



Gobierno de Chile  
Subsecretaría de Transportes  
Centro de Control y Certificación  
Vehicular

3CV-ST-E006-V01-03

Página 1 de 7

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL

EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

## 1.0 Objetivo

Medir el nivel de opacidad que presenta un bus de la locomoción colectiva licitada de la región Metropolitana y de un bus perteneciente a la Ilustre Municipalidad de Santiago, que operan con un sistema reductor de emisiones vehiculares contaminantes denominado "Turbo Economizador Eliminador de Smog Ecco Forza".

## 2.0 Alcance y campo de aplicación

El dispositivo evaluado durante esta experiencia " funciona por la presión de la bomba elevadora y de la bomba inyectora. En la entrada el dispositivo tiene un tubo venturi que detiene el flujo del combustible, cambiándolo por presión, alterando la velocidad del elemento y produciéndose una fuerza de detención y explosión denominada hidráulica, la cual expulsa el combustible hacia las paredes del dispositivo atomizándolo o gasificándolo, de tal manera que unido a la fuerza originada en la entrada, produce una acción física la que se traduce en un aumento del volumen de la masa. En el costado tiene una válvula que deja pasar el combustible exacto que necesita cada motor, la cual hace que cada dispositivo sea diferente dependiendo de la potencia de cada motor.

Para su instalación es necesario retirar la cañería ubicada entre los filtros y la bomba inyectora" <sup>(1)</sup>



Fotografía: Vista general dispositivo instalado en un bus.

<sup>(1)</sup> Información proporcionada por Mario Rojas, solicitante del plan experimental

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
06/10/2003	Nombre: Pamela Ojivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alisha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Gádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

Los vehículos que participaron en esta experiencia fueron los siguientes:

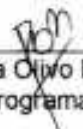

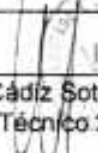
Vehículo / Marca	PPU	Modelo	Año
Bus Mercedes Benz	LP 2994	OF 1318	1994
Bus Mercedes Benz	KD 9403	OF 1115	1993

El programa de seguimiento se llevó a cabo entre los meses de Agosto y Septiembre del presente año, contemplándose la evaluación de 2 buses, uno perteneciente a la locomoción colectiva licitada de la región Metropolitana y el otro perteneciente a la Ilustre Municipalidad de Santiago, para los cuales se realizó un total de 11 series de mediciones de emisiones de las cuales 3 correspondieron a mediciones base, vale decir mediciones sin el dispositivo operando en los buses y el resto correspondieron a mediciones con el dispositivo operando en los vehículos. Cada serie de mediciones se efectuó conforme a procedimientos estandarizados y contempló ensayos de opacidad en flujo parcial en carga y en vacío y además la medición de muestras de combustible diesel.

### 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.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/10/2003	Nombre: Pamela Ojeda B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



#### 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/006/03
- Estadística Murray R. Spiegel (Serie Schaum)

#### 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 el dispositivo instalado en los buses, son menores que los resultados sin el dispositivo, 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 el dispositivo instalado es igual a la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo sin el dispositivo ( $\langle X \rangle_{con} = \langle X \rangle_{sin}$ ).


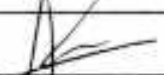

H1: El valor de la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo con el dispositivo instalado es menor a la media de opacidad de la muestra tomada al vehículo sin el dispositivo instalado ( $\langle X \rangle_{con} < \langle X \rangle_{sin}$ )

Para contrastar la hipótesis Ho de que las medias de las muestras con y sin dispositivo instalado en los buses 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: 
06/10/2003	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-E006-V01-03

Página 4 de 7

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

Donde,




- <X> : Media de la Muestra  
N : Tamaño de la Muestra  
sin : Sufijo que indica la muestra sin dispositivo  
con : Sufijo que indica la muestra con dispositivo  
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 buses en estudio, cuando el estadístico  $t$  resulte menor que  $-1.83$  podremos afirmar, con un nivel de confianza del 95%, que las mediciones con el dispositivo instalado en los vehículos resultaron menores que las mediciones sin el dispositivo instalado en los buses, de manera estadísticamente significativa, para la opacidad medida (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 el dispositivo instalado en el vehículo ensayado.

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

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/10/2003	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






## 6.0 Resultados

### 6.1.1 Bus placa patente KD 9403

N° de Control	Fecha	Opacidad en Flujo Parcial m-1		
		Carga	Acel. Libre	Dispositivo
1	20/08/03	0,58	0,52	NO
2	21/08/03	0,56	0,56	NO
3	27/08/03	0,41	0,46	NO
4	29/08/03	0,43	0,56	SI
5	01/09/03	0,49	0,45	SI
6	02/09/03	1,01	0,46	SI
7	03/09/03	0,45	0,44	SI
8	04/09/03	1,17	0,54	SI
9	09/09/03	0,61	0,43	SI
10	10/09/03	0,56	0,45	SI
11	11/09/03	0,72	0,39	SI
Norma		1,50 (*)	1,90 (*)	
Promedio sin Dispositivo		0,52	0,51	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,09	0,05	
Promedio con Dispositivo		0,68	0,47	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,27	0,06	
t		0,99	-1,29	

(\*) Nota: los estándares de emisión para buses licitados sujetos a proceso de extensión de antigüedad para opacidad en flujo parcial son: carga:  $0.90 \text{ m}^{-1}$  y aceleración libre:  $1.14 \text{ m}^{-1}$

Para ambas pruebas, en carga y en aceleración libre, se tiene que el estadígrafo  $+1.83 < t < -1.83$  por lo que podemos entonces afirmar con un 95% de confianza que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisiones medidos con y sin dispositivo instalado en el bus.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/10/2003	Nombre: Pamela Oliva 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-E006-V01-03

Página 6 de 7

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

6.1.2 Bus placa patente LP 2994

N° de Control	Fecha	Opacidad en Flujo Parcial m-1		Dispositivo
		Carga	Acel. Libre	
1	22/08/03	0,30	1,18	NO
2	25/08/03	0,35	0,91	NO
3	27/08/03	0,29	0,74	NO
4	29/08/03	0,48	1,45	SI
5	01/09/03	0,23	0,86	SI
6	02/09/03	0,16	1,29	SI
7	03/09/03	0,39	1,27	SI
8	04/09/03	0,19	0,91	SI
9	05/09/03	0,95	1,29	SI
10	08/09/03	0,32	0,90	SI
11	09/09/03	0,34	1,08	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,31	0,94	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,03	0,22	
Promedio con Dispositivo		0,38	1,13	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,25	0,22	
t		0,46	1,24	

Para ambas pruebas, en carga y en aceleración libre, se tiene que el estadígrafo  $+1.83 < t < -1.83$  por lo que podemos entonces afirmar con un 95% de confianza que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisiones medidos con y sin dispositivo instalado en el bus.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
06/10/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alisha 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

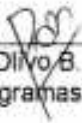
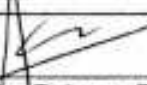

3CV-ST-E006-V01-03

Página 7 de 7

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

### 7.0 Conclusiones

- ◆ Los buses ensayados no presentaron reducción de emisiones contaminantes estadísticamente significativa en ambas pruebas, en carga y en aceleración libre.
- ◆ El combustible diesel utilizado por los buses ensayados durante este plan experimental cumplió con los estándares de calidad impuestos por la normativa actualmente vigente.
- ◆ Los resultados de emisiones se obtuvieron con los vehículos en adecuadas condiciones de mantención lo que se verificó mediante el cumplimiento de las normas de emisión en las mediciones base y el sellado de la bomba de inyección diesel evitando de este modo modificaciones posteriores en la inyección.
- ◆ Es importante señalar que los resultados reportados en este informe corresponden sólo a las mediciones realizadas en las instalaciones del 3CV, dado que el programa no contempló un seguimiento de campo del dispositivo evaluado.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
06/10/2003	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Allosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cádiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV