



GOBIERNO DE CHILE  
SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES  
CENTRO DE CONTROL Y CERTIFICACIONES  
VEHICULARES

3CV-ST-E005-V01-02

Página 1 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

**1.0 Objetivo:**

Medir el nivel de opacidad en flujo parcial en pruebas en vacío, método de aceleración libre, y en carga, sobre dinamómetro de chasis, en buses de la locomoción colectiva cuando operan con un sistema denominado E'Max-Ensol.

**2.0 Alcance y campo de aplicación:**

El dispositivo evaluado durante esta experiencia consiste en un equipo contenedor con características específicas de construcción denominado E'Max y una solución líquida denominada Ensol.

Fotografía N°1



Fecha de Aprobación	Generado por: <i>pan</i>	Revisado por: <i>A</i>	Aprobado por: <i>VERG</i>
25/09/2002	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 DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

Fotografía N°2



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

Bus N°	Marca	PPU	Modelo	Año
1	Mercedes Benz	TJ 9685	OH 1420	2000
2	Mercedes Benz	TJ 9683	OH 1420	2000
3	Mercedes Benz	UF 9592	OH 1420	2001
4	Mercedes Benz	KY 2029	OF 1318	1994
5	Mercedes Benz	KU 8747	OF 1318	1994
6	Mercedes Benz	UK 8331	LO 914	2001

El programa de seguimiento se llevó a cabo entre los meses de Abril y Agosto del 2002, realizando un total de 14 series de mediciones para cada vehículo<sup>(1)</sup>, de las cuales 3 correspondieron a mediciones base, vale decir mediciones sin dispositivo y 11 series de mediciones correspondieron a mediciones con el dispositivo instalado en los buses. Cada serie de mediciones se efectuó conforme a procedimientos estandarizados y, contempló ensayos de opacidad en flujo parcial en carga y en vacío.

<sup>(1)</sup> El calendario de controles inicial contemplaba un total de 11 series de mediciones (8 con dispositivo y 3 sin dispositivo) sin embargo dada las características de los valores de opacidad obtenidos por algunos buses, a solicitud del proveedor del equipo se aumentó el N° de controles para todos los vehículos ensayados, es decir a cada bus se le realizó un total de 14 mediciones, sin eliminar aquellos valores de opacidad considerados como "erróneos" por el proveedor puesto que no hubo valores que estuvieron fuera de la tendencia normal de la opacidad de los buses ensayados.

Fecha de Aprobación	Generado por: <i>P. Oliv</i>	Revisado por: <i>AK</i>	Aprobado por: <i>Alfonso Cadiz</i>
25/09/2002	Nombre: Pamela Oliv B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo.	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV





### 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.

### 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/029/02.
- 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 ( $\langle X \rangle_{\text{con}} = \langle X \rangle_{\text{sin}}$ ).

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
25/09/2002	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 DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

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  $H_0$  de que las medias de las muestras con y sin dispositivo instalado en los vehículos 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:

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

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

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

Donde,

- $\langle X \rangle$  : Media de la Muestra
- N : Tamaño de la Muestra
- sin : Sufijo que indica la muestra sin convertidor
- con : Sufijo que indica la muestra con convertidor
- 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  $t < -1.78$  (distribución Student,  $N_{con}=11$ ,  $N_{sin}=3$  y 95% de significación).

De lo anterior, para los vehículos en estudio, cuando el estadístico t resulte menor que  $-1.78$ , podremos afirmar, con un nivel de confianza del 95%, que las mediciones con el dispositivo instalado en el vehículo resultaron menores que las mediciones sin el dispositivo en el vehículo, de manera estadísticamente significativa, para la opacidad medida (se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ )

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
25/09/2002	Nombre: Pamela Olivo B Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Alisha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV





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



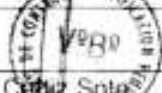
3CV-ST-E005-V01-02

Página 5 de 12

INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

Si  $t$  se encuentra entre  $+1.78$  y  $-1.78$  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  $+1.78$  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: 
25/09/2002	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cortés Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.




6.0 Resultados:

6.1 Vehículo placa patente TJ 9685

N° de Control	Fecha	OFF m-1		Dispositivo
		Carga	Vacio	
1	23/04/02	0,18	0,19	NO
2	30/04/02	0,22	0,14	NO
3	07/08/02	0,23	0,45	NO
4	06/05/02	0,19	0,20	SI
5	14/05/02	0,15	0,20	SI
6	20/08/02	0,14	0,25	SI
7	06/06/02	0,08	0,09	SI
8	07/06/02	0,09	0,11	SI
9	26/06/02	0,16	0,35	SI
10	01/07/02	0,10	0,53	SI
11	09/07/02	0,22	0,22	SI
12	17/07/02	0,21	0,49	SI
13	24/07/02	0,12	0,29	SI
14	31/07/02	0,13	0,28	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,21	0,26	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,03	0,17	
Promedio con Dispositivo		0,14	0,27	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,05	0,14	
t		-2,15	0,11	

Para la prueba en carga se tiene  $t < -1.78$  por lo que podemos entonces afirmar con un 95% de confianza que las mediciones con dispositivo instalado en el vehículo son menores que las mediciones de opacidad sin el dispositivo instalado en el vehículo ensayado. (33% de diferencia)

Para las mediciones de opacidad en aceleración libre, tenemos que el estadígrafo t se encuentra entre  $-1.78$  y  $+1.78$  por lo que podemos decir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los resultados de emisión medidos con y sin el dispositivo instalado en este vehículo.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
25/09/2002	Nombre: Pamela Olivo B Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Carrasco Cargo: Secretario Técnico 3CV



INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

6.2 Vehículo placa patente TJ 9683

N° de Control	Fecha	OFF m-1		Dispositivo
		Carga	Vacío	
1	23/04/02	0,27	0,88	NO
2	03/05/02	0,06	0,78	NO
3	07/08/02	0,73	1,51	NO
4	06/05/02	0,76	0,90	SI
5	13/05/02	0,13	0,70	SI
6	06/06/02	0,14	0,98	SI
7	07/06/02	0,07	0,50	SI
8	07/06/02	0,10	0,85	SI
9	26/06/02	0,49	1,15	SI
10	01/07/02	0,34	0,95	SI
11	08/07/02	0,24	1,18	SI
12	17/07/02	0,2	0,95	SI
13	24/07/02	0,09	0,98	SI
14	31/07/02	0,39	1,45	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,35	1,06	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,34	0,40	
Promedio con Dispositivo		0,27	0,96	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,21	0,25	
t		-0,51	-0,55	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.78$  y  $+1.78$  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 el dispositivo instalado en el vehículo.

Fecha de Aprobación	Generado por	Revisado por	Aprobado por.
25/09/2002	Nombre: Pamela Curvo B Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cordero Cargo: Secretario Técnico 3CV





INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

6.3 Vehículo placa patente UF 9592

N° de Control	Fecha	OFF m-1		Dispositivo
		Carga	Vacio	
1	26/04/02	0,18	0,21	NO
2	30/04/02	0,24	0,21	NO
3	09/08/02	0,47	0,47	NO
4	07/05/02	0,12	0,22	SI
5	13/05/02	0,70	0,33	SI
6	22/05/02	0,33	0,27	SI
7	30/05/02	0,10	0,35	SI
8	07/06/02	0,15	0,25	SI
9	27/06/02	0,29	0,48	SI
10	02/07/02	0,27	0,67	SI
11	08/07/02	0,12	0,17	SI
12	19/07/02	0,51	0,27	SI
13	26/07/02	0,08	0,30	SI
14	02/08/02	0,73	0,28	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,30	0,30	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,15	0,15	
Promedio con Dispositivo		0,31	0,33	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,24	0,14	
t		0,07	0,33	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.78$  y  $+1.78$  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 el dispositivo instalado en el vehículo.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
25/09/2002	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alisha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV








INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

6.4 Vehículo placa patente KY 2029

N° de Control	Fecha	OFF m-1		Dispositivo
		Carga	Vacio	
1	25/04/02	0,41	0,73	NO
2	29/04/02	0,32	1,09	NO
3	08/08/02	1,68	0,78	NO
4	14/05/02	0,81	0,83	SI
5	14/05/02	0,43	0,83	SI
6	22/05/02	0,65	0,70	SI
7	30/05/02	0,50	0,42	SI
8	06/06/02	0,45	0,45	SI
9	27/06/02	0,58	0,58	SI
10	02/07/02	0,36	0,51	SI
11	09/07/02	0,37	1,17	SI
12	18/07/02	0,32	0,57	SI
13	25/07/02	0,34	0,69	SI
14	01/08/02	0,57	0,61	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,80	0,87	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,76	0,20	
Promedio con Dispositivo		0,49	0,67	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,15	0,21	
t		-1,40	-1,46	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.78$  y  $+1.78$  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 el dispositivo instalado en el vehículo.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
25/09/2002	Nombre: Pamela Orvo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cordero Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV





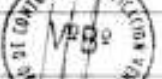


INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

6.5 Vehículo placa patente KU 8747

N° de Control	Fecha	OFP m-1		Dispositivo
		Carga	Vacío	
1	25/04/02	0,28	0,29	NO
2	29/04/02	0,36	0,26	NO
3	09/08/02	0,26	0,21	NO
4	08/05/02	0,33	0,24	SI
5	16/05/02	0,53	0,20	SI
6	30/05/02	0,66	0,10	SI
7	31/05/02	0,60	0,09	SI
8	06/06/02	0,15	0,06	SI
9	28/06/02	0,18	1,00	SI
10	03/07/02	0,22	0,15	SI
11	10/07/02	0,13	0,37	SI
12	18/07/02	0,27	0,43	SI
13	25/07/02	0,50	0,21	SI
14	01/08/02	0,24	0,22	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,30	0,25	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,05	0,04	
Promedio con Dispositivo		0,35	0,28	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,19	0,26	
t		0,45	0,19	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.78$  y  $+1.78$  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 el dispositivo instalado en el vehículo.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
25/09/2002	Nombre: Pamela Orivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Ailoshia Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



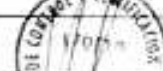


INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

6.6 Vehículo placa patente UK 8331

N° de Control	Fecha	OFF m-1		Dispositivo
		Carga	Vacio	
1	26/04/02	0,08	0,07	NO
2	03/05/02	0,05	0,08	NO
3	09/08/02	0,05	0,33	NO
4	09/05/02	0,05	0,08	SI
5	15/05/02	0,21	0,06	SI
6	31/05/02	0,01	0,01	SI
7	24/06/02	0,05	0,08	SI
8	25/06/02	0,09	0,1	SI
9	28/06/02	0,07	0,03	SI
10	03/07/02	0,03	0,03	SI
11	10/07/02	0,02	0,02	SI
12	19/07/02	0,24	0,06	SI
13	20/08/02	0,05	0,40	SI
14	06/08/02	0,08	0,40	SI
Norma		1,20	1,60	
Promedio sin Dispositivo		0,06	0,16	
Desv. Estándar sin Dispositivo		0,02	0,15	
Promedio con Dispositivo		0,08	0,12	
Desv. Estándar con Dispositivo		0,08	0,14	
t		0,44	-0,44	

Para ambas pruebas, en carga y en vacío, se tiene que el estadígrafo t se encuentra entre los valores de  $-1.78$  y  $+1.78$  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 el dispositivo instalado en el vehículo.




Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
25/09/2002	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales.	Nombre: Alisha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz Soto Cargo: Secretario Técnico 3CV



INFORME PROGRAMA EXPERIMENTAL  
EVALUACIÓN DISPOSITIVO REDUCTOR DE EMISIONES CONTAMINANTES.

**7.0 Conclusiones:**

- ♦ De los 6 buses ensayados, sólo uno registró reducción de opacidad estadísticamente significativa (33%). Esta reducción se registró sólo en la prueba en carga, no registrándose reducciones en la prueba en vacío.
- ♦ Los otros 5 buses ensayados no presentaron reducciones de opacidad ni en carga ni en vacío, dado que los resultados obtenidos con y sin dispositivo no presentan diferencia estadísticamente significativa.
- ♦ Éstos resultados se obtuvieron en vehículos con 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.

Fecha de Aprobación	Generado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
25/09/2002	Nombre: Pamela Olivo B. Cargo: Apoyo Programas Experimentales	Nombre: Aliosha Reinoso Durán Cargo: Coordinador de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico

