

DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SECTOR TRANSPORTE

Instituto Mexicano del Transporte
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Publicación Técnica No. 29
Querétaro, Qro. 1991

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SECTOR TRANSPORTE

Publicación Técnica No. 29

Querétaro, Qro., 1991

Este trabajo ha sido realizado en el Instituto Mexicano del Transporte por el Ing. Jorge Antonio Ramírez Lara, investigador de la Coordinación de Equipamiento para el Transporte, como resultado de la colaboración con la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal, dentro del grupo Diagnósticos Energéticos.

En el planteamiento, comentarios y revisión contribuyeron en forma importante la M. en C. Mercedes Rafael Morales y el Dr. Alejandro Lozano Guzmán.

DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SECTOR TRANSPORTE.

INDICE

	PAGINA
I.-INTRODUCCION.	1
I.1.-Situación Mundial.	1
I.2.-Situación en México.	1
I.3.-Estimación de Potenciales de Ahorro de Energía.	3
I.4.-Distribución del Consumo de Energía en el Sector Transporte.	4
II.-LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS Y SUS OBJETIVOS.	6
III.-DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SECTOR DE TRANSPORTE CARRETERO (AUTOTRANSPORTE).	7
III.1.-Definición de la Metodología.	8
IV.-EJEMPLO DE DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SUB-SECTOR DE AUTOTRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS.	11
IV.1.-Estimación de los Potenciales de Ahorro en el Consumo de Combustible.	16
V.-CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.	20
VI.-REFERENCIAS.	22

DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SECTOR TRANSPORTE.

I.-INTRODUCCION.

I.1.-Situación Mundial.

Debido a las crisis petroleras que desde 1973 se han hecho presentes en el mundo, todos los países han acelerado las investigaciones dirigidas al ahorro y uso eficiente de los energéticos tradicionales y a la sustitución de éstos por diferentes fuentes de energía primaria que no se habían explotado. A este respecto, numerosos países han implementado acciones y programas que han sido distintos en cada uno de ellos según el grado de dependencia externa del petróleo. Esto ha dado como resultado la modificación de sus esquemas de abasto y uso de energía.

Los programas que han tenido un fuerte impacto, han sido los relativos al ahorro y uso eficiente de la energía, ya que según la Agencia Internacional de Energía (AIE), de 1979 a 1982 el consumo mundial de petróleo cayó en cerca de 7 millones de barriles por día. El 50% de este volumen se debió a las políticas de ahorro, mientras que el 50% restante se atribuyó a la recesión económica que se sufrió durante ese periodo [1]. El continuar con políticas de ahorro de energía debe producir efectos más notorios en el futuro, ya que según la misma AIE, para el año 2000 se calcula que en todo el mundo, se habrá reemplazado el equipo industrial por otro cuya tecnología evite el desperdicio de energéticos. Lo anterior ocurrirá a pesar de que en los últimos años el precio del petróleo ha bajado sustancialmente, ya que como lo ponen de manifiesto las crisis petroleras en el mundo (por ejemplo Irak 1990), el petróleo puede subir de precio en forma imprevista, por lo que las políticas de ahorro de energía, siguen siendo económicamente muy atractivas [1].

I.2.-Situación en México.

México ha tenido un enfoque energético apoyado en la aparente abundancia de hidrocarburos, lo que propició una política de promoción industrial basada en energía barata. Los altos consumos unitarios, se han debido al bajo precio de los combustibles y a que la industria nacional se ha desarrollado con equipos y procesos diseñados sin tomar en cuenta la eficiencia energética.

Mientras que en el exterior se ha trabajado intensamente en el campo del ahorro de energía, en México los resultados han sido muy limitados. Esto, a pesar de haberse tomado conciencia sobre la urgente necesidad de aplicar políticas para su uso eficiente y de las recomendaciones contenidas en los documentos de planeación energética de los últimos 12 años. Lo anterior se ha debido principalmente a la falta de voluntad política y a las restricciones económicas por las que ha atravesado el país, ya que estos factores han impedido la incorporación de nuevas tecnologías energéticamente eficientes. Por todo ello, el consumo de energía de México en los últimos 25 años, se ha caracterizado por mantener un esquema de ineficiencia en el uso de la misma [1].

Según cifras de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP), el consumo de energía de México ha venido creciendo a tasas aceleradas y superiores a las del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB). La relación entre el crecimiento del consumo de energía y el correspondiente al PIB (coeficiente denominado Intensidad Energética), indica que se ha consumido cada vez más energía para producir la misma cantidad de bienes y servicios (ver cuadro 1).

AÑO	CONSUMO NACIONAL DE ENERGIA (Billones de kcal)	PIB NACIONAL (Millones de pesos de 1980)	INTENSIDAD ENERGETICA (kcal/Peso Producido)
1983	1168.982	4628937	252.5
1984	1189.612	4796050	248.0
1985	1216.138	4920430	247.2
1986	1191.652	4732150	251.8
1987	1240.320	4802394	258.3
1988	1257.628	4855171	259.0

Cuadro 1: Indicadores Económicos y Energéticos, 1983-1988 [2]

De mantenerse esta tendencia en el comportamiento de la Intensidad Energética hasta fines de siglo, la proyección del consumo total de energía sería 3 veces superior al actual. Esto puede significar, que se caiga en la trampa de destinar cada vez mayores recursos financieros y humanos a acelerar el agotamiento de los recursos naturales [1].

I.3.-Estimación de Potenciales de Ahorro de Energía.

Los recursos energéticos no renovables son cada vez más difíciles de localizar y la explotación es más costosa. Esto ha ocasionado que el precio de la energía se incremente en los últimos años. Por lo tanto, es indispensable disminuir el consumo y lograr un uso racional sin afectar la estructura económica (incrementando el rendimiento) y sin olvidar que se trata de un recurso no renovable cuyo consumo afecta al medio ambiente.

En un estudio realizado por la SEMIP y la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), se determinaron los potenciales de ahorro de energéticos en México. Con base en un análisis de la eficiencia energética por sectores, se comparó a México con una muestra de 27 países seleccionados de acuerdo con sus ingresos (9 de ingresos altos, que representan a los países más desarrollados; 7 de ingresos medios-altos; 8 de ingresos medios-bajos; y tres exportadores de petróleo de ingresos altos), todos ellos utilizando procesos tecnológicos similares a los empleados en el país. Los resultados de este estudio se resumen en el cuadro 2. Aquí se observa la magnitud del potencial de ahorro energético existente en México.

INDUSTRIA O SECTOR	POTENCIAL DE AHORRO EN % (SEGUN CONAE)	POTENCIAL DE AHORRO *MMB/AÑO (Petróleo Crudo Equivalente)
PETROLERA	15	31.0
SIDERURGICA	38	17.0
ELECTRICA	10	15.0
AZUCARERA	50	12.0
CEMENTERA, QUIMICA, VIDRIO, CELULOSA Y PAPEL	25	12.1
TRANSPORTE	18	31.9
		TOTAL 119.0

Cuadro 2: Potenciales de Ahorro de Energía [1]
*Miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Según CONAE [1], el potencial de disminución en el consumo de energéticos en México, oscila entre el 15 y el 20% de la demanda actual. En el sector industrial se pueden obtener ahorros entre 20 y 30% y el potencial de ahorro en el sector transporte (aunque difiere si es urbano, interurbano, de carga o pasajeros) está entre 8 y 18%, según el tipo de medidas que se apliquen. Esto indica la necesidad de concretar las acciones enfocadas al ahorro en el consumo de energía, sobre todo en los sectores de fuerte impacto socioeconómico, como el industrial y el de transporte, ya que como se aprecia en la Fig. 1, estos sectores tienen un alto consumo energético.

I.4.-Distribución del consumo de energía en el sector transporte.

El cuadro 3 muestra el desglose del consumo de energía en el sector, de acuerdo al tipo de combustible y al medio de transporte utilizado. En él se observa, que el medio más comúnmente usado y el de mayor consumo es el autotransporte, que utiliza el 90.5% del consumo energético de todo el sector [2].

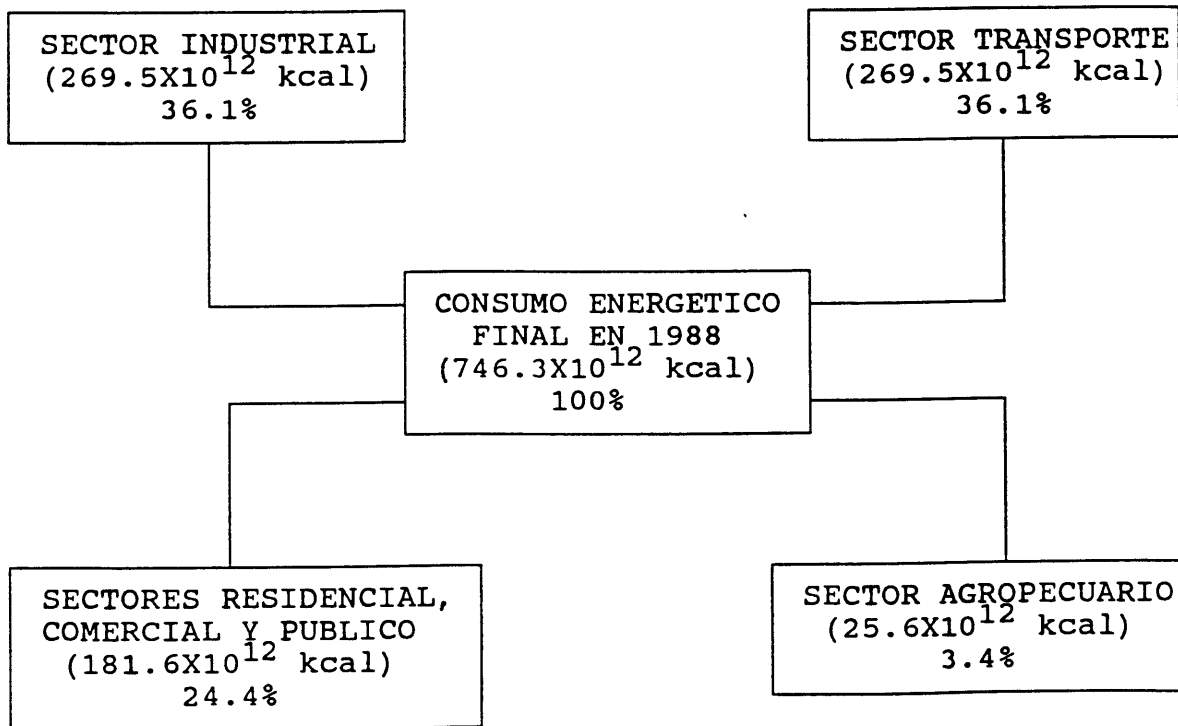


Figura 1: Consumo Energético Final por Sector, 1988 [2]

MEDIO DE TRANSPORTE	GASOLINA	DIESEL	COMBUSTIBLE	GAS LICUADO	KEROSINAS	ELECTRICIDAD	TOTAL POR MEDIO DE TRANSPORTE	%
F.F.C.C.		5.643					5.643	2.1
AEREO	0.454				13.601		14.055	5.2
MARITIMO		1.042	4.081				5.123	1.9
ELECTRICO						0.679	0.679	0.3
AUTOTRANSPORTE	170.141	65.593		8.331			244.065	90.5
TOTAL POR ENERGETICO	170.595	72.278	4.081	8.331	13.601	0.679	269.565	100.0

Cuadro 3: Consumo de Energía en el Sector Transporte, 1988 [2]
(Billones de kcal)

II.-LOS DIAGNOSTICOS ENERGETICOS Y SUS OBJETIVOS.

Ante la urgente necesidad de racionalizar el uso de los energéticos, se requiere establecer una estrategia de ahorro. Como primer paso es necesario cuantificar el consumo actual en los diferentes sectores involucrados para determinar los potenciales de ahorro realizables a corto, mediano y largo plazo. Lo anterior se obtiene mediante los Diagnósticos Energéticos.

Los Diagnósticos Energéticos (o Auditorías Energéticas) son la herramienta básica para definir el rendimiento energético actual, mediante el análisis de la operación de un proceso, bajo diferentes aspectos y parámetros. Una Auditoría Energética puede examinar críticamente los consumos de los sectores individuales de un grupo (nivel micro) o el consumo total del mismo (nivel macro).

Los parámetros a incluir en una Auditoría Energética tienen que especificarse claramente antes de llevarla a cabo, ya que los resultados en rendimiento y consumo de energía varían mucho dependiendo de los parámetros seleccionados. Asimismo, debe tenerse en cuenta que la definición de nivel micro o macro, depende del alcance de la Auditoría en cada caso.

En suma, el objetivo de realizar una Auditoría Energética en un sector individual, es identificar todos los factores de influencia sobre el consumo y el rendimiento, para establecer el potencial de economía con la variación de cada factor. Por lo tanto, una auditoría del consumo energético que abarque toda la sociedad tiene que indicar la interrelación entre los sectores y su influencia en el rendimiento y en el consumo total.

III.-DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SECTOR DE TRANSPORTE CARRETERO (AUTOTRANSPORTE).

Las principales características del Transporte Carretero que influyen en su consumo de energía son:

- Gran variedad de vehículos.
- Diversidad de mercancías o pasajeros y cantidades a transportar.
- Diferentes sistemas de propulsión y combustibles.
- Condiciones de operación diversas.

Básicamente, las Auditorías Energéticas tienen que diferenciar los consumos y rendimientos de acuerdo con todas las características mencionadas; por esta razón, las Auditorías Energéticas a nivel macro en el sector transporte tienen que basarse en estudios micro-operacionales detallados.

Esto implica que las Auditorías Energéticas en los micro-sectores (por ejemplo flotillas), tienen que ser preparadas cuidadosamente, tomando en cuenta la relación entre las cifras de consumo obtenidas y los factores de influencia, ya que dicha relación puede ser diferente en las diversas tareas de transporte.

Los datos más significativos se obtienen de mediciones de consumo de combustible bajo las condiciones de trabajo reales. Tomando un muestreo estadístico promedio de una flotilla representativa, los datos tienen que ser registrados y evaluados considerando todos los factores que afectan el consumo y el rendimiento. La información obtenida podrá ser usada para:

- A) Basar decisiones de dirección que contemplen costos de operación e inversiones.
- B) Presentar varias situaciones o casos de consumo de energía y rendimiento tanto a nivel micro, como a nivel macro.

III.1.-Definición de la Metodología.

Para efectuar Diagnósticos Energéticos en el Transporte Carretero es necesario elaborar una estrategia global para determinar el consumo de combustible de los vehículos que se utilizan en los diferentes sub-sectores. Tal estrategia deberá permitir el establecimiento de cifras y promedios confiables, en los cuales se pueda basar un proceso de toma de decisiones. Por lo tanto, las pruebas de consumo de combustible deben incluir:

- 1) Una comparación del consumo actual con los registros de consumo disponibles.
- 2) La obtención de datos de consumo válidos para unidades individuales.
- 3) La elaboración de medidas técnicas y logísticas para optimizar el consumo.

La optimización del consumo de combustible se puede lograr únicamente si se dispone de información correcta sobre el consumo actual, las condiciones técnicas de las flotillas, las características de las rutas y el empleo de la logística de operación. Como estos factores tienen influencia entre sí, se debe asegurar que al evaluar cada consumo individual también se evalúen correctamente las interrelaciones.

La estrategia para realizar pruebas de consumo de combustible en vehículos del sector de Transporte Carretero debe incluir pruebas de ruta y pruebas de laboratorio.

Pruebas de ruta.

Los pasos a seguir para realizar estas pruebas son:

- 1) Establecimiento del método de prueba.

El método se establece tomando en cuenta:

- Selección de equipo de medición.
- Selección de vehículos a probar.
- Registro de características individuales de los vehículos a probar.

Lo anterior, considerando que el diseño de formatos de registro es indispensable (ver anexo 1).

- 2) Seguimiento de las pruebas de consumo de combustible.

Este seguimiento se debe llevar a cabo considerando:

- Características técnicas de los vehículos.
- Condiciones logísticas de operación (rutas, demanda, tipo de terreno, etc.).
- Factores de operación local (percances, reparaciones del camino, etc.).

3) Evaluación de resultados.

En esta evaluación se deben separar perfectamente los resultados, clasificándolos de acuerdo a los factores considerados en el seguimiento de las pruebas.

4) Elaboración de recomendaciones.

Las recomendaciones serán elaboradas considerando la clasificación de los resultados con el fin de diferenciar las recomendaciones técnicas (características del vehículo) de las logísticas (condiciones de operación), eliminando los resultados relativos a los factores de operación local.

Pruebas de laboratorio.

Para llevar a cabo estas pruebas se recomienda lo siguiente:

1) Selección de Instituciones.

La selección de las instituciones donde se realicen las pruebas de laboratorio, estará condicionada a que las características de los equipos de que disponen sean compatibles con las de los vehículos a probar.

2) Elaboración y/o selección de métodos de prueba.

De acuerdo a las condiciones de operación, se puede seleccionar el método de prueba entre los ya existentes diseñados por organismos internacionales [5, 6, 7, 8, 9]. En caso de que no exista un método idóneo para las condiciones particulares bajo estudio, se puede diseñar un método de prueba considerando el equipo de medición disponible y las características de los vehículos a probar. Lo anterior, tomando en cuenta que el diseño de formatos de registro es indispensable (ver anexo 1).

3) Seguimiento de las pruebas de consumo de combustible.

Este seguimiento se debe llevar a cabo considerando:

-Aspectos técnicos (características mecánicas de los vehículos).

-Métodos de prueba (cómo influye el método en los resultados).

Lo anterior es importante, para diferenciar las limitaciones inherentes al método y al laboratorio empleados, de las observaciones resultado de las características mecánicas reales de los vehículos.

4) Evaluación de resultados.

En este punto se deben diferenciar claramente los resultados de acuerdo a los dos aspectos mencionados en el inciso anterior.

5) Elaboración de Recomendaciones.

Las recomendaciones que se obtengan de estas pruebas estarán estrictamente relacionadas con las características técnicas de los vehículos. De ninguna manera se podrán inferir cuestiones relacionadas con la operación.

IV.-EJEMPLO DE DIAGNOSTICOS ENERGETICOS EN EL SUB-SECTOR DE AUTOTRANSPORTE URBANO DE PASAJEROS.

En este capítulo, se presenta como ejemplo el Diagnóstico Energético de una empresa representativa del Autotransporte Urbano de Pasajeros. Aquí se aplica la metodología descrita en el capítulo anterior, adecuándola a las características propias del sub-sector.

Para definir el tipo de prueba a llevarse a cabo, se tomó en cuenta lo siguiente:

- Tipo de vehículos disponibles.
- Condiciones mecánicas de los mismos.
- Años de servicio.

Como primer paso, se agruparon los vehículos de características similares, con mantenimiento equivalente y modelos con aproximadamente los mismos años de servicio. Este agrupamiento, junto con las condiciones de operación de las unidades, permitió el establecimiento de la metodología de prueba.

Así, se seleccionaron dos rutas; la primera comprendía el tránsito por zonas de alta densidad de tráfico tanto vehicular como de pasajeros (1000 pkm (pasajeros-kilómetro)), en terreno plano y con paradas a corta distancia una de otra; la segunda era de mediana densidad de tráfico tanto vehicular como de pasajeros (500 pkm), en terreno montañoso y también con paradas a corta distancia una de otra. Esta última ruta, presentaba la característica adicional de que el flujo de pasajeros matutino, era muy intenso de bajada y el vespertino era intenso en la subida. Las rutas sobre las que se llevaron a cabo las pruebas, cubrían distancias representativas de los recorridos actuales de la empresa (promedio de 20 km de recorrido por viaje redondo).

La aplicación de la metodología con los parámetros mencionados, condujo a la obtención de la siguiente información:

1.-Fugas de combustible.

Un alto porcentaje de los vehículos, presentaba fugas en las líneas de alimentación y retorno de combustible.

Estas fugas dan como resultado la evaporación del combustible en el aire y pérdidas de rendimiento en los motores.

En los motores con sistema autopurgante, las fugas no implican el paro del motor porque las burbujas de aire en el sistema de inyección, son expulsadas a las líneas de retorno.

En todos los motores sin sistema autopurgante, las fugas implican el paro del motor.

La mayoría de los autobuses empleados están equipados con motores que tienen sistema autopurgante.

La mayor parte de los autobuses tienen más de 8 años y están equipados con una combinación de tubos y mangueras en las líneas de combustible. Las fugas se debían al envejecimiento de las mangueras.

Después de reemplazar una manguera vieja por una nueva, el operador del autobus notificó una mejoría en la potencia del motor.

1.1.-Implicaciones para la empresa.

Alto consumo de combustible en comparación con líneas de alimentación y retorno sin fugas; ésto debido a las pérdidas directas por las fugas y a la disminución de rendimiento del motor por la presencia de burbujas de aire en el sistema de inyección.

Influencia negativa en la contaminación por la evaporación del combustible que se fuga y el incremento de emisiones en el escape debido a la mala calidad de la combustión.

Incremento estimado de consumo de combustible entre 5 y 15% por cada motor, dependiendo de la magnitud de las fugas.

Aumento del desgaste del motor; periodos de operación más cortos antes de requerir reparación general y más averías. De hecho, un incremento en los costos de mantenimiento.

1.2.-Medidas propuestas.

Establecer el porcentaje exacto de vehículos con fugas en las líneas de alimentación y retorno de combustible (durante el mantenimiento normal).

Preparar vehículos para determinar las pérdidas exactas debidas a las fugas. Construir juegos completos de líneas absolutamente herméticas. Hacer pruebas de consumo de combustible de los autobuses antes y después del reemplazo de las líneas.

De acuerdo con los resultados, estimar el costo del reemplazo de las líneas y compararlo con los ahorros en consumo de combustible.

Tan solo por el impacto positivo en el medio ambiente y el incremento en el rendimiento del motor, las líneas con fuga podrían ser reemplazadas sucesivamente, en un programa que se añadiría a las tareas de mantenimiento preventivo.

Después de reemplazar las líneas de combustible, introducir una verificación sistemática de la calidad de las mismas.

Establecer un entrenamiento de los mecánicos para que se familiaricen con los dos sistemas autopurgantes y su influencia en la operación del motor, así como los diferentes procedimientos de mantenimiento.

2.-Tren motriz.

Los autobuses están equipados con cajas de velocidades automáticas, las cuales permiten una operación con preselección manual (manejar como transmisión estandar).

Estos autobuses están equipados con motores turbocargados o con motores de aspiración natural. El motor turbocargado es de aproximadamente 250 HP, mientras que el de aspiración natural es de aproximadamente 230 HP.

Al llevarse a cabo las pruebas, el motor de aspiración natural consumió en operación automática y "manual", 20% menos combustible que el motor turbocargado.

Durante las pruebas, la operación automática consumió 30% más combustible que la operación "manual" en ambos motores.

La velocidad de viaje del vehículo en operación automática no fue significativamente más alta que en operación "manual".

La presión de inyección fué reducida en el motor turbocargado para disminuir la potencia y el consumo de combustible.

La curva de par del motor turbocargado decrece después de 1200 rpm y la del motor de aspiración natural decrece después de 1450 rpm.

Para ambos motores y cajas de velocidades se usan diferenciales con tres relaciones de engranes. El motor turbocargado con las relaciones 7.17:1 y 5.57:1, el motor de aspiración natural con las relaciones 5.57:1 y 4.11:1.

2.1.-Implicaciones para la empresa.

Consumo de combustible extremadamente alto con los dos motores en operación automática (1.0 y 1.2 km/l).

Mejor economía de combustible con los dos motores en operación "manual" (1.3 y 1.6 km/l).

Debido a la rápida aceleración del vehículo en operación automática, se observará un mayor desgaste de frenos, suspensión y llantas. Esto, por la rápida reducción de velocidad en tráfico urbano inmediatamente después de haber alcanzado una alta velocidad de viaje (incremento de los costos de mantenimiento).

La operación automática del vehículo en tráfico urbano, elimina la sensibilidad del conductor para un manejo con economía de combustible.

Los autobuses pueden ser empleados en las rutas equivocadas, incrementando el consumo de combustible debido a las condiciones de operación no-óptimas para la relación de engranes del diferencial.

El alto consumo de combustible del motor turbocargado utilizado indica que algo está mal. Los motores turbocargados deben operar con más economía de combustible a grandes alturas, como es el caso de la ciudad de México. El alto consumo puede ser el resultado del cambio de inyectores y de una relación de engranes del diferencial inadecuada.

El motor turbocargado utilizado parece no apto para el transporte urbano de pasajeros, ya que sus ventajas en recorridos largos no pueden ser utilizadas en tráfico citadino.

2.2.-Medidas propuestas.

Establecer la diferencia en consumo de combustible entre el motor turbocargado y el de aspiración natural, así como la diferencia en consumo para cada motor en operación automática y "manual" (registros de consumo, kilometraje y velocidad de viaje de aproximadamente 10 vehículos, por un periodo de 2 a 4 semanas).

Tomar los resultados como base para el entrenamiento de los conductores y realizar cursos de manejo económico. (Nota: El manejo económico, no es únicamente posible operando las transmisiones automáticas como "manuales", sino en todos los vehículos independientemente del tipo de transmisión).

Si después de realizar los registros mencionados anteriormente, se comprueba que esta observación es correcta, eliminar la operación automática con medios técnicos para hacer esta operación imposible para el conductor.

Mediante los registros de consumo, comparar la influencia de los diferenciales de los autobuses en su rendimiento. Establecer las condiciones de operación más deseables para los motores, las cajas de velocidades y los diferenciales y emplear los vehículos de acuerdo a estas condiciones.

En un programa a mediano o largo plazo, introducir el empleo de un tren motriz más económico en consumo y mantenimiento.

El consumo y rendimiento del motor turbocargado con los inyectores actuales, deberá ser comparado con el de un motor con inyectores originales y otro con inyectores que proporcionen menos combustible a más alta presión por ciclo. La influencia sobre la transmisión debe ser registrada y evaluada. Los inyectores que proporcionen la mayor economía de combustible para un tipo de motor deben ser usados en todos los motores con esas características.

En general, se aconseja que la empresa implante las recomendaciones y medidas propuestas en pequeña escala, para que por medio de un seguimiento muy cercano o con la realización de pruebas adicionales, se verifique su utilidad y pueda tomarse una decisión respecto a su aplicación en gran escala.

IV.1.-Estimación de los potenciales de ahorro en el consumo de combustible.

Con base en los datos y observaciones presentados en la sección anterior, se plantean medidas correctivas y se estima el impacto económico que tendría su implantación en la empresa que se tomó como ejemplo.

Medidas propuestas y factores de costo estimados.	Kilómetros por litro por vehículo		Potenciales de economía por unidad por año.
	Antes de aplicación.	Después de aplicación.	
1) Conducir las unidades equipadas con motores turbocargados y con caja de velocidades automática, en operación "manual". Sin costo o muy bajo	De 1.0 a 1.2	De 1.3 a 1.5	Un promedio de 9000 litros al año estimando un recorrido anual de 45000 km.
2) Conducir las unidades equipadas con motores de aspiración natural y con caja de velocidades automática, en operación "manual". Sin costo o muy bajo	De 1.2 a 1.5	De 1.6 a 1.9	Un promedio de 6000 litros al año estimando un recorrido anual de 45000 km.

(continúa)

Medidas propuestas y factores de costo estimados.	Estimaciones de rendimiento	Potenciales de economía por unidad por año.
<p>3) Reemplazo de todas las líneas de alimentación y retorno de combustible con fugas, reparación de tanques de combustible que fugan y poner tapones adecuados en los tanques de todos los vehículos. Bajo costo</p>	<p>Se supone que solo una tercera parte de la flotilla tiene fugas y que estas son de alrededor del 7% del consumo de combustible (rendimiento promedio de la flotilla 2 km/l).</p>	<p>525 litros anuales estimando un recorrido de 45000 km/año.</p>
<p>4) Entrenamiento de conductores para manejo con economía de combustible. Bajo costo</p>	<p>Se supone posible llevar a cabo el entrenamiento del 10% de los conductores en un año, comenzando con los autobuses con más alto consumo. Con esto se estima una posible reducción del 5% del consumo promedio (rendimiento promedio de la flotilla 2 km/l).</p>	<p>112.5 litros anuales por unidad estimando un recorrido de 45000 km/año. Esta cifra crecerá a medida que el programa de entrenamiento avance.</p>
<p>5) Introducción de registros individuales de consumo de combustible, distancias de operación y seguimiento del rendimiento de cada vehículo. Determinación del máximo consumo por grupos de vehículos y tomar medidas correctivas si el máximo consumo es excedido. Bajo costo</p>	<p>Se supone un incremento de rendimiento del 3% al 7% para la tercera parte de la flotilla (se toma como rendimiento base, 2.0 km/l por vehículo).</p>	<p>Un promedio de 375 litros anuales estimando un recorrido de 45000 km/año.</p>

(continúa)

Medidas propuestas y factores de costo estimados.	Estimaciones de rendimiento	Potenciales de economía por unidad por año.
<p>6) Introducción de mantenimiento programado para economía de combustible, resaltando la importancia de la limpieza del filtro de aire, del ajuste del tiempo de inyección, de la verificación de inyectorres, bombas de inyección y de la presión de inflado de las llantas. Bajo o mediano costo</p>	<p>Se supone un incremento de rendimiento de 2.5% para la tercera parte de la flotilla para el primer año (se toma como rendimiento base 2.0 km/l por vehículo).</p>	<p>187.5 litros por año estimado un recorrido anual de 45000 km.</p>
<p>7) Incremento de la distancia entre paradas de 0.7 a 0.9 km. Poner autobuses que se detengan cada segunda parada y que sean identificables mediante un código de colores, o eliminar cada segunda parada (no aplicable en todas las rutas). Bajo o mediano costo</p>	<p>Se supone un incremento de rendimiento del 3% al 5% por vehículo, para el 50% de las rutas de la flotilla (se toma como rendimiento base 2 km/l por vehículo).</p>	<p>Un promedio de 450 litros anuales por vehículo estimado un recorrido de 45000 km/año.</p>

(continúa)

Medidas propuestas y factores de costo estimados.	Estimaciones de rendimiento	Potenciales de economía por unidad por año.
<p>8) Reemplazar sucesivamente los trenes motrices de bajo rendimiento en consumo de combustible. Alto costo, ya que con los nuevos motores, también pueden requerirse nuevas transmisiones.</p>	<p>Se supone una tasa anual de reemplazos del 7% de la flotilla y un incremento en rendimiento de 30% (se toma como rendimiento base 2 km/l por vehículo). 30% en consumo para el 7% de la flotilla por año.</p>	<p>472.5 litros por año estimando un recorrido anual de 45000 km.</p>
<p>9) Incrementar la capacidad (más pasajeros) de los autobuses con motor turbocargado (por ejemplo, construyendo autobuses articulados). Con esto se obtendría un incremento en la capacidad de servicio, a un costo menor que el de la reconstrucción de autobuses tradicionales. Mediano costo.</p>	<p>El consumo de combustible puede incrementarse con la adopción de este sistema pero en mucho menor proporción que el aumento de capacidad de pasajeros. Suponiendo: -incremento de capacidad, 50% en pkm. -incremento en consumo de combustible, 20%. -promedio de rendimiento para el autobus normal, 2 km/l. De las pruebas de ruta se obtuvo: -20 km de ruta promedio 1000 pkm.</p>	<p>Estimando un recorrido anual de 45000 km se tiene un consumo extra de 4500 litros por año. Sin embargo se moverán 3'375,000 pkm por 2'250,000 pkm con el sistema tradicional.</p>

V.-CONCLUSIONES Y COMENTARIOS.

Como se ha visto, los Diagnósticos Energéticos tienen un gran campo de aplicación y proporcionan elementos de juicio que se van mejorando, conforme la información es más completa.

Por ésto, se recomienda promover en las empresas del sector transporte un seguimiento adecuado del consumo de combustible de sus vehículos y la utilización de la metodología de los Diagnósticos Energéticos cuando se detecte un problema o bien cuando se considere el reemplazo de unidades obsoletas, con el fin de escoger las más adecuadas a las necesidades del autotransportista.

Los problemas de fugas en las líneas de alimentación y retorno de combustible, así como el de la utilización de trenes motrices inadecuados o poco eficientes, resaltan la importancia de considerar tanto el mantenimiento como la selección de equipo adecuado.

Por lo anterior, se requiere poner atención en los siguientes rubros:

El establecimiento de cifras exactas de los consumos actuales y evaluación de los mismos.

La estimación de las inversiones requeridas para corregir consumos elevados.

La preparación e impartición de cursos de manejo económico para choferes.

La selección del equipo más adecuado, de acuerdo con las necesidades de las empresas y las rutas en que trabajan, para que obtengan buen rendimiento y economía de combustible, bajos costos de mantenimiento, bajos costos de operación, etc.

Poner en contacto al usuario con el fabricante, de tal forma que el primero pueda especificar sus requerimientos.

Que el fabricante proporcione información sobre los rendimientos típicos promedio de las unidades, bajo condiciones de carga y para diferentes tipos de terreno.

Si se lograra hacer más eficiente al autotransporte, se obtendrían ahorros muy significativos, ya que como se mencionó, éste utiliza el 90.5% del consumo global de todo el sector transporte.

En una etapa posterior, será conveniente:

Promover la diversificación, es decir, usar más el ferrocarril para transporte urbano, suburbano e interurbano.

Intensificar el uso del transporte eléctrico (sobre todo en zonas urbanas para disminuir la contaminación).

Promover el transporte aéreo de mercancías y de pasajeros aumentando el volumen operado y con ello la posibilidad de reducir costos de operación unitarios.

Promover el uso de motores diesel para transportes ligeros y comerciales de carga y de pasajeros (taxis, camionetas de reparto, pick-up's, microbuses).

Alentar el reemplazo de vehículos viejos y en mal estado por nuevos con tecnologías más eficientes.

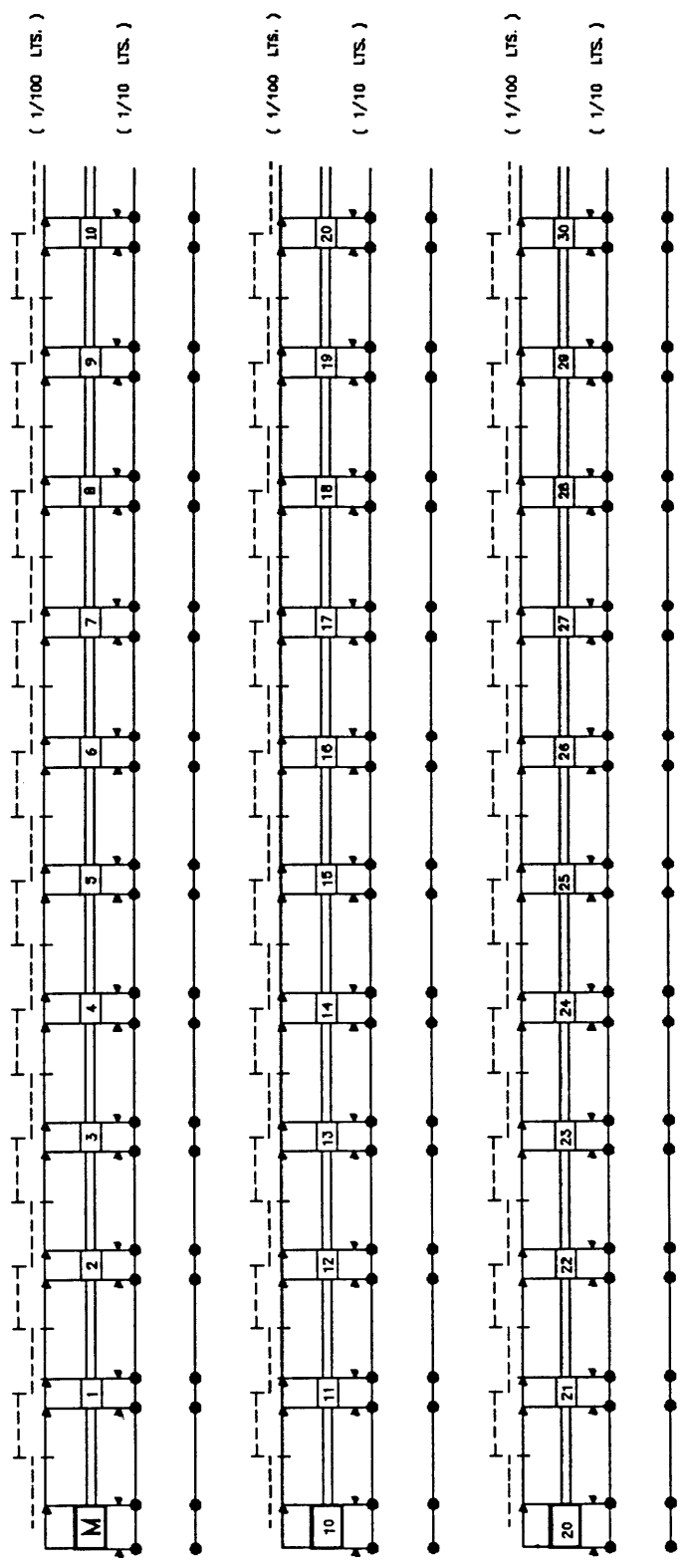
VI.-REFERENCIAS.

- [1] Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal, "Documento de Presentación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía", México 1989.
- [2] Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal, "Balance Nacional de Energía 1988", México 1989.
- [3] Organisation for Economic Co-operation and Development, "Report Energy Problems and Urban and Suburban Transport", Paris 1978.
- [4] XVII Congrès Mondial de la Route, "Rapport de la Conférence-Débat: Economies D'Énergie dans la Route et le Transport Routier", Australie 1983.
- [5] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), "Method of Measuring the Fuel Consumption of Motor Vehicles; Passenger Cars", DIN 70030T1 Jul. 1978.
- [6] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), "Method of Measuring the Fuel Consumption of Motor Vehicles; Except Passenger Cars & Semi-trailer Towing Vehicles", DIN 70030T2 Jul. 1978.
- [7] Society of Automotive Engineers, Inc. (SAE), "Fuel Consumption Test Procedure", Type I SAE J1264 & Type II SAE J1321, Oct. 1981.
- [8] Society of Automotive Engineers, Inc. (SAE), "Fuel Economy Measurement Test for Trucks & Buses", SAE J1376 Jul. 1982.
- [9] United Nations (ONU), "Method of Measuring the Fuel Consumption of Vehicles", E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505 Rev.1/Add.14/Rev.3-Amend.1, Jun. 1984.

ANEXO 1

2º HOJA _____ DE _____ MONITOREO EN PRUEBA DE RUTA.- CONSUMO DE COMBUSTIBLE; FECHA: _____; PRUEBA No. _____; ECO. No. _____

PAGINA _____ DE _____ 1º : 2º PRUEBA _____ RUTA DE PRUEBA _____
 { CANTIDAD DE COMBUSTIBLE
 CARGADO DESPUES DE LA PRUEBA:LTS. }



{ CONSUMO CONTINUO
 (DIGITAL)
RUTA DE PRUEBA
 ENTRE PARADAS OFICIALES
 CONSUMO ESPECIFICO
 EN PARADAS OFICIALES
 { CONSUMO ESPECIFICO
 PROMEDIO (ANALOGO)
 (1/100 LTS.)

{ CONSUMO CONTINUO
 (DIGITAL)
RUTA DE PRUEBA
 ENTRE PARADAS OFICIALES
 CONSUMO ESPECIFICO
 EN PARADAS OFICIALES
 { CONSUMO ESPECIFICO
 PROMEDIO (ANALOGO)
 (1/100 LTS.)

{ CONSUMO CONTINUO
 (DIGITAL)
RUTA DE PRUEBA
 ENTRE PARADAS OFICIALES
 CONSUMO ESPECIFICO
 EN PARADAS OFICIALES
 { CONSUMO ESPECIFICO
 PROMEDIO (ANALOGO)
 (1/10 LTS.)

INFORMACION GENERAL EN EL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

CONSUMO EN VELOCIDAD	1) _____	2) _____	3) _____	4) _____	5) _____	6) _____
ALTA EN LTS./HR.	5) _____	6) _____	7) _____	8) _____	9) _____	10) _____
	11) _____	12) _____	13) _____	14) _____	15) _____	16) _____
PROMEDIOS						
CONSUMO EN CADA	2) _____	3) _____	4) _____	5) _____	6) _____	7) _____
CAMBIO, VELOCIDADES	2) _____	3) _____	4) _____	5) _____	6) _____	7) _____
PROMEDIO DE CAMINO	2) _____	3) _____	4) _____	5) _____	6) _____	7) _____

FECHA: _____
 FOLIO: _____

 FIRMA

3a. HOJA: MONITOREO DE CARGAS EN PRUEBA DE RUTA

PAG. _____ DE _____ 1a.: 2a.: PRUEBA

RUTA DE PRUEBA: _____

PRUEBA No: _____

ECO No.: _____

FECHA: _____

PARADA No. (OFICIAL)	PASAJEROS				A L T O - A - DISTANCIA	PASAJEROS-KM
	SUBEN	BAJAN	BALANCE + -	TOTAL		
1					1 - 2:	
2					2 - 3:	
3					3 - 4:	
4					4 - 5:	
5					5 - 6:	
6					6 - 7:	
7					7 - 8:	
8					8 - 9:	
9					9 - 10:	
10					10 - 11:	
11					11 - 12:	
12					12 - 13:	
13					13 - 14:	
14					14 - 15:	
15					15 - 16:	
16					16 - 17:	
17					17 - 18:	
18					18 - 19:	
19					19 - 20:	
20					20 - 21:	
21					21 - 22:	
22					22 - 23:	
23					23 - 24:	
24					24 - 25:	
25					25 - 26:	
26					26 - 27:	
27					27 - 28:	
28					28 - 29:	
29					29 - 30:	
30					30 - 31:	
T O T A L E S:						