



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

3CV-ST-I006-V01-07

Página 1 de 7

**INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL  
ADITIVO CENTRON**

**1.- Objetivo:**

Evaluar el comportamiento de emisiones y de consumo de combustible al añadir aditivo CENTRON al petróleo diesel, en ensayos sobre dinamómetro de chasis en un bus interurbano.

**2.- Alcance y campo de aplicación**

El vehículo que participó en este programa experimental tiene las siguientes características:

- Tipo de Vehículo : Bus Interurbano:
- Marca : Mercedes Benz
- Modelo : OH 1628
- Placa Patente : YD 1605
- Odómetro : 561494

El bus fue sometido a dos días de mediciones. El primer día de medición fue el 06 de Noviembre de 2007, en esa oportunidad se realizaron tres ensayos consecutivos, funcionando el motor con petróleo diesel comercial sin aditivo. El segundo día de medición fue el 20 de noviembre del 2006, realizándose tres mediciones, utilizando petróleo con aditivo.

La primera serie de medición, con diesel comercial sin aditivo, se considera como situación base de comparación.

Se entregan a continuación los componentes del aditivo, declarado por el representante de éste.

- Aceite mineral de foca.
- Aguarrás.
- Etilen Glicol Buil Éter
- No iónico- Surfactantes

**3.- Equipamiento y Métodos de Medición:**

El laboratorio de vehículos pesados del 3CV, está equipado con un dinamómetro de chasis, sobre el cual es posible simular hasta 30 toneladas de Inercia y 300 kW. Los gases de combustión son diluidos en un sistema de muestreo de volumen constante (CVS) y posteriormente medidas sus concentraciones por banco de analizadores AMA 4000, el cual

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
20/03/02	Nombre: José Álvarez V Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso D. Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico



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

3CV-ST-I006-V01-07

Página 2 de 7

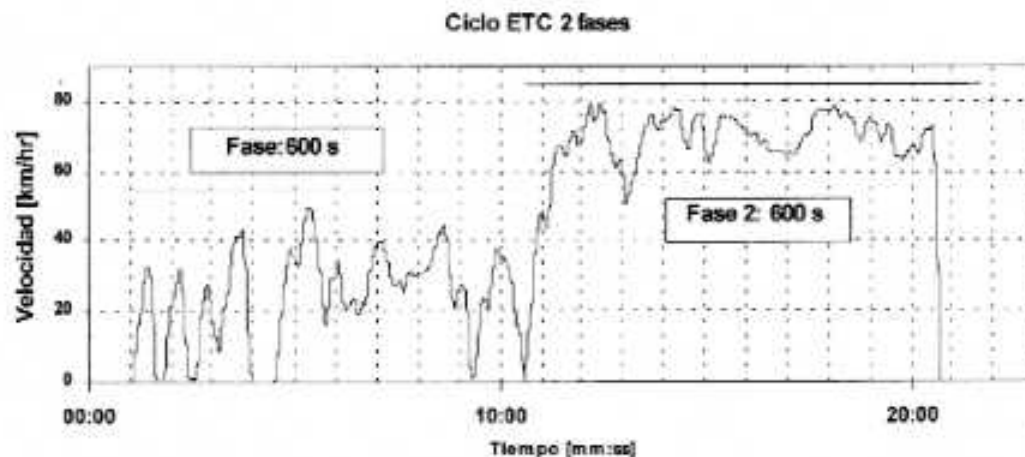
## INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL ADITIVO CENTRON

mide CO, CO<sub>2</sub>, HC, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. Todo el equipamiento anterior posee un sistema de control y registro de información denominado GEM 2000.

### 3.1 Ciclo de Conducción

Se midieron las emisiones de bus bajo las dos primeras fases del ciclo FIGUE

El siguiente gráfico da cuenta del perfil velocidad tiempo que debió seguir el bus sobre el dinamómetro, para obtener al final del ciclo las emisiones y consumos de combustibles



### 4.- Documentación de referencia:

- Carpeta proceso de aditivos CENTRON, código 3CV/EXP/004/07
- Estadística Murray R. Spiegel (Serie Schaum)
- "Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory System ARTEMIS/ Heavy duty vehicle emissions / Final Report

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
20/03/02	Nombre: José Álvarez V Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso D. Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cadiz Cargo: Secretario Técnico



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

3CV-ST-I006-V01-07

Página 3 de 7

**INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL  
ADITIVO CENTRON**

**5.- Resultados:**

**5.1 Emisiones y rendimientos:**

Las siguientes tablas dan cuenta de las emisiones de hidrocarburos totales (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), monóxido de carbono (CO), particulado (MP), y las emisiones de CO<sub>2</sub>, y por último se entrega el rendimiento del vehículo, es decir los kilómetros por litro. Lo anterior con y sin aditivo.

**Tabla 1: Emisiones Sin aditivo, bajo las 2 primeras fases ciclo ETC**

variable	Unidad	1 ra. Medición	2 da. Medición	3 da. Medición	Promedio	Desviación
HC	g / km	0,263	0,241	0,245	0,250	0,012
NOX	g / km	13,735	13,453	13,809	13,666	0,188
CO	g / km	1,366	1,360	1,382	1,369	0,011
CO <sub>2</sub>	g / km	751,048	718,441	755,383	741,624	20,194
MP	g / km	0,247	0,171	0,205	0,208	0,038
CONSUMO	km / lt	3,537	3,697	3,534	3,589	0,093

**Tabla 2: Emisiones Con aditivo, bajo las 2 primeras fases ciclo ETC**

Ciclo	Unidad	1 ra. Medición	2 da. Medición	3 da. Medición	Promedio	Desviación
HC	g / km	0,227	0,226	0,210	0,221	0,010
NOX	g / km	8,041	8,101	7,820	7,987	0,148
CO	g / km	1,518	1,333	1,538	1,463	0,113
CO <sub>2</sub>	g / km	706,221	722,659	710,355	713,078	8,551
MP	g / km	0,269	0,250	0,269	0,269	0,020
CONSUMO	km / lt	3,756	3,676	3,739	3,724	0,042

Fecha de Aprobación

20/03/02

Generado por:

Nombre: José Álvarez V  
Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo

Revisado por:

Nombre: Aliosha Reinoso D.  
Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo

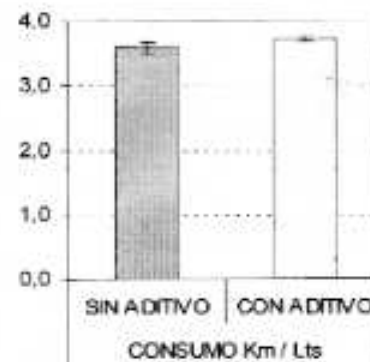
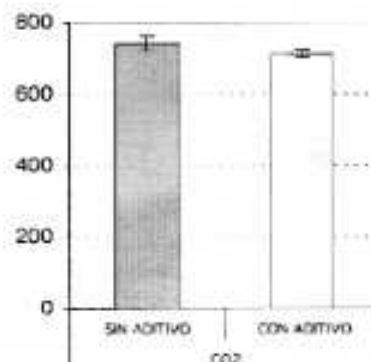
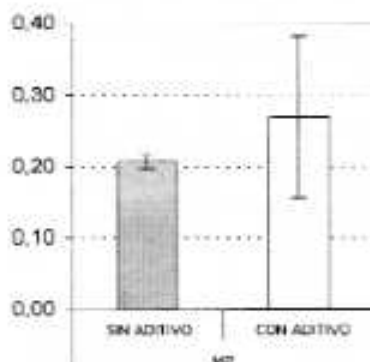
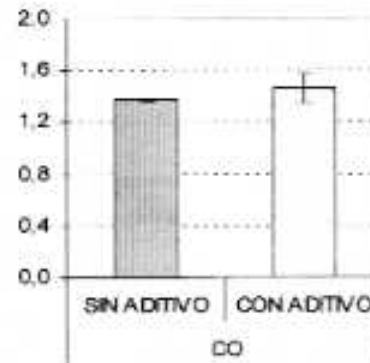
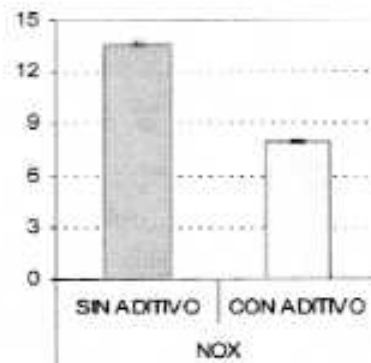
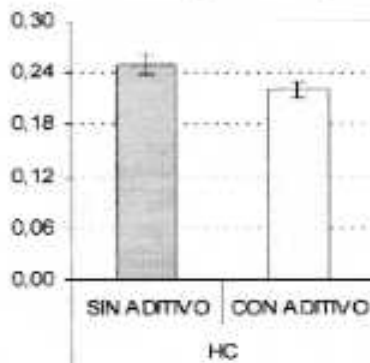
Aprobado por:

Nombre: Alfonso Cádiz  
Cargo: Secretario Técnico



INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL  
ADITIVO CENTRON

Los siguientes gráficos ilustran los resultados



## 5.2 Análisis

Puesto que en general se cuenta con una muestra de 3 mediciones con aditivo y otras 3 sin aditivo, pero ambas mediciones con diferentes desviaciones estándar es necesario 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 rendimiento con el aditivo, son mayores que los rendimiento sin el aditivo, es que se emplea un test de hipótesis con los siguientes enunciados:

H<sub>0</sub>: El valor de la media del rendimiento medido del bus usando aditivo es igual a la media de rendimiento medido en el bus sin aditivo ( $\langle X \rangle_{\text{con aditivo}} = \langle X \rangle_{\text{sin aditivo}}$ ).

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
20/03/02	Nombre: José Álvarez V. Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso D. Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Gámez Cargo: Secretario Técnico



INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL  
ADITIVO CENTRON

H1: El valor de la media del rendimiento medido en el bus usando aditivo es mayor a la media del rendimiento medido del bus sin aditivo ( $\langle X \rangle_{\text{con aditivo}} > \langle X \rangle_{\text{sin aditivo}}$ )

Para contrastar la hipótesis  $H_0$  de que las medias de las muestras con aditivo y sin aditivo 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.

$$t = \frac{(\langle X \rangle_{\text{con\_Ad}} - \langle X \rangle_{\text{sin\_Ad}})}{(\sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{N_{\text{con\_Ad}}} + \frac{1}{N_{\text{sin\_Ad}}}})}$$
$$\sigma = \sqrt{\frac{(N_{\text{con\_Ad}} \cdot S_{\text{con\_Ad}}^2 + N_{\text{sin\_Ad}} \cdot S_{\text{sin\_Ad}}^2)}{(N_{\text{con\_Ad}} + N_{\text{sin\_Ad}} - 2)}}$$
$$S = \hat{S} \cdot \sqrt{\frac{(N-1)}{N}}$$

Donde,

- $\langle X \rangle_{\text{sin\_Ad}}$  : Medias de la Muestra sin aditivo.  
 $\langle X \rangle_{\text{con\_Ad}}$  : Medias de la Muestra con aditivo.  
 $S_{\text{con\_Ad}}$  : Desviación estándar medición con aditivo.  
 $S_{\text{sin\_Ad}}$  : Desviación estándar medición sin aditivo.  
 $N$  : Tamaño de la Muestra= 3 con y otras 3 sin aditivo  
 $S$  : Desviación Estándar de la Población  
 $\hat{S}$  : Desviación Estándar de la Muestra

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
20/03/02	Nombre: José Álvarez V Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso D. Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico



**INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL  
ADITIVO CENTRON**

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 mayor que 2,13 (distribución Student,  $N_{con}=3$ ,  $N_{sin}=3$  y 95% de significación).

De lo anterior cuando el estadístico t resulte menor que -2.13, podremos afirmar, con un nivel de confianza del 95%, que el rendimiento con aditivo resultó menor que el rendimiento sin aditivo, de manera estadísticamente significativa.

A su vez si t se encuentra entre +2.13 y -2.13 diremos que no hay diferencia estadísticamente significativa en los resultados de rendimiento con y sin aditivo.

Al evaluar el estadígrafo de Student, para la muestra, resulta  $t=1,856$ , por lo tanto no hay diferencia estadística significativa en el rendimiento con y sin aditivo.

### 5.3 Análisis de Confiabilidad de los Resultados

Conforme la carpeta de éste programa experimental 3CV/EXP/004/07, constan antecedentes del cambio de la bomba inyectora del motor del bus y sus inyectores. Dicho cambio ocurrió entre ambas mediciones, sin y con aditivo. El origen de este cambio se informó como problemas en la potencia y las rpm del motor y el kilometraje excesivo (400.000 km), de uso.

Conforme a la experiencia de este centro, la manipulación, reparación o ajustes de sistema de inyección tiene influencias directas en las emisiones y en los consumos de combustibles. Por lo tanto se considera que no es posible asegurar con certeza la influencia de este cambio en los resultados reportados. Esto dificulta sobremanera la confiabilidad de los resultados obtenidos.

### 4.0 Conclusiones

No obstante los resultados obtenidos y los antecedentes recopilados durante todo el programa experimental, no es posible concluir respecto a la influencia del aditivo en el rendimiento del vehículo ensayado. Básicamente por la manipulación que se realizó sobre los inyectores y la bomba entre mediciones.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
20/03/02	Nombre: José Álvarez V  Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Aliosha Reinoso D.  Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz  Cargo: Secretario Técnico 



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

3CV-ST-1006-V01-07

Página 7 de 7

**INFORME TÉCNICO PROGRAMA EXPERIMENTAL  
ADITIVO CENTRON**

Por los mismos antecedentes de mejoras en el sistema de inyección, no es posible concluir sobre el efecto del aditivo sobre las emisiones.

Fecha de Aprobación	Generado por:	Revisado por:	Aprobado por:
20/03/02	Nombre: José Álvarez V Cargo: Ing. Área Planificación y Desarrollo	Nombre: Alisha Reinoso D. Cargo: Encargado Área de Planificación y Desarrollo	Nombre: Alfonso Cádiz Cargo: Secretario Técnico