



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AUTOMOTRIZ

TEMA: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DEL MOTOR HINO AK DEL PARQUE AUTOMOTOR DE LA COMPAÑÍA DE TRANSPORTE DE TURISMO COTULLARI. S.A. MEDIANTE EL ALGORITMO PARA LA MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LOS HUMOS DE ESCAPE

AUTOR: EDWIN JAVIER MURILLO CHILIG
DANILO PATRICIO BALAREZO SORIA

DIRECTOR: ING. LEÓNIDAS QUIROZ

LATACUNGA 2017

Planteamiento del problema

- Niveles de opacidad generados por las unidades serie HINO AK de la COMPAÑÍA DE TRANSPORTE DE TURISMO COTULLARI. S.A
- Los mantenimientos que repercuten en el sistema de Alimentación CRDI.
- Las RTV particularmente en niveles de opacidad
- Causas que la generan.
- El transporte de turismo realiza dos revisiones técnicas anuales lo que representa una alta inversión económica y administrativa del cumplimiento de las certificaciones.

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: MARCO APELLIDO: SEGOVIA IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA1063 MODELO: 2012 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSCXX10599 DIAM. EXHOSTO: 70.86	
PRUEBA ENSAYO: 27.57 %	PRUEBA 1: 28.52 %	PRUEBA 2: 27.79 %	PRUEBA 3: 27.56 %
OPACIDAD: 27.96 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 12:59:44		
DISPOSITIVO DE MEDICION 8181 RPM RALENTI 604 RPM RPM GOBERNADA 3373 RPM TEMPERATURA DE OPACIDAD 0 °		NORMA OPACIDAD LIMITE: 0.00 %	
MOTIVO: Indicacion de mal funcionamiento del motor - Variaciones superiores a 5% o desviacion del cero mayor a 2%		RESULTADO: RECHAZADA	

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: MARCO APELLIDO: SEGOVIA IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA1063 MODELO: 2012 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSCXX10599 DIAM. EXHOSTO: 70.86	
PRUEBA ENSAYO: 3.53 %	PRUEBA 1: 6.21 %	PRUEBA 2: 2.92 %	PRUEBA 3: 8.09 %
OPACIDAD: 5.74 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 10:58:51		
DISPOSITIVO DE MEDICION 8181 RPM RALENTI 560 RPM RPM GOBERNADA 2758 RPM TEMPERATURA DE OPACIDAD 0 °		NORMA OPACIDAD LIMITE: 0.00 %	
MOTIVO: Indicacion de mal funcionamiento del motor - Variaciones superiores a 5% o desviacion del cero mayor a 2%		RESULTADO: RECHAZADA	

Medición Opacidad

ESPE

LATACUNGA

Tel: 0000000

Email: _____

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: MARCO
APELLIDO: SEGOVIA
IDENTIFICACION: COTULLARI

DATOS DEL VEHICULO

PLACA: XAA1063 MODELO: 2012
MARCA: HINO LINEA: AK
NUMERO DE MOTOR:
VIN: JHDAK8JRSCXX10599 DIAM. EXHOSTO: 70.86

PRUEBA ENSAYO: 27.57 %
PRUEBA 1: 28.52 %
PRUEBA 2: 27.79 %
PRUEBA 3: 27.56 %
OPACIDAD: 27.96 %

DISPOSITIVO DE MEDICION 8181
RPM RALENTI 604 RPM
RPM GOBERNADA 3373 RPM
TEMPERATURA DE OPACIDAD 0 °

NORMA

OPACIDAD LIMITE: 0.00 %

MOTIVO:

Indicacion de mal funcionamiento del motor - Variaciones superiores a 5% o desviacion del cero mayor a 2%

RESULTADO: RECHAZADA

OPERARIO RESPONSABLE: _____

QUIROZ

ESPE

LATACUNGA

Tel: 0000000

Email: _____

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: MARCO
APELLIDO: SEGOVIA
IDENTIFICACION: COTULLARI

DATOS DEL VEHICULO

PLACA: XAA1063 MODELO: 2012
MARCA: HINO LINEA: AK
NUMERO DE MOTOR:
VIN: JHDAK8JRSCXX10599 DIAM. EXHOSTO: 70.86

PRUEBA ENSAYO: 6.55 %
PRUEBA 1: 6.10 %
PRUEBA 2: 6.52 %
PRUEBA 3: 6.23 %
OPACIDAD: 6.28 %

DISPOSITIVO DE MEDICION 8181
RPM RALENTI 554 RPM
RPM GOBERNADA 3071 RPM
TEMPERATURA DE OPACIDAD 0 °

NORMA

OPACIDAD LIMITE: 28.00 %

MOTIVO:

FECHA Y HORA DE LA PRUEBA
7/11/2016 11:04:17

RESULTADO: APROBADA

OPERARIO RESPONSABLE: _____

QUIROZ

Objetivo General

Analizar la influencia del mantenimiento del sistema de alimentación del motor HINO AK del parque automotor de la compañía de transporte de turismo COTULLARI. S.A. mediante el algoritmo para la medición y cuantificación de los humos de escape



Objetivos específicos

Establecer un protocolo de pruebas para la medición y cuantificación de los humos de escape para vehículos diesel de trabajo pesado.

Implementar un software para la medición de opacidad al analizador de gases CARTEK de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE LATACUNGA, perteneciente al Laboratorio De Mecánica De Patio

Objetivos específicos

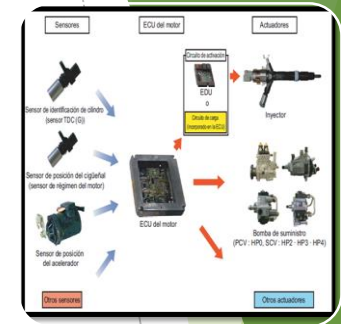
Determinar la influencia del estado de mantenimiento y/o la manipulación de motor y el sistema de combustible con relación a los parámetros que afectan a humo de escape del motor HINO AK realizando mediciones de los niveles de opacidad de los autobuses compañía de transporte de turismo COTULLARI. S.A. en condiciones normales de funcionamiento y mediante fallos generados en el sistema inyección de riel común para relacionarlos con los PIDs

Aplicar el algoritmo para la cuantificación de los humos de escape a partir de la medición de los niveles de opacidad mediante el cumplimiento de criterios de validación, en ciclos de prueba de tres, complemento de aceleración con una distorsión mínima para tabular los datos obtenidos, para generar un registro de las variaciones en los niveles de opacidad de acuerdo al elemento del sistema de combustible que genere un mal funcionamiento.

Objetivos específicos

Determinar un factor de corrección para el escape mediante un software en relación a la longitud efectiva del camino óptico que es una función del diseño de tubo de escape.

METAS



Establecer el protocolo de pruebas para la medición y cuantificación de los humos de escape para vehículos diesel de trabajo pesado.

Implementar un software para la medición de opacidad al analizador de gases CARTEK de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE LATACUNGA, perteneciente al Laboratorio De Mecánica De Patio.

Determinar como la manipulación del sistema de alimentación combustible y los parámetros de gestión electrónica afectan e inciden en los humos de escape del motor HINO AK y relacionarlos con los PIDs.

MOTOR HINO AK

Los nuevo chasis de buses HINO AK, diferenciados por un motor EURO 3, cuya calidad asegura una excelencia en trasporte de pasajeros.



SISTEMA DE ALIMENTACION



NORMAS AMBIENTALES

COMMON RAIL

Sistema de alimentación diesel comun rail y componentes

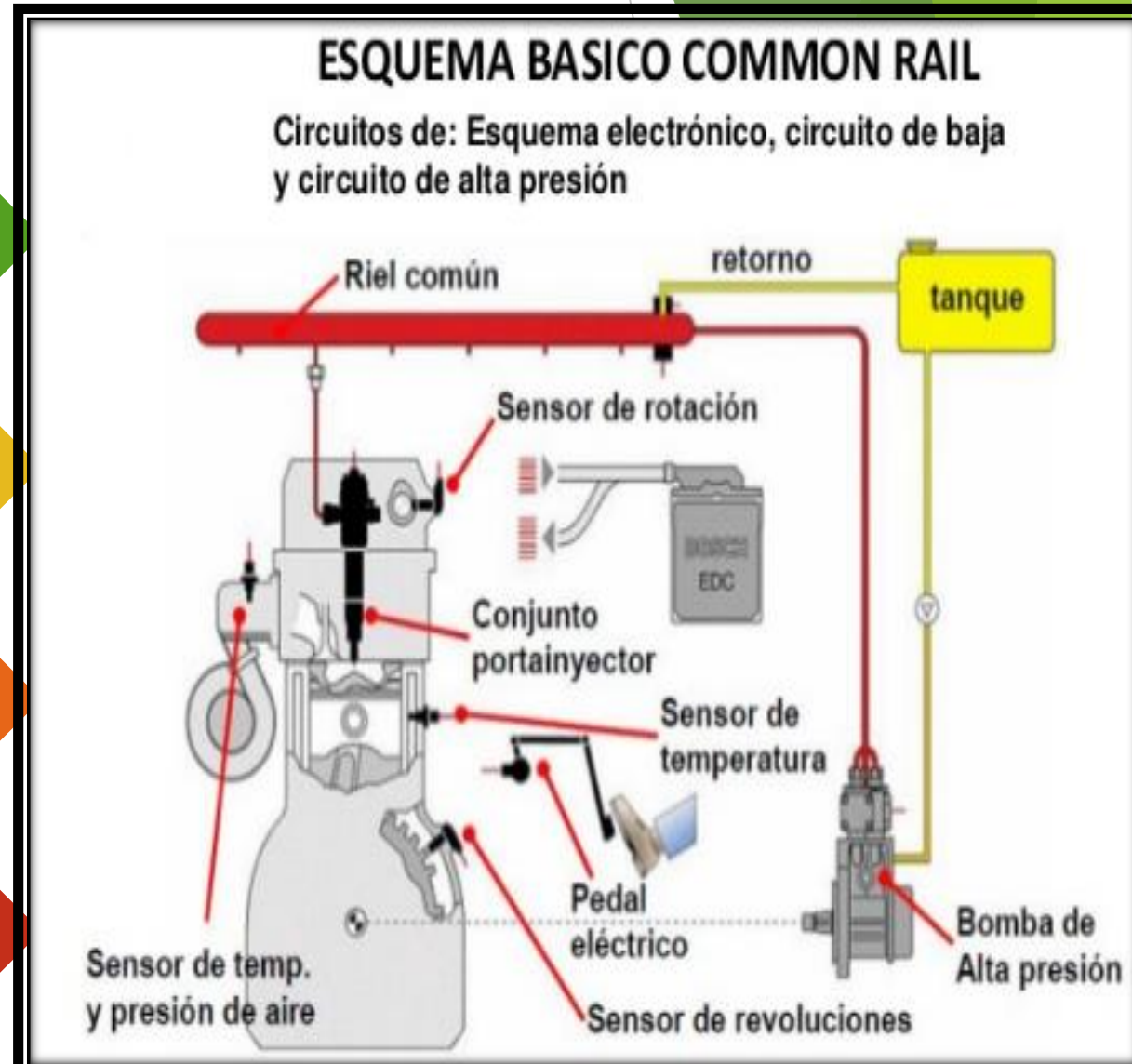
El sistema de inyección Riel común ha sido diseñado para obtener:

Reducir el ruido.

Reducir las emisiones contaminantes.

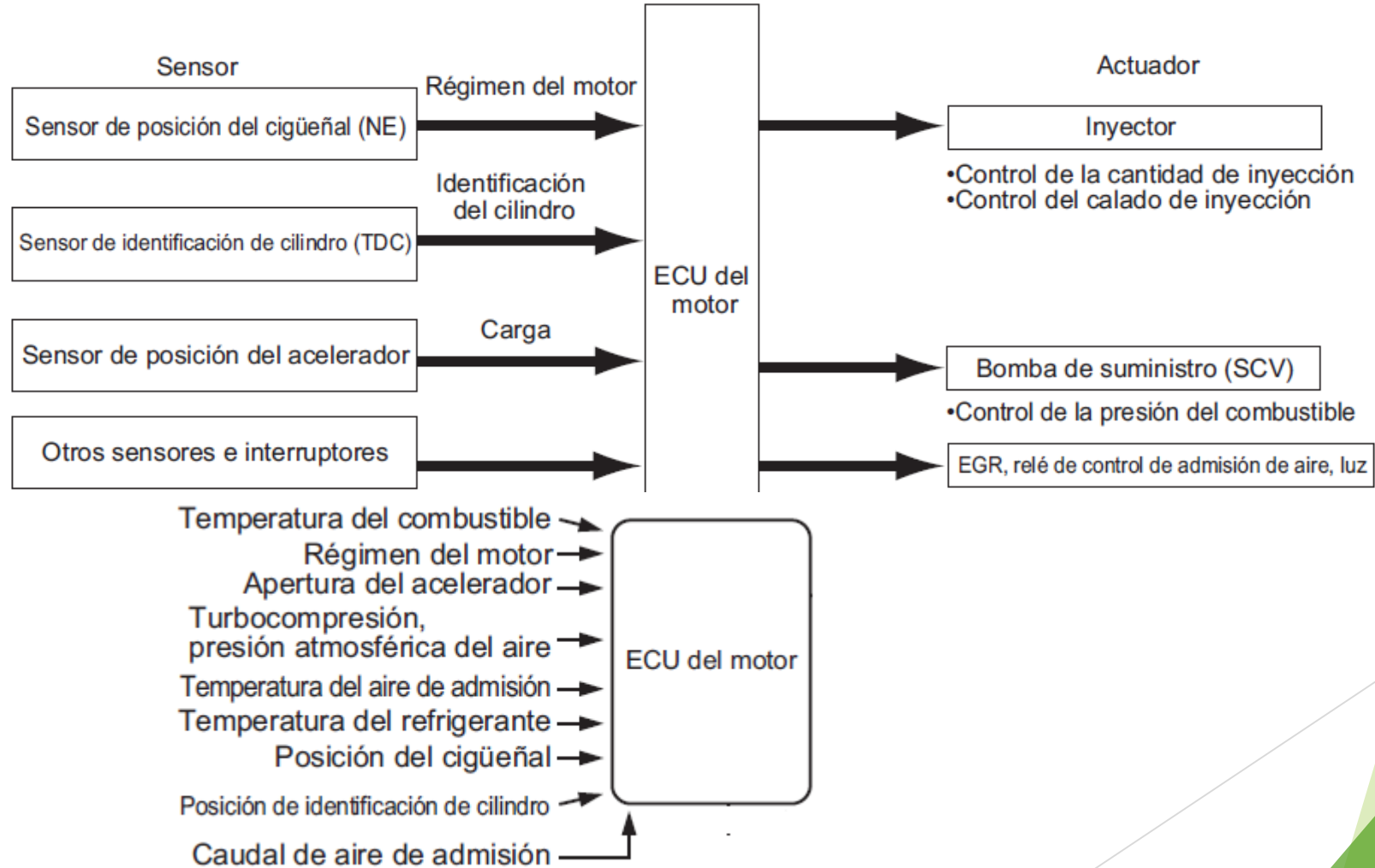
Reducir consumo de combustible.

Aumento de las prestaciones.



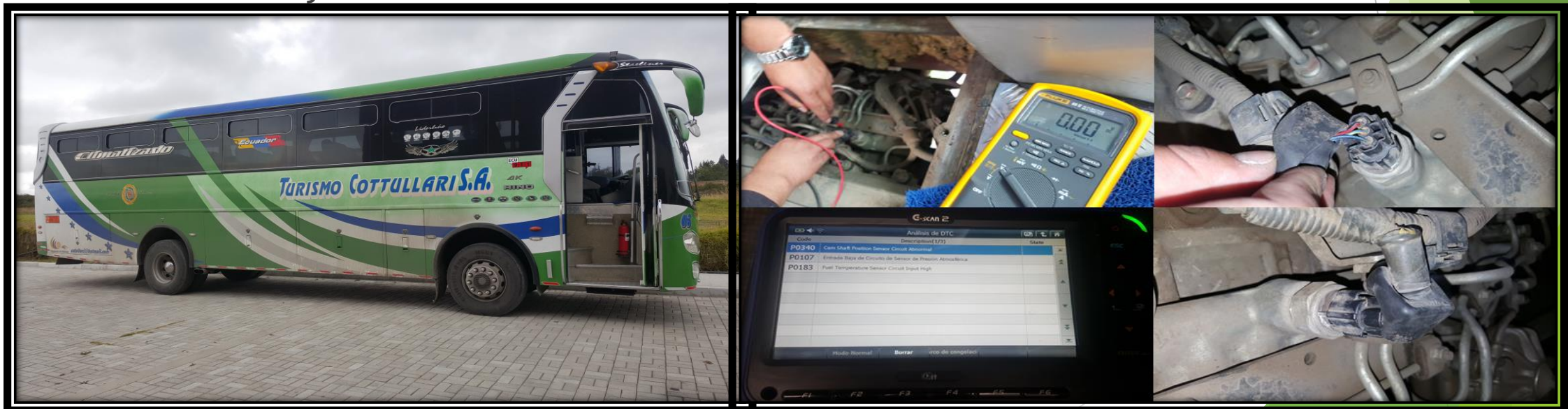
Componentes del sistema

- El sistema consta principalmente de una bomba de suministro, sensores, la rampa, los inyectores y la ECU del motor.



Influencia del mantenimiento los motores de los vehículos de la compañía.

- ▶ Revisión del sistema de alimentación:
- ▶ Verificó la parte mecánica - gestión electrónica fallos que afectarían al sistema.
- ▶ De la verificación inicial:
- ▶ Bornes de los conectores de los sensores corroídos, sulfatados, rotos, etc. debido a diferentes causas.
- ▶ Valores de voltaje - resistencia.



Implementación del Software de opacidad al analizador de gases marca CARTEK de la universidad de las fuerzas armadas

Se implementó un software para la medición y cuantificación de los niveles opacidad para vehículos diesel de trabajo pesado en el analizador de gases CARTEK del laboratorio de Mecánica de Patio de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE LATACUNGA.

Analizador de gases de la universidad de las fuerzas armadas ESPE

OPACIMETRO



SOFTWARE



Mantenimiento de la compañía

- ▶ Mediante el análisis y la cuantificación de los humos de escape de los motores HINO AK se determino los parámetros óptimos de funcionamiento, con la finalidad de que las unidades de la compañía trabajen en los valores que permisibles de acuerdo a RVT relacionados con opacidad

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: JOSE APELLIDO: LLUGCHA IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA1784 MODELO: 2015 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSFX12934 DIAM. EXHOSTO: 90.68	
PRUEBA ENSAYO: 9.18 %	DISPOSITIVO DE MEDICION 8181	RPM RALENTI 564 RPM	RPM GOBERNADA 3059 RPM
PRUEBA 1: 9.32 %	TEMPERATURA DE OPACIDAD: 0 °	NORMA	
PRUEBA 2: 9.15 %	OPACIDAD LIMITE: 28.00 %	MOTIVO:	
PRUEBA 3: 9.17 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 12:31:27		
OPACIDAD: 9.21 %	RESULTADO: APROBADA		

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: JAIME APELLIDO: JIMENEZ IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA1251 MODELO: 2012 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSCTX10477 DIAM. EXHOSTO: 90.68	
PRUEBA ENSAYO: 9.51 %	DISPOSITIVO DE MEDICION 8181	RPM RALENTI 696 RPM	RPM GOBERNADA 3077 RPM
PRUEBA 1: 9.39 %	TEMPERATURA DE OPACIDAD: 0 °	NORMA	
PRUEBA 2: 9.26 %	OPACIDAD LIMITE: 28.00 %	MOTIVO:	
PRUEBA 3: 9.36 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 12:11:49		
OPACIDAD: 9.34 %	RESULTADO: APROBADA		

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: MARCO APELLIDO: SEGOVIA IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA1446 MODELO: 2015 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSFX12660 DIAM. EXHOSTO: 90.68	
PRUEBA ENSAYO: 8.55 %	DISPOSITIVO DE MEDICION 8181	RPM RALENTI 556 RPM	RPM GOBERNADA 3049 RPM
PRUEBA 1: 8.60 %	TEMPERATURA DE OPACIDAD: 0 °	NORMA	
PRUEBA 2: 8.72 %	OPACIDAD LIMITE: 28.00 %	MOTIVO:	
PRUEBA 3: 8.91 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 11:50:19		
OPACIDAD: 8.74 %	RESULTADO: APROBADA		

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: FERNANDO APELLIDO: VELASTEGUI IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA2134 MODELO: 2016 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSGX13662 DIAM. EXHOSTO: 90.68	
PRUEBA ENSAYO: 5.98 %	DISPOSITIVO DE MEDICION 8181	RPM RALENTI 562 RPM	RPM GOBERNADA 3066 RPM
PRUEBA 1: 6.03 %	TEMPERATURA DE OPACIDAD: 0 °	NORMA	
PRUEBA 2: 6.09 %	OPACIDAD LIMITE: 28.00 %	MOTIVO:	
PRUEBA 3: 6.25 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 11:24:13		
OPACIDAD: 6.12 %	RESULTADO: APROBADA		

ESPE LATACUNGA Tel: 0000000		Email:	
DATOS DEL CLIENTE NOMBRE: MARCO APELLIDO: SEGOVIA IDENTIFICACION: COTULLARI		DATOS DEL VEHICULO PLACA: XAA1063 MODELO: 2012 MARCA: HINO LINEA: AK NUMERO DE MOTOR: VIN: JHDAK8JRSCTX10599 DIAM. EXHOSTO: 70.86	
PRUEBA ENSAYO: 6.55 %	DISPOSITIVO DE MEDICION 8181	RPM RALENTI 554 RPM	RPM GOBERNADA 3071 RPM
PRUEBA 1: 6.10 %	TEMPERATURA DE OPACIDAD: 0 °	NORMA	
PRUEBA 2: 6.52 %	OPACIDAD LIMITE: 28.00 %	MOTIVO:	
PRUEBA 3: 6.23 %	FECHA Y HORA DE LA PRUEBA/ 7/11/2016 11:04:17		
OPACIDAD: 6.28 %	RESULTADO: APROBADA		



Análisis de opacidad

- ▶ El estudio de leyes y ecuaciones matemáticas (**algoritmo**) describen relaciones físicas que son de vital importancia ya que la densidad del humo no se puede medir directamente y entre otras más variables fueron tomadas en cuenta para el análisis del algoritmo para el filtrado de niveles de humo de escape.

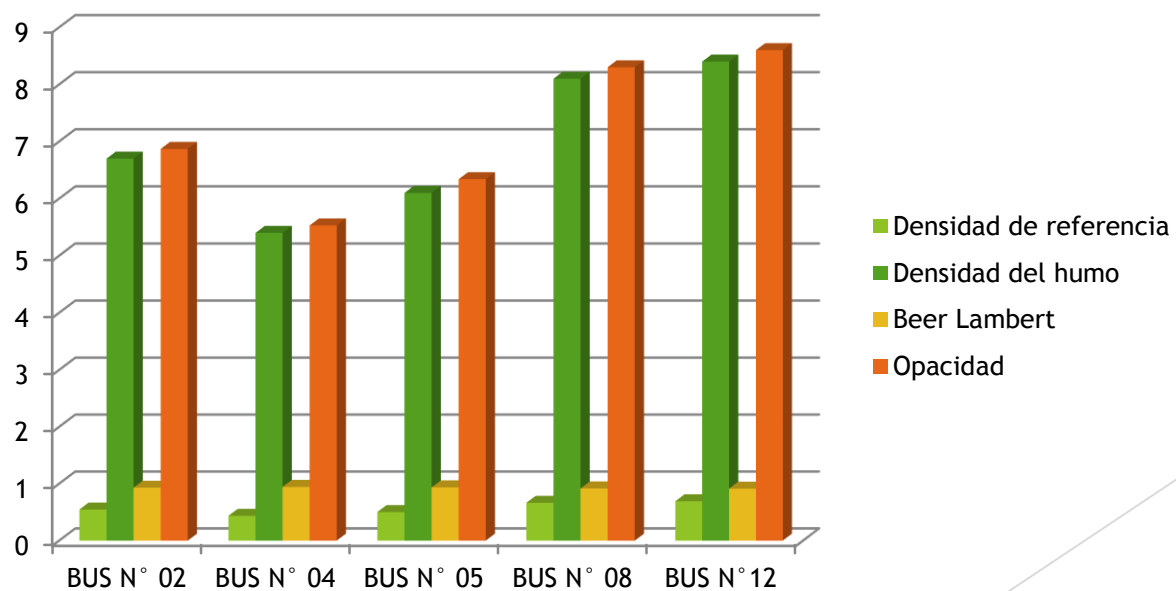
Pruebas bajo condición de falla

FALLA 1	FALLA 2	FALLA 3	FALLA 4	FALLA 5	FALLA 6	FALLA 7	FALLA 8	FALLA 9	FALLA 10	FALLA 11	FALLA 12	FALLA 13	FALLA 14	FALLA 15	FALLA 16	FALLA 17
P0340 (CMP)	P0107 (MAP)	P0193 (FRP)	P0340 (CKP)	P0183 (FTS)	P0118 (ECT)	P0091 (SCV)	P0340 (CMP) P0193 (FRP)	P0193 (FRP) P0107 (MAP)	P0340 (CMP) P0183 (FTS)	P0118 (ECT) P0183 (FTS)	P0340 (CMP) P0118 (ECT)	P0183 (FTS) P0193 (FRP)	P0340 (CMP) P0107 (MAP)	P0183 (FTS) P0107 (MAP)	P0193 (FRP) P0118 (ECT)	P0118 (ECT) P0107 (MAP)

FALLA 18	FALLA 19	FALLA 20	FALLA 21	FALLA 22	FALLA 23	FALLA 24	FALLA 25	FALLA 26	FALLA 27	FALLA 28	FALLA 29	FALLA 30	FALLA 31
P0107 (MAP) P0183 (FTS) P0193 (FRP)	P0183 (FTS) P0193 (FRP) P0340 (CMP)	P0118 (ECT) P0107 (MAP) P0340 (CMP)	P0183 (FTS) P0193 (FRP) P0118 (ECT)	P0340 (CMP) P0107 (MAP) P0193 (FRP)	P0183 (FTS) P0107 (MAP) P0118 (ECT)	P0183 (FTS) P0107 (MAP) P0340 (CMP)	P0118 (ECT) P0340 (CMP) P0193 (FRP)	P0118 (ECT) P0107 (MAP) P0193 (FRP)	P0118 (ECT) P0340 (CMP) P0183 (FTS)	P0183 (FTS) P0193 (FRP) P0118 (ECT) P0340 (CMP)	P0183 (FTS) P0107 (MAP) P0118 (ECT) P0193 (FRP)	P0107 (MAP) P0118 (ECT) P0183 (FTS) P0340 (CMP)	P0183 (FTS) P0193 (FRP) P0107 (MAP) P0118 (ECT) P0183 (FTS) P0340 (CMP)

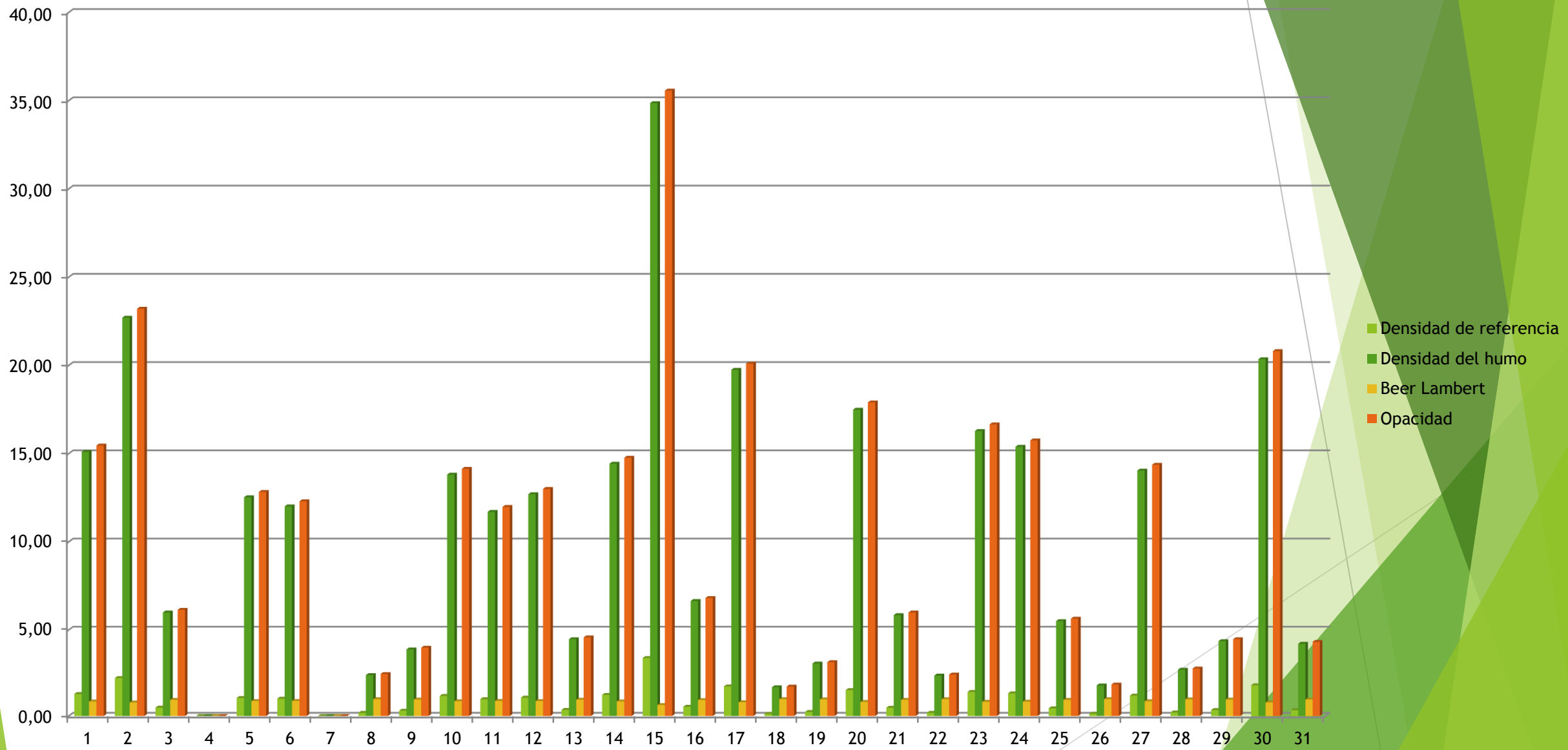
Cálculos de algoritmos de las diferentes unidades

	Punto de rocío	Presion de saturacion	Presion de saturacion del agua	Presion de vapor de agua	Densidad del aire seco	Densidad del humo	Diferencia de densidades		Bulbo humedo	Densidad de referencia	Densidad del humo	Beer Lambert	Opacidad
							$\Delta\rho_1=$	$\Delta\rho_2=$					
BUS N° 02	0,957	0,849	1,85	0,92	0,071	0,5	-0,0033	-0,00399	98,6	0,546	6,7	0,931	6,87
BUS N° 04	0,957	0,849	1,85	0,92	0,071	0,4	-0,0033	-0,00399	98,6	0,436	5,4	0,944	5,53
BUS N° 05	0,957	0,849	1,85	0,92	0,071	0,5	-0,0033	-0,00399	98,6	0,502	6,1	0,936	6,34
BUS N° 08	0,957	0,849	1,85	0,92	0,071	0,6	-0,0033	-0,00399	98,6	0,665	8,1	0,917	8,3
BUS N° 12	0,957	0,849	1,85	0,92	0,071	0,7	-0,0033	-0,00399	98,6	0,692	8,4	0,913	8,6



Cálculos de algoritmos de las fallas

	Punto de rocío	Presion de saturacion	Presion de saturacion del agua	Presion de vapor de agua	Densidad del aire seco	Densidad del humo	Diferencia de densidades		Bulbo humedo	Densidad de referencia	Densidad del humo	Beer Lambert	Opacidad
FALLA 1	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,28	15,10	0,85	15,46
FALLA 2	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	2,21	22,70	0,79	23,21
FALLA 3	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,49	6,00	0,94	6,15
FALLA 4	0,96	0,00	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,00	0,00	0,00	0,00
FALLA 5	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,05	12,53	0,87	12,83
FALLA 6	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,01	12,01	0,88	12,30
FALLA 7	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,00	0,00	0,00	0,00
FALLA 8	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,19	2,38	0,98	2,44
FALLA 9	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,31	3,87	0,96	3,97
FALLA 10	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,17	13,81	0,86	14,14
FALLA 11	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,98	11,70	0,88	11,98
FALLA 12	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,07	12,70	0,87	13,00
FALLA 13	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,36	4,46	0,95	4,57
FALLA 14	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,23	14,43	0,85	14,77
FALLA 15	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	3,37	34,86	0,64	35,57
FALLA 16	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,54	6,65	0,93	6,82
FALLA 17	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,72	19,75	0,80	20,10
FALLA 18	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,13	1,67	0,98	1,71
FALLA 19	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,24	3,05	0,97	3,13
FALLA 20	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,51	17,49	0,82	17,90
FALLA 21	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,48	5,85	0,94	6,00
FALLA 22	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,19	2,35	0,98	2,41
FALLA 23	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,40	16,28	0,83	16,66
FALLA 24	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,32	15,39	0,84	15,75
FALLA 25	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,45	5,51	0,94	5,65
FALLA 26	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,14	1,78	0,98	1,83
FALLA 27	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,19	14,04	0,86	14,37
FALLA 28	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,21	2,69	0,97	2,76
FALLA 29	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,35	4,35	0,96	4,46
FALLA 30	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	1,79	20,35	0,79	20,81
FALLA 31	0,96	0,85	1,85	0,93	0,07	1,32	-0,0033	-0,00399	98,60	0,34	4,20	0,96	4,31



Cálculos de algoritmos utilizando diferentes diámetros

	CON FC	SIN FC		
	DIAMETRO 38 mm		VARIACION	
OPACIDAD	3,10%	18,28%	16,96	
	DIAMETRO 51 mm			
OPACIDAD	2,15%	19,25%	11,17	MINIMA VARIACION
	DIAMETRO 76 mm			
OPACIDAD	4,09%	19,00%	21,53	
	DIAMETRO 102 mm			
OPACIDAD	4,81%	17,96%	26,78	
	DIAMETRO 127 mm			
OPACIDAD	6,08%	17,35%	35,04	
	DIAMETRO 150 mm			
OPACIDAD	7,11%	18,97%	37,48	MAXIMA VARIACION
	PORMEDIO		24,83	



Ecuaciones principales del algoritmo

► DENSIDAD DEL HUMO

$$K = (-1/L) * \ln (1 - (N / 100))$$

► LEY DE BEER LAMBERT

$$T = e^{-k L}$$

► OPACIDAD

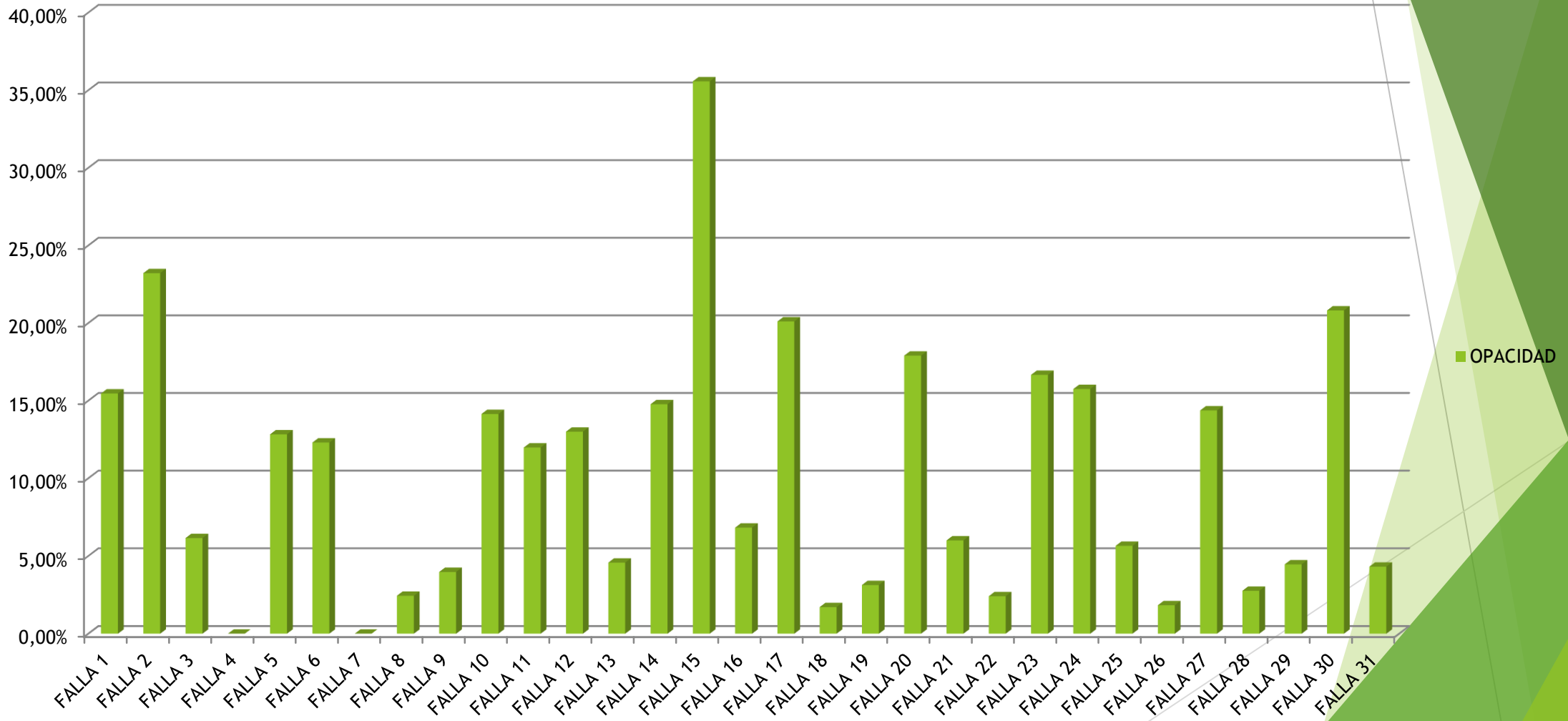
$$\text{Opacidad \%} = 100 * (1 - T)$$

► Ejemplo de cálculo

CALCULOS DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS FINALES					
DATOS PARA CALCULAR					
CONSTANTES	-22 °F	HUMO	A =	6,87	% de opacidad
c=	104 °F	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	BARO =	29,88	ln-Hg
TL =	1,5046E-02 ln-Hg	TEMPERATURA	T=	98,6	°F
TH =	2,178 ln-Hg	HUMEDAD RELATIVA	RH=	50	%
PL=		TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCIO	DPT=	0	°F
PH=					
1	CALCULO DE LA TEMPERATURA DEL PUNTO DE ROCIO NORMALIZADA				
	$NT = (T - TL) / (TH - TL)$				
	NT=	0,957143			
2	CALCULO DE LA PRESION DE SATURACION NORMALIZADA				
	$NP = 4,96E-05 + (4,96E-02 * NT) + (9,46E-02 * NT^2) + (4,20E-01 * NT^3) + (7,55E-02 * NT^4) + (5,11E-01 * NT^5)$				
	NP=	0,84972			
3	CALCULO DE LA PRESION DE SATURACION DE AGUA A LA TEMPERATURA AMBIENTE				
	$SPT = PL + (NP * (PH - PL))$				
	SPT=	1,85295			
4	CALCULO DE LA PRESION DE VAPOR DE AGUA				
	$WVP = SPT * (RH / 100)$				
	WVP=	0,92648			
5	CALCULO DE LA DENSIDAD DEL AIRE SECO				
	$\rho = (\mu * (BARO - WVP)) / TABS$				
	$\rho =$	0,07151			
6	CALCULO DE LA DENSIDAD DEL HUMO				
	$K = (-1/L) * \ln(1 - (A / 100))$				
	K=	0,5604			
7	CALCULO DE LAS DIFERENCIAS DE DENSIDAD DEL AIRE				
	$\Delta p1 = p_{ref} - p_{base}$				
	$\Delta p1 =$	-0,0033			
	$\Delta p2 = p_t - p_{base}$				
	$\Delta p2 =$	-0,00399			
8	CALCULO DE LA DENSIDAD DE REFERENCIA				
	$K_{ref} = K * ((c * (\Delta p1)^2 + 1) / (c * (\Delta p2)^2 + 1))$				
	Kref=	0,55			
9	CALCULO DE LA DENSIDAD DE HUMO %				
	$N_{ref} = (1 - e^{-K_{ref}L}) * 100$				
	Nref=	6,70			
10	CALCULO DE BULBO HUMEDO				
	BULBO SECO				
	$NT = (WBT - TL) / (TH - TL)$				
	$WBT = NT * (TH - TL) + TL$				
	WBT=	98,60			
11	LEY DE BEER LAMBERT				
	$T = e^{-KL}$				
	T=	0,93			
12	OPACIDAD				
	$N = 100 * (1 - T)$				
	N=	6,87			

Gráfico de valores de opacidad con fallas en el sistema de alimentación

OPACIDAD



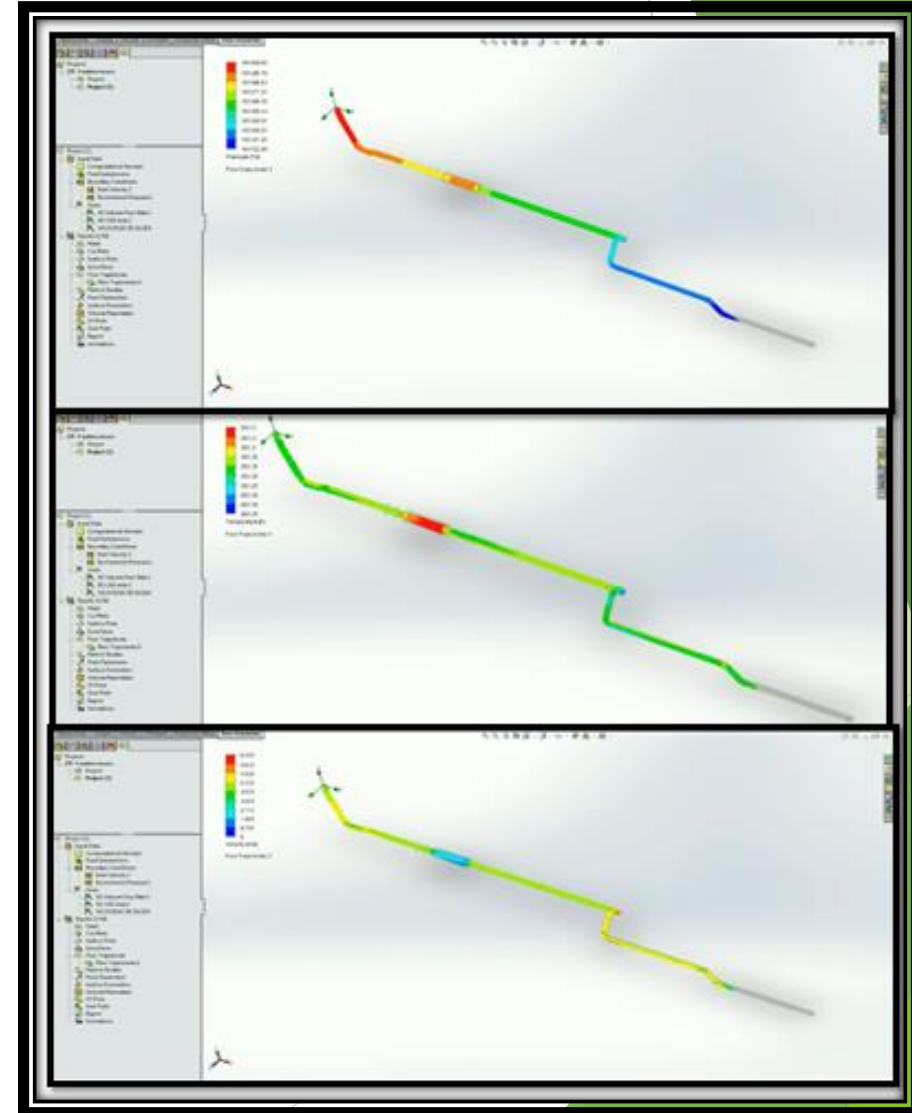
Diseño del tubo de escape original

▶ Ventajas

- ▶ Mayor vida útil del motor.
- ▶ Menor consumo de combustible.
- ▶ Menor contaminación.
- ▶ Menor contaminación auditiva.

▶ Desventajas

- ▶ Desarrollo tardío.
- ▶ Mayor tiempo en la evacuación de gases de escape.



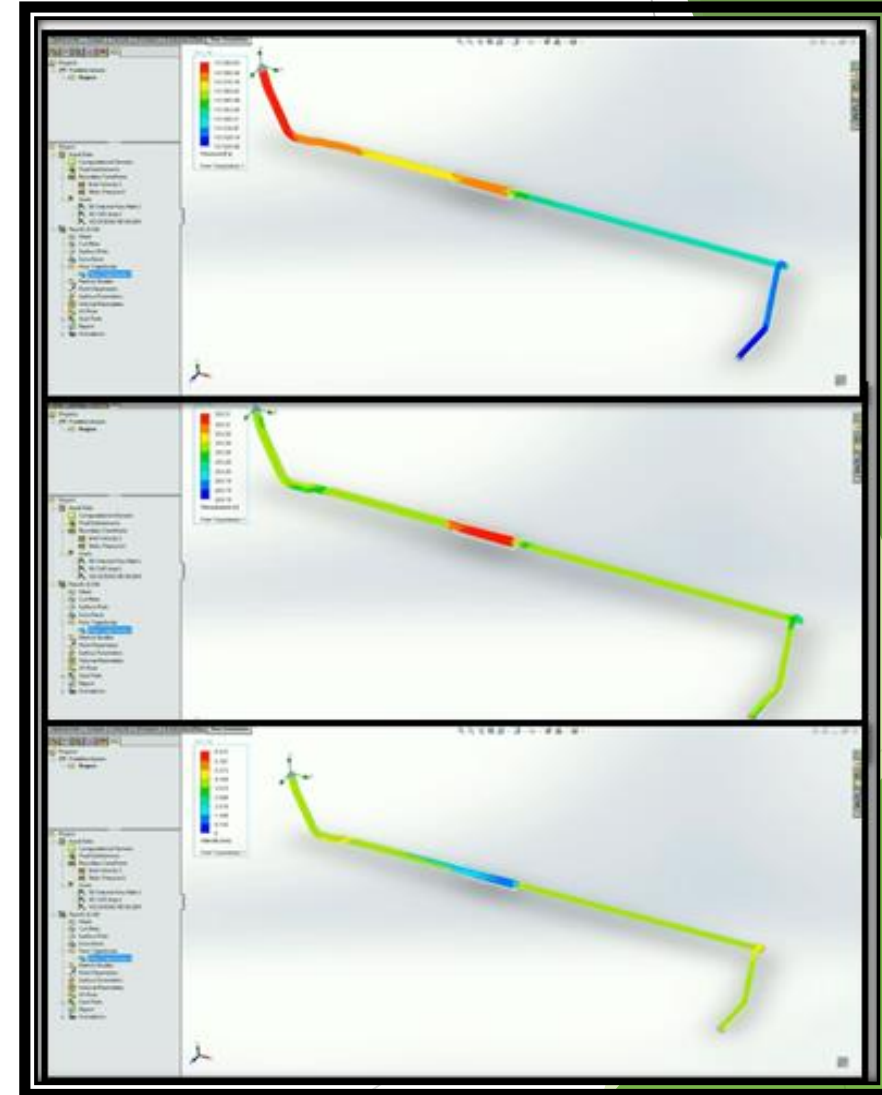
Diseño del tubo de escape modificado

► Ventajas

- Desarrollo del motor rápido.
- Mayor velocidad.
- Menor tiempo de evacuación de los gases de escape.

► Desventajas

- Mayor consumo de combustible.
- Mayor contaminación ambiental.
- Mayor contaminación auditiva.
- Menor tiempo de vida útil del motor.

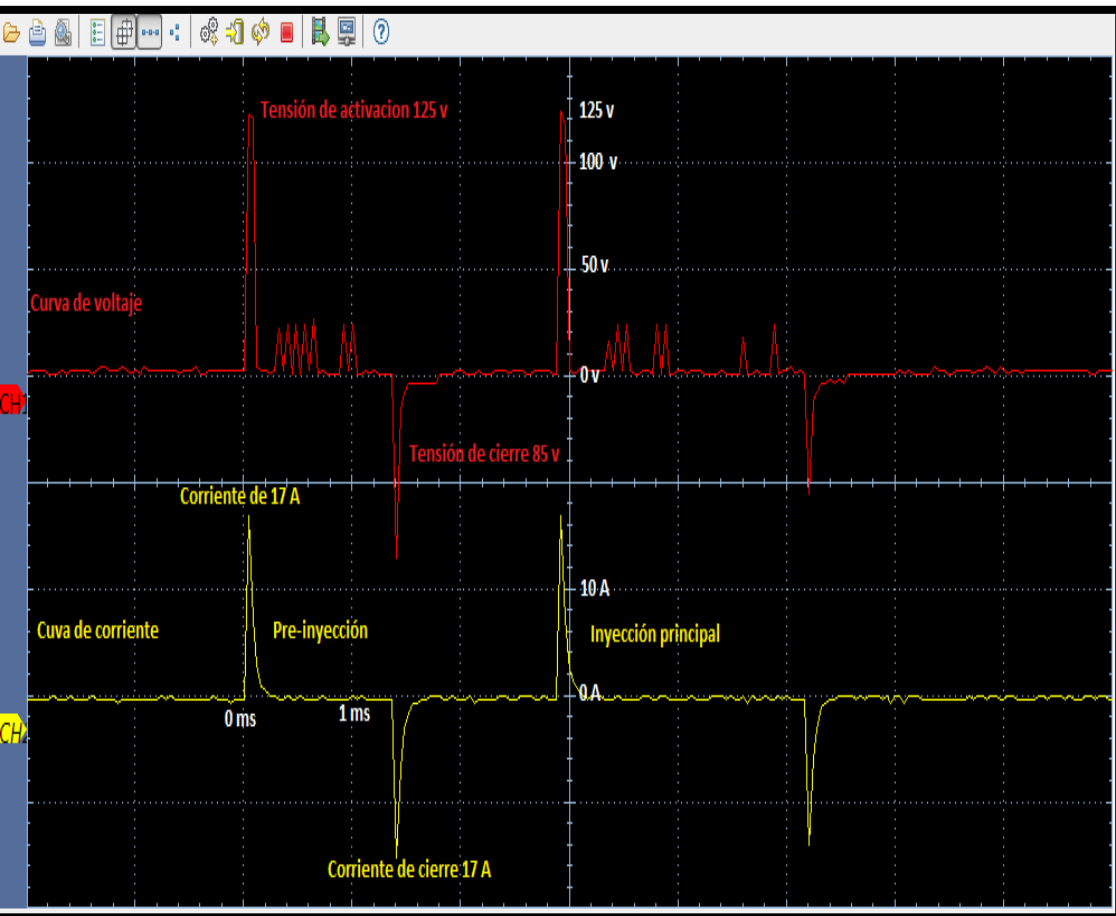


Parámetros de gestión electrónica afectan e inciden en los humos de escape



Análisis en inyector CRDI en modo circuito abierto de los sensores

FUNCIONAMIENTO NORMAL



DESCRIPCIÓN

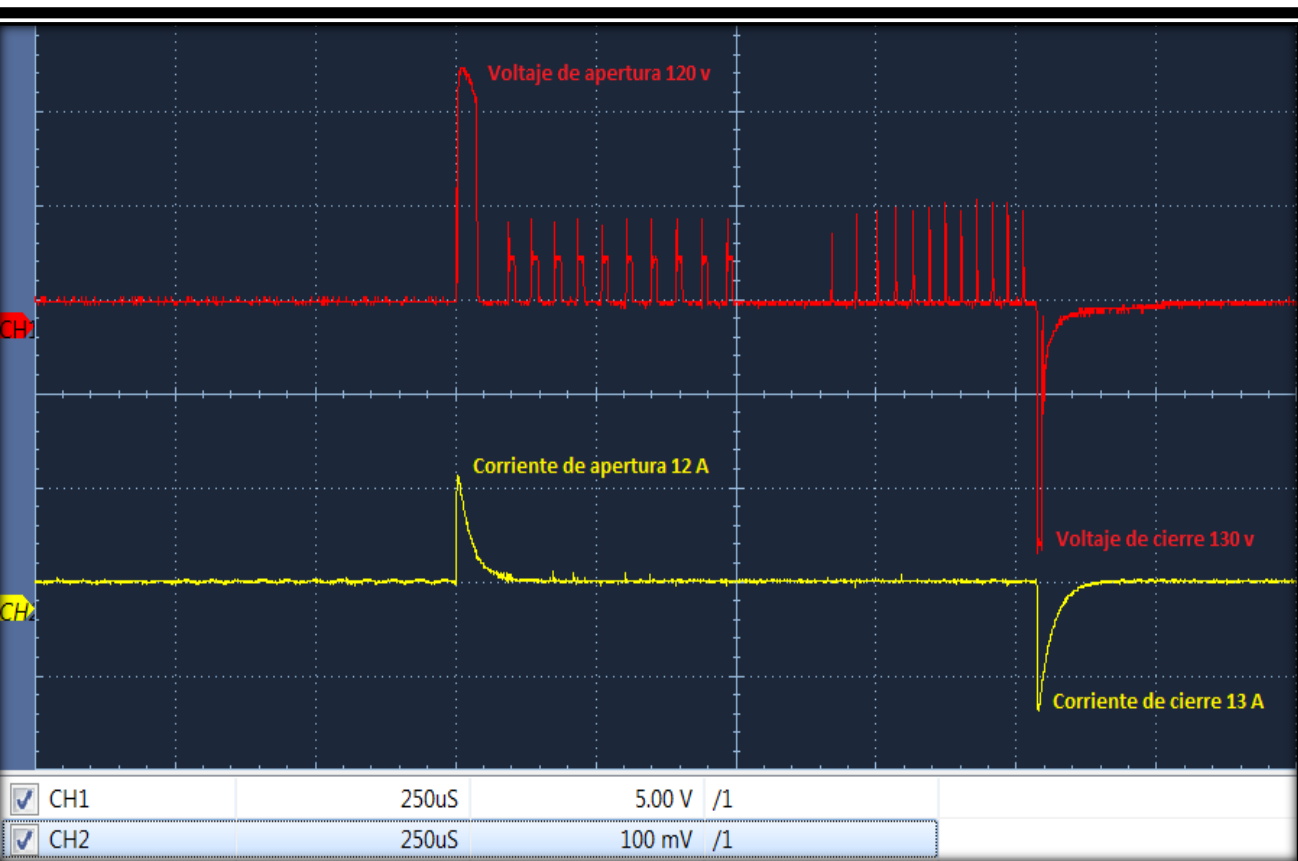
- ▶ En la figura se observa que la curva roja representa al voltaje consumido por el inyector para su activación donde se puede apreciar la obtención de una curva de pre-inyección y la otra de inyección principal, cabe resaltar que la señal enviada hacia los inyectores está calculada por la ECM que envía un voltaje de 70 V aproximadamente en un tiempo de 2.2 ms la cual este voltaje es aumentado mediante la deformación del cuarzo por lo que el inyector es del tipo piezoeléctrico una vez aumentado se observa una tensión de activación de 125 V y un voltaje de cierre del inyector de 85 V en otros 0.2 ms. La corriente de consumo en activación es de 17 A y una corriente de cierre de 17 A.

Análisis en inyector CRDI en modo circuito abierto de los sensores

Funcionamiento con falla Circuito abierto sensor CMP

DESCRIPCIÓN

- ▶ En la figura se observa que al estar desconectado el sensor CMP las curvas de inyección cambian teniendo solamente la curva de inyección principal de la misma manera el consumo de voltaje y corriente disminuyen considerablemente teniendo así un consumo de voltaje de apertura de 120 V y voltaje de cierre de 130 V, una corriente de activación de 12 A y una corriente de cierre de 13 A con tiempo de apertura y cierre del inyector de 1.1ms.



Conclusiones

- ▶ Un vehículo de trabajo pesado con 6.87% de opacidad medido con una densidad de aire seco de 0,06922 lbm/ft³ su valor de opacidad cuantificado es de 6,02%, por lo que la variación porcentual entre los valores medidos con el equipo vs los cuantificados a partir del algoritmo es de 12.37.
- ▶ La variación de los valores promedios de variación representa 24.80% de medición promedio de opacidad sin el factor de corrección SAE 18.46 respecto de medición promedio de opacidad con el factor de corrección SAE es de 4.55% considerando los diferentes diámetros aplicados.
- ▶ Los valores de opacidad registrados con fallas en tres sensores se obtuvo valores de opacidad que no sobrepasa la norma Euro III en ninguno de los casos; donde el menor valor es de 1.71% con la combinación MAP+FTS+FRP; mientras tanto la que mayor opacidad fue la combinación ECT+MAP+CMP.

Conclusiones

- ▶ Cuando las mediciones se ejecutan sin aplicar el factor de corrección SAE, se observa una variación significativa entre los valores de medición de opacidad, para lo cual es necesario considerar el diámetro del tubo de escape; es así que considerando los diámetros se tiene: 38 mm la opacidad con el factor es de 3.10% y sin el factor es de 18.28% lo que evidencia una variación del 35.96%; 51 mm la opacidad con el factor es de 3.10% y sin el factor es de 18.28% lo que evidencia una variación del 16.95%; 76 mm la opacidad con el factor es de 4.09% y sin el factor es de 19.00% lo que evidencia una variación del 21.51%; 102 mm la opacidad con el factor es de 4.81% y sin el factor es de 17.96% lo que evidencia una variación del 26.70%; 127 mm la opacidad con el factor es de 6.08% y sin el factor es de 17.35% lo que evidencia una variación del 35.04% y 150 mm la opacidad con el factor es de 7.11% y sin el factor es de 18.97% lo que evidencia una variación del 37.48%.

Conclusiones

- ▶ Los porcentajes de opacidad registrados cuando se realizan las pruebas de medición induciendo fallas en dos sensores a la vez genera un incremento en la opacidad, es así que la falla combinada CMP+FRP registra el valor de menor opacidad que es de 2.44%, mientras tanto la falla que mayor incidencia en la opacidad fue la combinación FTS+MAP con un valor medido de opacidad de 35.57 lo que significaría que para el primer caso aun cuando el vehículo tenga este mal funcionamiento de los sensores aprobaría la norma Euro III y en el segundo caso no aprobaría la prueba pues el límite máximo de la norma EURO III es de 27%.
- ▶ El mayor valor de opacidad registrada con 4 sensores fallando fue con la combinación MAP+CMP+ECT+FTS con un 28.66%; mientras tanto con cinco fallando a la vez FTS+ FRP+MAP+ECT+FTS+CMP la opacidad medida es de 4.31% debido a que el motor no logro alcanzar su pleno funcionamiento, en el mismo se originó ruidos anormales.

Conclusiones

- ▶ Mediante la obtención de la gráfica de voltaje y corriente se concluyó que se trata de un inyector del tipo piezoeléctrico ya que la curva presenta un pico de apertura positiva de 70v en voltaje y 16A de corriente en un tiempo de 0.2ms y un pico negativo de 70v y aproximadamente de 16A en un tiempo de 0.2ms que sería el valor de cierre del inyector, todo este sistema del inyector piezoeléctrico es una placa de puente H quién simula las deformaciones del cuarzo en apertura y la otra deformación del cuarzo para el regreso del cuarzo a su posición normal.
- ▶ El sistema CRDI del vehículo HINO AK presenta una curva de pre-inyección la cual ayuda a disminuir los ruidos y vibraciones del motor, la curva de inyección principal es la que ayuda a generar mayor potencia para un mejor funcionamiento del vehículo. Hay que tener en cuenta que en el mercado mundial existe vehículos con múltiples inyecciones de hasta 5.

Conclusiones

- ▶ Al estar desconectado el sensor CMP se tiene solamente la curva de inyección principal de la misma manera el consumo de voltaje y corriente disminuyen considerablemente teniendo así un consumo de voltaje de apertura de 120 V y voltaje de cierre de 130 V, una corriente de activación de 12 A y una corriente de cierre de 13 A con tiempo de apertura y cierre del inyector de 1.1ms. Cabe recalcar si se desconecta el sensor CMP con el motor encendido no se apagará pero si se intenta prender el motor con el sensor desconectado el vehículo no se encenderá ya que la ECM no recibirá la señal del CMP.
- ▶ Al estar desconectado el sensor MAP las curvas de inyección cambian teniendo la curva de pre-inyección e inyección principal teniendo así un consumo de voltaje de apertura de 155 V y voltaje de cierre de 150 V, una corriente de activación de 16 A y una corriente de mantenimiento de 10 A con tiempo de apertura y cierre del inyector en la pre-inyección de 0.37ms y con un tiempo de apertura y cierre de la inyección principal de 1.1ms.

Conclusiones

- ▶ Al desconectar el sensor FRP-CMP se tiene solamente la curva de inyección principal de la misma manera el consumo de voltaje y corriente se mantiene teniendo así un consumo de voltaje de apertura de 125V y voltaje de cierre de 135V, una corriente de activación de 17 A y una corriente de mantenimiento de 9A, con tiempo de apertura y cierre del inyector de 0.8ms.
- ▶ Al desconectar el socket de la válvula SCV el motor se apaga instantáneamente esto se da porque se corta el pasó del combustible la válvula es normalmente cerrada por ende no recibe corriente para activar y abrir la válvula para el pasó de combustible.
- ▶ El combustible diesel que se expende en el país tiene altos contenidos de azufre (entre 500 a 7000ppm), por lo que no permite la incorporación al país de vehículos cuyos motores dispongan de tecnologías avanzadas para el control de emisiones de gases contaminantes y de material particulado.

Conclusiones

- ▶ El mantenimiento del sistema de alimentación de combustible es uno de los factores de mayor importancia para no exceder los niveles de opacidad de las unidades de la transporte de turismo COTULLARI.S.A., donde se debe tener un especial cuidado en la gestión electrónica, ya que se encontró sensores, conectores y bornes en mal estado, lo que hacía que los niveles de opacidad estén fuera del parámetro establecido por la normativa para revisión técnica.

Recomendaciones

- ▶ Fortalecer las iniciativas que aumenten la cantidad de proyectos referentes a sistemas CRDI ya que los vehículos actuales cuentan con esta tecnología que cada vez el sistema CRDI está enfocado en la disminución del consumo de combustible con múltiples inyecciones a su paso y esto ayuda a un mejor desempeño del vehículo como también este sistema disminuye las emisiones contaminantes.
- ▶ Revisión previa del manual de usuario antes de iniciar con el uso del equipo de prueba al igual que con el sistema de alta presión del vehículo ya que puede existir fugas.
- ▶ Realizar una revisión previa a la utilización de los equipos con cables en mal estado ya que este sistema tiene consumos de voltaje y corriente valores elevados en su funcionamiento esto puede ocasionar una descarga en circuito cerrado y dañar elementos importantes del sistema eléctrico y electrónico del vehículo o a su vez puede ocasionar una descarga hacia el personal que esté realizando las pruebas.

Recomendaciones

- ▶ Antes de la operación de los equipos de análisis de gases leer detenidamente el manual de usuario para conocer el funcionamiento, precauciones que se debe tener con el analizador de opacidad.
- ▶ Realizar inspección de los vehículos de acuerdo al manual de mantenimiento, con el fin de obtener datos exactos y evitar posibles daños en el motor.
- ▶ Tomando en cuenta la opinión de Mgs. Alex Guzmán Jefe del Departamento Técnico de la Secretaria del Ambiente, la opacidad puede ser reducida en un 10% de los límites establecidos en el país los cuales varían entre un 50% y 60% dependiendo del año de fabricación del vehículo.
- ▶ Tener precaución antes de realizar la conexión de los cables de los inyectores ya que este tipo de actuador posee polaridad en caso de una mala conexión bien puede quedar el inyector abierto o cerrado.
- ▶ Se recomienda la calibración del equipo cada dos meses de uso, utilizando lentes de opacidad certificados por la empresa para evitar lecturas erróneas.

GRACIAS

**INGENIERIA
AUTOMOTRIZ**

