

**MINISTERIO DE TRANSPORTES Y TELECOMUNICACIONES**

**SUBSECRETARÍA DE TRANSPORTES**

**ESTUDIO**

**“Análisis e Implementación de un Sistema de  
Certificación de Eficiencia Energética para  
Vehículos Motorizados”**

**RESUMEN EJECUTIVO**

**PREPARADO POR**



**Marzo 2007**

## INDICE

1	MARCO GENERAL .....	1
2	OBJETIVOS Y METODOLOGÍA .....	3
3	ANTECEDENTES .....	4
4	DISEÑO DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	5
4.1	Objetivos del programa .....	5
4.2	Marco general de implementación.....	5
4.3	Marco legal de implementación.....	6
4.4	Universo de aplicación.....	6
4.5	Indicador de eficiencia energética .....	6
4.6	Procedimiento de certificación .....	6
4.7	Definición de la muestra .....	7
4.8	Capacidad de certificación.....	7
4.9	Diseño del sello.....	8
4.10	Instrumentos de fomento y difusión .....	10
4.11	Seguimiento del programa .....	10
4.12	Estimación de costos.....	11
5	<b>CONCLUSIONES y recomendaciones</b> .....	13

## 1 MARCO GENERAL

Con el objeto de fortalecer la política energética nacional, el Ministerio de Economía diseña y pone en marcha un Programa de Eficiencia Energética, en cuyo marco se han venido desarrollando diversos estudios conducentes al diagnóstico e identificación de oportunidades para lograr una mejora de los indicadores energéticos de distintos sectores del país.

El desafío consiste en lograr un desacoplamiento entre el crecimiento económico y la demanda energética, la que ha crecido un 89% en el período 1999 – 2000. A partir de la crisis energética de los años 70s, este desacoplamiento se logra a nivel mundial y es así como, a partir de los 90s, el consumo de energía por unidad de producto geográfico bruto (PGB) se reduce a una tasa de 2.1% por año. No obstante la mayor contribución a este resultado proviene de países desarrollados. Cabe destacar que esta disminución sostenida de la demanda de energía por unidad de PGB, se logra a través de programas de eficiencia energéticas implementados en países desarrollados, fundamentados en la escasez de recursos y en la protección del medio ambiente.

Es universalmente conocido que la eficiencia energética no es puramente un problema técnico, sino que también involucra el grado de racionalidad con que el consumidor responde desde el punta de vista económico. Es así como, por ejemplo, se dan situaciones en que medidas que apunta a mejorar la eficiencia de los servicios en que se consume energía, resultan más relevantes que medidas técnicas directas dirigidas a los equipos y procesos involucrados en los servicios.

El sector Transporte que se alude en los balances oficiales de energía, considera el transporte caminero, el transporte marítimo, el transporte aéreo y el transporte ferroviario. El 75% del consumo de energía del sector corresponde al transporte caminero, el que a su vez considera el transporte de carga y de pasajeros. Por otra parte, todo el sector transporte tiene asociado un 27% del consumo energético nacional y aporta solo el 5% del producto interno bruto (PIB), lo que pone de manifiesto que aquellos sectores de mayor consumo no son los de mayor aporte al producto nacional. Al sub-sector transporte caminero le corresponde un 20% del consumo energético nacional y aporta un 3% del PIB<sup>1</sup>.

Reducciones del consumo de energía en sector transporte caminero, pueden ser logradas a través de cambios en las prácticas de mantenimiento y de operación, así como a través de cambios tecnológicos.

Dado que nuestro país no produce vehículos, las alternativas para lograr un cambio en la intensidad energética pasan, por una parte, por incentivos o regulaciones dirigidas a las prácticas de mantenimiento y de operación, a través de las cuales se logre reducir la energía consumida por kilómetro-vehículo, así como la magnitud del nivel de actividad (kilómetro-

---

<sup>1</sup> CNE. "Estimación del potencial de ahorro de energía mediante mejoramiento de la eficiencia energética de los distintos sectores del consumo en Chile". Octubre 2004.

vehículo/año), respectivamente y, por otro lado, incorporar en el sistema de homologación de vehículos nuevos que se ingresan al parque vehicular local, una regulación de aspectos tecnológicos que permitan la entrada al país solo aquellas tecnologías que incorporan conceptos de eficiencia energética en sus diseños.

Solo para fijar órdenes de magnitud, se puede asociar reducciones de consumo de combustible en el rango de 2% a 10%, aplicando buenas prácticas de mantenimiento.

En cuanto a los aspectos tecnológicos y de diseño, se estima que la reducción de peso en los vehículos, a través de la utilización de nuevos materiales, puede contribuir a reducciones de la intensidad energética del orden de 15% a 30%. Asimismo, el diseño de nuevos motores augura mejoras de este indicador en los rangos de 10% a 20% y de 15% a 30%, para los nuevos motores diesel y a gasolina, respectivamente.

Se estima que a través del fomento de buenas prácticas de operación y mantenimiento, así como también la incorporación de tecnologías vehiculares energéticamente más eficientes, habría un potencial de ahorro energético del 35% en automóviles y del 20% en buses y camiones en un plazo de 15 años.

Con el objeto de fortalecer la política energética nacional, el Ministerio de Economía diseña y pone en marcha un Programa de Eficiencia Energética, en cuyo marco se han venido desarrollando diversos estudios conducentes al diagnóstico e identificación de oportunidades para lograr una mejora de los indicadores energéticos de distintos sectores del país. Los objetivos del programa son los siguientes:

- Crear una cultura e eficiencia energética en el país
- Crear una institucionalidad público-privada en materias de eficiencia energética
- Proporcionar un marco legal e implementar instrumentos de fomento y educación

En el sector transporte destacan las siguientes acciones específicas que están siendo llevadas a cabo en el marco del PPEE, a cargo de la Subsecretaría de Transportes:

- Eficiencia energética en el transporte interurbano de carga
- Eficiencia energética en el transporte privado, de empresas, sector público y FFAA
- Certificación de la eficiencia energética para vehículos motorizados.
- Renovación de flotas vehiculares del sector público
- Generación y aplicación de modelos de gestión de la eficiencia energética en el transporte de pasajeros

La tercera de las actividades señaladas corresponde a los objetivos del presente estudio.

## 2 OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

El objetivo principal de este estudio, tal como lo señalan las Bases Técnicas, es “determinar iniciativas de normativas y homologación, e identificar los instrumentos de política con los que se las podría promover un sello de eficiencia energética para vehículos”.

Los objetivos específicos del estudio son los siguientes:

- i. Implementar un marco regulatorio para un sello de certificación energética para vehículos,
- ii. Generar un proceso de homologación de vehículos para la certificación del sello de eficiencia energética,
- iii. Generar propuestas de normativas sobre el sello de eficiencia energética para vehículos,
- iv. Generar y diseñar el sello de eficiencia energética para vehículos

En la Figura 2.1, se muestra gráficamente la metodología general aplicada en este estudio. Esta metodología consistió en una recopilación de antecedentes relativos a la experiencia internacional, características de la oferta tecnológica vehicular, regulaciones internacionales, marco institucional y normativo local.

A partir de estos antecedentes se hizo un diseño de programa de certificación de eficiencia energética, que contempla, el diseño gráfico del sello, la información contenida en éste, el marco legal de aplicación, los segmentos vehiculares a que se aplica, definición del indicador de eficiencia energética y de ensayos y protocolos para su determinación.

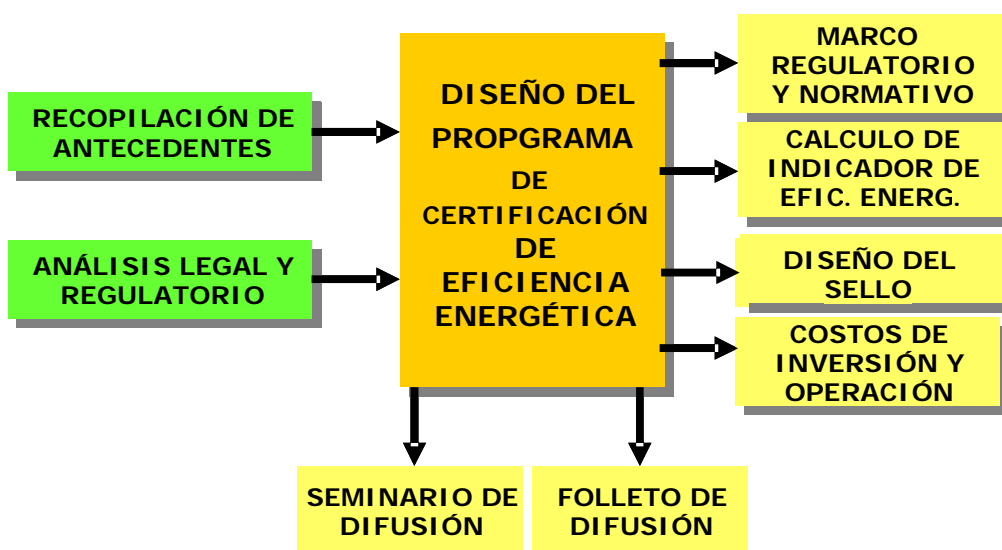


Figura 2.1 Metodología general

### 3 ANTECEDENTES

Los siguientes antecedentes fueron recopilados y analizados antes de proceder al diseño del programa de certificación de eficiencia energética para vehículos motorizados:

- Programa país de eficiencia energética, PPEE
- Aspectos regulatorios y normativos nacionales e internacionales
- Experiencia internacional en materia de eficiencia energética vehicular
- Métodos de ensayos para determinar eficiencia energética vehicular
- Oferta tecnológica para la eficiencia energética vehicular

De análisis de los antecedentes señalados se concluye lo siguiente:

- Los objetivos y orientación de un programa de certificación de eficiencia energética vehicular deben ser concordantes con los propios del PPEE. Esto es se debe crear una cultura de eficiencia energética proporcionando información al usuario, se debe crear una institucionalidad público-privada y se debe disponer de un marco regulatorio apropiado para la implementación del programa.
- Existe experiencia internacional sobre la materia, principalmente en la Unión Europea, USA, y en los países asiáticos (Corea y Japón). La experiencia más extendida corresponde a la europea, donde se ha establecido un marco normativo obligatorio, muy amplio y coordinado entre Eficiencia Energética y disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (se hace expresa mención al cumplimiento del Protocolo de Kyoto).
- El objetivo fundamental de los programa internacionales de eficiencia energética es influir sobre los fabricantes para estimular el desarrollo tecnológico. En segundo término se establece el objetivo de informar al usuario.
- El marco normativo específico relativo a eficiencia energética en nuestro país es prácticamente inexistente.
- El indicador de eficiencia energética vehicular comúnmente utilizados en programas extranjeros es el consumo específico de combustible (expresado ya sea como km/l o l/100 km) y las emisiones de CO<sub>2</sub>, en g/km, lo que está íntimamente ligado con el consumo de combustible.
- Los ensayos utilizados para la determinación del indicador de eficiencia energética corresponden a los mismo aplicados para la certificación de emisiones.
- Producto del alza del precio de los combustibles fósiles primero, luego por la implementación de cada vez más exigentes normas de emisiones de contaminantes locales y ahora último por una combinación de ambos sumado a los programas de eficiencia energética, los fabricantes de automóviles han hecho significativos esfuerzos en el desarrollo de tecnologías que apuntan a la mejora de la eficiencia energética, reduciendo los consumos de combustible y reduciendo las emisiones de contaminantes atmosféricos locales y globales. Las mejoras se sustentan no solo en nuevos diseños de motores sino que también en mejoras en cajas de transmisión, carrocerías, uso de combustibles alternativos, reducción de peso a través de uso de nuevos materiales, etc.

## **4 DISEÑO DEL PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Luego de diversas discusiones realizadas en conjunto con la contraparte técnica del estudio, se resolvió que éste debería orientarse al diseño de un programa de certificación de emisiones, más que al sello de eficiencia energética propiamente dicho, siendo éste un instrumento del programa.

Se identificaron los siguientes elementos principales del programa de certificación de eficiencia energética:

- Objetivos del programa
- Marco general de implementación
- Marco legal de implementación
- Universo al que será orientado
- Indicador de eficiencia energética
- Procedimiento de certificación
- Definición de la muestra
- Capacidad de certificación
- Diseño del sello o etiqueta de eficiencia energética
- Instrumentos de fomento y difusión del programa
- Seguimiento del programa
- Costos de implementación y operación del programa

En los párrafos siguientes se resumen las definiciones propuesta para cada uno de los elementos antes señalados.

### **4.1 Objetivos del programa**

Se propone que el objetivo fundamental del programa de eficiencia energética vehicular sea proporcionar información al usuario respecto de un indicador de eficiencia energética, determinado a través de un valor certificado por una entidad acreditada para los efectos, haciendo uso de un procedimiento estandarizado.

### **4.2 Marco general de implementación**

El marco general de implementación de un programa de eficiencia energética en el país, queda definido por los siguientes elementos fundamentales:

- Institucionalidad y marco regulatorio existente
- Actual proceso de certificación y homologación vehicular
- Características del parque automotor local

### 4.3 Marco legal de implementación

Se propone configurar un marco legal basado en el desarrollo de un Decreto Supremo que genere la obligación de aplicación del sello según sea definido por la autoridad. Asimismo este decreto deberá hacer alusión a una norma que establezca los procedimientos y protocolos que este mismo diseño propone.

### 4.4 Universo de aplicación

Se propone que el universo de certificación sea aquel definido por las capacidades en cuanto a infraestructura de ensayos para determinar los valores de eficiencia energética, que en la actualidad corresponde a vehículos livianos y medianos, excluyendo los vehículos pesados de carga y de transporte de pasajeros.

### 4.5 Indicador de eficiencia energética

Se selecciona el consumo específico, expresado en km/l, como indicador de eficiencia energética, el que deberá ser calculado en base a la siguiente ecuación de balance de carbono para combustión:

$$E_{CO_2} = 44,011 \cdot \frac{CC}{12,011 + 1,008 \cdot r_{H:C,m}} - \frac{E_{CO}}{28,011} - \frac{E_{VOC}}{13,85} - \frac{E_{MP}}{12,011}$$

Donde,

$E_{CO_2}$  : Emisiones de CO<sub>2</sub> en g/km

$CC$  : Consumo de combustible g/km

$E_{CO}$  : Emisiones de CO en g/km

$E_{VOC}$  : Emisiones de VOC en g/km

$E_{MP}$  : Emisiones de MP en g/km

$r_{H:C,m}$  : Relación de átomos de hidrógeno vs carbono en el combustible (~1.8 para gasolina y ~2.0 para diesel)

Conociendo las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO, VOC y MP se puede despejar de la ecuación el consumo de combustible en g/km, y obtener el resultado en km/l, haciendo uso de la siguiente expresión:

$$CC^* = \frac{\rho \cdot 44,011}{(12,011 + 1,008 \cdot r_{H:C,m}) \cdot \left( E_{CO_2} + \frac{E_{CO}}{28,011} + \frac{E_{VOC}}{13,85} + \frac{E}{12,011} \right)}$$

### 4.6 Procedimiento de certificación

La certificación de eficiencia energética se hará a través de la determinación del indicador de consumo de combustible señalado en la sección anterior, y al estar éste en función de las emisiones, el procedimiento de certificación



propuesto es el mismo que actualmente se lleva a cabo para certificar emisiones.

En la actualidad una parte de la certificación de emisiones se realiza bajo la norma europea EURO y otra parte por la norma americana EPA, motivo por el cual se deberá indicar el metodo de ensayo (norma) en cada resultado de consumo específico de combustible.

#### **4.7 Definición de la muestra**

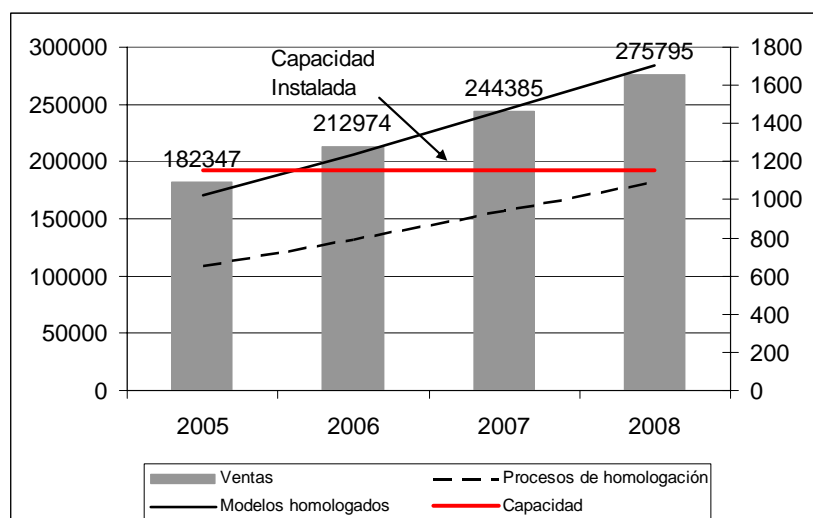
Las familias definidas para los ensayos de emisiones no siempre pueden ser adecuadas para determinar el consumo de combustible. Esto es debido a que pueden existir distintos modelos que pueden tener el mismo motor pero tener diferencias en el peso del vehículo y la respuesta aerodinámica. Estos parámetros inciden fuertemente en el consumo de combustible. Debido a esto lo ideal sería realizar la medición de consumo de combustible para cada modelo particular.

Se plantea, por lo tanto que para formar las familias de vehículos para medir el consumo de combustible se deben considerar los siguientes elementos adicionales a los ya considerados al establecer las familias para determinar las emisiones:

- Un modelo de vehículo por familia.
- Diferenciar por carrocería del vehículo en las categorías Sedan, Hatchback y Station Wagon.
- Diferencia por el número de cabinas presentes en Simple, Doble o Extendida.

#### **4.8 Capacidad de certificación**

El número de ensayos que sería necesario realizar para la certificación de cada marca y modelo que se comercialice en el país es mayor que el actual proceso de certificación de emisiones, dado que este último agrega categorías vehiculares seleccionando los modelos más emisores de cada clase, como se señala en párrafos precedentes. La Figura 4.1 se presenta una proyección de las ventas y los correspondientes procesos de homologación y modelos homologados considerando la tendencia presentada entre los años 2003 y 2005.



**Figura 4.1:** Proyección de Ventas anuales de vehículos livianos y comerciales v/s procesos de homologación y modelos homologados por el 3CV.

Fuente: Elaboración propia a partir de estadísticas de la ANAC y del 3CV.

Dada la proyección de demanda para ensayos de emisiones, producto de la proyección de ventas y el aumento de vehículos a ensayar en cada marca – modelo, se estima oportuno considerar una etapa de transición, en la cual se acepten certificados de eficiencia energética provenientes de programas llevados a cabo en los países de origen de los vehículos que se comercializan en el país. Esto es, se propone aceptar los valores de indicador de eficiencia energética asignados en origen, los que serán considerados en la elaboración de sello diseñado localmente.

#### 4.9 Diseño del sello

Se plantean dos alternativas complementarias para el despliegue de la información:

- I. Sello Informativo removible o folleto en papel
- II. Sello permanente

En Figura 4.2 se muestran los diseños propuestos para la primera alternativa, es decir, para el diseño removible o folleto en papel. En la figura 4.3, se muestran propuesta para el sello permanente.

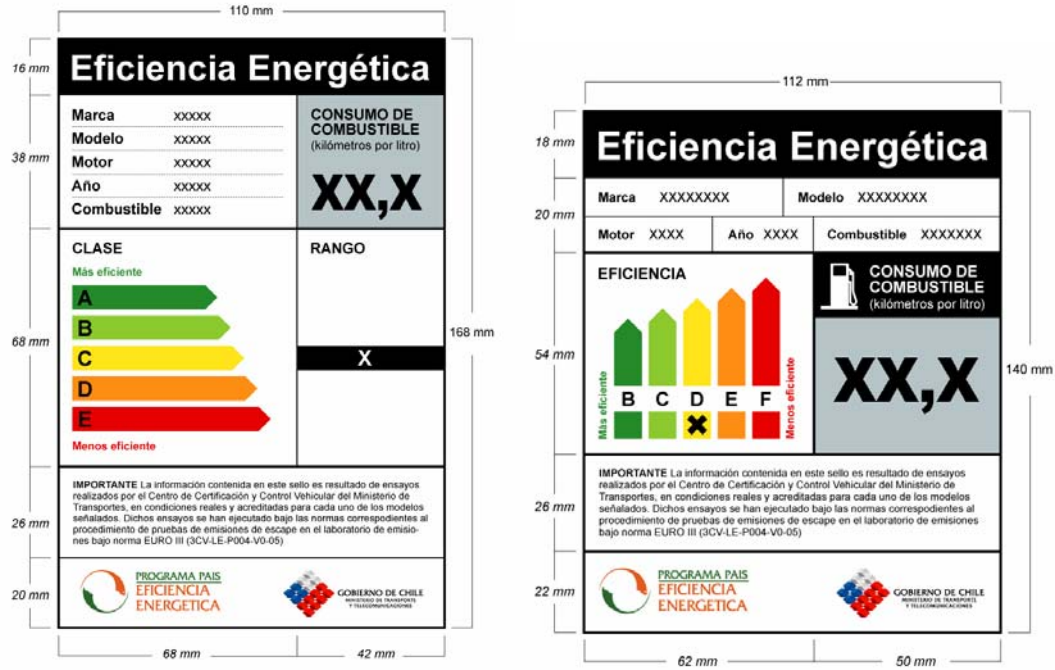


Figura 4.2 Diseños de sellos removibles

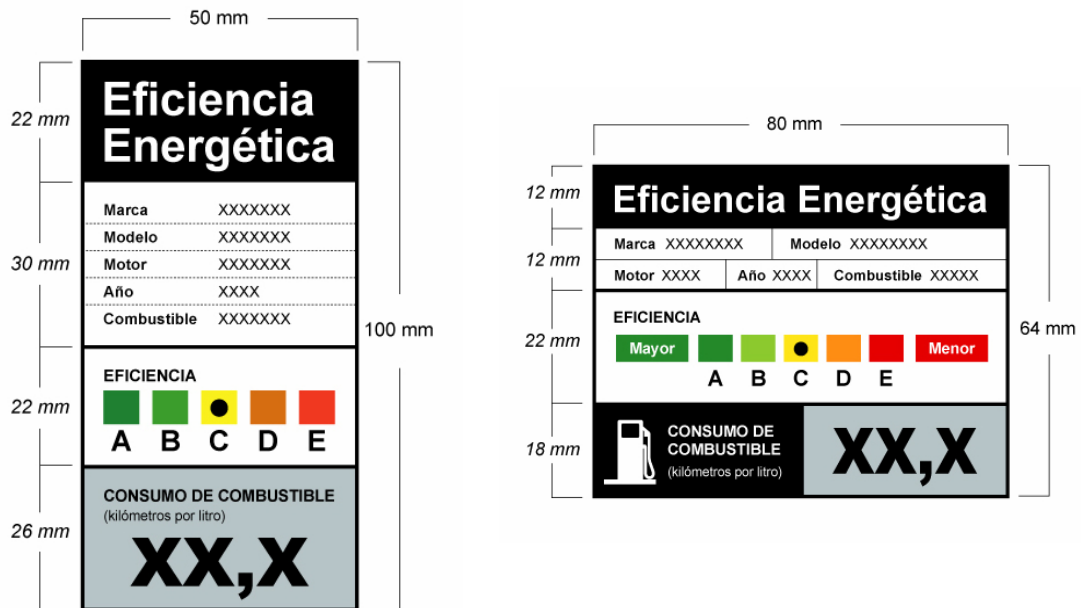


Figura 4.3. Diseños de sellos permanentes

#### **4.10 Instrumentos de fomento y difusión**

La contraparte ha definido como parte de este estudio, y como parte de una serie de proyectos enfocados a la eficiencia energética vehicular, desarrollar un seminario preliminar informativo a un público compuesto por actores del sector transporte y funcionarios de ministerios involucrados en el Programa País de Eficiencia Energética.

Los contenidos propuestos son los siguientes:

- a) Se deben realizar talleres o grupos focales en donde se valide la información que contiene el sello y su entendimiento por parte de los consumidores
- b) Se debe validar el diseño y la configuración de la información y se debe masificar la imagen del proyecto.
- c) Se debe medir el impacto de la medida tanto en la decisión de compra del consumidor como en la logística por parte de los distribuidores y representantes. Establecer estadísticas e informarlas a los consumidores
- d) Se debe analizar los tiempos de aplicabilidad y los ajustes a la medida por parte del gobierno y los distribuidores y representantes nacionales.
- e) Se debe establecer una coordinación con los representantes de marcas internacionales y distribuidores en el país, para que la medida de información de eficiencia energética sea percibida como un adicional a la hora de vender los productos. Es importante que también se contemple la participación de los distribuidores en el ajuste de las medidas tanto de aplicación como de difusión.
- f) Se debe evaluar la posibilidad de generar medidas adicionales de promoción y fomento tales como rebajas en los impuestos a los vehículos mas eficientes, o rebajas en cobros tales como permiso de circulación, patentes o seguros.
- g) Se deben diseñar canales de difusión complementarios al sello propiamente tal. Esto implica difusión por Internet, políticas comunicacionales de gobierno, seminarios, ferias, promoción en televisión, insertos en cada una de las paginas web de las marcas, acuerdos con asociaciones de distribuidores, etc.

#### **4.11 Seguimiento del programa**

Se propone implementar un sistema de evaluación de desempeño del programa que cubra tanto una fiscalización de su cumplimiento, como una evaluación del impacto que éste produce. El objetivo de la fiscalización es velar por el cumplimiento de los procedimientos y protocolos definidos en

párrafos anteriores y, el objetivo del seguimiento del impacto del programa de eficiencia energética, es principalmente evaluar cuantitativamente las eventuales reducciones de consumo energético del sector transporte, como resultado de la implementación del programa.

En cuanto a la fiscalización del cumplimiento de los procedimientos y protocolos del programa, se estima que reforzar los actuales canales de fiscalización que se aplican a la certificación de emisiones e implementación del sello verde, sería suficiente.

En cuanto a la evaluación del impacto del programa, será necesario, en primer término, elaborar una línea base, es decir, definir el escenario previo a la implementación del programa, para su comparación en años sucesivos a su implementación. Para la definición de los escenarios tanto de línea base como de años sucesivos de implementación, se propone caracterizarlos a través de elaboración de bases de datos de ventas anuales de vehículos; identificando marca, modelo y variaciones de éstos, con sus respectivos indicadores de eficiencia energética, expresado como consumo específico. A través del poder calorífico promedio de los combustibles y un nivel de actividad promedio por segmento, se podrá calcular y comparar, el consumo energético asociado a cada escenario.

Se recomienda que la autoridad a cargo de la fiscalización de cumplimiento de la normativa que respalda la utilización del sello verde (emisiones) y de aspectos de seguridad, sea la que fiscalice la implementación del sello de eficiencia energética. Asimismo, para efectuar el seguimiento del impacto de implementación del programa de certificación de eficiencia energética, debería ser de responsabilidad del Programa País de Eficiencia Energética, o la entidad que esta designe.

#### **4.12 Estimación de costos**

La implementación del programa de certificación de eficiencia energética se llevará a cabo en dos etapas. En la primera etapa la certificación del consumo de combustible se realizará en base a los ensayos realizados en forma rutinaria en el 3CV para la homologación de vehículos más la recepción de certificados de consumo de combustible internacionales.

Dentro de los costos de implementación se distinguen:

- Estudios preliminares de diseño del programa
- Programas de difusión y fomento iniciales

En cuanto a los costos de operación, se han identificado los siguientes:

- Costos por verificación de antecedentes (\$ 85.550)
- Fabricación de los sellos (968.660)<sup>2</sup>
- Aplicación de los sellos (2.000.000)

---

<sup>2</sup> Precios referenciales en base a impresión de 200.000 sellos adhesivos a color fabricados en imprenta privada.

- Programas de difusión permanente
- Fiscalización de la aplicación de sellos

Los costos de programas de difusión permanente y de fiscalización formarán parte de los siguientes estudios a realizar en esta línea de trabajo, ya que es necesario formular un programa de fiscalización que está asociado a la aplicación de la normativa a generar y a la difusión de esta.

Para la segunda etapa se contempla, además de los costos anteriores, los costos de inversión asociados a la instalación de un nuevo laboratorio y los costos de operación asociados a pruebas adicionales a realizar. Los costos anteriores se estiman según datos proporcionados por el 3CV en relación a sus actuales costos para proceso de homologación.

Costos de implementación:

- Equipos, instrumentos, infraestructura (US\$ 1.430.000)

Costos de operación correspondientes al proceso de homologación:

- Costos por verificación de antecedentes 85.550 \$/proceso
- Costos Indirectos 194.860 \$/prueba
- Costos de Operación 61.700 \$/prueba

Dado que la cantidad de pruebas por proceso de homologación varía entre 2 y 3 se tiene un costo total de operación cada proceso de homologación que varía entre los \$ 622.520 y \$ 902.930.

La Tabla 4.1 muestra la demanda adicional de ensayos a realizar así como el rango de costos asociados por concepto de la determinación del consumo de combustible considerando como año base el 2005.

**Tabla 4.1: Número de ensayos adicionales y costos asociados al proceso de determinación del consumo de combustible**

Año	Ensayos	Rango de Costos (MM\$)	
		Inferior	Superior
2005	163	101	147
2006	198	123	179
2007	236	147	213
2008	272	169	246

Todos los costos son estimados a la fecha de edición de este informe.

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los antecedentes hasta ahora recopilados y principalmente sobre la base de la experiencia internacional, es posible concluir lo siguiente:

- Existen desde hace ya varios años, fuertes presiones para reducir los consumos específicos de combustible en vehículos motorizados, así como las emisiones de CO<sub>2</sub>, principalmente debido a la dependencia energética que tienen en mayor o menor grado los países y al daño global que producen los gases de efecto invernadero, GEI, que en el caso de la combustión es principalmente el dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>.
- Los programas de eficiencia energética estudiados, han sido orientados principalmente a influir sobre los fabricantes de automóviles y, en menor medida y muchas veces con un ánimo más bien informativo, a los usuarios.

Se propone implementar un programa de certificación de eficiencia energética aplicada a vehículos, que contenga los dos siguientes elementos principales:

- Información al usuario con el objeto de influir sobre la decisión de compra, incorporando la variable eficiencia energética y, en consecuencia, el costo operacional en su decisión.
- Introducción de una nueva exigencia, que se añade a la ya existente en cuanto a emisiones de contaminantes locales, a los vehículos nuevos que ingresan al país para su comercialización, consistente en informar la eficiencia energética de cada modelo comercializado.