

RESTRICCIÓN VEHICULAR EN SANTIAGO: IMPACTOS EN LA CIRCULACIÓN  
VEHICULAR Y EN LOS INGRESOS Y COSTOS DE LOS EMPRESARIOS

Raúl O'Ryan y Víctor Correa\*

Programa de Investigaciones en Energía, Universidad de Chile.

Casilla 2777, Santiago-Chile

RESUMEN

Con el objeto de evitar episodios agudos de contaminación atmosférica en Santiago, se estableció en 1985 un plan que restringe la circulación del 20% del parque vehicular cuando la contaminación supera niveles considerados críticos. La restricción se aplicó por primera vez en 1986 durante 22 días hábiles. En este trabajo se evalúan los impactos de esta restricción sobre la circulación de buses, taxis y automóviles. Se establecen además las variaciones en los ingresos y costos de los empresarios de buses y taxis como resultado de la restricción. Finalmente se estima con estos antecedentes el probable impacto de la restricción sobre las emisiones contaminantes.

Las conclusiones del estudio señalan que como resultado de la restricción, los empresarios de buses considerados redujeron su circulación en una proporción cercana al 10%. Los operadores de taxi en cambio sólo la disminuyeron en 5%. Los automóviles por su parte redujeron su circulación entre 5,1% y 11,8% en tres estaciones de conteo ubicados en vías de alto flujo vehicular. Tanto los empresarios de buses como de taxis aumentaron sus utilidades: los primeros por un aumento de ingresos y reducción de costos y los segundos fundamentalmente por un aumento de la demanda. Finalmente, la disminución de las emisiones contaminantes se estiman en 7%.

\* Los autores desean agradecer la valiosa cooperación de Sergio Barrientos durante todo el desarrollo de este trabajo.

## I INTRODUCCION

La contaminación por partículas y monóxido de carbono (CO) en Santiago supera reiteradamente durante los días hábiles de invierno, las concentraciones máximas aceptables según normas establecidas por el Ministerio de Salud de Chile <sup>1/</sup>. Las fuentes móviles son los principales agentes de esta contaminación: del total de la fracción respirable de material particulado, un 74,8% proviene de los vehículos, fundamentalmente de motor diesel (Servicio Metropolitano de Salud del Ambiente, 1986, p.121), y del total del CO, un 92,2% es de responsabilidad de las fuentes móviles (Sandoval, 1985, p.3). Con el objeto de disponer de un indicador que permitiera establecer diariamente el grado de contaminación presente en el aire, el Servicio Metropolitano de Salud del Ambiente elaboró en 1985 un "índice de calidad del aire" que relaciona los niveles de CO y el índice de suciedad con sus correspondientes normas de calidad para períodos cortos.

Junto con la elaboración de dicho índice se estableció un plan de emergencia que, entre otras medidas, contempla restringir la circulación vehicular en el Gran Santiago cuando éste supera el nivel crítico de 4, valor considerado "malo" (Servicio Metropolitano de Salud del Ambiente, 1986, p.137). Durante los meses de mayo y junio de 1986 el índice de calidad del aire superó reiteradamente el nivel crítico manteniéndose esta tendencia durante julio. En vista de ello se aplicó la restricción vehicular por primera vez el día 23 de julio de ese año prohibiendo la circulación del 20% del parque vehicular, tanto buses, taxis y automóviles particulares, sobre la base del último dígito de la patente. Se aplicó durante 22 días hábiles no consecutivos hasta el 2 de septiembre, en todas las comunas del Gran Santiago con excepción de algunas de la periferia.

Lamentablemente no se realizó por parte de las autoridades responsables un seguimiento de esta medida que permitiera luego evaluar en forma exhaustiva su efectividad. A pesar de ello, ésta se aplicó en forma permanente desde mayo hasta diciembre del año siguiente, con una importante modificación a partir de julio pues la restricción ya no se aplicó en toda la ciudad si no tan solo en un sector de 3 km. por 2,5 km. en torno del Centro de Santiago, a excepción de los taxis a los que se mantuvo la prohibición de circular en toda la ciudad.

<sup>1/</sup> En resolución #1215 del Ministerio de Salud, Santiago 22 de junio 1978

El objeto central de este trabajo es evaluar los impactos de la restricción vehicular realizada durante 1986 sobre la circulación de los buses, taxis y automóviles y sus impactos económicos desde la perspectiva de los empresarios. Se evalúan con estos antecedentes los probables efectos de la restricción sobre las emisiones vehiculares y establecen así las potencialidades de la restricción para ayudar a disminuir la contaminación. Los resultados que se presentan se basan fundamentalmente en una muestra pequeño de empresarios entrevistados específicamente con este fin, en antecedentes agregados de circulación vehicular y de venta de combustible en estaciones de servicio de la capital.

## 2. METODO DE TRABAJO

El instrumento central que se ha utilizado para determinar el impacto de la restricción sobre las principales variables operativas de los empresarios, es una encuesta. Esta se aplicó en el mes de Febrero de 1987 a 48 operadores de taxi (de un total de 20 mil en Santiago) y a 40 empresarios de buses (de un total de 5 mil) que entregaron antecedentes sobre 42 vehículos, 27 microbuses y 15 toxibuses. La muestra de empresarios es pequeña lo que fue inevitable debido a restricciones presupuestarias, pero los resultados señalan una tendencia que, aunque la muestra no es representativa, es probable se repita en las diversas líneas de buses y empresarios de taxis de Santiago.

Los operadores de taxis se escogieron al azar y entrevistaron en diversos paraderos de taxis existentes en la ciudad así como en las asociaciones gremiales. Los recorridos de buses así como los vehículos escogidos para la encuesta en cambio, se eligieron de modo que fueran representativos del parque de Santiago. Los empresarios de microbuses, pertenecen a 11 recorridos diferentes y los de toxibuses a 7 recorridos todos los cuales atraviesan el Centro en parte de su recorrido, como sucede con la mayoría de las líneas de Santiago. El 66% de los microbuses y el 77% de los toxibuses considerados son Mercedes Benz, con una antigüedad media de 11 y 10 años respectivamente. Cabe señalar que en la ciudad los buses son principalmente Mercedes Benz (61% de los microbuses y 43% de los toxibuses), la antigüedad media de los microbuses es de 13 años y la de toxibuses 11 años (INE, 1986). Además, sólo se encuestaron empresarios pequeños, dueños de uno o dos buses.

La encuesta solicita a los empresarios, en primer término, que comparan sus ingresos y costos en el mes con restricción con los de uno

sin restricción. Enseguida se consultó por las principales variables operativas que dominan todos los empresarios, tanto para días con como sin restricción: número de vueltas circuladas, boletos cortados, consumo de petróleo y aceite diario, sernanal y mensual, y el número de días que trabaja en un mes normal y los que trabajó en el mes con restricción. Sobre la base de la variación en estos variables se estima el efecto de la restricción sobre la circulación, ingresos y costos de los empresarios. Este cálculo es necesario debido a que por lo general éstos no llevan una adecuada contabilidad de sus ingresos y costos que permita establecer con precisión los impactos de un cambio en su operación como el generado por la restricción. Se consultó además por el rendimiento medio de cada vehículo, el largo del recorrido, si hubo cambio de hábitos de trabajo durante la restricción, su opinión de la restricción vehicular y las sugerencias que haría para mejorarlo. La encuesta a los operadores de taxis incluyó preguntas similares.

Con el objeto de corroborar los antecedentes obtenidos a partir de la encuesta se hizo un seguimiento día a día de cinco microbuses, comparando los kilómetros circulados en días sin restricción con aquellos circulados con restricción. Esto fue posible debido a que los dos dueños de estos vehículos llevan un libro de vida de cada uno, lo que es una excepción dentro de la práctica común de estos empresarios. Estos vehículos pertenecen a 2 variantes diferentes de la Línea Recoleta Lira y ambas atraviesan el Centro.

Para determinar la variación de la circulación de automóviles se comparan los registros de tres estaciones de conteo permanentes de vehículos en un periodo de diez días hábiles anterior a la restricción con los del periodo restrictivo de los últimos dos semanas de agosto. Las estaciones se ubican en vías de alto flujo vehicular y corresponden a las de mayor circulación de automóviles <sup>1/</sup>. Con el fin de que los períodos fueran comparables, sólo se consideraron días sin vacación escolar ni precipitaciones fuertes, ni otro factor que afectara en forma significativa la circulación.

<sup>1/</sup> Estación #01 ubicada en Vicuña Mackenna/Compus San Joaquín, #03 ubicada en Bilbao/Infante y #103 ubicada en Alameda/ L'estorria. Del total de vehículos que circulan en cada estación, el porcentaje de automóviles es de 66%, 85% y 62% respectivamente.

Por último se estudió el impacto de la restricción sobre las ventas de combustible. Se establece la diferencia en las ventas de petróleo diesel y gasolina entre los meses de julio y agosto, en estaciones de servicio que representan en conjunto una proporción significativa de las ventas totales de cada combustible de Santiago. No se utilizaron los datos agregados para Santiago debido a que éstos no reflejan adecuadamente lo que sucede con las ventas a los vehículos que circulan dentro de la ciudad al incluir importantes ventas para viajes interurbanos, no afectados por la restricción. Por ello en las ventas de petróleo diesel, se consideraron 29 estaciones especializadas en venta a buses urbanos que venden el 23% del total de diesel. En las ventas de gasolina se consideraron 50 estaciones de servicio ubicadas en zonas alejadas de las vías de salida de Santiago y que representan sobre el 30% de las ventas totales.

### 3. IMPACTOS DE LA RESTRICCIÓN SOBRE LA CIRCULACIÓN VEHICULAR

Esta sección presenta en primer término, una estimación del impacto de la restricción sobre la circulación de buses a partir de las respuestas de los empresarios a las encuestas, las que se comparan con los antecedentes obtenidos a partir del seguimiento de cinco microbuses. Se discute luego el impacto de la restricción sobre la circulación de taxis y presentan los antecedentes de conteos vehiculares de los que se determina el impacto de la restricción sobre la circulación de los automóviles.

#### 3.1 Variación de la circulación de buses estimada a partir de encuestas a empresarios y seguimiento de cinco microbuses.

La restricción generó dos cambios respecto de las formas de operación normales de los empresarios de buses. Primero, 15 de los 35 empresarios encuestados señalaron haber circulado una mayor distancia cada día hábil trabajado en el mes con restricción, respecto de los días hábiles de un mes normal. Segundo, como resultado directo de la restricción, todos trabajaron menos días hábiles que en un mes sin restricción <sup>1/</sup>. La tabla 1 presenta la variación en los kilómetros circulados por cada bus en un día hábil de un periodo con restricción respecto de uno sin restricción, según la opinión de los empresarios encuestados.

<sup>1/</sup> Pero en cambio un 35% trabajó durante más días festivos, los que normalmente se utilizan para descansar y/o reparar los vehículos. Como resultado, un 25% de los empresarios señalaron haber trabajado, considerando fines de semana y días festivos, el mismo número de días en el mes.

TABLA N° 1  
Variación en los kilómetros circulados por los buses en un día hábil del mes con restricción respecto de un día hábil de un mes sin restricción

Rango de variación	Número de buses	Porcentaje de buses
no hubo variación	20	57%
aumento entre 0,1% y 5%	0	0%
aumento entre 5,1% y 10%	4	11%
aumento entre 10,1% y 15%	1	3%
aumento entre 15,1% y 20%	10	29%
<b>Total respuestas válidas</b>	<b>35</b>	<b>100%</b>

Fuente: encuestas PRIEN, febrero de 1987

Como se observa en la tabla 2, lo anterior significa que en el mes con restricción cada bus recorrió en promedio 298 km. cada día hábil trabajado mientras que en un mes normal recorre 279 km., lo que equivale a un aumento de 6,9%. Además, de acuerdo a los empresarios encuestados, al considerar un periodo de 16 días hábiles en un mes normal se trabajan 15,7 días mientras que en el mes con restricción se trabajaron en el mismo periodo sólo 13,3 días. Esto significa que en el periodo con restricción cada

TABLA N° 2  
Días hábiles trabajados, kilómetros recorridos por día trabajado y kilómetros totales recorridos por el conjunto de buses en un periodo de 16 días hábiles con restricción y otro sin restricción.

Periodo	Días hábiles del periodo efectivamente trabajados	kilómetros recorridos cada día trabajado	total de kilómetros recorridos por el conjunto de buses
con restricción	13,3	298	139.200
sin restricción	15,7	279	152.800

Fuente: encuestas PRIEN, febrero de 1987

bus operó en promedio 17% menos días hábiles que en uno sin restricción y no 20% como era de esperar. Esto se debe a que los empresarios aprovecharon los días de restricción para realizar diversas actividades (como mantenimiento por ejemplo) que normalmente les obligaba a retirar sus vehículos de circulación en días hábiles. Como resultado, los 35 buses considerados recorrieron en su conjunto 139.200 km. en el periodo de 16 días con restricción e diferencia de un mes normal en que en el mismo periodo recorren 152.800 km. Esto equivale a una disminución de 9,8% en los kilómetros recorridos cada día hábil por el conjunto de buses <sup>1/</sup>.

El seguimiento de cinco microbuses confirma lo señalado más arriba en cuanto a que los vehículos recorrieron cada día hábil trabajado en el periodo restrictivo más kilómetros, pero que al considerar que se trabajaron menos días el total de kilómetros recorridos en el periodo es inferior. La tabla 3 detalla para cada vehículo el total de kilómetros recorridos en los días hábiles de dos semanas ("quincenal") y el promedio de kilómetros recorridos en los días hábiles trabajados de esas semanas ("diario"). Se comparan las dos semanas anteriores a la aplicación de la restricción (7 al 20 de julio) y las dos últimas semanas de agosto en que ésta se aplicó todos los días.

TABLA N° 3  
Kilometraje recorrido por 5 microbuses quincenal y diariamente en días hábiles sin y con restricción (en kilómetros)

vehículo	km. s/restricción quincenal	km. c/restricción diario	variación (%) quincenal	variación (%) diario
Bus 1	1650	231	1700	213
Bus 2	2187	219	2106	263
Bus 3	2268	227	1998	250
Bus 4	1890	210	1674	239
Bus 5	2106	211	1836	230
Valor medio	2060	220	1863	239

Fuente : PRIEN, elaboración propia.

1/Se ha supuesto que la disminución de circulación se distribuye en forma uniforme a lo largo del periodo de 16 días hábiles.

Los resultados del seguimiento indican que cada día hábil en que los vehículos trabajaron durante el periodo restrictivo recorrieron en promedio 9,5% más kilómetros, pero el promedio de kilómetros recorridos el cabo de dos semanas disminuyó en 9,6%.

### 3.2 Variación de la circulación de taxis estimada a partir de encuestas a operadores de taxis

El impacto de la restricción sobre la circulación diaria de cada operador de taxi fue bastante más significativa que el señalado para los buses. Un 69% de los encuestados señaló haber aumentado los kilómetros circulados cada día hábil trabajado en el periodo restrictivo mientras que sólo un 31% señaló no haber percibido diferencias respecto de un mes normal. El detalle de las respuestas se presenta en la tabla 4. Cabe destacar que un 52% de los encuestados señaló haber circulado sobre un 20% más kilómetros que en días normales.

TABLA N° 4  
Variación en los kilómetros circulados por los taxis en un día hábil del mes con restricción respecto de un día hábil de un mes sin restricción

Rango de variación	Número de empresarios	Porcentaje de empresarios
no hubo variación	13	31%
aumento entre 0,1% y 5%	2	5%
aumento entre 5,1% y 10%	1	2%
aumento entre 10,1% y 20%	4	10%
aumento entre 20,1% y 30%	13	31%
aumento mayor a 30%	9	21%
Total respuestas válidas	42	100%

Fuente: encuestas PRIEN, febrero de 1987

En la tabla 5 se observa que en promedio cada taxi recorrió en el periodo con restricción, 213 km. cada día hábil trabajado mientras que en un mes normal recorre 178 km. diarios. Esto equivale a un aumento promedio de 19,7% en los kilómetros circulados por cada taxi en los días hábiles efectivamente trabajados. Al sumar para todos los vehículos

considerados el producto entre el número de días trabajados en el periodo restrictivo de 16 días y los kilómetros trabajados cada día, se obtiene el total de kilómetros recorridos por la muestra. Este total es de 114.200 km que es inferior a los 119.900 km. que este mismo parque circula en un mes normal en el mismo periodo. La disminución de circulación de la muestra de taxis considerada es de tan sólo 4,6%.

TABLA N° 5.

Kilómetros recorridos por día trabajado y kilómetros totales recorridos por el conjunto de taxis en un periodo de 16 días hábiles con restricción y otro sin restricción.

Periodo	Días hábiles del periodo efectivamente trabajados	kilómetros recorridos cada día trabajado	total de kiló- metros reco- ridos por el conjunto de taxis
con restricción	12,8	213	114.200
sin restricción	16,0	178	119.900

Fuente: encuestas PRIEN, febrero de 1987

En resumen la disminución de kilómetros circulados por el conjunto de taxis de la muestra como resultado de la restricción, es de apenas un 4,6%. Hubo sin embargo un cambio en los hábitos de operación de cada operador en términos de aumentar, en promedio, un 20% el total de kilómetros circulados cada día hábil trabajado.

### 3.3. Variación de la circulación de automóviles estimada a partir de los registros en estaciones de conteo

La tabla 6 presenta, para tres estaciones permanentes, el promedio semanal de circulación vehicular en días hábiles de los últimos dos semanas de agosto, periodo en que hubo restricción, y el de dos semanas inmediatamente anteriores a la aplicación de la restricción. Se ha considerado para cada día el promedio de 16 horas. Es posible observar que la circulación promedio semanal disminuye claramente en las tres estaciones en el periodo con restricción del año 1986. Esta disminución es de un 8,3%, 11,8% y 5,1% en las estaciones 01, 03 y 103 respectivamente lo que significa una disminución media ponderada de 8,1%.

TABLA N° 6

Número de vehículos promedio (16 horas) que circularon en los días hábiles de dos semanas sin restricción en julio y con restricción en agosto de 1986.

Semana	Estación * 01	Estación * 03	Estación * 103
segunda de julio	19.502	32.374	38.835
tercera de julio	19.739	29.738 <sup>a/</sup>	39.535
tercera de agosto	17.685	26.900	36.925 <sup>b/</sup>
cuarta de agosto	18.303	27.896 <sup>c/</sup>	37.456 <sup>c/</sup>
promedio julio	19.621	31.056	39.185
promedio agosto	17.994	27.398	37.191

<sup>a/</sup> no incluye los días lunes y martes.

<sup>b/</sup> no incluye el día miércoles.

<sup>c/</sup> no incluye el día lunes.

Fuente: DICTUC (1986)

#### 4 IMPACTOS SOBRE LOS INGRESOS Y COSTOS DE LOS EMPRESARIOS

A priori es dable suponer que la restricción genera un aumento de los ingresos de los empresarios como resultado de la mayor demanda por transporte público de parte de los usuarios de automóviles prohibidos de circular, y además una disminución de los costos de operación debido a la menor circulación. En esta sección se presenta en primer término en la tabla 7, la opinión de los empresarios de buses y taxis sobre el sentido en que variaron sus ingresos y costos como resultado de la restricción<sup>1/</sup>. Los empresarios por lo general no llevan una adecuada contabilidad de sus ingresos y costos por lo que estos resultados se contrastan cuando corresponde con los obtenidos a partir de las variaciones en las principales variables operativas de cada empresario.

1/En la encuesta se les pidió que señalaran si sus ingresos y costos habían aumentado, disminuido o mantenido en el periodo con restricción y que estimaran la variación.

TABLA N° 7

Sentido de variación de ingresos y costos totales en periodo con restricción respecto de uno similar sin restricción en opinión de empresarios de buses y taxis encuestados.

Variación	INGRESOS		COSTOS	
	(* de empresarios)	(* de empresarios)	Buses	Taxis
Disminución	8	6	12	8
No hubo variación	10	15	23	27
Aumento	22	27	5	13
Total respuestas válidas	40	48	40	48

Fuente: encuestas PRIEN, febrero de 1987.

#### 4.1 Variación de ingresos y costos: opinión de los empresarios de buses

De la tabla 7 se desprende que 55% de los empresarios de buses encuestados estimó que sus ingresos habían aumentado, sólo 20% declaró que éstos habían disminuido y el 25% restante no percibió efecto sobre sus ingresos producto de la restricción. Estos resultados indican que en general la restricción tuvo efectos positivos, o al menos indiferentes, sobre los ingresos de estos empresarios. En promedio, el conjunto de empresarios de buses declaró que su corte de boletos aumentó en un 5% producto de la restricción. Este valor probablemente sobreestima el aumento real y refleja más bien una percepción de mayores utilidades que un aumento de ingresos. El aumento señalado en las utilidades se debe en parte a un mayor corte de boletos debido a que usuarios de automóviles se vieron obligados a utilizar buses, pero también en parte a una disminución de costos. Cabe señalar que de acuerdo con el seguimiento realizado a cinco microbuses, el número de boletos vendidos aumentó sólo en 3,7% en los días con restricción respecto de un periodo anterior similar.

En cuanto a los costos totales, un 30% de los encuestados señaló que estos disminuyeron durante la restricción, un 12,5% que aumentaron y el 57,5% restante opinó que estos no sufrieron variaciones. Uno de los aspectos más críticos detectados en esta encuesta es que los empresarios, con escasísimas excepciones, no llevan contabilidad de sus costos y por tanto no es probable que perciban una variación pequeña en sus costos totales. Por ello, con el objeto de determinar la variación en estos costos se cuantificó el impacto de la restricción en aquellos ítems que fue factible estimar con alguna certeza a partir de las respuestas de los empresarios: consumo de combustible y de aceite. Los resultados se presentan en la tabla 8.

TABLA N° 8

Número de buses cuya variación en el consumo de combustible y aceite en periodo con restricción respecto de uno similar sin restricción pertenece a los rangos señalados.

Rango de variación	Consumo de Combustible (# vehículos)	Consumo de Aceite (# vehículos)
disminución de más de 10%	18	4
disminución entre 0,1% y 10%	14	13
no hubo variación	3	19
aumento entre 0,1% y 10%	1	3
aumento de más de 10%	6	3
Total	42	42

Fuente : Encuestas PRIEN, Febrero de 1987.

De esta tabla se desprende que durante la restricción 76% de los buses consumió menos combustible y 41% redujo el consumo de aceite. Sólo en 7% no hubo variación en el consumo de combustible mientras que en 45% se consumió la misma cantidad de aceite. El bajo impacto de la restricción sobre el consumo de aceite se explica por el hecho que la modalidad de cambio de aceite, que se realiza en días prefijados, no varió a pesar de la menor circulación. Por último sólo en 17% de los casos aumentó el consumo de combustible y en 14% el de aceite. En promedio se disminuyó el gasto en cada ítem: 7,2% en combustible y 2,1% en aceite.

Como se señaló más arriba, los empresarios no percibieron que estas reducciones afectaran de manera importante sus costos totales. A pesar de lo anterior, la reducción en los costos es significativa al compararlo con las utilidades netas de los empresarios como se observa a partir de la tabla 9. Los costos variables con los kilómetros, que corresponden principalmente al gasto en combustible, representan un 52% del costo mensual total (\$168 mil). Por ello, bajo el supuesto que la disminución de 7,2% en el consumo de combustible se traduce en una reducción equivalente de los costos variables con los kilómetros recorridos, se produciría una disminución de los costos totales de un 3,7%. Esta pequeña disminución en los costos totales equivale a \$13.500 lo que significa un aumento del 14% en las utilidades netas del empresario cada mes. No es de extrañar que los empresarios no hayan detectado una reducción inferior al 4% en sus costos totales y que por tanto el aumento de utilidades lo hayan atribuido principalmente a un mayor corte de boletos.

En resumen los empresarios de buses fueron beneficiados con la restricción tanto por un aumento de demanda como por una disminución en

**TABLA N° 9**  
**Estructura de costos mensuales de un microbus en Santiago, marzo**  
**de 1987**

Item de costo	Monto (en \$)	Proporción respecto de costos totales (en %)
Costos variables con los kilómetros.....	188.100	52
Costos fijos.....	86.784	24
Costos variables con los pasajeros.....	89.079	24
Costos Totales.....	363.963	100
Ingresos.....	459.350	-
Utilidad neta (Ingresos menos costos totales).....	95.387	26

Fuente : Asociación Gremial Metropolitana de Transporte de Pasajeros y Encuestas PRIEN, Febrero de 1987.

sus costos. El aumento consiguiente de sus utilidades netas explica el que estos empresarios hayan aceptado sin gran oposición la aplicación prolongada de la restricción vehicular a partir de mayo de 1987.

#### 4.2 Variación de ingresos de los empresarios de taxis

A diferencia de lo sucedido con los empresarios de buses, los operadores de taxis fueron beneficiados más por un aumento de demanda que por una reducción de costos. Esto es coherente tanto con el hecho que usuarios regulares de automóviles optaron por utilizar taxis en los días con restricción como con el escaso impacto de la restricción sobre la circulación total de cada taxi en el periodo con restricción, discutido en la sección 3.3. De la tabla 7 se desprende que un 57% de los operadores de taxi opinó que durante la restricción aumentaron sus ingresos, un 31% que ésta no tuvo efectos sobre sus ingresos y un 12% que éstos disminuyeron. Por otra parte, un 17% opina que disminuyeron sus costos, un 56% que estos no variaron y un 27% que aumentaron.

La tabla 10 presenta una estimación del número de empresarios cuya variación del ingreso líquido (ingreso menos gasto en combustible) en el

TABLA N° 10  
Número de operadores de taxis cuya variación de ingreso líquido en periodo con restricción respecto de uno similar sin restricción pertenece a los rangos señalados.

Rango de variación	# de operadores
disminución de más de 10%	10
disminución entre 0,1% y 10%	1
aumento entre 0,1% y 10%	6
aumento entre 10,1% y 20%	5
aumento entre 20,1% y 30%	10
aumento de más de 30%	12
Total	44

Fuente : Encuestas PRIEN, Febrero de 1987.

periodo con restricción respecto de uno sin restricción está dentro de los rangos señalados. 33 de los operadores de taxis aumentaron sus ingresos líquidos, 22 en más de 20% y 11 entre 0,1% y 20%. Sólo 10 de los encuestados disminuyó sus ingresos líquidos. Al tomar el promedio de los diferencias porcentuales se obtiene un aumento de 19% en el ingreso líquido del conjunto de operadores.

### 5. Efectividad de la restricción: disminución del consumo de combustible y de las emisiones contaminantes.

Un resultado probable de la restricción es una menor venta de combustible en agosto respecto de un mes similar sin restricción. En el mejor de los casos, supuesto que cada uno de los 16 días con restricción disminuye 20% el consumo de combustible como resultado de la prohibición de circulación del 20% del parque vehicular, la reducción en la venta mensual debería alcanzar 12% <sup>1/</sup>. Esta diferencia es bastante importante, sin embargo las principales empresas distribuidoras señalaron no haber percibido variaciones <sup>2/</sup> fuera de lo normal en sus ventas. Si se acepta por otra parte que la reducción diaria real en la circulación de los buses fue de sólo 9,8%, la de taxis 4,8% y la de automóviles 8,1% como se desprende de las secciones anteriores la disminución efectiva sería menor. El consumo de petróleo diesel disminuiría tan sólo en cerca de 6% y el de gasolina en 5% respecto de un mes normal <sup>3/</sup>, lo que explicaría que los distribuidores no hayan detectado mayores variaciones.

---

1/ Se ha supuesto que en un mes normal en 16 días hábiles se consume el 60% del combustible y que en los restantes 14 días (hábiles y no hábiles) el otro 40%. No se han considerado posibles mejoras en los rendimientos vehiculares, producto de la menor congestión.

2/ De acuerdo con opiniones entregadas en las distribuidoras a los autores.

3/ Se ha supuesto que la disminución de petróleo diesel se debe solamente a la menor circulación de buses. Por otra parte, los taxis consumen el 20% del total de gasolina, los taxis colectivos un 4% y los automóviles el 76% restante (O'Ryan, 1986). La disminución en el consumo de gasolina se obtiene ponderando estos porcentajes por la disminución de circulación de cada medio (los taxis colectivos se asimilan al valor de los buses), suponiendo que en 16 días hábiles se consume el 60% del total mensual de combustible.

Con el objeto de establecer el impacto sobre las ventas; en la primera sección se estudian las variaciones en las ventas de combustible en algunas estaciones de servicio seleccionadas. Estas se contrastan luego con los antecedentes de circulación obtenidos en las secciones anteriores. En base a estos antecedentes se concluye en la segunda sección respecto de los probables impactos de la restricción sobre las emisiones.

### 5.1 Variación en ventas de combustible en estaciones seleccionadas.

La tabla 11 presenta el total de ventas de petróleo diesel y gasolina (93 octanos) en los meses de julio y agosto en estaciones de servicio seleccionadas del Gran Santiago. Es posible observar que durante 1986 se registró una reducción de 6,8% en las ventas de petróleo diesel del mes de agosto respecto de julio. Cabe señalar además que en 18 de las 29 estaciones consideradas hubo una disminución en las ventas. Estos antecedentes señalan una clara tendencia hacia lo bajo en las ventas, tendencia que no se observa para los dos años anteriores. Cabe señalar además que no se registró durante el mes de agosto ninguna situación particular <sup>1/</sup> que explique esta diferencia con excepción de la restricción. La reducción señalada es bastante cercana al 6% que se obtiene si la

TABLA N° 11  
Ventas de petróleo diesel y gasolina en los meses de julio y agosto en estaciones de servicio seleccionadas, entre 1984 y 1986

AÑO	PETROLEO DIESEL			GASOLINA 93		
	Ventas julio (m <sup>3</sup> )	Ventas agosto (m <sup>3</sup> )	Variación Porcentual (%)	Ventas julio (m <sup>3</sup> )	Ventas agosto (m <sup>3</sup> )	Variación Porcentual (%)
	1984	4.240	4.521	6,6	12.013	12.458
1985	3.866	3.920	1,4	11.947	11.926	-0,7
1986	4.674	4.362	-6,7	12.194	11.846	-2,8

Fuente : PRIEN, elaboración propia a partir de antecedentes de ventas en estaciones de servicio de las distribuidoras COPEC, ESSO y SHELL.

<sup>1/</sup> Tal como lluvias continuadas o paros en el transporte.

circulación de buses disminuye un 9,8%, y se aleja del 12% esperable en caso que esta disminución fuera de 20%.

La reducción en la venta de gasolina por su parte, fue de tan sólo un 2,6% que es incluso inferior al 5% estimado a partir de las variaciones en la circulación vehicular. Es probable que esto signifique que en sectores de menor circulación vehicular, como los residenciales, donde no se ejerció mayor control, hayan circulado vehículos afectados por la restricción a pesar de ello. Además, los viajes no rutinarios, tales como los para compras, no se vieron afectados por la restricción debido a que pueden realizarse en cualquier otro día. Por ello, es posible que la circulación local, que no se refleja necesariamente en las variaciones en los vías de mayor flujo consideradas, no haya sido afectada mayormente. Por último es probable que algunas actividades que se realizaban normalmente en día de semana se hayan realizado en fin de semana. La escasa variación en la venta de gasolina confirma en todo caso que la disminución en la circulación de los automóviles en la ciudad fue bastante inferior a 20%, y que es probable que haya sido incluso inferior a 10%, tal como se desprende de los datos de circulación vehicular.

## 5.2 Efectos de la restricción sobre las emisiones contaminantes.

El nivel de contaminación sobrepasó el valor crítico siete veces durante los últimos diez días hábiles de agosto, a pesar de la restricción (Servicio Metropolitano de Salud del Ambiente, 1987, pag. 61). Sólo durante el mes de julio la contaminación presenta indicadores peores que en este mes. Por cierto que los niveles de contaminación no dependen sólo de la circulación vehicular si no también en gran medida de variables climatológicas (temperatura, precipitaciones y vientos), las que se presentan de manera más desfavorable entre los meses de junio y agosto. Sin embargo esta medida se estableció precisamente para enfrentar situaciones de emergencia provocadas por una combinación desfavorable de estos factores pero su aplicación no significó un cambio significativo en los índices de contaminación. Por ello es importante determinar el impacto de la restricción sobre las emisiones vehiculares<sup>1/</sup> para así establecer su

1/ Se trabajará con las variaciones en las emisiones vehiculares debido a que se pueden determinar de una manera aproximada a partir de las variaciones en la circulación vehicular. No es el caso de los niveles de CO y suiedad que dependen, como se señalará, de otras variables.

verdadero alcance como medida para disminuir la contaminación y las mejoras posibles en su aplicación futura.

La tabla 12 resume el impacto de la restricción sobre la circulación diaria del conjunto de empresarios encuestados y sobre los registros de las estaciones de conteo vehicular. Además presenta el aporte porcentual de cada uno de los modos a las emisiones de partículas (fracción respirable) y monóxido de carbono en la ciudad. Bajo el supuesto de que la disminución de circulación obtenida representa en forma aproximada lo que sucedió con la circulación de cada modo en toda la ciudad, al multiplicar esta disminución por el aporte a la emisión de cada contaminante se obtiene la reducción en las emisiones de cada uno en Santiago como resultado de la restricción. Esta se presenta en la tabla 13.

TABLA N° 12

Disminución de circulación del conjunto de buses y taxis considerados y de los automóviles en tres estaciones de conteo, y aporte a las emisiones de partículas y monóxido de carbono en la ciudad de cada modo.

Modo	Disminución Porcentual Circulación <sup>a/</sup> (en%)	Aporte a Partículas respirables <sup>b/</sup> (en%)	Aporte a Monóxido de Carbono <sup>c/</sup> (en%)
Buses	9,8	71,1	1,8
Taxis	4,8	0,7	20,2
Automóviles	8,1	3,0	76,3

Fuente : a/ Elaboración propia a partir de tablas 2, 5, 6 y 11.  
b/ Elaborado en base a antecedentes de contaminación del Servicio Metropolitano de Salud del Ambiente (1987, pag. 62) que entrega el aporte desglosado por vehículos diesel y de gasolina. Se ha supuesto que los vehículos diesel corresponden en su totalidad a buses y se desagregó los gasolineros entre taxis y automóviles a partir los de veh-km. anuales recorridos por cada uno (O'Ryan, 1986, pag. 37). c/ Elaborado en base a antecedentes de contaminación de estudio realizado por la Universidad de Chile (1981). La desagregación se hace del mismo modo que en el caso anterior.

TABLA N° 13  
Disminución en el aporte porcentual a la emisión de partículas y monóxido de carbono en Santiago por modo, producto de la restricción.

Modo	Disminución Porcentual en la Emisión Total de Partículas respirables (en%)	Disminución Porcentual en la Emisión Total de Monóxido de Carbono (en%)
Buses	7	0 <sup>a/</sup>
Taxis	0 <sup>a/</sup>	1
Automóviles	0 <sup>a/</sup>	6
Total	7	7

<sup>a/</sup> Valor menor a 0,5%.

Fuente : Elaboración propia a partir de tabla 12.

La emisión tanto de partículas como de monóxido de carbono se redujo en 7% en la ciudad bajo los supuestos antes señalados. La reducción en la emisión de partículas se debe principalmente a la menor circulación de buses y la de CO a menor circulación de automóviles. Estos resultados señalan que el impacto de la restricción sobre las emisiones contaminantes no es demasiado significativo lo que se explica por el hecho que la disminución de circulación fue bastante inferior a 20%: cerca de 10% en los buses y automóviles y sólo 5% en los taxis.

Los resultados anteriores permiten proponer algunas medidas específicas que aumentarían la efectividad de la restricción en el corto plazo. Estas se basan fundamentalmente en distinguir los grupos a los que se dirige ésta. Por una parte están los empresarios de buses quienes podrían disminuir selectivamente su circulación a lo largo del día: mantener el 20% de restricción en períodos de punta pero aumentarlo a 40% en períodos fuera de punta. Esto se justifica por el hecho que en los períodos fuera de punta las tasas de ocupación son significativamente más bajas que en los de punta. En cuanto a los taxis, la restricción de circulación de un 20% del parque es inefectiva para disminuir su aporte a la contaminación. Es necesario restringir la circulación de una proporción mayor del parque. Cabe señalar por ejemplo que si se restringe la circulación de un 40% de los taxis, el número de taxis autorizados a operar disminuiría desde uno por cada 170 habitantes a uno por cada 280

habitantes, valor aún muy superior a uno por cada 800 ó mil habitantes que es lo normal en otras ciudades (Mesa Redonda 54, 1981). Finalmente mantener una restricción del 20% para los automóviles en zonas alejadas del Centro (con una adecuada fiscalización) y aumentar la proporción en este sector aumentaría su efectividad. Por cierto consideraciones sobre los impactos en la accesibilidad deben tomarse en conjunto con los de contaminación.

En el largo plazo, las perspectivas de esta medida no parecen auspiciosas. Por una parte, el aumento de utilidades percibido por los empresarios los va a inducir a comprar más vehículos <sup>1/</sup> o a traer desde provincias a Santiago con el consiguiente aumento de circulación y emisiones. Por otra, continúa aumentando el parque de automóviles en Santiago, tendencia que se espera se mantendrá a futuro. De esta forma, el aumento del parque tanto de buses como taxis y automóviles hará necesario restringir la circulación de una proporción cada vez mayor de vehículos lo que tendrá crecientes impactos negativos sobre la accesibilidad de la población.

Lo anterior exige tomar medidas complementarias para enfrentar con eficacia y en forma permanente la contaminación. Un hecho importante que se deriva de la restricción es que si las medidas que se toman no inciden negativamente en las utilidades de los empresarios, estos están dispuestos a aceptarlas. Con mayor razón si las medidas los benefician como es el caso de la restricción.

#### 6. Conclusiones

La restricción de circulación del 20% del parque vehicular durante 1986 tuvo impactos disímiles sobre la circulación, ingresos y costos de los diversos actores del sistema de transporte. La circulación total del conjunto de empresarios de buses encuestados, durante el periodo restrictivo, disminuyó en aproximadamente 10% como resultado del menor número de días hábiles trabajados. Esta reducción no alcanzó el 20% esperable debido, por una parte, a que los días hábiles trabajados por cada empresario no se redujeron en esa proporción sino algo menos ya que los empresarios aprovecharon de trabajar el máximo número de días en que

<sup>1/</sup>Cabe señalar que la Federación de Sindicatos de la Locomoción Colectiva de Santiago acaba de anunciar su intención de importar 1.000 vehículos.

estaban autorizados a hacerlo. Por otra parte, cada empresario circuló en promedio más kilómetros cada día hábil trabajado en el periodo restrictivo que en un periodo normal. Este aumento fue cercano al 7% para el conjunto de buses considerados. El seguimiento realizado a cinco microbuses confirma estos resultados. Las utilidades de estos empresarios por su lado aumentaron en un 14% como resultado de la reducción en el total de kilómetros circulados, y la consiguiente disminución de los costos. Además un 55% de los empresarios percibieron un aumento de sus ingresos como resultado directo de un aumento de la demanda.

Por otra parte, la reducción promedio de cada operador de taxi en su circulación total en el periodo con restricción respecto de otro sin restricción fue de apenas un 5%. El escaso impacto de la restricción sobre los taxis se debe fundamentalmente a que en los días del periodo restrictivo en que no estaban efectuados por la restricción, cada empresario aumentó notablemente el total de kilómetros circulados respecto de un periodo normal. De acuerdo a los empresarios encuestados este aumento fue de casi un 20% cada día trabajado. En cuanto a los impactos económicos, 33 de los 44 operadores encuestados aumentaron su ingreso líquido (ingresos menos gasto en gasolina) siendo el aumento promedio estimado en un 19%. Este aumento se debió fundamentalmente a un aumento de demanda y no, a diferencia de los empresarios de buses, a una disminución de costos, que prácticamente no existió.

La reducción diaria en la circulación de automóviles en tres estaciones de conteo de alto circulación vehicular por su parte, varió entre 5,1% y 11,8%, con un promedio ponderado de 8%. Es probable que en zonas residenciales esta disminución sea menor.

Finalmente, la restricción no tuvo un impacto significativo sobre las ventas de los principales distribuidores de combustibles. Las ventas en agosto respecto del mes anterior de petróleo diesel en estaciones especializadas en ventas a buses se redujeron en 7%, y las de gasolina en sólo 3% en otras 50 estaciones de servicio. Esta leve disminución en las ventas de combustible implica que el impacto sobre la circulación vehicular respecto del mes anterior es escasa y por tanto el efecto sobre las emisiones insuficiente para superar situaciones de alta contaminación.

Los antecedentes de circulación permiten estimar que la probable reducción de las emisiones de partículas respirables producto de la restricción fue de 7%, básicamente debido a la menor circulación del

parque de buses. La reducción en las emisiones de CO también se estiman en 7% las que se deben fundamentalmente a la menor circulación de automóviles (6%) y en menor grado a la reducción en la circulación de taxis (1%). Estos resultados confirman la baja incidencia de la restricción en la disminución de emisiones contaminantes.

La forma actual de la restricción, que prohíbe la circulación sólo en una zona en torno del Centro es probablemente aun menos eficaz para disminuir las emisiones, al menos de los automóviles. Por ello es posible proponer medidas que en el corto plazo pueden aumentar su eficacia: (i) Aumentar la restricción a los buses en períodos fuera de punto a 40% (ii) Aumentar la restricción al parque global de taxis (por ejemplo a 40%) (iii) Mantener la restricción para un 20% de los automóviles en todo Santiago y aumentarla en la zona céntrica. En el largo plazo esta medida deberá volver a ser una medida de emergencia y no permanente, debiéndose estudiar otras formas más eficaces y estables de disminuir la contaminación.

#### REFERENCIAS

DIETUC (1984, 1985 y 1986) Estudio de Flujos y Conteos de Tráfico. Pontificio Universidad Católica, Informes preparados para la Comisión de Transporte Urbano, Santiago.

INE (1986) Anuario de Transportes y Comunicaciones. Instituto Nacional de Estadísticos, Santiago, 143p.

MESA REDONDA 54 (1981) "Organization of Taxi Services in Towns". European Conference of Ministers of Transport, Economic Research Centre, París.

O'RYAN, R. (1986) Energía y Transporte de Pasajeros en Santiago: Impactos de una Gestión Integrada. Plenificación Energético para el Desarrollo: Enfoque Alternativo, Vol 4, Programa de Investigaciones en Energía, Universidad de Chile, 257 p.

SANDOVAL, H. (1985) Contribución de las Fuentes Emisoras a la Contaminación Atmosférica de Santiago. IV Simposio sobre Contaminación Ambiental, Tomo II, Agosto, pp 37-42.

SERVICIO METROPOLITANO DE SALUD DEL AMBIENTE (1986) Informe Anual de Contaminación Atmosférica, Año 1985. Santiago, 141p.

SERVICIO METROPOLITANO DE SALUD DEL AMBIENTE (1987) Informe Anual de Contaminación Atmosférica. Santiago, Año 1986, 72p.

UNIVERSIDAD DE CHILE (1981) Estudio de Impuestos a la Emisión de Aire y Agua en la Región Metropolitana. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago.