



**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL**  
**EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"**

**1.0 Objetivo:**


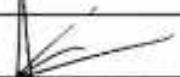

Medir el nivel de emisiones contaminantes en 6 vehículos que operan con combustible más el aditivo denominado "Ecobooster", mediante medición de opacidad en flujo parcial en pruebas en vacío, método de aceleración libre, y en carga sobre dinamómetro de chasis, para los vehículos diesel y medición de gases tales como HC y CO mediante prueba en vacío y en carga para los vehículos motor Otto.

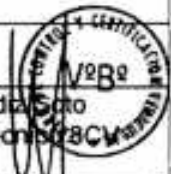
**2.0 Alcance y campo de aplicación:**

Los vehículos que participaron en los ensayos son los que se describen a continuación:

Bus N°	Marca	PPU	Modelo	Año
1	International	PN 1121	4900	1996
2	Kia	PA 4453	K3600S	1996
3	Kia	NL 6169	Besta	1995
4	Chevrolet	KH 6830	Luv	1993
5	Hyundai	SR 9032	Grace	1998
6	Mercedes Benz	DZ 6071	OF 1115	1992

El programa de seguimiento se llevó a cabo entre los meses de Febrero a Marzo del 2003, realizándose un total de 11 series de mediciones para cada vehículo, de las cuales las 3 primeras correspondían a mediciones sin aditivo en el combustible, vale decir mediciones base, y 8 series de mediciones correspondían a mediciones con el aditivo mezclado en el combustible. Cada serie de mediciones se efectuó conforme a procedimientos estandarizados y, contemplaba los ensayos de opacidad en flujo parcial en carga y en vacío (para vehículos motor Diesel), medición de emisiones contaminantes en carga y en vacío (para vehículos motor Otto), no obstante este programa sólo se completó respecto de 3 vehículos.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico








### 3.0 Métodos de Medición:

Los resultados informados corresponden a mediciones que se ajustaron al siguiente procedimiento:

- Opacidad en flujo parcial medida en aceleración libre conforme procedimiento de Revisión Técnica y Decreto Supremo N°4/94 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Opacidad en flujo parcial medida en carga sobre dinamómetro de chasis conforme procedimiento de Revisión Técnica y Decreto Supremo N° 4/94 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Medición de emisiones contaminantes medida en vacío, ralentí y 2.500 rpm, conforme procedimientos de Revisión Técnica y Decreto Supremo N°4/94 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.
- Medición de emisiones contaminantes medida en carga, método ASM modos 50/15 y 25/25.

### 4.0 Documentación de referencia:

- Manual de procedimientos de revisión técnica clase A1
- Decreto Supremo N° 4/94 Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
- Carpeta Plan Experimental 3CV/EXP/003/03.
- Estadística Murray R. Spiegel (Serie Schaum)

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alisha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico 3CV



## 5.0 Método Estadístico para el Análisis de los Resultados

### 5.1 Test de Diferencia de Medias

Para analizar si a partir de los resultados es posible concluir que los valores de opacidad con aditivo en el combustible, son menores que los resultados sin aditivo en el combustible, se emplea un test de hipótesis con los siguientes enunciados:

Ho: El valor de la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo con aditivo en el combustible es igual a la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo sin aditivo en el combustible ( $\langle X \rangle_{con} = \langle X \rangle_{sin}$ ).




H1: El valor de la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo con aditivo en el combustible es menor a la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo sin aditivo en el combustible ( $\langle X \rangle_{con} < \langle X \rangle_{sin}$ )

Para contrastar la hipótesis Ho de que las medias de las muestras con y sin aditivo en el combustible son iguales, se considera la distribución de la diferencia de las medias, que para muestras pequeñas, como las de este estudio, siguen una distribución Student (t), donde:

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

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

$$S = \hat{S} \cdot \sqrt{(N-1)/N}$$

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alioshia Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Casas Soto Cargo: Secretario Técnico





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"

Donde,



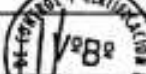
- <X> : Media de la Muestra
- N : Tamaño de la Muestra
- sin : Sufijo que indica la muestra sin aditivo
- con : Sufijo que indica la muestra con aditivo
- S : Desviación Estándar de la Población
- $\hat{S}$  : Desviación Estándar de la Muestra

Considerando un nivel de significación del 95%, el valor del estadístico  $t$  para definir la región de rechazo de la hipótesis  $H_0$  es de  $t < -1.83$  (distribución Student,  $N_{con}=8$ ,  $N_{sin}=3$  y 95% de significación).

De lo anterior, para los vehículos en estudio, cuando el estadístico  $t$  resulte menor que  $-1.83$ , podremos afirmar, con un nivel de confianza del 95%, que las mediciones con aditivo en el combustible resultaron menores que las mediciones sin aditivo en el combustible, de manera estadísticamente significativa, para el contaminante medido (se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ )

Si  $t$  se encuentra entre  $+1.83$  y  $-1.83$  diremos que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisión medidos con y sin aditivo mezclado en el combustible.

Si  $t$  resulta ser mayor que  $+1.83$  diremos, por lo tanto, que los resultados de opacidad utilizando aditivo son mayores que los resultados obtenidos sin aditivo en el combustible.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alisha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cárdeno Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"

6.0 Resultados:

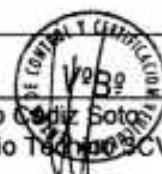
6.1 Vehículo: Chevrolet Luv, placa patente KH 6830

Fecha	PRUEBA EN VACÍO					
	Ralenti			2.500 rpm		
	HC (ppm)	CO (%)	CO+CO2 (%)	HC (ppm)	CO (%)	CO+CO2 (%)
05/02/03	2	0	10,8	1	0	14,4
06/02/03	4	0	10,1	3	0	13,1
07/02/03	1	0	9,5	1	0	12,3
25/02/03	0	0	10,1	0	0	13,1
27/02/03	9	0	10,4	9	0	13,5
05/03/03	0	0,02	10,5	0	0,09	12,3
06/03/03	0	0	11,4	0	0	13,6
13/03/03	0	0,00	10	0	0,01	13,1
21/03/03	0	0	10,4	0	0	13,3
26/03/03	0	0	10,3	0	0	12,5
27/03/03	0	0	10,4	0	0	12,4
Promedio sin	2	0,00	-	2	0,00	-
Desviación sin	2	0,00	-	1	0,00	-
Promedio con	1	0,00	-	1	0,00	-
Desviación con	3	0,00	-	3	0,00	-
Norma	100 ppm	0.5%	>6 %	100 ppm	0.5%	>6 %

Para la prueba en vacío, se tiene que para los contaminantes medidos HC y CO, para ambas condiciones ralenti y 2.500 rpm, los valores obtenidos usando aditivo son muy cercanos a la resolución del analizador utilizado, por lo que la diferencia entre los valores con y sin aditivo no son efectos asumibles al uso del aditivo.

Nota: los valores para CO+CO2 no se incluyen en el análisis de los resultados dado que sólo nos señalan la validez de la prueba.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"

Fecha	PRUEBA EN CARGA								Aditivo
	Modo 50/15				Modo 25/25				
	HC (ppm)	CO (%)	Nox (ppm)	CO+CO2 (%)	HC (ppm)	CO (%)	Nox (ppm)	CO+CO2 (%)	
05/02/03	7	0	*	15,7	5	0,01	*	15,6	No
06/02/03	4	0.01	*	14,4	1	0,01	*	14,1	No
07/02/03	2	0	*	13,8	3	0	*	14	No
25/02/03	8	0	444	14,7	9	0	473	14,8	Si
27/02/03	10	0	409	14,7	10	0	458	14,8	Si
05/03/03	1	0	120	16,8	0	0	141	17,2	Si
06/03/03	0	0	174	14,6	0	0	152	14,6	Si
13/03/03	0	0.02	312	14,8	0	0,03	429	14,7	Si
21/03/03	0	0	278	14,6	0	0	331	15	Si
26/03/03	0	0.04	605	14,7	0	0	567	14,6	Si
27/03/03	0	0.05	361	14,6	0	0,03	492	14,9	Si
Promedio sin	4	0	*	-	3	0.01	*	-	
Desviación sin	3	0,00	*	-	2	0,01	*	-	
Promedio con	2	0.01	338	-	2	0,01	380	-	
Desviación con	4	0,00	154	-	4	0,01	159	-	
t	-0,79		*	-	-0,41		*	-	
Norma	100 ppm	0.5%	*	>6 %	100 ppm	0.5%	*	>6 %	

Para la prueba con carga, se tiene que para el HC medido el estadígrafo t se encuentra entre los valores  $-1.83$  y  $+1.83$ , para ambas condiciones 50/15 y 25/25, por lo que podemos afirmar con un 95% de certeza que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisiones obtenidos con y sin aditivo, es decir, nos encontramos en una región de indiferencia. No obstante, para el contaminante CO los valores obtenidos usando aditivo son muy cercanos a la resolución del analizador utilizado, por lo que la diferencia entre los valores con y sin aditivo no son efectos asumibles al uso del aditivo.

Nota: los valores para CO+CO2 no se incluyen en el análisis de los resultados dado que sólo nos señalan la validez de la prueba.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV





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

3CV-ST-E003-V01-03

Página 7 de 10




INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"

6.2 Vehículo: Kía Besta, placa patente NL 6169

N° de Control	Fecha	OFP m-1		Aditivo
		Carga	Acel. Libre	
1	05/02/03	1,32	0,93	No
2	06/02/03	0,61	0,61	No
3	07/02/03	0,78	0,67	No
4	27/02/03	1,22	0,58	Si
5	04/03/03	0,98	0,31	Si
6	05/03/03	0,42	0,43	Si
7	06/03/03	0,49	0,30	Si
8	13/03/03	0,76	0,65	Si
9	20/03/03	0,7	0,55	Si
10	21/03/03	0,56	0,59	Si
11	26/03/03	0,62	0,93	Si
Promedio Sin aditivo		0,90	0,74	
Desv. Sin aditivo		0,37	0,17	
Promedio con aditivo		0,72	0,54	
Desv. Con aditivo		0,27	0,20	
t		-0,91	-1,47	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.83$  y  $+1.83$  por lo que podemos afirmar entonces con un 95% de certeza que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisión obtenidos con y sin aditivo, es decir, nos encontramos en una región de indiferencia.

Es importante señalar que este vehículo fue sometido al procedimiento de pruebas indicado en el D.S 4/94, obteniendo la potencia de ensayo a partir de los datos proporcionados en decreto antes citado.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"

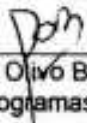


6.3 Vehículo: International 4900 placa patente PN 1121

N° de Control	Fecha	OFF m-1		Aditivo
		Carga	Acel. Libre	
1	05/02/03	0,36	0,02	No
2	06/02/03	0,10	1,23	No
3	07/02/03	0,10	1,07	No
4	25/02/03	0,48	1,49	Si
5	27/02/03	0,12	1,08	Si
6	05/03/03	0,09	1,23	Si
7	13/03/03	0,40	1,36	Si
8	19/03/03	0,09	0,85	Si
9	20/03/03	0,46	0,97	Si
10	21/03/03	0,11	1,03	Si
11	26/03/03	0,16	0,90	Si
Promedio Sin aditivo		0,19	0,77	
Desv. Sin aditivo		0,15	0,66	
Promedio con aditivo		0,24	1,11	
Desv. Con aditivo		0,17	0,23	
t		0,43	1,35	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.83$  y  $+1.83$  por lo que podemos afirmar entonces con un 95% de certeza que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisión obtenidos con y sin aditivo, es decir, nos encontramos en una región de indiferencia.

6.4 Vehículo: Hyundai Grace H 100, placa patente SR 9032

Vehículo eliminado del plan experimental con fecha 06 de Marzo por presentar controles de emisiones fuera de normativa.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico





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

3CV-ST-E003-V01-03

Página 9 de 10




**INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL**  
**EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"**

6.5 Vehículo: Kía K3600, placa patente PA 4453

Vehículo eliminado del plan experimental con fecha 06 de Marzo por presentar controles de emisiones fuera de normativa.

6.6 Vehículo: Mercedes Benz OF 1115, placa patente DZ 6071

Vehículo eliminado del plan experimental con fecha 06 de Marzo por presentar controles de emisiones fuera de normativa.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



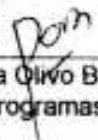

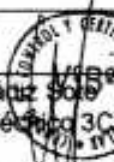
INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN ADITIVO PARA COMBUSTIBLE DIESEL "ECOBOOSTER"

### 7.0 Conclusiones:

- ◆ De los 6 vehículos con los que se inició el plan de seguimiento de emisiones sólo 3 de ellos lograron llegar hasta el final de éste.
- ◆ En la camioneta Chevrolet Luv placa patente KH 6830 el uso del aditivo en el combustible (gasolina), no produjo reducciones de emisiones para el contaminante HC estadísticamente significativas para la prueba en carga, modos 50/15 y 25/25, no obstante para estas mismas pruebas, los valores de emisiones para el contaminante CO con y sin aditivo resultaron estar muy cercanos al límite de resolución del equipo por lo que no es posible determinar si hubo reducción de las emisiones con el uso del aditivo.

Para la prueba en vacío, ralentí y 2.500 rpm, no es posible determinar si hubo reducción dado que los valores de emisiones obtenidos, para esta prueba, se encuentran muy cercanos al límite de resolución de analizador utilizado.

- ◆ Para los 2 vehículos restantes, Kía Besta placa patente NL 6169 y camión International 4900 placa patente PN 1121, el uso del aditivo en el combustible no presentó diferencias estadísticamente significativas en el nivel de emisiones, ni en carga ni en aceleración libre.
- ◆ El combustible utilizado por los vehículos diesel, con y sin aditivo durante el desarrollo de la experiencia cumplía con las exigencias de calidad impuestas por la normativa nacional vigente.
- ◆ Éstos resultados se obtuvieron en vehículos con adecuadas condiciones de mantención lo que se verificó mediante el cumplimiento de las normas de emisión durante la totalidad de las mediciones.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
21/04/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV

