

Restricciones vehiculares para combatir la contaminación (local y global) y la congestión

Leonardo Basso Luis Cifuentes Juan-Pablo Montero
Felipe Sepúlveda Sebastián Vicuña

25 de abril de 2018



Índice

1. ¿Qué tenemos (o no tenemos) en Santiago hoy?

2. Motivación del proyecto

3. Restricción por congestión incluyendo un pase diario

4. Restricción por contaminación distinguiendo por edad

5. Discusión: cómo diseñar las políticas de manera conjunta

1. ¿Qué tenemos (o no tenemos) en Santiago hoy?

1. ¿Qué tenemos (o no tenemos) en Santiago hoy?

Boletín 10184-15: Proyecto de Ley de restricción por congestión y contaminación

- El 7 de agosto de 2015 los senadores Matta, Guirardi y Ossandon ingresaron Proyecto de Ley:
 - Uso de restricciones para combatir contaminación y congestión.
 - Restricción permanente de hasta dos dígitos por día, aún cuando tengan convertidor catalítico. Puede aumentar cantidad de dígitos en caso de alerta o emergencias ambientales.
 - Dígitos deben ir variando periódicamente.
- Con fecha 6 de julio de 2016 se aprueba en general en el Senado (18 a favor, 5 en contra, 3 abstenciones y 1 pareo).
- Con fecha 20 de julio de 2016 se realizan indicaciones al proyecto:
 - Restricción puede distinguir entre tipo de vehículo, combustible, año de fabricación, tamaño, etc. Y se puede aplicar de forma permanente o transitoria de acuerdo a la decisión del MTT.
 - **Inclusión de pase diario** para liberarse de la restricción.
 - Deberá ser evaluada cada 12 meses a contar desde su implementación.
 - Podrá evaluarse mediante la implementación de planes piloto en zonas y períodos que determine el MTT.
 - Evaluación debe considerar una consulta ciudadana de carácter no vinculante que permita conocer la opinión de la ciudadanía.

1. ¿Qué tenemos (o no tenemos) en Santiago hoy?

Decreto Supremo 31 Restricción dentro del Plan de descontaminación

- El 11 de octubre de 2017 se firma el Decreto Supremo n° 31 publicado en el Diario Oficial el 24 de noviembre de 2017.
- Restricción permanente de lunes a viernes durante el período comprendido entre el 1 de mayo y el 31 de agosto de cada año para todos los vehículos:
 - 2 dígitos por día para vehículos inscritos antes del 1 de septiembre del año 2011.
 - Todos los dígitos para vehículos sin sello verde dentro del anillo Américo Vespucio.
 - 4 dígitos para vehículos sin sello verde fuera del anillo Américo Vespucio.
 - Vehículos inscritos después desde el 1 de septiembre de 2011 con sello verde quedan exentos.
- En pre-emergencia ambiental aumentarían en dos dígitos los vehículos sin sello verde (fuera de A. Vespucio), llegando a 6 dígitos. Los vehículos con sello verde no tendrían cambios.
- En emergencia ambiental los vehículos sin sello verde llegarían a 8 dígitos restringidos (fuera de A. Vespucio). Los vehículos con sello verde aumentarían de 2 a 4 dígitos restringidos por día.

1. ¿Qué tenemos (o no tenemos) en Santiago hoy?

Implementación del Decreto Supremo 31: 2 de mayo del 2018

- Restricción a autos catalíticos será de solo 1 dígito por día para los anteriores al 1 de septiembre de 2011. Por lo tanto, la restricción a cada patente será una vez cada 10 días (sin incluir feriados y festivos).
- Restricción a motos fabricadas antes del 1 de septiembre de 2010 será de 2 dígitos.
- Restricción a vehículos sin sello verde mantiene restricción total dentro del anillo de Américo Vespucio y restricción de cuatro dígitos fuera del anillo.

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
	1 feriado	2 0	3 1	4 2
7 3	8 4	9 5	10 6	11 7
14 8	15 9	16 0	17 1	18 2
21 feriado	22 3	23 4	24 5	25 6
28 7	29 8	30 9	31 0	

Vehículos con convertidor catalítico inscritos antes de septiembre de 2011.
Desde el 02 de mayo al 31 de agosto 2018

Fuente: Ahora noticias.

2. ¿Qué buscamos con este proyecto?

2. ¿Qué buscamos con este proyecto?

Vincular la investigación académica con el desarrollo de políticas públicas

- De acuerdo a la oportunidad generada por el debate en la opinión pública y a nuestras investigaciones, queremos empujar y/o mejorar los diseños de política pública en relación a estos temas.
- En temas de congestión, ¿qué dice BMS (2018) respecto de como diseñar política de restricción vehicular y pase diario? ¿Cuáles son sus implicancias en eficiencia y distribución?
 - Discusión: ¿Qué es lo políticamente factible de hacer hoy? (ej: marchas contra el tag).
- En temas de contaminación, ¿qué dice BGM (2018) respecto de la importancia de diferenciar por *vintage* y la imposición de fuertes restricciones a los modelos de auto más antiguos?
 - Además, Cifuentes (2018): *vintage* no es la única variable relevante. El tipo de modelo del vehículo y el combustible influyen directamente.
- Desafío: ¿Cómo implementar ambas políticas de manera que resultado sea óptimo para descongestionar y disminuir los niveles de contaminación global y local?

3. Restricción por congestión y pase diario

3. Restricción por congestión y pase diario

Algunas ciudades que usan restricciones para contaminación y/o congestión en forma permanente

- Atenas (comenzó en 1982)
- Santiago (1986): restricción vehicular,
- Ciudad de México (1989): Hoy-No-Circula
- Sao Paulo-Brasil (1996): Operacao Rodizio
- Manila (1996)
- Bogotá (1998) y Medellín (2005): Pico y Placa
- San José de Costa Rica (2005)
- Beijing (2008), Hangzhou (2011), Chengdu (2012)
- Berlin, Frankfurt, Munich... (2008): Low-Emission zones
- Quito (2010): Pico y Placa
- Delhi (dos semanas en Enero 2016)*
- Paris (Julio 2016)

3. Restricción por congestión y pase diario

Motivación

- Una restricción por congestión con pase diario tiene la ventaja, en principio, de evitar la compra de un segundo vehículo.....pero,
 - ¿qué tan eficiente y equitativa es para resolver la congestión?
 - ¿requiere de consideraciones redistributivas adicionales?
- Daganzo (2000) plantea restricción vehicular con pase diario para hacerse cargo de ambas dimensiones dentro de la política.
- Basso, Montero y Sepúlveda (2018) evalúa la eficiencia e impactos distributivos de una política de restricción vehicular y pase diario (RVPD) en sus distintas formas:
 - Desde una restricción vehicular pura (sin pase diario).
 - Hasta una tarificación vial pura (restricción y pase diario todos los días).

3. Restricción por congestión y pase diario

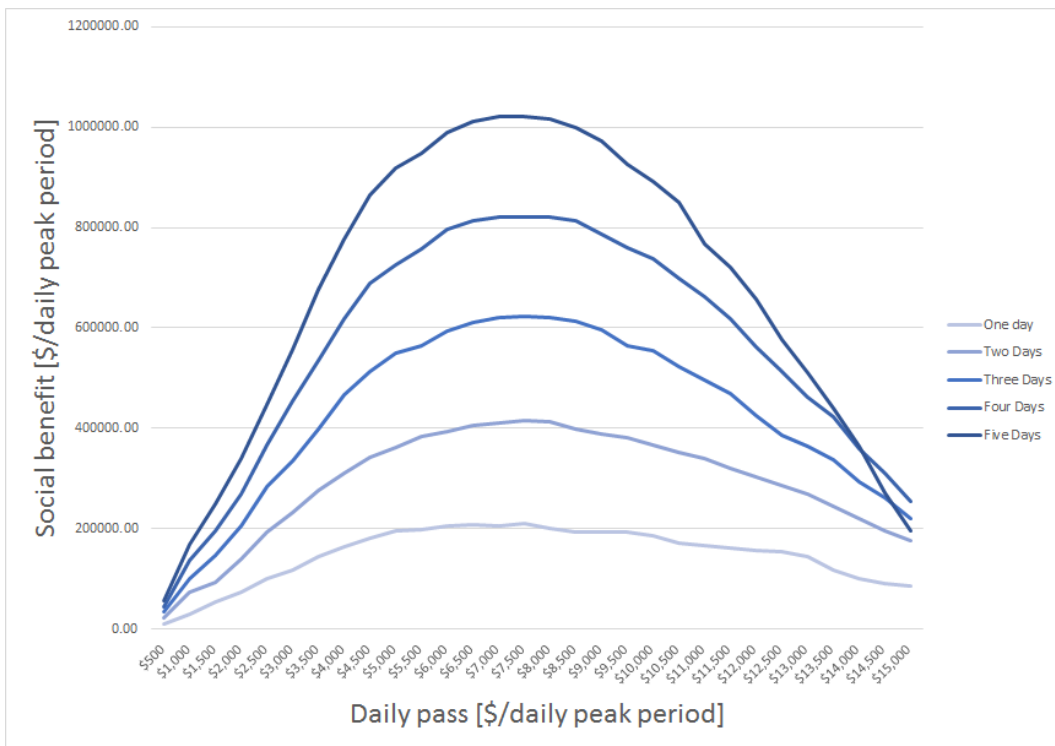
Basso, Montero, Sepúlveda (2018): Principales resultados

- Tarificación vial es la política más eficiente, aquí equivalente a una política de RVPD con 5 días de restricción y un pase diario de **\$7.500 (\$3.750 por período peak)**.
 - Los grupos de menores ingresos quedan estrictamente peor para todas las políticas de pase diario, sin importar el número de días de restricción. Bajo esta óptica se podría decir que política es regresiva.
- Un esquema de pase diario de 1 día a la semana con tarifa óptima sólo se alcanza un 25% de los beneficios de la política óptima (pase diario los 5 días).
- Si la recaudación se utiliza para reducir la tarifa del transporte público o para aumentar frecuencias, la política logra que política genere beneficios redistributivos. Sigue siendo óptimo cobrar todos los días.

Resultado #1: Las restricciones vehiculares con pase diario deben ser de, al menos, 2 o 3 días. De no ser así, el incremento de bienestar es marginal.

3. Restricción por congestión y pase diario

3.1. Bienestar social – Sin redistribución de la recaudación



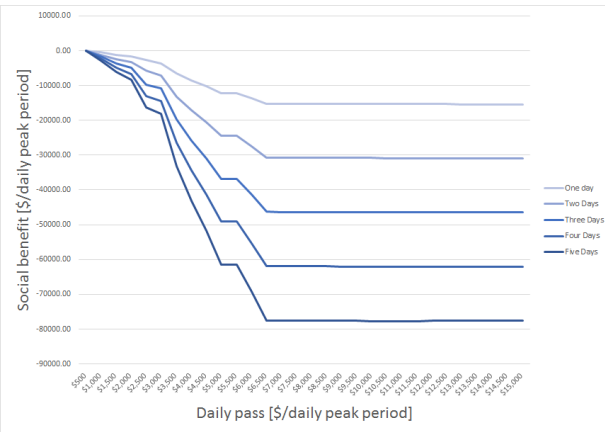
- Beneficios de U\$ 2.066 millones equivalentes a **0.85% del PIB** nominal de Chile, en el óptimo.
 - Velocidad auto inicial: 25 km/hr.
 - Velocidad buses inicial: 16 km/hr.
- El óptimo se alcanza con pase de \$7.500 y **5 días de restricción**. Se logra una velocidad de 33 km/hr para autos y 20 km/hr para buses. Aumentos de 32% y 23% respectivamente.
- Con un día de restricción con pase diario el óptimo logra aumentos de velocidad de sólo 7% para autos y 5% buses.

Resultado #2: El pase diario no resuelve conjuntamente los problemas de distribución y equidad. Hay grupos que se encuentran peor que en el escenario de referencia.

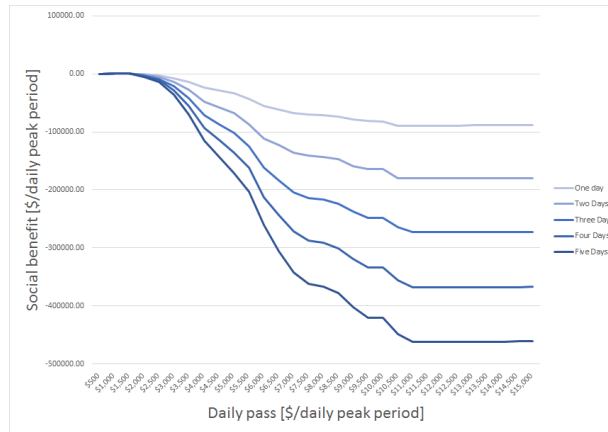
- (a) Para la gente de menores recursos que posee auto, el beneficio de ir más rápido cuatro días de la semana no compensa la imposibilidad de usar el vehículo un día.
- (b) Para la gente que no posee auto, el beneficio de ir más rápido en el transporte público no compensa la incomodidad que este le genera por el mayor uso de este medio de transporte. Se requiere mejora en calidad (ej: frecuencia).

3. Restricción por congestión y pase diario

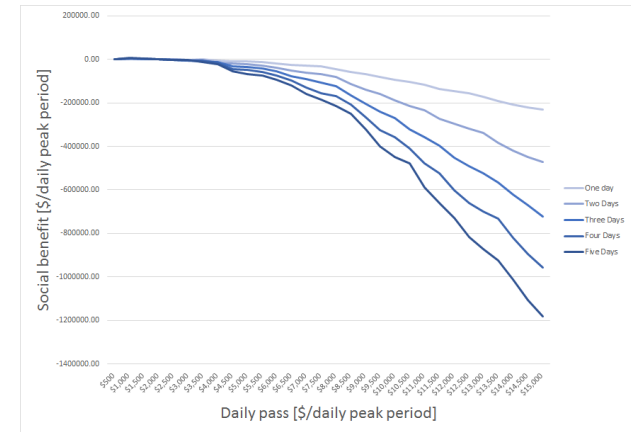
3.2. Equidad-redistribución de los beneficios



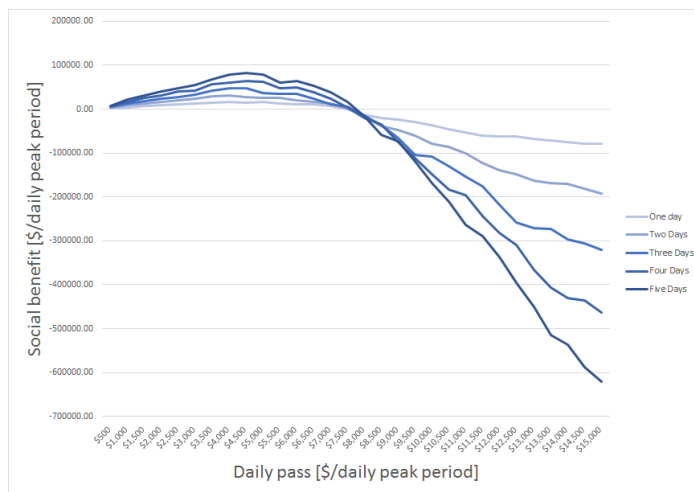
Estrato socioeconómico 1



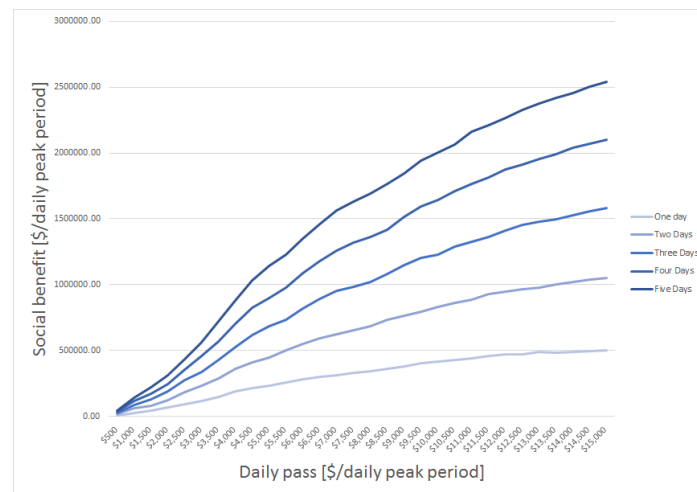
Estrato socioeconómico 2



Estrato socioeconómico 3



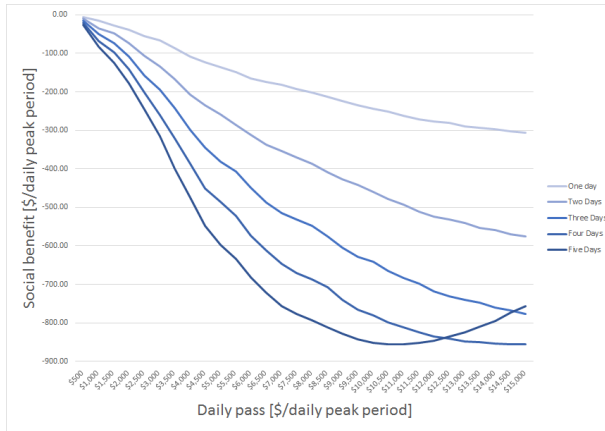
Estrato socioeconómico 4



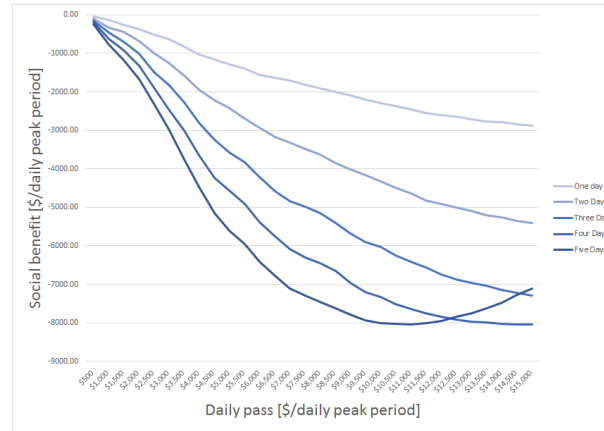
Estrato socioeconómico 5

3. Restricción por congestión y pase diario

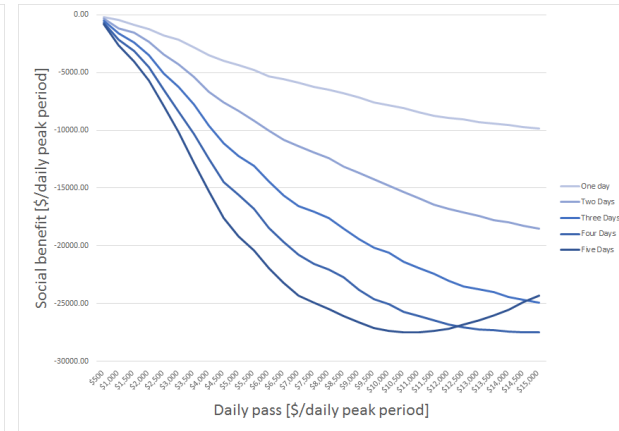
3.3. Equidad-redistribución de los beneficios. Gente que no tiene auto.



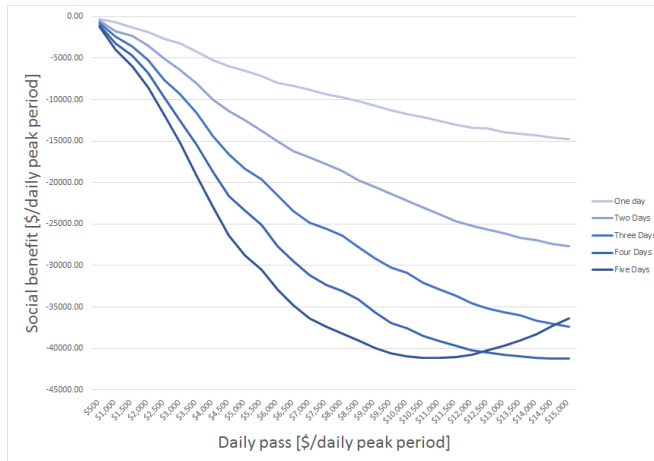
Estrato socioeconómico 1



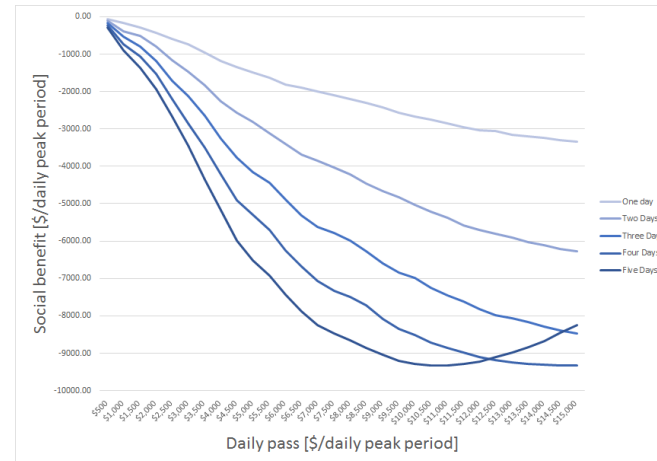
Estrato socioeconómico 2



Estrato socioeconómico 3



Estrato socioeconómico 4

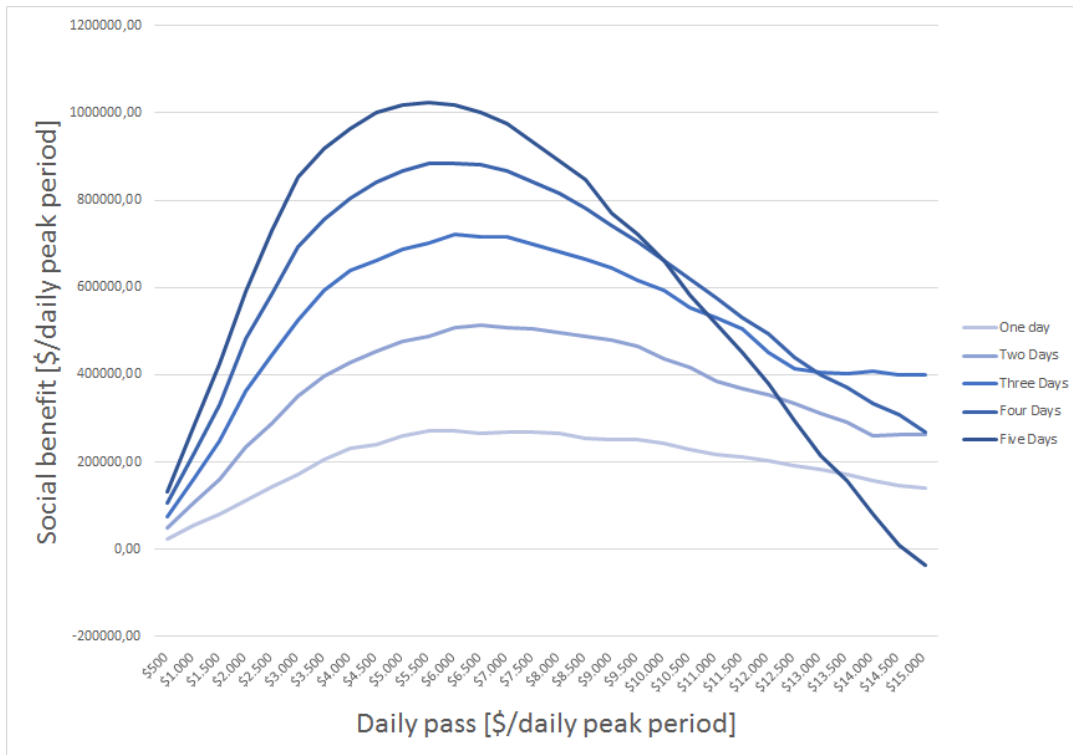


Estrato socioeconómico 1

Resultado #3: La mejor forma de reciclar los ingresos es a través de una combinación entre rebajas en las tarifas del transporte público y un mejoramiento en la calidad de su servicio (frecuencias).

3. Restricción por congestión y pase diario

3.4. Bienestar social - con redistribución de la recaudación hacia menores tarifas de transporte público

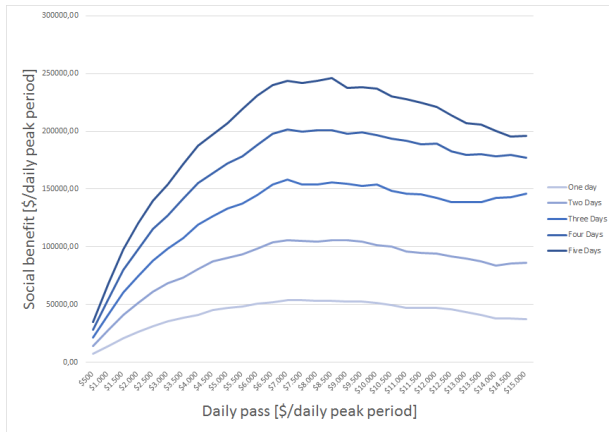


- Beneficios de U\$ 2.066 millones equivalentes a **0.85% del PIB**.
 - Velocidad auto inicial: 25 km/hr.
 - Velocidad buses inicial: 16 km/hr.
- El óptimo se alcanza con un pase de \$5.500 y 5 días de restricción y se logra una velocidad de 33 km/hr para autos y 20 km/hr para buses. Aumentos de 31% y 23% respectivamente.
- Con un día de restricción con pase diario el óptimo logra aumentos de velocidad de sólo 6% para autos y 4% buses.

3. Restricción por congestión y pase diario

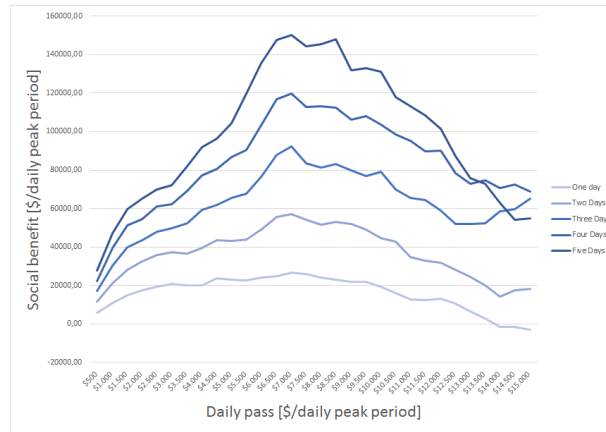
3.5. Equidad-redistribución de los beneficios – con redistribución a tarifas de transporte público

Valoran menores tarifas



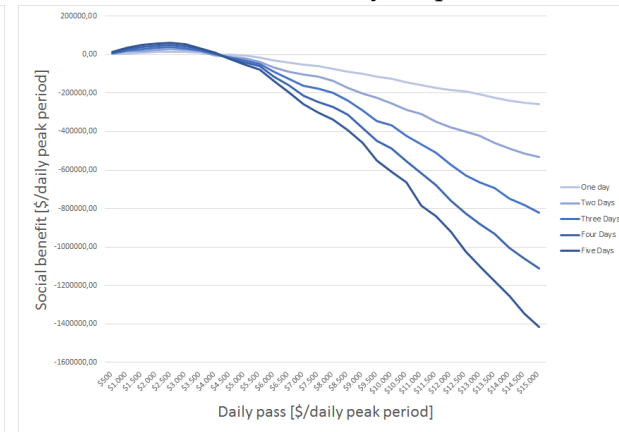
Estrato socioeconómico 1

Valoran menores tarifas



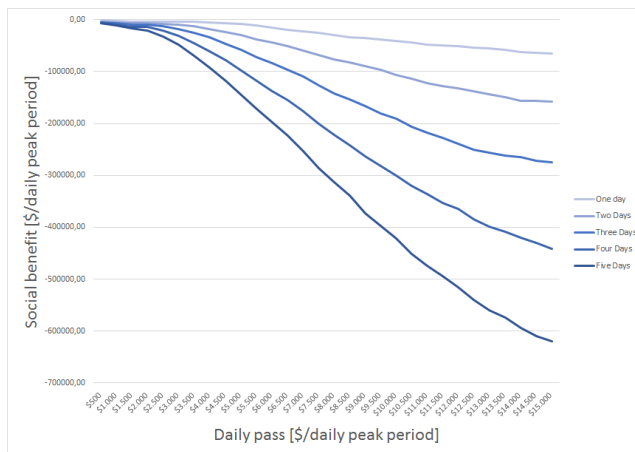
Estrato socioeconómico 2

Valoran poco las menores tarifas.
Quieren usar el auto y no pueden.

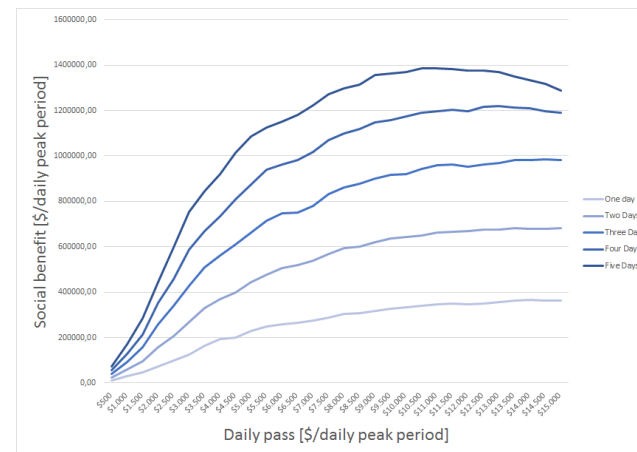


Estrato socioeconómico 3

Muchos no pueden usar el auto y no valoran tanto las menores tarifas.



Estrato socioeconómico 4



Estrato socioeconómico 5

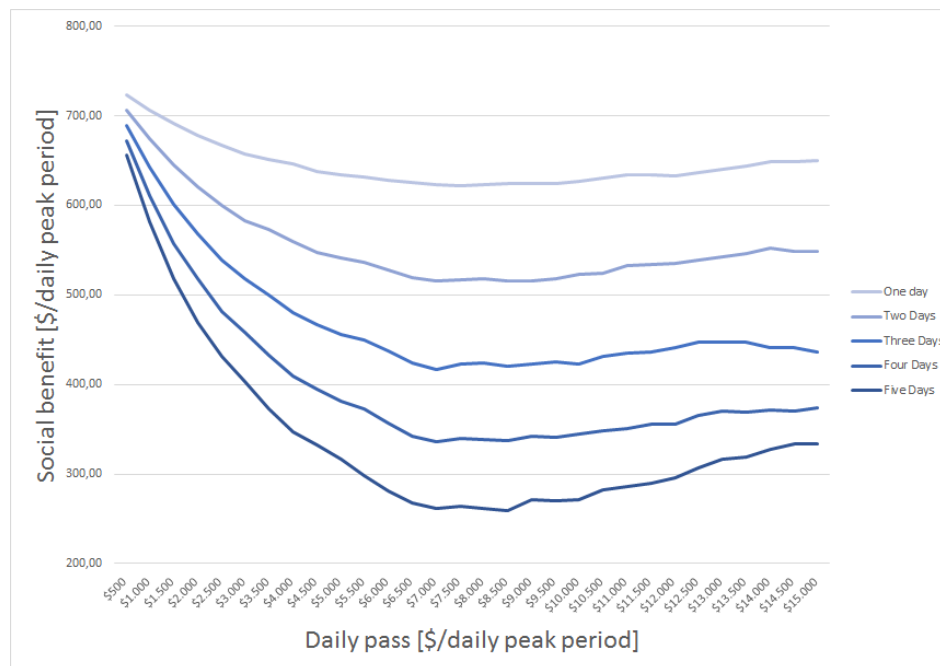
Casi todos siguen usando el auto a esos precios, y se benefician de mayores velocidades.

3. Restricción por congestión y pase diario

3.6. Precio del transporte público según política implementada

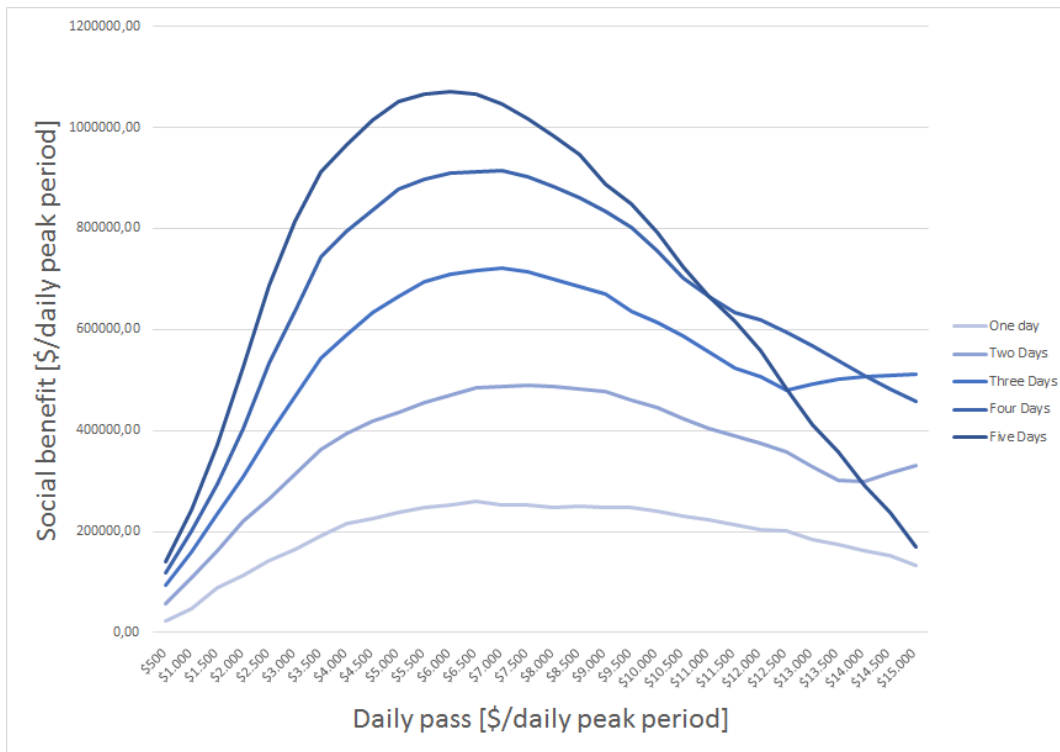
- Si se distribuye el total de la recaudación producida por el pase diario y se utiliza directamente para reducir la tarifa del transporte público, la tarifa disminuiría desde el valor actual a cerca de \$270 por viaje.
- Lo anterior no considera la posible evasión al pago del pase diario.

Precio del transporte público



3. Restricción por congestión y pase diario

3.7. Bienestar con redistribución a tarifas y aumento de frecuencias de transporte público

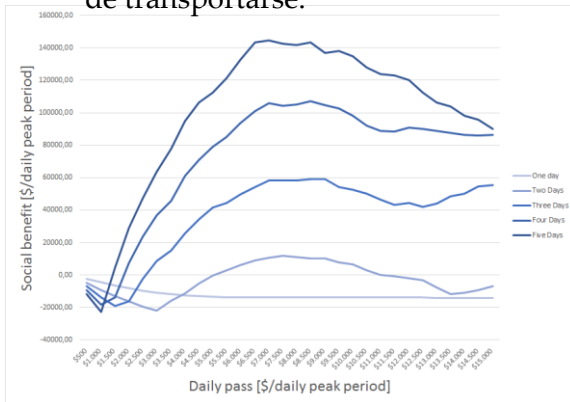


- Beneficios de U\$ 2.164 millones equivalentes a **0.89% del PIB**.
 - Velocidad auto inicial: 25 km/hr
 - Velocidad buses inicial: 16 km/hr.
- El óptimo se alcanza con pase de \$6.000 y 5 días de restricción. Se logra una velocidad de 34 km/hr para autos y 22 km/hr para buses. Aumentos de 35% y 26% respectivamente.
- Con un día de restricción y pase diario en el óptimo se logran aumentos de 7% para autos y 5% buses.

3. Restricción por congestión y pase diario

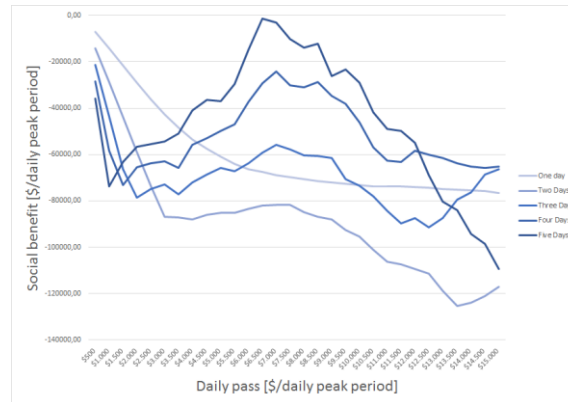
3.8. Equidad-redistribución de los beneficios – con redistribución a tarifas de transporte público

Individuos más pobres valoran mucho el menor costo de transportarse.



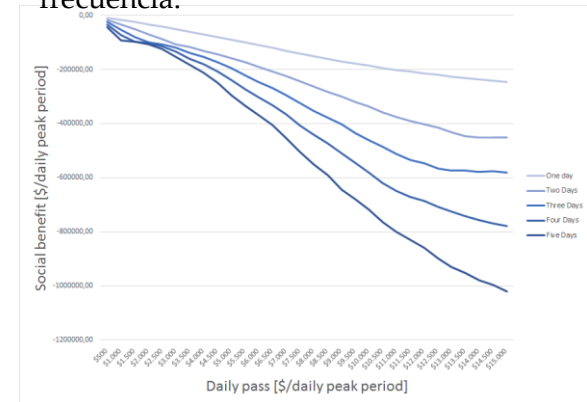
Estrato socioeconómico 1

Valoran las menores tarifas, y preferirían que todo se gastara en menores tarifas.



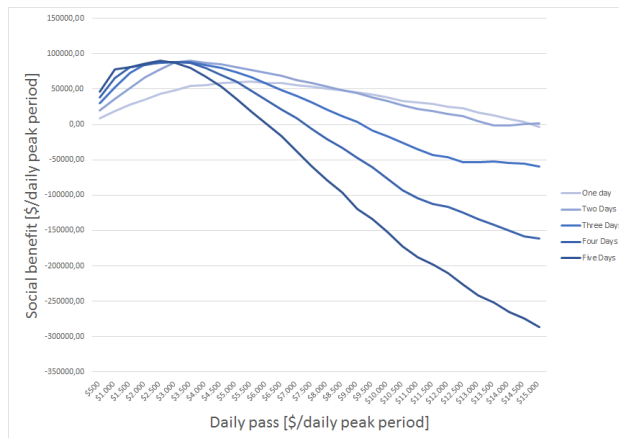
Estrato socioeconómico 2

Lo que más valoran es el uso del auto, no les afecta tanto la baja de tarifas ni la frecuencia.

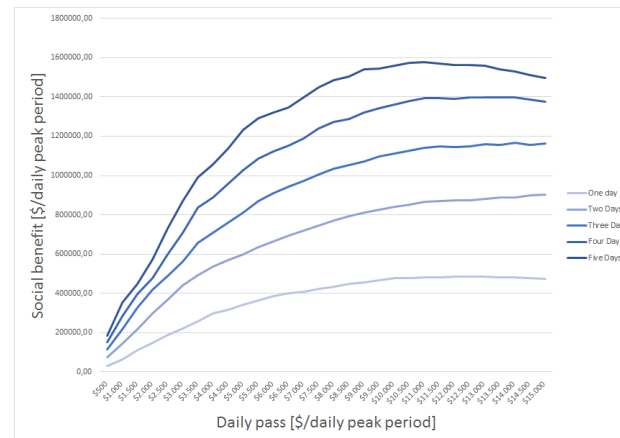


Estrato socioeconómico 3

Los muchos que dejan de manejar valoran mucho el uso del auto. Valoran los aumentos de frecuencia.



Estrato socioeconómico 4



Estrato socioeconómico 5

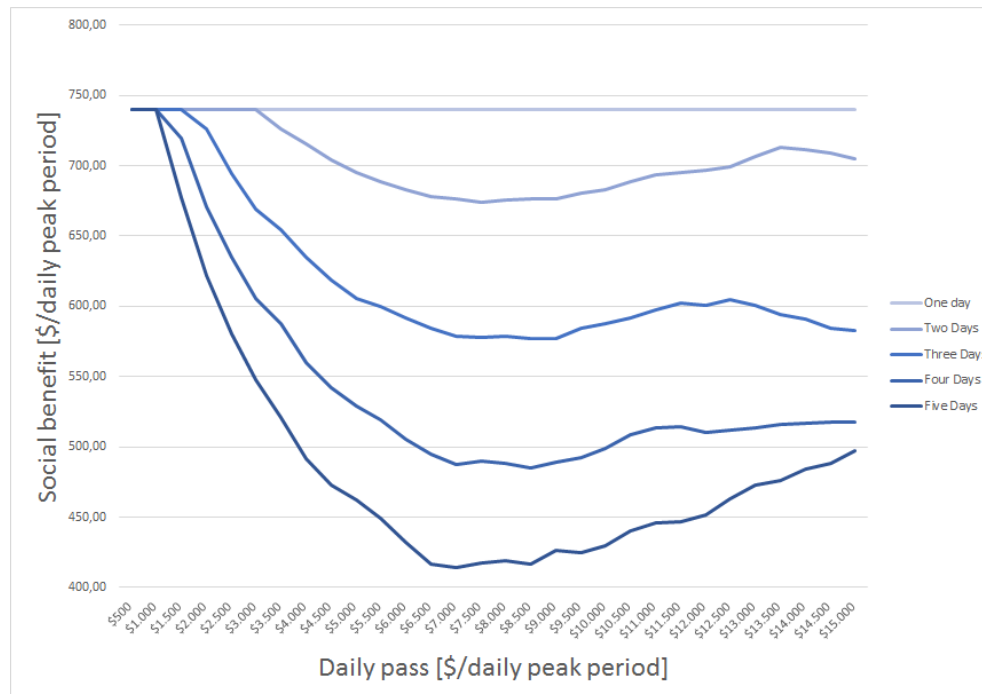
La mayoría sigue usando auto, y una mayor velocidad. Por lo tanto, el efecto agregado es positivo.

3. Restricción por congestión y pase diario

3.9. Precio del transporte público según política implementada

- Si se distribuye el total de la recaudación producida por el pase diario y se utiliza directamente para reducir la tarifa del transporte público, la tarifa disminuiría desde el valor actual a cerca de **\$415** por viaje.
- Lo anterior no considera la posible evasión al pago del pase diario.

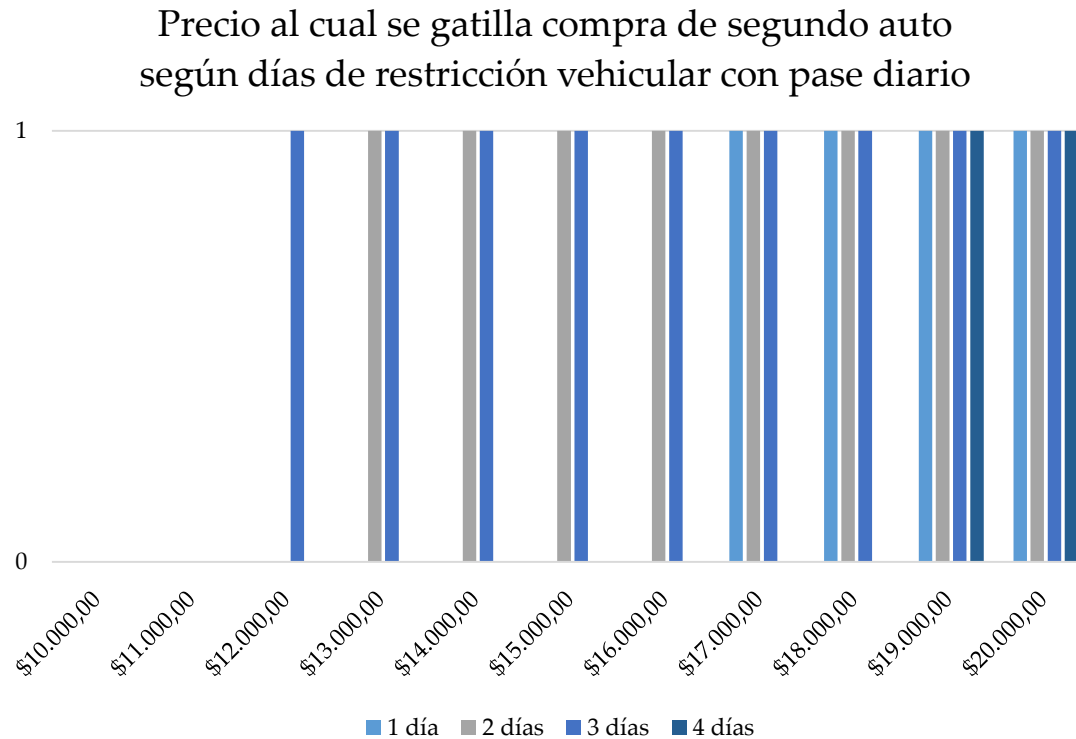
Precio del transporte público



3. Restricción por congestión y pase diario

Incentivo a la compra de segundo auto

- Precios que gatillan compra de segundo auto están lejos de los óptimos derivados de la política de restricción vehicular con pase diario.



3. Restricción por congestión y pase diario

Conclusiones

- Evidente trade-off entre eficiencia y distribución.
- Restricción vehicular con pase diario de un día obtendría un 25% de los beneficios alcanzables por tarificación vial en el óptimo.
- La única forma de lograr una buena distribución de los beneficios es a través del reciclaje de la recaudación en bajas de tarifas de transporte público y mejoras en su calidad.
- Complicaciones de implementación:
 - Esquema de redistribución propuesto es inconstitucional.
 - La gente no quiere pagar por circular (marcha no más tag).

4. Restricción por contaminación

4. Restricción por contaminación: la política de 1992 de liberar los catalíticos

Barahona, Gallego, Montero (2018)

- En 1985 se prohíbe la importación de autos usados a Chile
- En 1986 se implementa la restricción vehicular en Santiago, pero sólo los días de mala calidad del aire.
- En 1990 la restricción se hace permanente entre abril y octubre; se sacan de las calles alrededor de un 20% de la flota vehicular en días de semana.
- En 1992 se le coloca un sello verde a los autos que poseen convertidor catalítico en línea con los nuevos estándares de emisión.
 - Los autos nuevos comprados desde 1993 sin sello verde no tenían permitido circular en la Región Metropolitana.
 - Los autos con sello verde quedan exentos de cualquier restricción vehicular.

Evidencia #1: El parque automotriz de Santiago en el 2006 es más limpio que el resto del país debido a la restricción.

4. Restricción por contaminación

Datos utilizados

- La base de datos consiste en un panel de 323 municipalidades y 7 años (2006-2012) con información detallada de la evolución del parque (número de autos por *vintage*). Esto incluye el número de autos por *vintage* por año: perfil de la edad de los autos en cada municipalidad.
- También se consiguió información de características de las municipalidades de otras fuentes para ser usadas como controles en las estimaciones.

4. Restricción por contaminación

Santiago versus el resto del país

- La evidencia muestra que el parque automotor de Santiago es más limpio.
- ¿Cuánto se explica por un efecto riqueza? (Santiago concentra más ingreso)

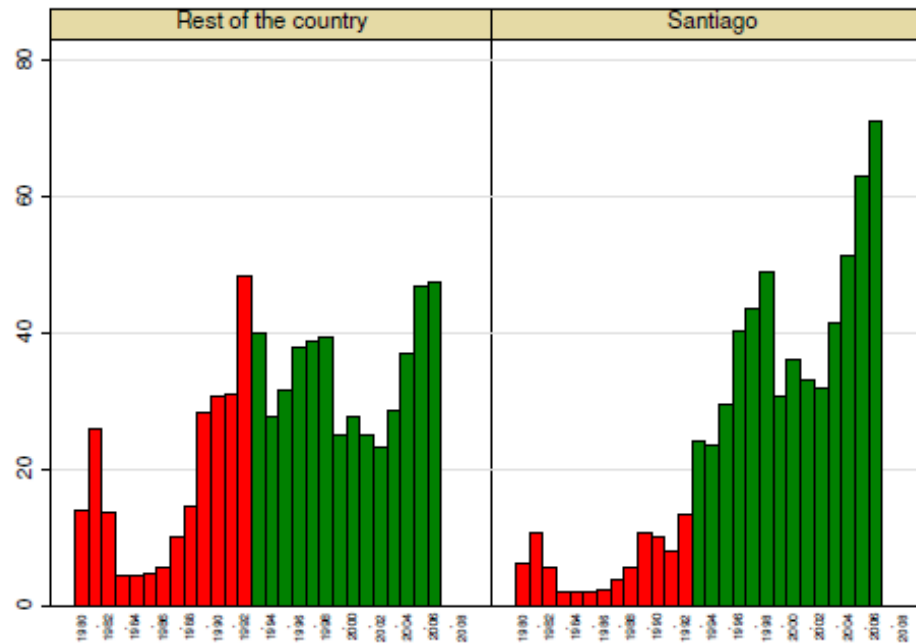


Figure: Santiago's fleet vs rest of country's in 2006

4. Restricción por contaminación

Controlando por ingreso y dinámicas de autos usados

- Existen varias explicaciones para el cambio del parque en Santiago:
 - Puede haber sido la política de restricción
 - Pero también puede haber sido que un gran recambio en las municipalidades de altos ingresos en Santiago haya provocado un recambio más rápido en las municipalidades de ingresos medios e ingresos bajos.
- Para testear la segunda opción se estudió el ratio de autos del 92 sobre el total entre de autos en el 92 y 93. El “ratio 92/93” en la municipalidad “*i*” en el año de muestra “*t*” se construye de la siguiente forma:

$$92/93_{it} \equiv \frac{q_{1992}}{q_{1992} + q_{1993}}$$

4. Restricción permanente a catalíticos

Ratio 92/93 en municipalidades de Santiago versus el resto

- Los resultados que apoyan el efecto de la política se ven más fuertes ahora.

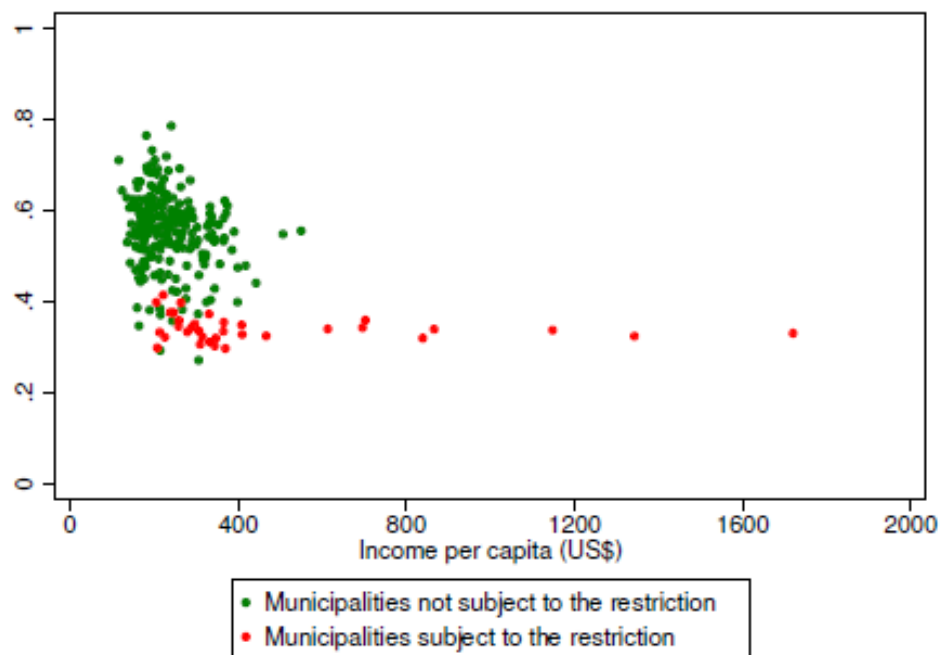


Figure: 92/93 ratio for sample 2006

4. Restricción por contaminación

Más formalmente...

Table: The effects of the driving restriction on the share of cars for contiguous vintages

	92-93	92-93	91-92	93-94
Driving restriction	-0.304*** (0.014)	-0.275*** (0.042)	0.0023 (0.013)	0.0142 (0.016)
Controls	No	Yes	Yes	Yes
Observations	268	268	268	268
R^2	0.480	0.527	0.090	0.320

Standard errors are calculated via block bootstrap at the province level (53 provinces in total). Municipality controls include: Income per capita (in linear and quadratic form), population, coefficient of variation of income per capita, urbanization ratio, distance to Santiago (in linear and quadratic form), and dummies for municipalities in northern and far away regions. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

4. Restricción permanente a catalíticos

La explicación del “efecto Santiago” del 92/93

- Del total de autos de vintage τ en el país en el año $T \geq \tau$, cuántos van a la municipalidad $i = 1, \dots, 323$?
 - *Pop*: es la cantidad de gente en la municipalidad i en el año t de la muestra.
 - *Income*: es el ingreso per cápita de la municipalidad i .
 - *Santiago*: toma el valor 1 para las municipalidades de la ciudad de Santiago.
 - δ es el efecto fijo por *vintage* del auto.
 - Se incluyen otros controles.

$$\log(c_{i\tau}) = \beta_{\tau} \text{Santiago}_i + \alpha_{\tau} \log(\text{Pop}_i) + \gamma_{\tau} \log(\text{Income}_i) + \dots \\ \dots + \delta_{\tau} + \psi X_i + \epsilon_{i\tau}$$

4. Restricción permanente a catalíticos

Coeficientes de la restricción vehicular por *vintage*

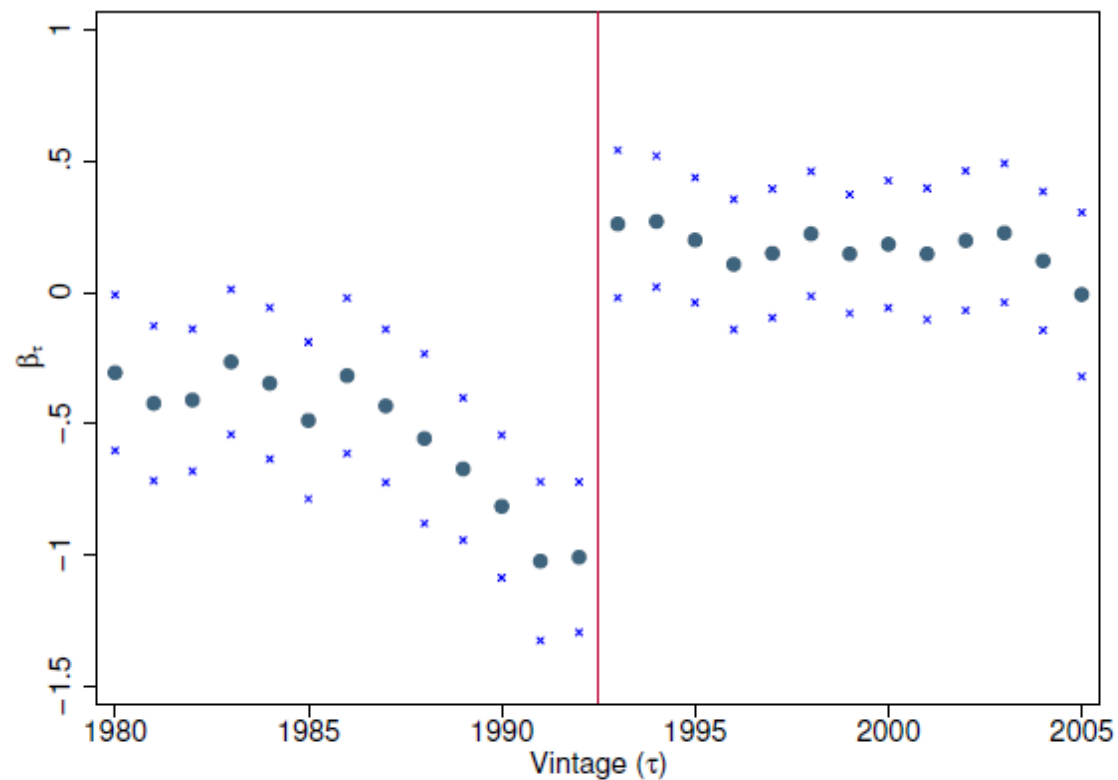


Figure: DR coefficients (Sample 2006)

Evidencia #2: La restricción vehicular creó un diferencial de precios de entre un 5% y un 20% para autos similares (lo cual también sugiere que el efecto de la restricción fue el deseado).

4. Restricción por contaminación

Efectos de precios en el mercado de autos usados

- Datos: se consiguieron datos de las ofertas de autos en diarios para los años 1988 a 2000 para siete de los modelos de autos más transados (Fiat Uno, Honda Accord, Honda Civic, Mazda 323, Peugeot 505, Peugeot 505, Toyota Corolla).
- Ejemplo: discontinuidad en los precios de autos usados entre *vintage* 1992 y 1993 para Toyota Corolla.

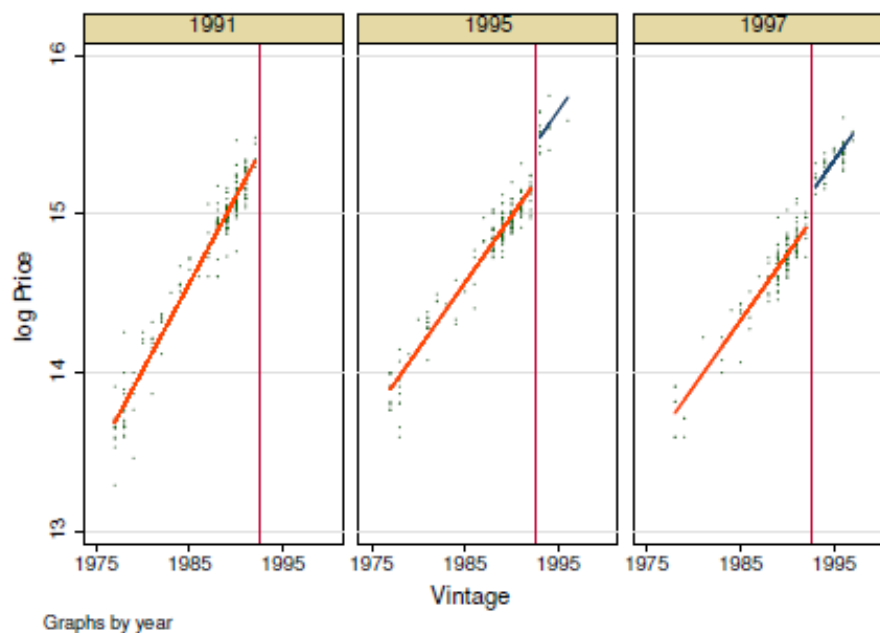


Figure: Price of used car Toyota Corolla by vintage

4. Restricción por contaminación

Precios en el mercado de autos usados

- Dos enfoques utilizando la discontinuidad de 1992/1993:
 - Corriendo la regresión de más abajo (ver imagen) se encontró que autos con convertidor catalítico son en promedio entre un 15% y 20% más caros.
 - Con el enfoque de RDD (Regression Discontinuity Design) el estimado es de 0.061 con un error estándar de 0.004.

$$\log p_{i\tau t}^m = \beta^m DR_\tau + g(\tau; \sigma) + \delta_a^m + \delta_t^m + \varepsilon_{i\tau t}$$

4. Restricción por contaminación

Efecto de tener un convertidor catalítico en el precio de los autos usados

Table: The effects of having a catalytic converter on the price of used cars

	(1)	(2)	(3)	(4)
FIAT	0.031***	0.027***	0.034***	0.027***
UNO	(0.006) [5220]	(0.006) [4705]	(0.007) [4705]	(0.006) [4705]
HONDA	0.127***	0.105***	0.121***	0.122***
ACCORD	(0.008) [10583]	(0.011) [3978]	(0.011) [3978]	(0.011) [3978]
HONDA	0.031***	0.069***	0.054***	0.05***
CIVIC	(0.007) [7281]	(0.007) [5655]	(0.007) [5655]	(0.007) [5655]
MAZDA	0.031***	0.054***	0.055***	0.052***
323	(0.006) [8377]	(0.005) [5576]	(0.005) [5576]	(0.005) [5576]
PEUGEOT	0.033***	0.025***	0.024***	0.021***
205	(0.007) [4285]	(0.008) [3716]	(0.008) [3716]	(0.008) [3716]
PEUGEOT	0.103***	0.138***	0.116***	0.114***
505	(0.008) [11665]	(0.009) [5115]	(0.01) [5115]	(0.01) [5115]
TOYOTA	0.094***	0.17***	0.174***	0.175***
COROLLA	(0.011) [9385]	(0.01) [6564]	(0.012) [6564]	(0.012) [6564]
ALL	0.048***	0.065***	0.065***	0.064***
MODELS	(0.006) [56796]	(0.004) [35309]	(0.004) [35309]	(0.003) [35309]
Controls:				
Age, Model and Date f.e.	YES	YES	YES	YES
Vintage qual.	NO	YES	YES	YES
f(Vintage)	NO	NO	YES	YES
flexible age f.e.	NO	NO	NO	YES

Notes: Standard errors clustered by ad date are presented in parentheses. The number of observations in each specification are presented in squared brackets. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

4. Restricción por contaminación

Precios en el mercado de autos usados

- Otro test: algunas publicaciones reportaban vehículos Honda Accord de antes de 1993 con convertidor catalítico.
- El efecto sólo aparece para vehículos fabricados antes de 1993.
- Vehículos con motor a carburador no podían ser equipados con convertidor catalítico.

Table: Effect of driving restriction on Honda Accord prices

	(1991)	(1992)	(1993)	(1994)
Catalytic	0.223*** (0.054)	0.189*** (0.035)	0.0206 (0.035)	-0.00487 (0.010)
Constant	15.60*** (0.032)	15.68*** (0.034)	15.96*** (0.025)	16.40*** (0.010)
Observations	47	53	58	49
R^2	0.245	0.309	0.006	0.001

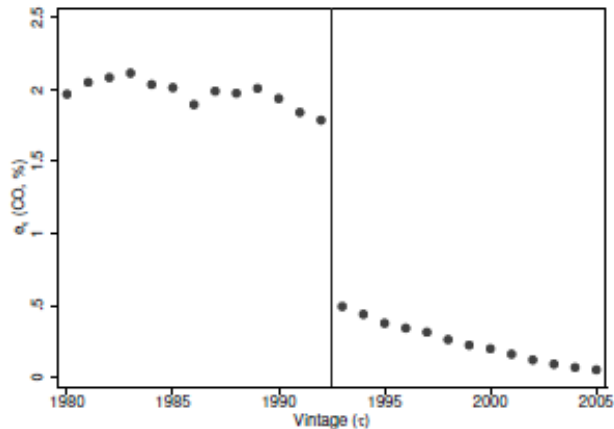
Notes: The unit of observation corresponds to a Honda Accord sell offer published in the newspaper in October, November and December of 1995. The dependent variable is posted price of the car (in logs). We split the sample into different vintages and run OLS regressions without any control. The independent variable *Catalytic_i* takes the value of 1 only if the car is reported to have a catalytic converter when the offer was posted. Every column shows the results for the different car vintages. Robust standard errors are presented in parenthesis. * $p < 0.10$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$

Evidencia #3: La restricción vehicular redujo las emisiones de contaminantes CO y HC.

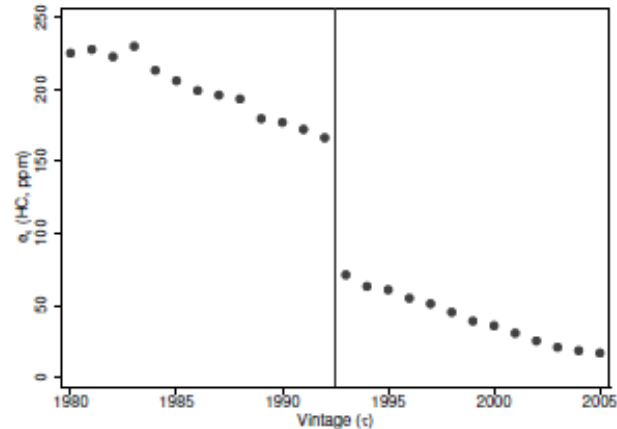
4. Restricción por contaminación

Emisiones de CO y HC en la discontinuidad

- Se estima una reducción de las emisiones de contaminantes en 2006 a causa de la política de restricción.
 - Entre 21% y 29% menos emisiones de CO.
 - Entre 14% y 23% menos emisiones de HC.
- Se estima que la reducción neta de costos por externalidades (ΔH) fue de:
 - Entre 16% y 26% para el CO.
 - Entre 11% y 19% para el HC.



(a) CO emissions



(b) HC emissions

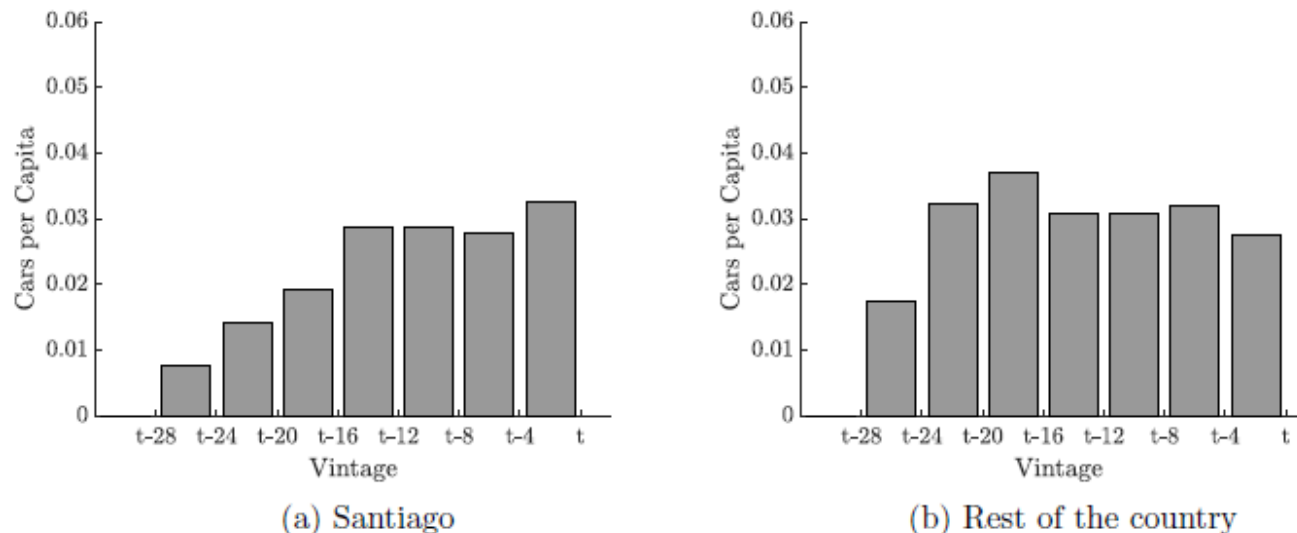
Figure 3: CO and HC emissions at 2500 RPM

Simulaciones: escenario de referencia, escenario primer-mejor, y política de restricciones vehiculares.

4. Restricción por contaminación

Simulaciones. 1. Ausencia de intervención

- Santiago posee un parque automotor más nuevo que el resto del país.
- A pesar de que Santiago representa un menor porcentaje de la población de Chile que “el resto del país” (sólo un 36%) su concentración de ingresos explica por qué tiene un 18% más de los modelos más nuevos que el resto del país.



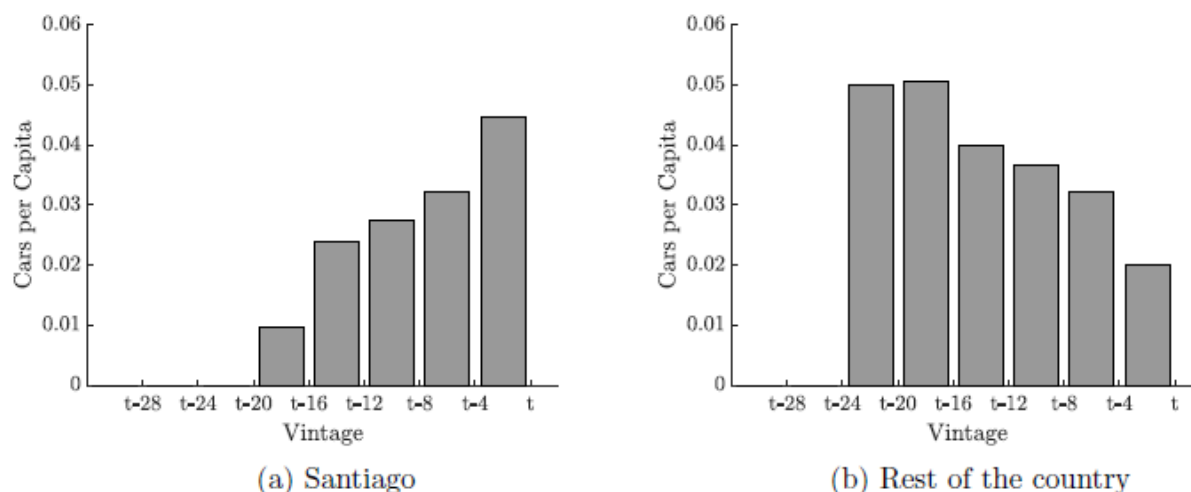
Notes: The figure shows the steady-state profile of car fleets in both Santiago and the rest of the country under the no-intervention scenario. Since total population has been normalized to the unity, each bar indicates the number of cars per capita of a particular vintage group.

Figure 5: Steady-state fleet composition under no intervention

4. Restricción por contaminación

Simulaciones. 2. *Benchmark pigouviano*

- Ventas de autos nuevos en Santiago aumentan en 37%. Menos gente anda en auto, pero quienes lo hacen usan autos más nuevos.
- El promedio de la edad en que los autos se transforman en chatarra disminuye en 4 años en el resto del país, ya que se traspasan autos usados desde Santiago a otras regiones (una gran fracción de los autos de 16 años de edad). Por lo tanto, este aumento de oferta reduce el precio de todos los vehículos de 20 años de edad o más, de manera que es óptimo enviarlos a chatarra mucho antes.



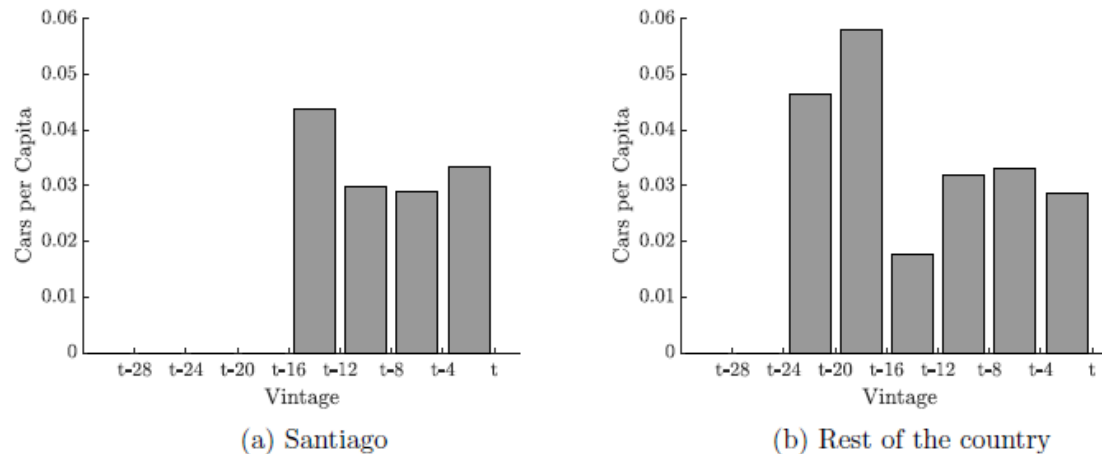
Notes: The figure shows the steady-state profile of car fleets in both Santiago and the rest of the country under Pigouvian taxation. Since total population has been normalized to the unity, each bar indicates the number of cars per capita of a particular vintage group.

Figure 6: Steady-state fleet composition under the first best

4. Restricción por contaminación

Simulaciones. 3. Restricción vehicular

- Se restringe totalmente la circulación a vehículos de más de 16 años y se permite que vehículos nuevos no tengan ningún tipo de restricción.
- Dado que eliminar la vida útil (chatarra) de autos de más de 16 años en zonas que no hay contaminación es socialmente ineficiente las restricciones vehiculares funcionan como segundo-mejor.
- Asimismo, el envío de autos viejos al resto del país reduce el precio de aquellos vehículos induciendo que los vendedores de auto eliminen del mercado a aquellos más viejos.



Notes: The figure shows the steady-state profile of car fleets in both Santiago and the rest of the country under the optimal driving restriction. Since total population has been normalized to the unity, each bar indicates the number of cars per capita of a particular vintage group.

Figure 7: Steady-state fleet composition under the optimal driving restriction

Evidencia #4: además del *vintage*, las restricciones vehiculares debieran preocuparse del tipo de combustible del vehículo.

Cifuentes (2018)...