

Efectos del Diferencial de Impuestos a las Gasolinas en la Demanda de Automóviles *

Claudio A. Agostini **

Enero 2010

Resumen

La política tributaria respecto a los combustibles en Chile ha mantenido desde sus inicios impuestos menores para las gasolinas respecto al diesel. Como resultado la fracción de automóviles con motor diesel en el parque automotor ha crecido fuertemente, en especial durante los últimos cinco años. Dado que en promedio 20% de las emisiones de los motores diesel equivalen a un 80% de las emisiones de motores a gasolinas, esto tiene consecuencias importantes en la magnitud de las externalidades asociadas al uso de automóviles y puede afectar fuertemente a ciudades como Santiago que tienen altos niveles de contaminación.

En este trabajo se estima el efecto del diferencial de impuestos a los combustibles en la demanda de automóviles. Los resultados muestran elasticidades de la demanda por automóviles a diesel de 3,4 y 2,1 respecto al precio del automóvil y al diferencial de impuestos. Estas magnitudes permitirían implementar una política tributaria con efectos significativos en la reducción de emisiones, al igualar las tasas de impuestos de la gasolina y el diesel y establecer un impuesto específico a los automóviles con motor diesel.

JEL: H23, Q58, L91

Palabras Clave: Impuesto a los Combustibles, Motores Diesel, Demanda de Automóviles, Externalidades

* Investigación financiada con el proyecto Fondecyt 11070123.

** ILADES-Universidad Alberto Hurtado, Erasmo Escala 1835, Santiago, Chile. Email: agostini@uahurtado.cl

1. Introducción

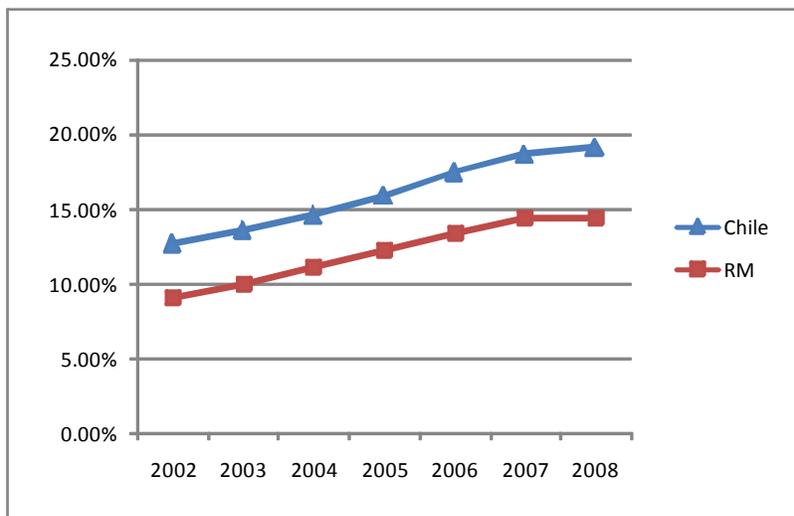
En los últimos 20 años en Chile el gobierno ha subido considerablemente el impuesto específico a las gasolinas y ha mantenido inalterado el impuesto específico al diesel. La razón fundamental para hacerlo ha sido simplemente aumentar o compensar la recaudación tributaria y dado que se supone que los mercados de combustibles tienen demandas relativamente inelásticas, se minimizaría la distorsión que causa un impuesto al imponerlo en estos mercados. Esta lógica llevaría a aumentos equiproporcionales en todos los mercados de combustibles, sin embargo, los impuestos a las gasolinas han aumentado proporcionalmente más que el impuesto al diesel, cambiando de esta forma el precio relativo entre ambos. En 1990 el impuesto a las gasolinas era de 3 UTM;¹ en 1990 se aumentó a 3,6186 UTM; luego se aumentó a 4,4084 UTM en 1995, a 5,2 UTM en 2000, y a 6 UTM en 2001. En 2008, se redujo primero a 4,5 UTM en Marzo y luego a 3,5 UTM en Septiembre. Durante todo este período, el impuesto al diesel se ha mantenido en 1,5 UTM por metro cúbico.

Este cambio de precios relativos producto de la política tributaria hacia los mercados de combustibles genera dos efectos. El primero, es un aumento relativo en el consumo de diesel respecto al de gasolina en todos los usos en que ambos combustibles son sustitutos. El segundo, un incentivo a la compra de autos con motor diesel respecto a los automóviles que usan gasolina. De hecho, las importaciones de vehículos livianos de pasajeros con motor diesel pasaron de 13.646 unidades en 1997 a 61.433 en 2007. En forma equivalente, el parque automotriz de automóviles con motor diesel pasó de 267.341 en el año 2002 a 566.122 el año 2008, un aumento de 112% en 6 años mientras que el parque de automóviles a gasolina aumentó en 30% en el mismo período. Es así como entre 2002 y 2008 la tasa anual de crecimiento del parque vehicular es de 13,3% y 4,5% para los automóviles a diesel y a gasolina respectivamente. El resultado es que, tal como se aprecia en la Figura (1), la participación de automóviles con motor diesel en el parque automotriz ha aumentado sistemáticamente durante los últimos años, pasando desde un 12,7% en 2002 a un 19,2% en 2008 en el país y desde un 9,1% a un 14,4% en la Región Metropolitana en igual período.

Este cambio en la composición del parque automotriz es relevante por las externalidades que produce el uso del automóvil. Hay externalidades como la congestión y los accidentes de tránsito que no tienen relación con el tipo de motor

¹La UTM es un índice utilizado para mantener en moneda constante el valor de los impuestos. En Octubre 2009, 1 UTM = Ch\$ 36.498.

Figura 1: Fracción Automóviles Diesel



del automóvil, por lo que tratamientos tributarios diferentes para distintos tipos de combustibles no debieran afectar su magnitud directamente.² Sin embargo, hay externalidades como la contaminación atmosférica producto de las emisiones que sí están relacionadas al tipo de motor.

Dado que la contaminación de un automóvil crea un costo externo a la sociedad que no es considerado por el dueño/usuario del automóvil en sus decisiones, la política tributaria puede jugar un rol importante en internalizar esos costos en las decisiones. En este contexto hay tres decisiones relevantes. La primera, es el número de kilómetros manejados que, dadas las emisiones del automóvil por kilómetro recorrido, determina el volumen total de contaminación que produce un vehículo. La segunda, es el tipo de combustible que utiliza el automóvil y las emisiones asociadas. La tercera es la elección de características del automóvil que afectan las emisiones directamente o indirectamente a través del kilometraje recorrido, como la antigüedad del auto, rendimiento (kms. por litro), tamaño del motor, etc.

²Obviamente, las tasas de impuestos utilizadas afectan directamente los niveles de externalidad y las magnitudes pueden ser considerables. Es así como para el caso de Estados Unidos, hay estimaciones muestran que un aumento de US\$1 por galón (3,7854 litros) reduciría entre 15 y 20% el consumo de gasolina, entre 11 y 12% las millas recorridas y entre 16 y 18% las muertes por accidentes de tránsito, mientras que se recaudan US\$100 mil millones adicionales en 10 años (Haughton y Sarkar (1996)).

Una política tributaria óptima debiera lograr que los consumidores incorporaran los costos externos en su demanda por automóviles, incluyendo el tipo de combustible. Si las emisiones de un automóvil son proporcionales al uso de combustibles y no dependen del diseño y tipo de motor del automóvil, como es el caso de las emisiones de dióxido de carbono en los automóviles, sólo el uso de combustible determina el nivel de emisiones de un automóvil y un impuesto por litro permite que los consumidores internalicen los costos sociales de sus emisiones. Es así como un impuesto a las gasolinas incentiva la compra de vehículos más pequeños o más eficientes en el uso de combustible y a reducir el consumo de combustible a través del patrón de uso del automóvil (menos kilómetros recorridos) y su mejor mantención (Portney et al. (2003), West y Williams (2004), Bento et al. (2005)). Adicionalmente, dado que la gasolina y el ocio son complementos relativos, aumentar el impuesto a las gasolinas aumenta la oferta de trabajo lo cual genera ganancias de eficiencia (West y Williams (2004)) adicionales. Por el contrario, aumentar los estándares de rendimiento incentiva a utilizar más el automóvil ya que reduce el costo por kilómetro recorrido (Thorpe (1997)).

En el caso de las emisiones de óxido de nitrógeno y monóxido de carbono, estas no son proporcionales al uso de combustibles y dependen directamente del tamaño y tipo de motor del vehículo. Un automóvil catalítico con motor diesel emite entre 0,6 y 0,8 gramos por kilómetro de óxido de nitrógeno (NOx) y entre 0,04 y 0,09 gramos por kilómetro de material particulado, mientras que un automóvil con convertidor catalítico y motor bencinero emite alrededor de 0,1 gramos por kilómetro de óxido de nitrógeno y no emite material particulado. Estos números llevan a que, en promedio, un 20 % de las emisiones de automóviles a diesel sean equivalentes a un 80 % de las emisiones de automóviles a bencina, por lo que las externalidades por contaminación de ambos tipos de vehículos son muy diferentes.

Dada la situación ambiental en algunas ciudades en Chile, las externalidades impuestas por los vehículos con motor diesel son mayores a las impuestas por los vehículos con motor a bencina, por lo que la diferencia de impuestos específicos en favor del diesel no es consistente con impuestos Pigouvianos que corrigen externalidades. Es así como, en general, por razones ambientales un tratamiento tributario favorable al diesel no parece razonable (ver por ejemplo Michaelis (1995)). En particular, las emisiones de motores diesel tienen desventajas ambientales importantes desde el punto de vista de calidad del aire urbano (ver Crawford y Smith (1995)). Incluso bajo los nuevos estándares más exigentes de

material particulado impuesto en Europa, hay evidencia de efectos negativos en el cambio climático (Jacobson (2002) y en la mortalidad de la población urbana (Mazzi y Hadidowlatabadi (2007)).

Sin duda que hay otros elementos de política tributaria que deben ser considerados para determinar impuestos óptimos en el caso de las gasolinas, como la calidad de insumo productivo que tiene el diesel en algunas industrias, pero es importante determinar el efecto que tiene el actual diferencial tributario en la composición del parque automotriz en Chile para luego poder determinar sus efectos en algunas ciudades alta contaminación ambiental como Santiago o Temuco. Para ello, la pregunta relevante es qué tan sensible son las ventas de automóviles con motor diesel respecto a los impuestos específicos relativos y a los precios del automóvil. Estos dos elementos son complementarios desde el punto de vista de una política tributaria óptima, ya que adicionalmente al impuesto a los combustibles es posible utilizar un impuesto a los automóviles con motor diesel con el objeto de corregir externalidades. La razón es que los automóviles con motor diesel, si bien tienen precios más altos, utilizan menos combustible por kilómetro, por lo que la disposición a pagar por esta característica de un automóvil varía por tipo de consumidor dependiendo de su uso (kilómetros anuales recorridos). Un impuesto a los automóviles diesel permite discriminar entre tipos de consumidores, elevando el precio en mayor proporción a los consumidores que causa una mayor externalidad dado su mayor uso del automóvil.³

El objetivo de este trabajo es estimar las elasticidades de la demanda de automóviles, por tipo de motor, respecto al precio y al impuesto específico a los combustibles. Ello constituye un primer insumo relevante para poder evaluar los efectos de la actual política tributaria hacia los combustibles en Chile y proponer modificaciones tributarias que permitan internalizar los costos externos asociados al uso del automóvil, en particular, respecto a la contaminación del aire.

El resto del artículo continúa de la siguiente forma. En la sección 2 se presenta un modelo de demanda por automóviles junto a las consideraciones metodológicas para poder estimarla. La sección 3 describe los datos utilizados en el análisis empírico. La sección 4 presenta los resultados de la estimación y la sección

³Hay evidencia que este mismo tipo de discriminación de precios, por tipo de motor, es utilizada por los fabricantes de vehículos (Verboven (2002)). Entre 75 y 90% del diferencial de precios entre un automóvil a diesel y uno a gasolina se debería a discriminación de precios entre consumidores de alto-uso y bajo-uso de automóvil.

concluye con algunas recomendaciones de política e investigación futura.

2. Un Modelo de Demanda por Automóviles

Un consumidor puede elegir entre distintas marcas y modelos de automóviles. Con el objeto de decidir cual automóvil comprar el consumidor compara distintas características entre las distintas marcas y modelos disponibles. Sin duda que una de las características más relevantes es el precio, pero adicionalmente el consumidor considera el tipo de motor (gasolina o diesel) ya que este determina en forma importante el costo anual de operación del automóvil. Dado que el consumidor se enfrenta a distintas marcas y modelos de automóviles, con motores de distinto tipo y tamaño, la demanda por automóviles es una demanda por productos diferenciados.

Es relevante considerar también que el consumidor tiene la opción de no comprar un automóvil (opción externa). Es importante considerar esta opción en la estimación de la demanda porque si ella no existiera sería posible subir en forma uniforme el precio de todos los automóviles y esto no afectaría la demanda ya que los precios relativos se mantendrían constantes.

Para estimar este tipo de modelos es necesario definir primero la función de utilidad indirecta de un consumidor i que compra un automóvil con un tipo de motor m (cilindrada y gasolina o diesel) en el año t :

$$U_{imt}^*(X_{mt}, P_{mt}, \xi_{mt}, \tau_t, v_i; \theta) \quad (1)$$

donde X es un vector de dimensión k de características observables de un automóvil, ξ son características no observables de un automóvil, τ es el impuesto específico al combustible que usa el automóvil, P es el precio del automóvil, v son características individuales de los consumidores y θ son los parámetros desconocidos a estimar.

El consumidor i va a elegir comprar el automóvil con tipo de motor m si y solo si esa compra le genera la mayor utilidad entre todas las alternativas. Es decir:

$$U_{imt}^* = \text{máx} \{U_{imt}^*; m = 0, 1, \dots, M\} \quad (2)$$

donde $m = 0$ representa la opción externa (una alternativa que implica no comprar un automóvil).

Finalmente, sumando las elecciones de compra de automóviles para todos los consumidores es posible obtener una demanda agregada por automóviles.

2.1. Elección Discreta

La estimación de una demanda por productos diferenciados es una tarea complicada, principalmente por la gran cantidad de parámetros que hay que estimar. En el caso de N productos diferentes es necesario estimar N elasticidades precio propias y $N(N - 1)$ elasticidades precio cruzadas. Esto implica que para la mayoría de los casos el modelo econométrico está sobreparametrizado y es imposible de estimar. Hay dos formas de solucionar este problema. La primera consiste en agregar productos que son similares hasta que queden pocos grupos de productos. El costo mayor de esta estrategia es que se pierden algunos parámetros que pueden ser de interés. La segunda, consiste en modelar la elección del producto explícitamente. Este enfoque se basa en el trabajo de McFadden, quién desarrolló modelos de elección discreta para caracterizar la elección de productos por parte de un consumidor.⁴

Una segunda dificultad en la estimación de una demanda por productos diferenciados es la heterogeneidad de los consumidores. Si los consumidores no tuvieran preferencias distintas todos comprarían el mismo automóvil (condicional en el ingreso obviamente). Una de las formas de considerar la heterogeneidad no observada es asumiendo que ella puede ser capturada por un shock aleatorio. De esta forma se puede considerar una distribución de estos shocks y distintos grados de correlación entre ellos.⁵

Una forma funcional simple y usada en la literatura para la función de utilidad (1) es:⁶

$$U_{imt}^* = \alpha P_{mt} + \gamma \tau_t + X_{mt} \beta + \xi_{mt} + \varepsilon_{imt} \quad (3)$$

Como se señaló previamente es importante considerar en el análisis la posibilidad de que el consumidor decida no comprarse un automóvil (puede comprar una moto, decidir usa sólo transporte público, etc.). La función de utilidad de esta alternativa es:

⁴Usando este enfoque Berry, Levinsohn y Pakes (1995, 1998) estudian interacciones estratégicas de precios entre fabricantes de automóviles en Estados Unidos. Igualmente, Nevo (2001) estima la demanda por cereales en Estados Unidos.

⁵Por ejemplo, los modelos Logit, Logit Anidado y Valor Extremo Generalizado usan este supuesto.

⁶El modelo es bastante general y es posible usarlo con distintas especificaciones haciendo ajustes menores.

$$U_{iot}^*(X_{ot}, \xi_{ot}, \tau_{ot}, v_i, \theta) \quad (4)$$

La forma funcional de la utilidad de la alternativa externa se define como:

$$\pi_{iot}^* = \xi_{ot} + \varepsilon_{iot} \quad (5)$$

La utilidad media de la opción externa no está identificada sin hacer más supuestos o sin normalizar una de las marcas de automóvil. Lo más simple es normalizar ξ_{ot} igual a cero. Definiendo $\theta = (\alpha, \gamma, \beta)$, la función de utilidad puede expresarse como:

$$U_{imt}^* = \delta_{mt}(X_{mt}, P_{mt}, \tau_t, \xi_{mt}; \theta) + \varepsilon_{imt} \quad (6)$$

donde

$$\delta_{mt} = \alpha P_{mt} + \gamma \tau_t + X_{mt} \beta + \xi_{mt}$$

En este modelo se asume implícitamente que los consumidores compran sólo un automóvil, el que les entrega el nivel de utilidad más alto. Un consumidor es definido entonces como un vector de shocks específicos por tipo de motor de automóvil, $(\varepsilon_{iot}, \varepsilon_{i1t}, \dots, \varepsilon_{iMt})$. Por lo tanto, el set de características individuales que llevan a la elección del automóvil modelo/marca m está definido por:

$$A_{mt}(\delta_{.t}) = \{\varepsilon_{i.t} \mid U_{imt} \geq U_{ilt} \forall l = 0 \dots M\} \quad (7)$$

Luego, para un set de parámetros dados, es posible predecir la participación de mercado de cada tipo de motor en función de las características del automóvil, el precio, los impuestos y los parámetros desconocidos. Esta participación de mercado, como función de los niveles de utilidad medios de cada tipo de motor del automóvil, dado los parámetros, es:

$$s_{mt}(\delta_{.t}) = \int_{A_{mt}} dP(\varepsilon) \quad (8)$$

donde $P(\cdot)$ representa la función de distribución poblacional.

La estrategia de estimación consiste en elegir los parámetros que minimizan la distancia entre las participaciones de mercado que predice el modelo y las observadas⁷, lo cual implica resolver el siguiente sistema implícito de ecuaciones:

⁷Haciendo supuestos respecto a la distribución de ε , la integral de la ecuación (8) puede ser calculada analíticamente.

$$s_{.t}(X_{.t}, P_{.t}, \tau_{.t}, \delta_{.t}; \theta) = S_{.t} \quad (9)$$

donde $s_{.t}(\cdot)$ son las participaciones de mercado definidas por la ecuación (8), y $S_{.t}$ son las observadas.

Con el objeto de calcular la integral de la ecuación (8), es necesario asumir una distribución para ε_{imt} . El supuesto más usado en la literatura es que los ε_{imt} son independientes e igualmente distribuidos y se distribuyen de acuerdo a la distribución Valor Extremo Tipo I.

Bajo este supuesto, la participación de mercado del tipo de motor m es:

$$s_{mt} = \frac{\exp(\alpha P_{mt} + \gamma \tau_{mt} + X_{mt}\beta + \xi_{mt})}{1 + \sum_{k=0}^M \exp(\alpha P_{kt} + \gamma \tau_{kt} + X_{kt}\beta + \xi_{kt})} \quad (10)$$

Ahora, la ecuación (9) puede resolverse analíticamente y obtener:

$$\delta_{mt} = \ln(S_{mt}) - \ln(S_{ot}) \quad (11)$$

donde S_{mt} y S_{ot} son las participaciones de mercado del tipo de motor m y de la opción externa, respectivamente.

Así, la ecuación de demanda agregada a estimar es:

$$\ln(S_{mt}) - \ln(S_{ot}) = \alpha P_{mt} + \gamma \tau_{mt} + X_{mt}\beta + \xi_{mt} \quad (12)$$

Las elasticidades de las participaciones de mercado, definidas por la ecuación (10), respecto al precio son:

$$\eta_{mt}^P = \frac{\partial s_{mt}}{\partial P_{kt}} \frac{P_{kt}}{s_{kt}} = \begin{cases} \alpha P_{mt} (1 - s_{mt}) & \text{si } j = k \\ \alpha P_{kt} s_{kt} & \text{si no} \end{cases}$$

La elasticidad de las participaciones de mercado respecto a la tasa de impuesto es:

$$\eta_{mt}^\tau = \frac{\partial s_{mt}}{\partial \tau_t} \frac{\tau_t}{s_{kt}} = \gamma \tau_t (1 - s_{mt})$$

En resumen, este modelo permite resolver el problema de sobreparametrización de una demanda por productos diferenciados y permite obtener estimadores consistentes de las elasticidades relevantes. Finalmente, es importante considerar que es posible que la variable precio sea endógena ($cov(P_{mt}, \xi_{mt}) \neq 0$) en cuyo caso es necesario estimar la ecuación (12) usando variables instrumentales.

3. Datos

En el análisis empírico se utilizan datos mensuales de importaciones de automóviles registrados por el Servicio Nacional de Aduanas para el periodo 2002-2008. La glosa de cada registro permite identificar el tipo de motor, la cilindrada de acuerdo a cuatro categorías (menos de 1000 cm³, entre 1000 y 1500 cm³, entre 1500 y 3000 cm³, y mayor a 3000 cm³), si es jeep o tiene tracción en las 4 ruedas (4x4) y el país de origen. Para cada uno de estos grupos de automóviles el registro muestra el número de unidades importadas, el país de origen⁸, el precio unitario promedio y la desviación estándar del precio promedio. Lamentablemente, no se encuentran disponibles datos desagregados por unidad ni tampoco fue posible obtener una clasificación por modelo o incluso por marca de automóvil.

El Cuadro 1 muestra un resumen estadístico de los datos. La variable Cantidad corresponde al número de vehículos mensuales importados en cada una de las 304 categorías⁹, con ella se calcula el logaritmo de la participación mensual en las importaciones de vehículos para cada categoría que se utiliza como variable dependiente en la regresión ($\log S_{mjt}$). Si bien no existen datos para calcular mensualmente la fracción de consumidores que prefiere la alternativa de no tener automóvil, sí hay datos de importaciones de motocicletas, lo cual permite calcular la participación de mercado de esta opción externa ($\log S_{ot}$) y es la que se utiliza en el análisis empírico.

La variable precio corresponde al precio unitario promedio en dólares de los automóviles en cada categoría. A partir de las variables que generan las categorías arancelarias de las distintas partidas de importación de automóviles, se generaron 7 variables dummy que capturan esas características: Motor 1000 para motores de tamaño menor a 1000 cm³, Motor 1500 para motores entre 1000 y 1500 cm³, Motor 3000 para motores entre 1500 y 3000 cm³, y Motor 3000+ para motores de tamaño superior a 3000 cm³; 4x4 para jeeps o vehículos con tracción en las cuatro ruedas; Diesel para vehículos con motor diesel; y finalmente Zona Franca para todos los vehículos ingresados por alguna de las 3 zonas francas existentes en Chile (Arica, Iquique y Punta Arenas). La variable Impuesto corresponde al valor mensual, en dólares por litro, del impuesto específico a las gasolinas. La variable IMACEC mide el cambio mensual en la ac-

⁸Hay registros de importación de 45 países, pero hay 18 países que representan más del 95% de todos los vehículos importados. Por esta razón en el análisis empírico se considera la fracción de automóviles importados de cada uno de estos 18 países y se agrupan el resto en una categoría Otros.

⁹Las 304 categorías de automóviles en los datos provienen de la interacción de: 4 tamaños de motor, 2 tipos de motor, 2 tipos de vehículo (automóvil y jeep o 4x4) y 19 países de origen.

Cuadro 1: Resumen Estadístico

	Promedio	Desv. Est.	Min	Max
Cantidad	151,22	343,63	1	3544
$\log S_{mjt}$	0,0101	0,0218	0,004	0,197
Precio	13379	11663,8	2000	152352
Motor 1000	0,034	0,165	0	1
Motor 1500	0,099	0,278	0	1
Motor 3000	0,214	0,376	0	1
Motor 3000+	0,131	0,295	0	1
4x4	0,087	0,126	0	1
Zona Franca	0,203	0,327	0	1
Diesel	0,248	0,291	0	1
Impuesto	0,254	0,064	0,143	0,411
IMACEC	0,305	0,821	-1,8	1,7
Precio Acero	3421,25	1328,71	2091	4732

tividad económica en el país, a partir del comportamiento del 90 % de los bienes y servicios que componen el PIB, y es publicado por el Banco Central de Chile. Por último, la variable Precio Acero corresponde al precio del tipo de acero inoxidable utilizado por los productores de automóviles, publicado en MEPS Stainless Steel Review en base a la información de contratos entre productores y consumidores de acero. El precio del acero, al ser un insumo productivo en la fabricación de automóviles que no debiera estar correlacionado con variables no observadas que determinen la demanda de automóviles, es utilizado como variable instrumental para el precio de los automóviles en la estimación de la demanda.

4. Resultados

El Cuadro 2 muestra los resultados de las estimaciones de la ecuación (12). El modelo (1) corresponde a la estimación mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios, sin considerar por lo tanto la posible endogeneidad del precio de los automóviles. En Chile el 100 % de los automóviles livianos de pasajeros son importados, por lo que la oferta de automóviles está determinada simplemente por el precio internacional dado que además Chile es un país pequeño. Por esta razón, el problema de simultaneidad en la determinación del precio de equilibrio en el mercado de los automóviles no genera problemas de identificación. Sin embargo, es posible que haya errores de medición en la variable precio al constituir un promedio para cada categoría de automóviles. Para considerar esta

posibilidad y con el objeto de eliminar un posible sesgo por endogeneidad en la estimación de la elasticidad precio, el modelo estima nuevamente la ecuación (12) utilizando el precio del acero como variable instrumental para el precio de los automóviles.

Cuadro 2: Demanda por Automóviles

	(1)	(2)
Precio	-0,000287 (0,000091)	-0,000316 (0,00012)
Motor 1500	0,00322 (0,0011)	0,00341 (0,0013)
Motor 3000	0,00261 (0,0011)	0,00278 (0,0013)
Motor 3000+	0,00106 (0,0004)	0,00101 (0,0005)
4x4	0,0184 (0,0032)	0,0193 (0,0043)
Zona Franca	0,0462 (0,0152)	0,0484 (0,0167)
Diesel	0,00195 (0,0002)	0,00199 (0,0006)
Impuesto	-0,0301 (0,0527)	-0,0318 (0,0507)
IMACEC	0,4011 (0,1785)	0,4036 (0,1918)
Constante	-13,82 (1,56)	-9,74 (1,67)
Dummies País Origen	si	si
\bar{R}^2	0,557	0,563
F	141,7	152,1
N	8307	8307

Los resultados empíricos son bastante satisfactorios en general, las regresiones logran explicar alrededor de un 56 % de la variación en los datos, los signos de los coeficientes son los esperados para una demanda de automóviles y son todos estadísticamente significativos al 5 % de confianza. La demanda por automóviles es mayor para tamaños de motor más grande respecto a la categoría omitida de motores menores a 1000 cm³, pero el impacto mayor se encuentra en los motores de entre 1500 y 3000 cm³ que es donde se concentra la mayor parte de la demanda. De igual forma, los resultados muestran un impacto positivo en

la demanda agregada por automóviles de los vehículos con motor diesel respecto a los de gasolina y de la tracción en las cuatro ruedas respecto a los de tracción en dos ruedas. Si bien la magnitud de los efectos es relativamente pequeña, con elasticidades entre 0,2 y 0,4, esto es consistente con las participaciones de mercado crecientes en el tiempo que tienen tanto los automóviles diesel como los 4x4. El impacto positivo de la zona franca refleja la posibilidad de importar automóviles libres de impuestos aduaneros en dos regiones del país, lo cual aumenta en términos relativo la demanda respecto al resto de las regiones en Chile. En promedio, y dejando todo lo demás constante, la demanda relativa de automóviles aumenta en un 3,6% al pasar a tener zona franca. El efecto positivo del IMACEC sobre la demanda de automóviles es consistente con una elasticidad ingreso positiva pero también refleja el rol que juega el ciclo económico en las importaciones de vehículos. Un aumento de un 1% en la actividad económica mensual está asociado, en promedio, a un aumento de alrededor de un 1,4% en la demanda de automóviles

Los coeficientes de mayor interés en los resultados son los relacionados con el precio y el impuesto a los combustibles. La elasticidad precio para la demanda agregada de automóviles en Chile es de $-3,4$ evaluada en la media de la muestra. Este valor no es muy distinto a los resultados obtenidos por otros estudios en la literatura económica. De hecho, si bien es algo superior al valor de $-2,4$ estimado por Trandel (1991), es muy similar al valor de $-3,28$ estimado por Goldberg (1995) y se encuentra dentro del rango de $-3,0$ y $-4,5$ estimado por Berry et al. (1995).¹⁰ Las elasticidades precio varían tanto por tipo como por tamaño de motor, reflejando los patrones de sustitución de los consumidores entre distintos tipos de automóvil. La elasticidad precio de los automóviles con motores mayores a 3000 cm^3 es la más alta, $-3,71$ evaluada en la media de la muestra, y la de los motores entre 1500 y 3000 cm^3 la más baja, $-2,6$ también evaluada en la media. Este rango muestra una demanda más elástica entre tamaños de motor que la encontrada para países desarrollados. Para Estados Unidos por ejemplo, Bento et al (2009) estiman elasticidades que van desde $-1,44$ para autos compactos hasta $-2,3$ para una Minivan. Por último, la elasticidad precio estimada de vehículos 4x4 es de $-3,83$, siendo la más elástica al precio en Chile.

La elasticidad estimada del impuesto a los combustibles para la demanda de automóviles a diesel es de $-2,1$ evaluada en la media de la muestra. Dado que el impuesto al diesel ha permanecido constante durante todo el período, esta

¹⁰Los primeros estudios realizados mostraban, sin embargo, elasticidades mucho menores, entre -1 y $-1,5$ (ver por ejemplo Chow (1957), Suits (1958) y Wykoff (1973))

elasticidad identifica el efecto del diferencial de impuestos entre la gasolina y el diesel. La magnitud de esta elasticidad, si bien más pequeña que la elasticidad precio, no es menor desde el punto de vista del rol que juega la política tributaria. La elasticidad respecto al impuesto captura en parte el costo anual de uso del automóvil, ya que un mayor uso requiere un mayor consumo de gasolina, por lo que una reducción en la brecha del impuesto a las gasolinas respecto al impuesto al diesel junto a un impuesto a los automóviles con motor diesel permitirían reducir en forma importante la contaminación del aire asociada al uso de diesel. En particular, un aumento del impuesto al diesel de la actual tasa de 1,5 UTM por metro cúbico a 4,5 UTM por metro cúbico, de tal forma de igualarla a la de las gasolinas, reduciría la fracción de automóviles diesel en casi 3 puntos porcentuales. Para el caso de la Región Metropolitana, manteniendo constante la actual tasa de crecimiento de los automóviles a diesel, esto implicaría un menor número de importaciones de alrededor de 11300 automóviles a diesel en los próximos 5 años. Asumiendo un kilometraje anual recorrido de 12,000 kilómetros para cada vehículo, ello implicaría menores emisiones anuales de óxido de nitrógeno por 950 toneladas y de material particulado por 88 toneladas. Si adicionalmente se coloca un impuesto de 1 % del valor del vehículo para los automóviles con motor diesel, el número de importaciones de vehículos a diesel se reduciría adicionalmente en torno a las 16000 unidades en los próximos 5 años. Con ello, la reducción en emisiones alcanzaría a las 1083 toneladas anuales de óxido de nitrógeno y 106 toneladas de material particulado.

5. Conclusiones

Uno de los efectos importante que tiene la actual diferencia de tasas de impuesto existente en Chile, entre las gasolinas y el diesel, es que incentiva la compra de automóviles con motor a diesel. Es así como la fracción del parque automotriz en Chile con motor a diesel aumentó de alrededor de 12 % en 2002 a 19 % en 2008. Como los automóviles a diesel emiten más óxido de nitrógeno que los automóviles a gasolina y adicionalmente emiten material particulado, las externalidades asociadas la contaminación del aire por el uso de automóviles ha aumentado. Esto es particularmente relevante para ciudades con altos niveles de contaminación en el invierno, como Santiago y Temuco. Para poder cuantificar la magnitud de este problema y considerar alternativas de política tributaria que permitan internalizar las externalidades por parte de los dueños de los

automóviles a diesel, es necesario conocer las elasticidades de la demanda de automóviles respecto al precio y al impuesto.

Las elasticidades estimadas en este trabajo muestran que la demanda de automóviles con motor diesel es bastante sensible al precio del automóvil y al diferencial de impuestos entre la gasolina y el diesel. Ello permitiría implementar una política tributaria de igualar las tasas de impuestos a la gasolina y al diesel junto a la introducción de un impuesto a los automóviles con motor diesel, que tendría efectos significativos en la reducción de externalidades y en particular en disminuir las emisiones de óxido de nitrógeno y de material particulado. Para poder tener una estimación más precisa de los efectos de una política tributaria de este tipo, en futuras investigaciones sería relevante estimar una demanda por automóviles más desagregada aún que la estimada en este trabajo. En particular, es importante considerar las distintas marcas y modelos de automóviles, de tal forma de tomar en cuenta con mayor precisión los patrones de sustitución de los consumidores entre distintos automóviles frente a un aumento en los impuestos.

6. Referencias

Agras, J. y D. Chapman (1999), "The Kyoto Protocol, CAFE Standards, and Gasoline Taxes", *Contemporary Economic Policy* 17(3).

Bento, A.M., L.H. Goulder, E. Henry, M.R. Jacobsen y R.H. Von Haefen (2005), "Distributional and Efficiency Impacts of Increased US Gasoline Taxes: An Econometrically based Multi-market Study", *American Economic Review* 95(2).

Bento, A.M., L.H. Goulder, E. Henry, M.R. Jacobsen y R.H. Von Haefen (2009), "Distributional and Efficiency Impacts of Gasoline Taxes", *American Economic Review* 99(3).

Berry, S. (1994), "Estimating Discrete Choice Models of Product Differentiation", *Rand Journal of Economics* 25.

Berry, S., J. Levinsohn y A. Pakes (1995), "Automobile Prices in Market Equilibrium", *Econometrica* 63.

Bishop, R.L., (1968), "The Effects of Specific and Ad Valorem Taxes", *Quarterly Journal of Economics*, 82(2).

Bresnahan, T. (1987), "Competition and Collusion in the American Automobile Oligopoly: The 1955 Price War", *Journal of Industrial Economics*.

Bulow, J.I. y P. Pfleiderer, (1983), "A Note on the Effect of Cost Changes on

Prices," *Journal of Political Economy*, 91(1).

Chow, G. (1957), *The Demand for Automobiles in the United States*, North-Holland, Amsterdam.

Crawford, I. y S. Smith (1995), "Fiscal Instruments for Air Pollution Abatements in Road Transport", *Journal of Transport Economics and Policy* 29.

Greene, D. (1986), "The Market Share of Diesel Cars in the USA, 1979-83", *Energy Economics* 8(1).

Goldberg, P. (1995), "Product Differentiation and Oligopoly in International Markets: The Case of the US Automobile Industry", *Econometrica* 63(4).

Haughton, J. y S. Sarkar, (1996), "Gasoline Tax as a Corrective Tax: Estimates for the United States, 1970-1991", *Energy Journal* 17(2).

Jacobson, M. (2002), "Control of Fossil-Fuel Particular Black Carbon and Organic Matter, possibly the Most Effective Method of Slowing Global Warming", *Journal of Geophysical Research* 107(19).

Johnson, T.R. (1978), "Additional Evidence on the Effects of Alternative Taxes on Cigarette Prices", *Journal of Political Economy* 86(2).

Levinsohn, J. (1996), "Empirics of Taxes on Differentiated Products: The Case of Tariffs in the U.S. Automobile Industry", en R.E. Baldwin (ed.), *Trade Policy Issues and Empirical Analysis*, Chicago Press.

McFadden, D. (1974), *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*, en: Paul Zarembka ed., *Frontiers in Econometrics* (New York Academic Press).

Mayeres, I. y S. Proost (2001), "Should Diesel Cars in Europe be Discouraged?", *Regional Science and Urban Economics* 31.

Mazzi, E. y H. Hadidowlatabadi (2007), "Air Quality Impacts of Climate Mitigation: UK Policy and Passenger Vehicles Choice", *Environment Science Technology* 41.

Michaelis, L. (1995), "The Abatement of Air Pollution from Motor Vehicles: The Role of Alternative Fuels", *Journal of Transport Economics and Policy* 29.

Portney, P.R., I.W.H. Parry, H.K.Gruenspecht y W. Harrington (2003), "The Economics of Fuel Economy Standards", *Journal of Economic Perspectives* 17(4).

Suits, D. (1958), "The Demand for New Automobiles in the United States, 1929-1956", *Review of Economics and Statistics* 40.

Trandel, G. (1991), "The Bias to Omitting Quality when Estimating Automobile Demand", *Review of Economics and Statistics* 73(3).

Thorpe, S.G. (1997), "Fuel Economy Standards, New Vehicles Sales and Average Fuel Efficiency", *Journal of Regulatory Economics* 11(3).

Verboven, F. (2002), "Quality Based Price Discrimination and Tax Incidence: Evidence from Gasoline and Diesel Cars", *Rand Journal of Economics* 33(2).

West, S.E. y R.C. Williams (2004), "Empirical Estimates for Environmental Policy Making in a Second-Best Setting", NBER Working Paper 10330.

Wetzel, J. y G. Hoffer (1982), "Consumer Demand for Automobiles: A Disaggregated Market Approach", *Journal of Consumer Research* 9.

Wykoff, F. (1973), "A User Cost Approach to New Automobile Purchases", *Review of Economic Studies* 40.