



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARIA DE
TRANSPORTES

INFORME TÉCNICO

EVALUACIÓN SISTEMA “MOLETECH”



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARIA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL EVALUACIÓN SISTEMA REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES "MOLETECH"

Página 2 de 12

INDICE

| | |
|--|----|
| 1.0 OBJETIVO | 3 |
| 2.0 ALCANCE Y CAMPO DE APLICACIÓN | 3 |
| 3.0 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN | 5 |
| 4.0 MÉTODOS DE MEDICIÓN | 7 |
| 5.0 DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA | 8 |
| 6.0 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | 8 |
| 6.1 MÉTODO ESTADÍSTICO: TEST DE DIFERENCIA DE MEDIAS | 8 |
| 7.0 RESULTADOS | 9 |
| 7.1 EMISIONES DE ESCAPE CONFORME MÉTODO DE ENSAYO ASM | 9 |
| 7.2 ENSAYOS DE ESCAPE CONFORME MÉTODO DE ENSAYO CICLO FTP-75 | 10 |
| 7.3 RENDIMIENTO EN RUTA | 11 |
| 8.0 CONSIDERACIONES | 12 |
| 9.0 CONCLUSIÓN | 12 |

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Alvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



1.0 Objetivo

Determinar y evaluar el nivel de emisiones contaminantes y consumo de combustible de un vehículo liviano de pasajeros equipado con un sistema denominado "MOLETECH".

2.0 Alcance y Campo de Aplicación

El presente informe técnico presenta los resultados obtenidos de la evaluación del sistema denominado "MOLETECH", solicitada por el Sr. Patricio Jara C., representante de SOUTHRN SEARCHING LTDA.

Los antecedentes presentados en relación al principio de funcionamiento del sistema MOLETECH establecen que:

- "Utiliza tecnología de reacción molecular que permite modificar y mejorar el ambiente de combustión de cualquier motor".
- "El material de cerámicos compuestos absorbe la energía térmica de sus alrededores y la libera en una longitud de onda específica, rompiendo la fuerza intermolecular de Van der Waals (La fuerza que une a las moléculas en grupo). El resultado es un cambio en el estado de agregación del combustible de <grupos de moléculas> a <moléculas individuales>", según antecedentes "esto cambia varias propiedades del combustible como la tensión superficial y el punto de inflamabilidad".
- "Al disminuir la tensión superficial da como resultado una mejor atomización del combustible, lo que proporciona una mayor superficie para hacer contacto con el aire, obteniendo mayor eficiencia en la combustión". (*)₁
- "Se instala en tres partes: en el filtro de aire, en la manguera del radiador (*)₂ y dentro del tanque de gasolina o diesel."
- En el filtro de aire "se emiten iones positivos, a través de las cerámicas hechas para este propósito".

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Alvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL EVALUACIÓN SISTEMA REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES "MOLETECH"

Página 4 de 12

- "El sistema que va instalado en las mangueras del radiador ayuda a liberar una energía térmica en determina longitud de onda.". "Lo que significa que el agua puede absorber el calor más rápido mejorando el sistema de refrigeración".

(*)₁ de admisión del motor

(*)₂ del sistema de refrigeración

Según antecedentes técnicos presentados, el sistema MOLETECH:

- "Funciona en cualquier vehiculo de gasolina, diesel o gas LP y en general en todos los combustibles y vehículos."

La evaluación fue realizada en el Centro de Control y Certificación Vehicular (3CV) en el vehículo proporcionado por el solicitante de la evaluación marca Hyundai modelo Elantra XD 1.8 transmisión mecánica, año 2004, con recorrido acumulado a la fecha de inicio de la evaluación de 39.364 kilómetros, ver fotografía adjunta.



| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Alvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



3.0 Descripción del Programa de Evaluación

El programa de evaluación del sistema MOLETECH contempló la medición de 2 series de ensayos de emisiones de gases de escape sin el sistema instalado, una al inicio de la experiencia y otra al final de ella y 3 series de ensayos de emisiones de gases de escape con el sistema instalado, de acuerdo a las fechas indicadas en la tabla N°1, cada serie de mediciones contempló la ejecución de dos ensayos.

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| Ensayos sin sistema instalado | 27 de Julio de 2009 |
| | 28 de Octubre de 2009 |
| Ensayos con sistema instalado | 12 de Agosto de 2009 |
| | 26 de Agosto de 2009 |
| | 25 de Septiembre de 2009 |

Este programa se llevó a cabo entre el 27 de Julio y el 30 de Octubre del presente año, previo al inicio de la evaluación el vehículo fue sometido a una verificación con el objetivo de constatar su aptitud para ingresar al Laboratorio de Emisiones de 3CV.

Los ensayos con y sin sistema MOLETECH se realizaron utilizando gasolina comercial para uso en la Región Metropolitana de Santiago, la que fue provista por el solicitante de la evaluación en cada oportunidad de medición.

La instalación de los dispositivos fue realizada directamente por el solicitante de la evaluación en las dependencias de 3CV, ver fotografías siguientes:

| | | | |
|----------------------------|---|--|---|
| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
| 28/12/2009 | Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



GOBIERNO DE CHILE
SUBSECRETARIA DE TRANSPORTES
CENTRO DE CONTROL Y
CERTIFICACIÓN
VEHICULAR

INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL EVALUACIÓN SISTEMA REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES "MOLETECH"

Página 6 de 12



Kit de Instalación dispositivo MOLETECH



Instalación dispositivo MOLETECH

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



4.0 Métodos de Medición

Los resultados informados corresponden a mediciones que se ajustaron a los siguientes métodos:

i) Método en carga constante sobre dinamómetro de chasis, (método ASM, Acceleration Simulation Mode), en modo 5015 y 2525, midiendo emisiones de hidrocarburos HC (ppm), monóxido de carbono CO (%), óxido nitroso NO (ppm) y dióxido de carbono CO₂ (%), conforme procedimiento aplicado en Plantas de Revisión Técnica (PRT), de la Región Metropolitana de Santiago y Decreto Supremo N° 149/2006 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

El procedimiento de medición se efectúa con el vehículo detenido y con las ruedas del eje tractor en movimiento mediante la disposición de éstas sobre unos rodillos. El automóvil es llevado a dos velocidades (24 km/hr y 40 km/hr). Esta medición permite la detección de NO_x (Celda fotoquímica), HC y CO (Infrarrojo no Dispersivo) con equipos y procedimientos de acuerdo a Guía Técnica Acceleration Simulation Mode Test Procedures, Emission Standards, Quality Control Requirements, and Equipment Specifications (EPA-AA-RSPD-IM-96-2 JULY 1996).

ii) Método transiente a través del ciclo de ensayo FTP-75 Federal Test Procedure, midiendo emisiones de escape en g/km de hidrocarburos HC, hidrocarburos no metánicos HCNM, monóxido de carbono CO, óxidos de nitrógeno NO_x, y consumo de combustible en lt/km mediante método de balance de carbono.

El procedimiento de medición consiste en la operación del vehículo sobre un dinamómetro de chasis el cual simula la condición de conducción de una trayectoria urbana que consta de tres fases (fría, estabilizada y caliente), a través de las cuales se recolectan las emisiones de escape del vehículo, mediante equipamiento y procedimientos estandarizados establecidos por la Agencia de Protección del Medioambiente de los Estados Unidos de Norteamérica USEPA, en el Code of Federal Regulations, CFR 40, parte 86, con una duración total del ciclo de 1.880 segundos y 18 km de recorrido.

La experiencia también contempló la evaluación en forma paralela del consumo de combustible mediante el registro periódico de los consumos del vehículo, cuyo registro fue responsabilidad del solicitante de la evaluación.

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Alvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



5.0 Documentación de referencia

- Manual de procedimientos de revisión técnica clase A1
- D.S 149/2006 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- Carpeta Plan Experimental 3CV/EXP/001/09
- CFR 40 parte 86
- Estadística Murray R. Spiegel (Serie Schaum)

6.0 Análisis de los Resultados

6.1 Método Estadístico: Test de Diferencia de Medias

Dado que se cuenta con un total de 10 mediciones, 4 sin sistema de control de emisiones y 6 con sistema, es posible aplicar el test de la diferencia de medias. Es por ello que para analizar si a partir de los resultados es posible concluir que los valores de los gases medidos con el sistema instalado en el vehículo son menores que los resultados sin sistema, se emplea un test de hipótesis con los siguientes enunciados:

Ho: El valor de la media de los gases medidos emitidos por el vehículo con el sistema instalado son iguales a la media de los gases emitidos por el vehículo sin el sistema ($\langle X \rangle_{con} = \langle X \rangle_{sin}$).

H1: El valor de la media de los gases medidos emitidos por el vehículo con el sistema instalado son menores a la media de los gases medidos emitidos por el vehículo sin el sistema instalado ($\langle X \rangle_{con} < \langle X \rangle_{sin}$)

Para contrastar la hipótesis Ho de que las medias de los gases emitidos por el vehículo con el sistema instalado y las emisiones obtenidas por el vehículo sin sistema son iguales, se someten los valores obtenidos a una decisión estadística, ésta considera que la distribución de la diferencia de las medias siguen una distribución Student (t)

$$t = \frac{\langle X \rangle_{con} - \langle X \rangle_{sin}}{\sigma \cdot \sqrt{1/N_{con} + 1/N_{sin}}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{N_{con} \cdot S_{con}^2 + N_{sin} \cdot S_{sin}^2}{N_{con} + N_{sin} - 2}}$$

$$D = N_{con} + N_{sin} - 2$$

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



Donde,

- <X> : Media de la muestra
N : Tamaño de la Muestra
sin : Sufijo que indica la medición sin sistema
con : Sufijo que indica la medición con sistema
S : Desviación estándar de la muestra
V : Grados de libertad
 σ : Sigma

Para ambos tipos de ensayo se considerará un nivel de significación del 95%, el valor del estadígrafo t para definir la región de rechazo de la hipótesis H_0 dependerá de la cantidad de muestra validada.

7.0 Resultados

7.1 Emisiones de escape conforme método de ensayo ASM

| Tipo de medición | Fecha de medición | MODO ASM 5015 | | | | | MODO ASM 2525 | | | | |
|----------------------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| | | HC | CO | NO | CO2 | O2 | HC | CO | NO | CO2 | O2 |
| | | [ppm] | [%] | [ppm] | [%] | [%] | [ppm] | [%] | [ppm] | [%] | [%] |
| Sin Sistema | 27-Jul-2009 | 4,0 | 0,00 | 3,1 | 14,90 | 0,332 | 3,6 | 0,02 | 0,8 | 14,91 | 0,301 |
| | | 4,1 | 0,00 | 1,6 | 14,92 | 0,269 | 2,4 | 0,00 | 1,1 | 14,94 | 0,273 |
| | 28-Oct-2009 | 4,2 | 0,00 | 3,5 | 14,68 | 0,480 | 3,7 | 0,00 | 0,5 | 14,68 | 0,338 |
| | | 5,5 | 0,00 | 0,0 | 14,70 | 0,382 | 5,0 | 0,00 | 0,0 | 14,69 | 0,390 |
| Promedio | | 4,450 | 0,000 | 2,050 | 14,800 | 0,366 | 3,675 | 0,005 | 0,600 | 14,805 | 0,326 |
| Desviación estándar | | 0,705 | 0,000 | 1,593 | 0,128 | 0,089 | 1,063 | 0,010 | 0,469 | 0,139 | 0,051 |
| Con Sistema | 12-Ago-2009 | 10,0 | 0,01 | 5,9 | 14,86 | 0,281 | 9,1 | 0,05 | 8,0 | 14,82 | 0,316 |
| | | 8,6 | 0,00 | 14,6 | 14,86 | 0,365 | 3,9 | 0,01 | 1,6 | 14,84 | 0,234 |
| | 26-Ago-2009 | 9,9 | 0,00 | 10,2 | 14,94 | 0,144 | 10,5 | 0,04 | 24,1 | 14,94 | 0,132 |
| | | 9,9 | 0,00 | 2,3 | 14,88 | 0,127 | 10,8 | 0,02 | 12,3 | 14,90 | 0,190 |
| | 25-Sep-2009 | 8,7 | 0,00 | 2,2 | 14,84 | 0,530 | 6,6 | 0,00 | 2,0 | 14,83 | 0,462 |
| | | 6,9 | 0,00 | 19,1 | 14,82 | 0,512 | 7,3 | 0,00 | 6,5 | 14,80 | 0,484 |
| Promedio | | 9,000 | 0,002 | 9,050 | 14,867 | 0,327 | 8,033 | 0,020 | 9,083 | 14,855 | 0,303 |
| Desviación estándar | | 1,207 | 0,004 | 6,863 | 0,041 | 0,175 | 2,629 | 0,021 | 8,365 | 0,054 | 0,145 |

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



Conforme al método estadístico, los grados de libertad son 8 y el rango de aceptación de H0 está entre -2,31 y 2,31.

Para los gases regulados (HC, CO y NO) se obtienen los siguientes resultados:

| | MODO ASM 5015 | | | MODO ASM 2525 | | |
|--------------------------------|---------------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| | HC | CO | NO | HC | CO | NO |
| Grados de libertad N_1+N_2-2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Sigma (σ) | 1,158 | 0,004 | 6,050 | 2,397 | 0,019 | 7,252 |
| Estadístico t | 6,089 | 0,730 | 1,793 | 2,816 | 1,192 | 1,812 |

7.2 Ensayos de escape conforme método de ensayo ciclo FTP-75

| | Fecha | Emisiones (g/km) | | | | | Rendimiento [km/l] |
|-----------------------------|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|----------------------|
| | | HC [ppm] | HCNM [ppm] | NOX [ppm] | CO [%] | CO2 [%] | |
| Sin Sistema | 28-Jul-2009 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,64 | 199,08 | 11,5 |
| | 29-Jul-2009 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,70 | 197,9 | 11,5 |
| | 29-Oct-2009 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,56 | 199,65 | 11,4 |
| | 30-Oct-2009 | 0,05 | 0,05 | 0,06 | 0,56 | 198,29 | 11,5 |
| Promedio sin Sistema | | 0,053 | 0,050 | 0,058 | 0,615 | 198,73 | 11,48 |
| Desviación Estándar | | 0,005 | 0,000 | 0,005 | 0,068 | 0,79 | 0,05 |
| Con Sistema | 13-Ago-2009 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,69 | 194,95 | 11,7 |
| | 14-Ago-2009 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,7 | 193,72 | 11,8 |
| | 27-Ago-2009 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | n/m | n/m | n/m |
| | 28-Ago-2009 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,78 | 196,68 | 11,6 |
| | 24-Sep-2009 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,61 | 197,56 | 11,6 |
| | 25-Sep-2009 | 0,05 | 0,04 | 0,06 | 0,58 | 199,38 | 11,5 |
| Promedio con Sistema | | 0,057 | 0,052 | 0,057 | 0,672 | 196,46 | 11,64 |
| Desviación Estándar | | 0,005 | 0,010 | 0,005 | 0,079 | 2,21 | 0,11 |

n/m: no medido, analizador presentó falla en la operación

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



Conforme al método estadístico, se tiene:

- Para HC, HCNM y NOx los grados de libertad son de H0 esta entre -2,31 y 2,31.
- Para CO, CO2 y rendimiento del combustible, los grados de libertad son 7 y la aceptación de H0 esta entre -2,36 y +2,36

Para los gases regulados (HC, HCNM, CO y NOx) y el rendimiento se obtienen los siguientes resultados.

| | HC | HCNM | NOX | CO | Rendimiento |
|--------------------|-------|-------|--------|-------|-------------|
| Grados de libertad | 8 | 8 | 8 | 7 | 7 |
| Sigma (σ) | 0,006 | 0,009 | 0,006 | 0,084 | 0,104 |
| Estadístico t | 1,132 | 0,303 | -0,226 | 1,007 | 2,376 |

7.3 Rendimiento en ruta

El registro del consumo de combustible durante la operación normal del vehículo fue responsabilidad del solicitante de la evaluación, los valores reportados fueron los siguientes:

| | Fecha | Odometro (km) | Kilometraje recorrido (km) | Consumo de Combustible (lts.) | |
|-----------------|--------------|---------------|----------------------------|-------------------------------|--------------|
| Sin Dispositivo | 02-Jul | 38038 | 193,00 | 38,20 | |
| | 10-Jul | 38550 | 512,00 | 38,30 | |
| | 21-Jul | 39059 | 509,00 | 39,20 | |
| | 30-Jul | 39580 | 521,00 | 11,00 | |
| | Total | | 1735,00 | 126,70 | 13,69 |
| Con Dispositivo | 03-Ago | 39726 | 146,00 | 34,36 | |
| | 12-Ago | 39969 | 243,00 | 7,80 | |
| | 18-Ago | 40125 | 156,00 | 30,00 | |
| | 25-Ago | 40509 | 384,00 | 30,00 | |
| | Total | | 929,00 | 102,16 | 9,09 |

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |



8.0 Consideraciones

El vehículo ensayado con y sin sistema denominado MOLETECH, bajo el método ASM utilizado en las PRTs, presentó muy bajos niveles de emisiones de contaminantes. El método estadístico arroja que existe un aumento de emisiones de los hidrocarburos (HC) en ambos modos de medición, es decir, 50/15 y 25/25. Los límites de emisión de los HC para este vehículo bajo este tipo de ensayo es de 173 y 168 [ppm] para modo 50/15 y 25/25 respectivamente, valores que son muy superiores a los obtenidos en las mediciones con y sin sistema.

Para el resto de las emisiones contaminantes de CO y NO_x, se obtuvo que las emisiones con y sin sistema MOLETECH no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Las emisiones de gases de escape de HC, HCNM, CO y NO_x medidos a través del ciclo de conducción FTP-75, con y sin sistema MOLETECH no presentaron diferencias estadísticamente significativas, es decir se encuentran en una zona de indiferencia

El rendimiento del combustible al usar el sistema MOLETECH obtenido bajo el ciclo de conducción FTP-75, muestra un incremento del 11,48 a 11,64 km/lt, este valor es estadísticamente significativo al 95 % de confiabilidad, no obstante el aumento del rendimiento es sólo de 1,4 %.

El rendimiento promedio en ruta registrado por el solicitante de la evaluación con el sistema MOLETECH instalado fue menor (9,09 km/lts) al obtenido en los ensayos normalizados FTP-75 y al obtenido al operar en ruta sin el dispositivo instalado.

9.0 Conclusión

Los resultados obtenidos en la experiencia realizada y su evaluación estadística mostraron que para la marca y modelo de vehículo utilizado en el programa experimental, el uso del sistema MOLETECH no redujo las emisiones contaminantes y aumentó el rendimiento del combustible en 1,4 %.

| Fecha de Aprobación | Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: |
|---------------------|---|--|---|
| 28/12/2009 | Nombre: José Alvarez V. Cargo: Ingeniero Área HC | Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Coordinadora Sistema de Gestión de Calidad | Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV |