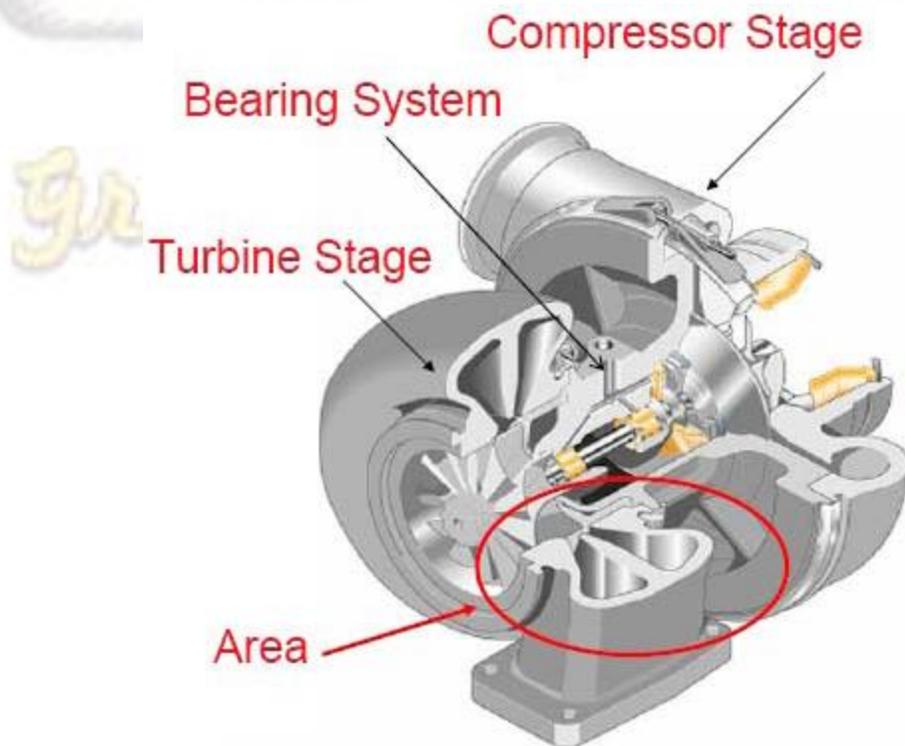
Según la geometría existen dos tipos de turbos.

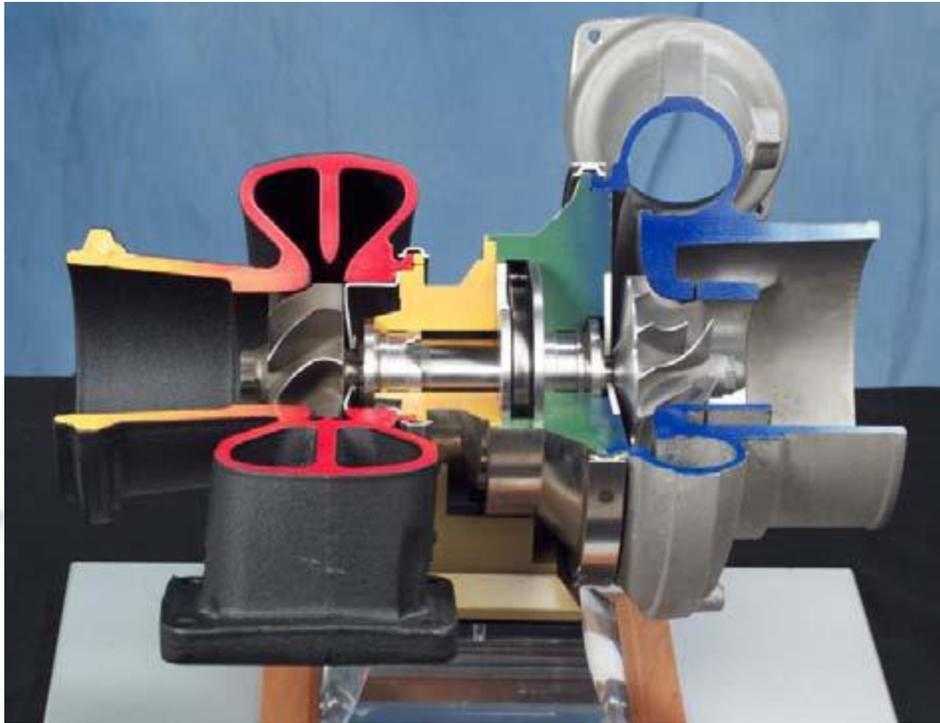
a) Turbos de Geometría Fija.

b) Turbos de Geometría Variable (VGT).

Turbos de Geometría Fija.

A una velocidad del motor dada, la velocidad de turbo puede ser cambiada solamente cambiando la tasa de combustible inyectado al motor. Es decir a una tasa de inyección de combustible fija, la presión del turbo también está fijada. Si se inyecta más combustible, más poderosa será la explosión de la combustión del cilindro y con más presión saldrán los gases del escape, si aumenta la presión aumenta la velocidad de la turbina del turbo y aumenta la presión del aire comprimido.





PANTOJA

Sistema ACERT Utilizado por Caterpillar, Caterpillar es el único fabricante que no utiliza EGR/VGT.

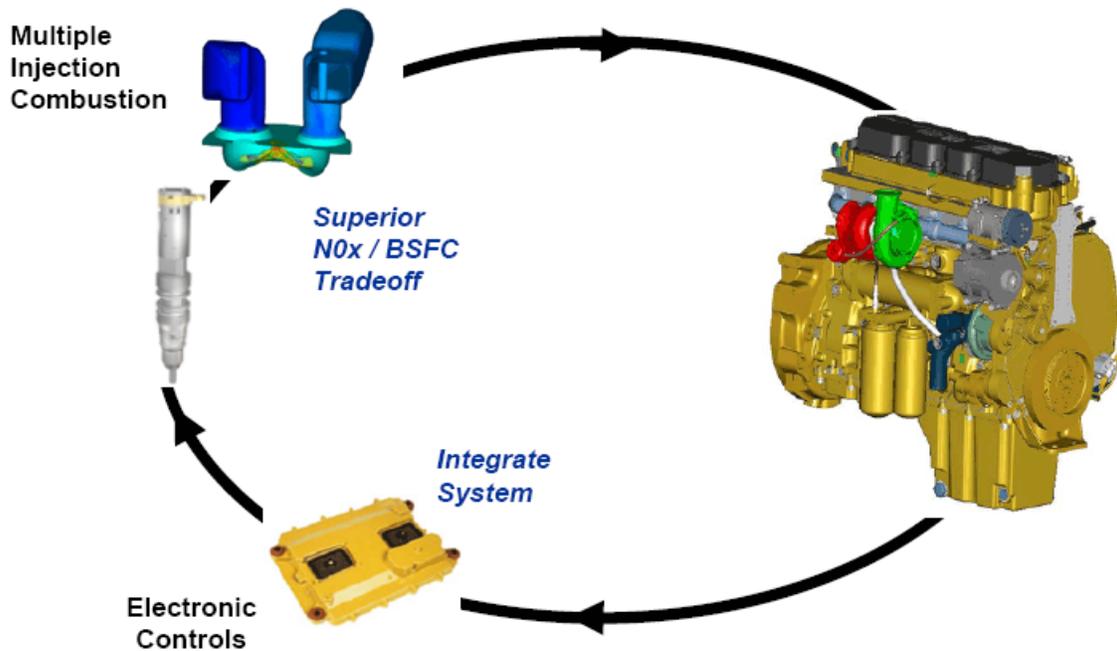
Para empezar ACERT significa:

- A Advance
- C Combustion
- E Emissions
- R Reduction
- T Technology

Grupos Electrónicos

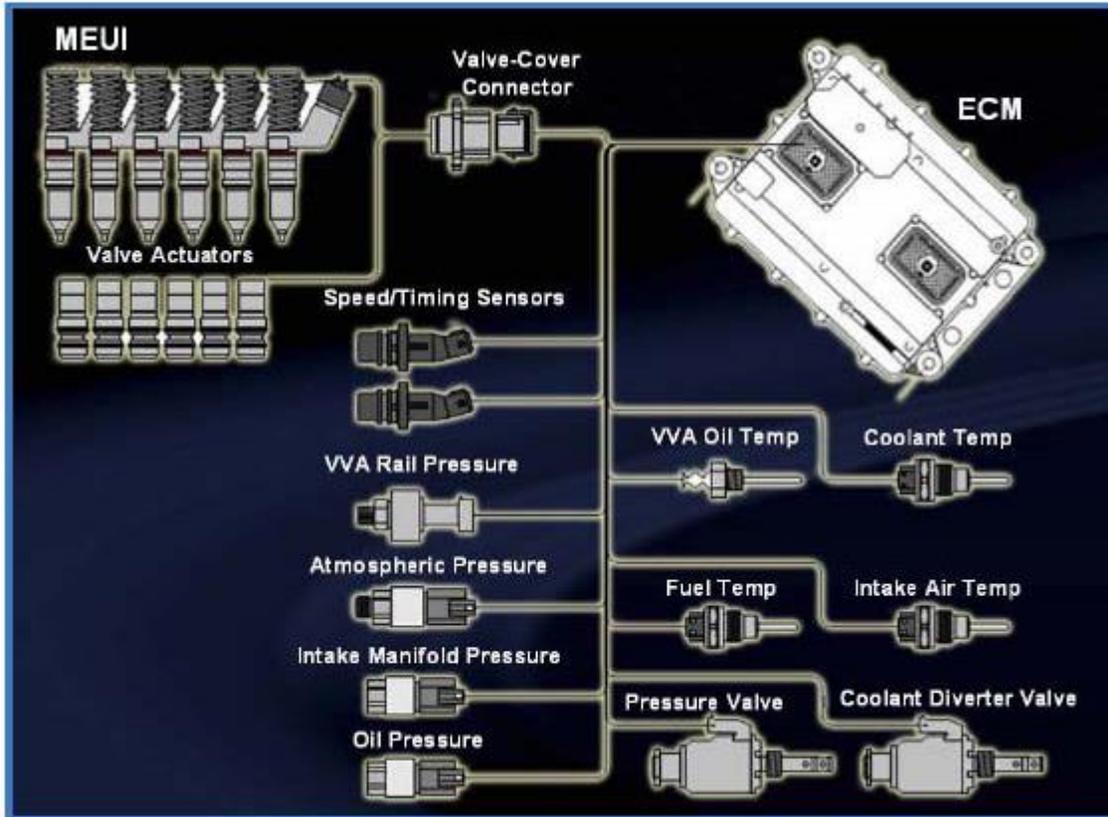
Que es: Tecnología Avanzada para Reducción de Emisiones de la Combustión.

Componentes del sistema ACERT: Turbo, ECM, Inyectores. Los motores con tecnología ACERT no usan VGT, por tanto usan dos turbos en serie donde uno actúa a altas RPM y el otro a bajas RPM, en cambio el sistema VGT usa un solo turbo y actúa a baja, media y altas RPM del motor. El objetivo de ACERT es lograr un Control preciso del ciclo de combustión utilizando los sistemas de suministro del combustible, manejo del aire y los sistemas electrónicos del motor. ACERT maneja la combustión utilizando una combinación de manejo del aire, inyección múltiple, y puesta a punto cuidadoso para bajar la formación de NOx.



El manejo de aire lo logran con los dos turbos en serie, la inyección múltiple y la puesta en punto de la inyección se logra con los inyectores y el Módulo de Control Electrónico. La inyección múltiple consiste en hacer pequeñas inyecciones de diésel mientras el pistón va subiendo en su tiempo de compresión, estas inyecciones aumentan la temperatura del motor y precalientan la cámara de combustión para cuando llega la verdadera inyección que comenzará la carrera de combustión del pistón, esto provoca un quemado casi completo del diésel y elimina las partículas a la vez que mantiene la temperatura apropiada para controlar los NOx. Pero, esto provoca un mayor consumo de combustible, debido a la múltiple inyección, en cambio EGR/VGT no provoca mayor consumo debido a que usan los gases de escape para controlar la temperatura del cilindro.

Diagrama de componentes del sistema ACERT



Inyectores que utiliza ACERT para la Múltiple Inyección

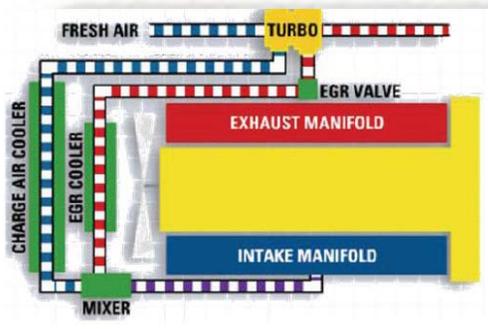
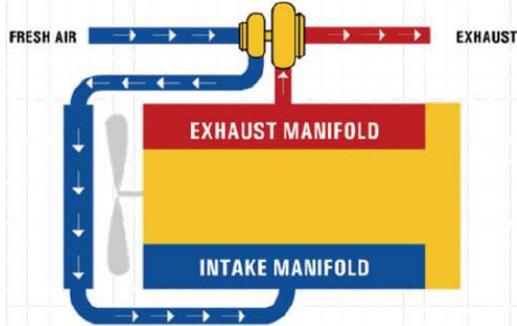
MEUI – Mechanic Electronic Unit Inyector Unidad Inyector Mecánico Electrónico

HEUI – Hydraulic Electronic Unit Inyector Unidad Inyector Hidráulico Electrónico

Ambos inyectores provocan la múltiple inyección y son controlados por el ECM, pero la diferencia entre estos inyectores radica en el hecho que el inyector mecánico actúa con la ayuda del eje de levas y el hidráulico actúa con la ayuda de una presión hidráulica proveniente de una bomba. En el inyector mecánico el ECM no se tiene control del eje de levas, pero en el inyector hidráulico el ECM controla la apertura de una electroválvula hidráulica que manda un pulso de presión al inyector la cual reemplaza la función del eje de levas y hace que el ECM tenga aún más control en los tiempos de la Inyección. Capacidad de los Inyectores.

- Múltiple Inyección
- Variación del tiempo de inyección y la cantidad de Combustible.

BREVE COMPARACIÓN



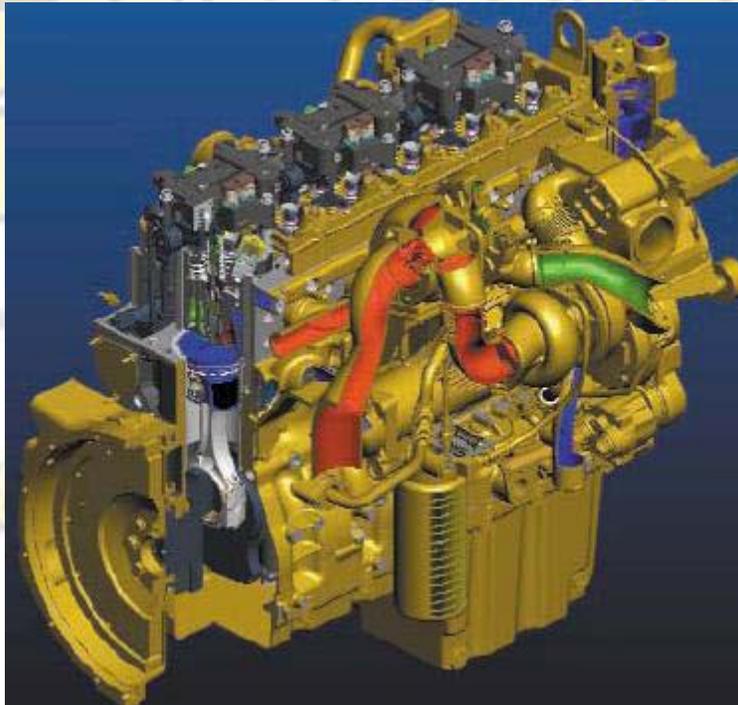
C-15



EGR/VGT

ACERT (Recuerde son 2 Turbos)

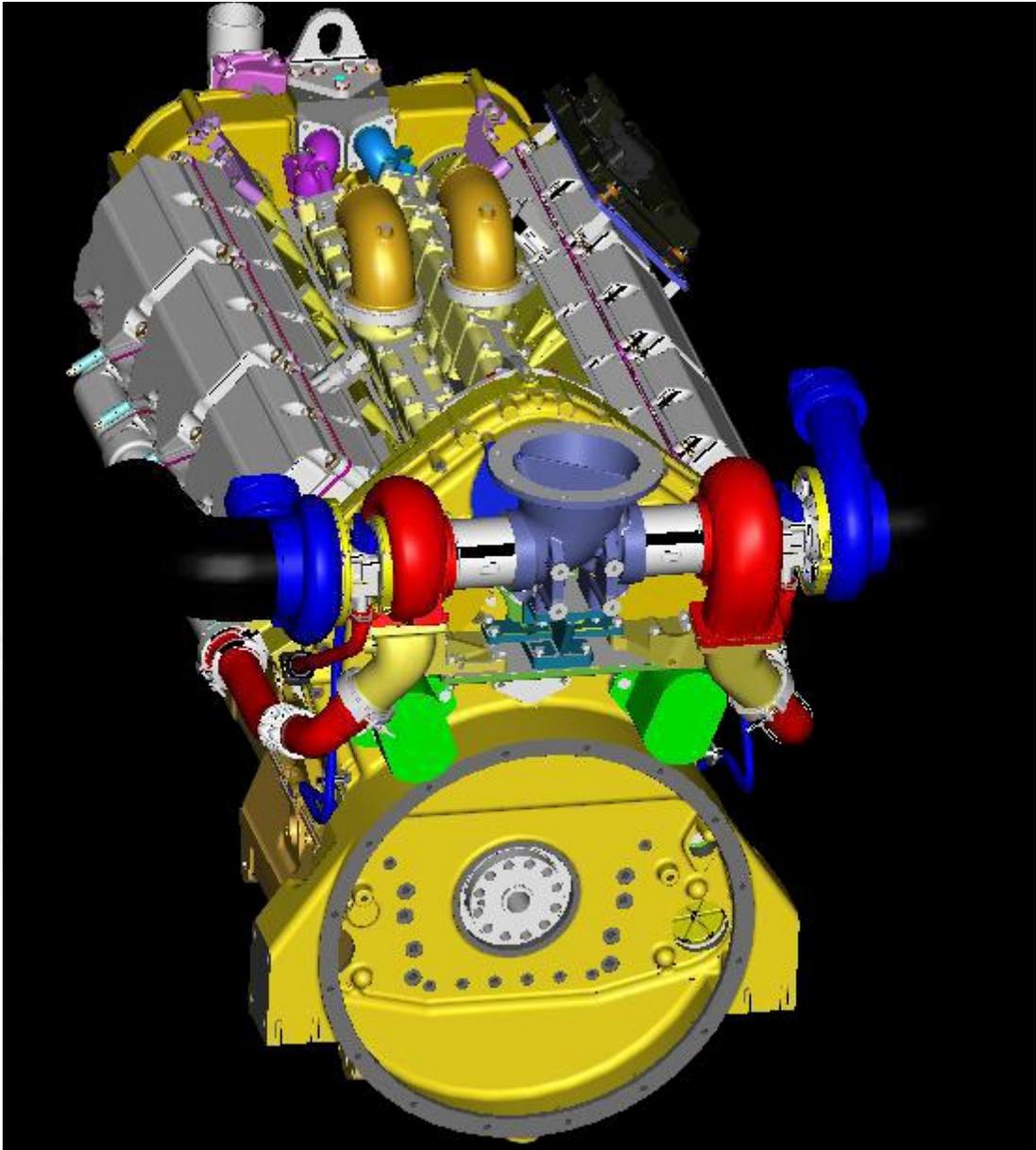
Nota: Los motores mostrados son Caterpillar C15 y Cummins ISX



C32 ACERT



Grupos Electrógenos



Diseño estratégico del C27

Aumento del desplazamiento de C27

RELACIÓN DEL CONSUMO DE COMBUSTIBLE.

La importancia de conocer la calidad del combustible diésel, para determinar su consumo. Para un diésel de poder calórico de 13.000 btu/lb (**7.222 Kcal/Kg**) tenemos que se utilizarán 3,6380 galones americanos (13.77litros) de diésel para producir 100 Kw/h

Demostración:

Para producir:

1 Kwh . 3412,14 btu

1 Kwh. 859,84 kcal

Para 200 Kwh. de producción:

200kw x 859,84 kcal = **171968** kcal

200kw x 3412,14 btu = 628428 btu

Cantidad de diésel para 200 kw?

171968 kcal x (1/ **7222,22** kcal/kg) = 23,81 kg de diesel

DENSIDAD DEL DIÉSEL 864.5 KG/M3

864,5kg1 M3

23,81kg ¿? M3 $23.81/864,5 = 0,02754$ M3 = 27,54 litros

27,54 LITROS PARA PRODUCIR 200 KWH.

O sea 0,1377 LITROS/KW

UN GALON USA = 3,785 LITROS

= 13,77 LITROS/100 KWH

3,6380 GAL/100 KWH con diésel de baja calidad....

Para un diésel de poder calórico de 10.000 Kcal/kg se requerirán **2,7592 gal diésel** para producir 100 kWh. (se consume menos combustible que con el de mala calidad...)

Estos valores son teóricos y servirán para comparar el consumo real del diésel para esa misma cantidad de energía (100 kWh), ya que estamos suponiendo una eficiencia de motor del 100%. Entonces, se deberá multiplicar por la eficiencia del alternador y del motor diésel para determinar de manera más aproximada el consumo.

Por lo indicado arriba, es muy importante conocer la calidad o el real poder calórico de ese diésel. **NO DEBE EXTRAERSE EL PODER CALORICO DE TABLAS....**

Se puede mejorar la producción de energía centrifugando el diésel para mejorar su calidad.

Gilberto Pantoja.

NIT 16796470-2

M.P 19889

**GILBERTO
PANTOJA**

Grupos Electrógenos