
OPTIMIZACION DE LA FISCALIZACION DE PLANTAS DE REVISION TECNICA DE VEHICULOS MOTORIZADOS

Tristán Gálvez Pérez

Universidad de Chile, Departamento de Ingeniería Civil
Casilla 228/3, Santiago.

y

Eduardo Valenzuela Freraut

Consultores en Ingeniería de Transporte, CITRA Ltda. (*)
Praga 534, Santiago

RESUMEN

Cuando un vehículo motorizado no es mantenido en buen estado de funcionamiento mecánico, aumenta la posibilidad de que sea causante de accidentes o contaminación. En ambos casos existen fuertes externalidades, en el sentido que pueden producirse costos o daños para un agente distinto al propietario del vehículo. Con el objeto de limitar o reducir estos impactos, han sido desarrolladas normativas técnicas de seguridad y emisión de gases, cuyo cumplimiento es inspeccionado en forma periódica y obligatoria en plantas de revisión técnica.

Cumplir esta normativa significa un costo para el propietario del vehículo, en términos de mantenimiento y reparación del mismo, produciéndose un incentivo natural a eludir su cumplimiento. El procedimiento utilizado para ello es el soborno a la planta revisora o a su personal, o la compra de certificados de revisión fraudulentamente emitidos. Mientras estas conductas no sean detectadas por la autoridad, tanto el emisor como el receptor del certificado se benefician del fraude. Se genera así la necesidad de fiscalizar el proceso de revisión técnica y emisión de certificados. Esta fiscalización requiere recursos, cuyo monto depende de la frecuencia de visitas inspectivas y de su duración.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en plantear una metodología para definir la intensidad de fiscalización socialmente óptima. Para ello, se desarrolla un submodelo de comportamiento de las plantas revisoras, que relaciona su propensión al fraude con la intensidad de fiscalización, la penalidad del fraude y otros factores. Se desarrolla además un submodelo de costos de fiscalización. Ambos submodelos se calibran con datos reales provenientes de la fiscalización de plantas revisoras de la Región Metropolitana.

El modelo resultante es capaz de replicar razonablemente la conducta de las plantas revisoras ante cambios en el nivel de fiscalización, medido en términos de frecuencia y duración de las visitas inspectivas o cambios en la penalización. Por otra parte, es capaz de auxiliar el diseño de políticas de fiscalización orientadas a evitar por completo el fraude.

(*) Actualmente en EXE Ingeniería & Software, Seminario 143 Oficina 1002, Santiago, Chile.



1. INTRODUCCION

En Chile existe la obligación legal de someter los vehículos motorizados a una revisión técnica periódica, cada un año para automóviles y cada 6 meses para vehículos de carga y transporte público. El objetivo principal de esta revisión es comprobar el buen estado del vehículo en aspectos de seguridad y de emisión de gases.

La revisión se realiza en plantas revisoras privadas, que operan bajo un contrato de concesión con el Estado. Estas plantas cobran una tarifa preestablecida a cada vehículo, determinada como resultado del proceso de licitación, que se supone suficiente para cubrir los costos operacionales y de capital de las plantas.

Los certificados de revisión son entregados por las plantas a aquellos vehículos que aprueban la revisión, en formularios foliados entregados por el Estado.

Cumplir esta normativa significa un costo para el propietario del vehículo, en términos de mantenimiento y reparación del mismo, produciéndose un incentivo natural a eludir su cumplimiento. El procedimiento utilizado para ello es el soborno a la planta revisora o a su personal, o la compra de certificados de revisión fraudulentamente emitidos. Mientras estas conductas no sean detectadas por la autoridad, tanto el emisor como el receptor del certificado se benefician del fraude: el usuario, al ahorrar un costo de reparación, y la planta o su personal, al cobrar un sobreprecio.

Naturalmente, esto supone cierto nivel de inconsciencia por parte del propietario del vehículo en relación a los riesgos de accidente, tanto para sí mismo como para terceros, que implica la circulación de un vehículo defectuoso, ni tampoco conciencia acerca del daño ambiental que produce un vehículo al emitir un exceso de gases nocivos.

Se genera así la necesidad de fiscalizar el proceso de revisión técnica y emisión de certificados. Esta fiscalización requiere recursos, cuyo monto depende principalmente de la frecuencia de visitas inspectivas y de su duración.

El objetivo principal del presente trabajo consiste en plantear una metodología para definir la intensidad de fiscalización socialmente óptima. Para ello, se desarrolla en el Capítulo 2 un submodelo de comportamiento de las plantas revisoras, que relaciona su propensión al fraude con la intensidad de fiscalización, la penalidad del fraude y otros factores. Se desarrolla además, en el Capítulo 3, un submodelo de costos de fiscalización. En el Capítulo 4 ambos submodelos se calibran con datos reales provenientes de la fiscalización de plantas revisoras de la Región Metropolitana. Como se discute en el Capítulo 5, el modelo resultante es capaz de replicar razonablemente la conducta de las plantas revisoras ante cambios en el nivel de fiscalización, medido en términos de frecuencia y duración de las visitas inspectivas o cambios en la penalización. Por otra parte, es capaz de auxiliar el diseño de políticas de fiscalización orientadas a evitar por completo el fraude, según las líneas planteadas en el Capítulo 6.



2. SUBMODELO DE COMPORTAMIENTO

Supondremos que de los N vehículos atendidos por semana en una planta revisora dada, un número N_R presentan algún tipo de problema por el cual debieran ser rechazados. El costo total de operación de una planta revisora puede ser expresado como

$$C_T^O = C_0 + C_1 \cdot N + C_2 \cdot N_R \quad (1)$$

donde C_0 equivale a los costos fijos (\$/semana) de la planta, C_1 al costo medio por vehículo de cada primera revisión y C_2 al costo medio por vehículo de la o las revisiones siguientes.

Si una planta revisora atiende durante T horas semanales de servicio un total de N vehículos, los ingresos de la planta son $I^O = P \cdot N$, donde P representa la tarifa (\$/Veh) por cada revisión técnica.

La utilidad de la planta queda dada entonces por

$$I^O - C_T^O = P \cdot N - (C_0 + C_1 \cdot N + C_2 \cdot N_R) \quad (2)$$

Sin embargo, la planta podría eventualmente incrementar sus ingresos mediante la entrega de certificados fraudulentamente emitidos. Se supondrá que N_S de los N_R vehículos rechazables intentarán efectuar algún tipo de soborno expresable en un monto S de dinero. Normalmente, la emisión del certificado fraudulento estará asociada a un ingreso adicional equivalente a la diferencia entre el precio de venta del certificado S y el valor normal de la revisión P . Las fuentes principales de este precio de venta son la existencia de un costo de reparación de los vehículos defectuosos, el cual es ahorrado por el propietario del mismo si obtiene dicho certificado por compra, y eventualmente el tiempo ahorrado en espera de su turno para efectuar la revisión técnica. Naturalmente, esto supone cierto nivel de inconsciencia por parte del propietario del vehículo en relación a los riesgos, tanto para sí mismo como para terceros, que implica la circulación de un vehículo defectuoso.

Desde el punto de vista de la planta, existe la opción de elegir entre cumplir plenamente la normativa o entregar certificados fraudulentos. A continuación se derivarán expresiones adecuadas para los eventuales beneficios que la conducta fraudulenta puede reportar a la planta.

La entrega de certificados fraudulentos está asociada a un riesgo por eventuales multas y sanciones, que entrarán en vigencia sólo si el fraude es detectado y sancionado. Bajo esta hipótesis, se puede suponer que el costo equivalente al riesgo de ser detectado y sancionado puede expresarse como:

$$R = \alpha \cdot r \cdot p \quad (3)$$

donde p equivale a la probabilidad de que el fraude sea detectado por los fiscalizadores, r al daño económico para la planta proveniente de la detección y α a la probabilidad de que la autoridad haga efectiva la sanción.



Respecto del parámetro r , una visión simplificada del problema puede considerarlo como un monto fijo. Sin embargo, este valor puede ser considerado como el lucro cesante (utilidades futuras no percibidas) de la planta como consecuencia de una clausura temporal o definitiva, más eventualmente las multas aplicables y/o la ejecución de las boletas de garantía. En el caso de la clausura definitiva, el valor actualizado de los beneficios futuros disminuye a medida que avanza el tiempo, por el menor plazo restante de concesión.

Entonces, es posible considerar que el parámetro r , que representa el daño económico si la planta es detectada cometiendo fraude, equivale al valor actualizado de los beneficios futuros (b_i) más los montos de las boletas de garantía (I_o), con una tasa de actualización δ . Es decir:

$$r_t = \sum_{i=t}^T \frac{b_i}{(1+\delta)^i} + I_o \quad (4)$$

donde por efectos prácticos, el período de concesión (T) y el corte temporal (t) se expresan en semanas.

Así, el costo de ser detectado y sancionado (R_t) queda como:

$$R_t = \alpha \cdot p \cdot r_t \quad (5)$$

el cual depende del corte temporal analizado (semana de análisis con respecto al fin del período de concesión). Es fácil notar que en el caso de aplicar una clausura temporal, la suma de la ecuación N°4 va desde la semana en que se hace efectiva la clausura hasta la semana en que nuevamente puede ofrecer sus servicios.

Por otra parte, dado que se trata de un modelo conductual, en rigor los valores de α y p debieran ser los realmente percibidos por los planteros, de modo que podrían coincidir o no con valores "objetivos" establecidos por el modelador.

En cuanto al parámetro α , que representa como se dijo la probabilidad de hacer efectiva la sanción, existen diversos factores que afectan su valor. El primero de ellos proviene de que la clausura exige un procedimiento administrativo y legal, en el cual se acepta que la planta plantee sus descargos, de modo que el Estado debe probar judicialmente la existencia de fraude, existiendo la posibilidad de que la clausura finalmente no se haga efectiva o se dilate por un largo tiempo.

Un segundo factor se refiere a que en algunos casos las plantas son monopólicas, por tamaño del parque a atender o por clausura de la o las otras plantas. En este último caso, la clausura dejaría a los propietarios de vehículos en la imposibilidad de cumplir la ley, con los trastornos que ello implica. Por otra parte, el hecho de que las concesiones de plantas revisoras se otorguen mediante un procedimiento lento de adjudicación no permite solucionar la carencia de plantas en forma oportuna.



Se produce así una situación de hecho en la cual la planta monopólica enfrenta un bajo riesgo de sanción.

Respecto de los ingresos, en el caso que el plantero efectúe sólo un fraude, estos equivalen al monto del soborno más los costos medios no efectuados menos la tarifa de la revisión técnica. Sin embargo, dado que existe cierto nivel de fiscalización, expresable como la probabilidad p de que el fraude sea detectado, a medida que el plantero comete mayor número de fraudes la posibilidad de ser detectado por los fiscalizadores aumenta. Entonces, los ingresos del primer fraude equivalen al ingreso unitario por la probabilidad de que el fraude **no sea detectado** por los fiscalizadores, es decir:

$$I_1 = (S + C_1 + C_2 - P) \cdot (1-p) = k \cdot (1-p) \quad (6)$$

En el caso de efectuar un segundo fraude, los ingresos del plantero equivalen a una probabilidad condicional: los ingresos de efectuar el primer fraude y no ser detectado, más los ingresos de efectuar el segundo fraude y no ser detectado por la probabilidad de no ser detectado el primer fraude. Es decir:

$$I_2 = k \cdot (1-p) + k \cdot (1-p)^2 \quad (7)$$

donde el primer término equivale a I_1 y el segundo al ingreso de cometer el segundo fraude, habiendo cometido el primero. Generalizando,

$$I = \sum_{i=1}^{N_S} I_i = k \cdot \sum_{i=1}^{N_S} (1-p)^i \quad (8)$$

expresión que equivale a una serie finita cuya solución es:

$$I = k \cdot \frac{(1-p) - (1-p)^{N_S+1}}{p} \quad (9)$$

Por lo tanto, el beneficio procedente del fraude será

$$\Pi = I - R_t = k \cdot \frac{(1-p) - (1-p)^{N_S+1}}{p} - \alpha \cdot p \cdot r_t \quad (10)$$

De acuerdo a este modelo conductual, se asume que las plantas intentan maximizar los beneficios calculados según la expresión (10). Estos beneficios son función, entre otros parámetros, de la probabilidad p de ser detectado un fraude, lo cual es función de la intensidad de fiscalización. El capítulo siguiente se refiere a esta materia.



3. SUBMODELO DE FISCALIZACION

Se supondrá que la fiscalización es completamente aleatoria, esto es, que desde el punto de vista de la planta no es posible saber en qué instante de la semana aparecerá un equipo de inspección. Estudiaremos en primer lugar el caso más simple, en el cual la planta efectúa como máximo un sólo fraude durante la semana. Llamaremos t_s al tiempo "vulnerable" de la planta, es decir, al tiempo durante el cual la presencia imprevista de un fiscalizador detectaría el fraude.

Con estos supuestos, la probabilidad p queda dada por

$$p = \begin{cases} 0 & \text{si } t_s = 0 \text{ o } t_F = 0 \\ \frac{t_F + t_s}{T} & \text{si } t_s \neq 0, t_F \neq 0 \text{ y } t_F + t_s \leq T \\ 1 & \text{si } t_F + t_s > T \end{cases} \quad (11)$$

donde t_F equivale al tiempo de fiscalización (minutos por semana de presencia de un fiscalizador en la planta). Si T_F es la duración media de una visita inspectiva, que corresponde al tiempo requerido para revisar si hay fraude, y N_F es el número de visitas semanales, se tiene:

$$t_F = T_F \cdot N_F \quad (12)$$

Si existe más de un fraude por semana, t_s puede ser expresado como $T_s \cdot N_s$, donde T_s equivale a un tiempo unitario constante. En este caso, la probabilidad de no detectar ninguno de estos fraudes es

$$(1-p)^{N_s} \quad (13)$$

y la probabilidad de detectar al menos uno de ellos es

$$1 - (1-p)^{N_s} \quad (14)$$

Se tiene así que en el caso general

$$R_t = \alpha \cdot r_t \cdot (1 - (1-p)^{N_s}) \quad (15)$$

Entonces, la expresión del beneficio queda como

$$\Pi = K \cdot \frac{(1-p) - (1-p)^{N_s+1}}{p} - \alpha \cdot r_t \cdot (1 - (1-p)^{N_s}) \quad (16)$$



donde p equivale a:

$$p = \frac{T_F \cdot N_F + T_S \cdot N_S}{T} \quad (17)$$

válida para los casos en que $T_S \cdot N_S$ y $T_F \cdot N_F$ sean positivos y $T_S \cdot N_S + T_F \cdot N_F \leq T$.

La planta revisora maximiza su beneficio por enumeración de N_S , según los valores que tome el ingreso unitario (k), la probabilidad que los fiscalizadores detecten el fraude (p), el daño económico para la planta proveniente de la detección (r) y la probabilidad de que la autoridad haga efectiva la sanción (α).

Mediante el desarrollo anterior es posible cuantificar el nivel de fiscalización, en términos de visitas semanales y duración media de éstas, que asegura un nivel de fraude predefinido. Para completar el modelo, se puede recurrir a información estadística proveniente del proceso de fiscalización, referida a las tasas diferenciales de rechazo de vehículos que se producen con y sin presencia de inspectores técnicos.

Definiendo por N_R^F al número de vehículos rechazados en presencia de inspectores y por N^F al número de vehículos revisados en presencia del inspector, $N - N^F$ vehículos son revisados sin la presencia de inspectores, y de ellos, $N_R - N_S - N_R^F$ son rechazados. Entonces, la tasa de rechazo en ausencia de inspectores es

$$Z = \frac{N_R - N_S - N_R^F}{N - N^F} \quad (18)$$

y la tasa de rechazo en presencia de inspectores es

$$Z_F = \frac{N_R^F}{N^F} \quad (19)$$

esperándose que siempre $Z_F \geq Z$.

Por otra parte, se espera que

$$\frac{N_R^F}{N^F} = \frac{N_R}{N} = Z_F \quad (20)$$

es decir; el porcentaje de vehículos realmente defectuosos no depende de si el fiscalizador está o no presente.

De ecuación N°20:

$$N_R^F = Z_F \cdot N^F \quad y \quad N_R = Z_F \cdot N \quad (21)$$

es decir:

$$N_R - N_R^F = Z_F \cdot (N - N^F) \quad (22)$$

o

$$\frac{N_R - N_R^F}{N - N^F} = Z_F \quad (23)$$

combinando con ecuación N°18, nos da que

$$Z = Z_F - \frac{N_S}{N - N^F} \quad (24)$$

es decir

$$N_S = (Z_F - Z) \cdot (N - N^F) \quad (25)$$

que equivale a una expresión que liga el número de fraudes efectuados con la tasa de rechazo con y sin fiscalización y con el número de vehículos revisados sin la presencia de inspectores.

4. CALIBRACION.

Para calibrar el modelo a la conducta de cada planta revisora, es necesario adoptar valores específicos para las variables de acuerdo a la percepción de los planteros y/o a valores objetivos establecidos por el modelador, de tal forma de reproducir el número de fraudes semanales que maximiza el beneficio.

Según este criterio, el Cuadro N°4.1 detalla los valores adoptados para las variables sobre las cuales existe cierto consenso respecto de su magnitud.

Cuadro N°4.1: Variables Objetivas del Modelo.

Variables del Modelo		A1	A2	B
Daño Monetario	[Miles \$]	5000	10500	7300
Tiempo Servicio Planta	[Min]	4320	3960	3960
Costo 1º Revisión	[\\$]	6000	2250	1250
Costo Otra Revisión	[\\$]	1200	450	250
Tarifa Revisión	[\\$]	12000	4500	2500
Monto Soborno	[\\$]	30000	15000	5000
Tiempo de Fiscalización	[Min]	170	77	69
Número de Visitas semanales		4	3	2
Probabilidad de Cobro	0.5%	0.6%	0.4%	

FUENTE: Citra (1994)



El daño monetario (r_t) equivale al monto de la boleta de garantía vigente según contrato, durante el período de fiscalización (Diciembre 1993 a Julio 1994). El tiempo de fiscalización (T_F) y el número de visitas semanales (N_F) equivalen a valores medios durante el mismo período de apoyo. Los costos de las revisiones y el monto del soborno han sido estimados de acuerdo a la experiencia del equipo de inspectores del Departamento de Fiscalización.

La probabilidad de cobro (α) ha sido estimada considerando que se está en presencia de fraude (no de incompetencia) siempre que un vehículo que debe ser rechazado, es aprobado. Es decir, sólo las faltas a la verdad corresponden a algún tipo de acción fraudulenta.

Entonces, el parámetro α , que equivale a la percepción del plantero respecto de la posibilidad de hacer efectiva la sanción, puede ser estimado a partir de la experiencia histórica por él percibida. Esta experiencia queda bien representada por el número de faltas a la verdad notificadas y la cantidad de plantas efectivamente amonestadas. El Cuadro N°4.2 resume los antecedentes recolectados para ocho meses de fiscalización, durante el período 1993-1994.

Cuadro N°4.2: Estimación Parámetro α .

Item\Clase de Planta	A1	A2	B
Número de Plantas Revisoras	1	5	25
Amonestaciones Monetarias	0	1	3
Faltas a la verdad	8,0	1,8	3,0
Período de Análisis (semanas)	32	32	32
α estimado	0,0%	0,6%	0,4%

FUENTE: Citra (1994)

Por lo tanto, el modelo conductual calibrado debiera considerar el parámetro α detallado en cuadro anterior según clase de planta revisora. Sin embargo, para efectos de aplicación del modelo es necesario que la probabilidad, percibida por el plantero, de hacer efectiva la sanción sea no nula, por baja que esta sea. Para estos efectos, se ha considerado $\alpha=0,5\%$ para las plantas clase A1.

Por otra parte, considerando la estadística recopilada y procesada respecto del número de vehículos atendidos y las tasas de rechazo con y sin la presencia de inspectores, es posible calcular que, en promedio, las plantas clase A1, A2 y B efectuaron 77, 73 y 83 fraudes semanales respectivamente. Por lo tanto, faltaría estimar el tiempo de vulnerabilidad asociado a cada clase de planta, tal que se maximice el beneficio para el número de fraudes calculados.

Utilizando modelos implementados en planillas electrónicas, se estimó mediante enumeración los valores del tiempo de vulnerabilidad (T_S) que maximizan el beneficio para los N_S calculados. Estos valores corresponden a 0,02 seg., 6,0 seg. y 10 seg. para las plantas clase A1, A2 y B respectivamente.

Un breve análisis de estos valores concluye que las estimaciones parecen razonables por cuanto el tiempo necesario para detectar el fraude cuando éste se está cometiendo, es pequeño. Sin embargo, la estimación efectuada para las plantas clase A1 podría ser poco sostenible porque el valor estimado carece de sentido práctico y éste fue estimado para una planta clase A1 que, de acuerdo a los acontecimientos, debía funcionar ininterrumpidamente ya que no existía otra planta de la misma clase, esto es, se encontraba en la situación monopólica descrita anteriormente.

Los cuadros y figuras siguientes detallan los resultados obtenidos durante el proceso de calibración del modelo.

Cuadro N°4.3: Beneficio Planta Clase A1.

Ns #	Rt	I	B
	Miles de \$		
0	0.00	0.00	0.000
5	14.38	77.60	63.221
10	20.49	110.56	90.072
15	23.08	124.56	101.475
25	24.65	133.03	108.374
50	25.00	134.86	109.870
70	25.00	134.89	109.888
75	25.00	134.89	109.889
100	25.00	134.89	109.887
120	25.00	134.89	109.886

Cuadro N°4.4: Beneficio Planta Clase A2.

Ns #	Rt	I	B
	Miles de \$		
0	0.00	0.00	0.00
5	16.38	55.29	38.90
10	28.55	96.13	67.58
15	37.58	126.24	88.66
20	44.27	148.36	104.09
30	52.87	176.38	123.51
40	57.55	191.13	133.58
50	60.08	198.64	138.56
60	61.45	202.24	140.80
70	62.18	203.74	141.56
75	62.40	204.02	141.61
80	62.57	204.10	141.53
90	62.77	203.86	141.09
100	62.88	203.31	140.43
120	62.97	201.81	138.84
140	62.99	200.13	137.14
200	63.00	195.05	132.05



Cuadro N°4.5: Beneficio Planta Clase B.

Ns #	Rt	I Miles de \$	B
0	0.00	0.00	0.00
5	4.77	17.99	13.22
10	8.81	33.01	24.20
20	15.08	55.83	40.74
30	19.51	71.35	51.84
40	22.61	81.69	59.08
50	24.76	88.38	63.62
60	26.23	92.55	66.32
70	27.23	94.97	67.74
75	27.60	95.71	68.11
80	27.91	96.21	68.30
85	28.16	96.52	68.36
90	28.36	96.66	68.30
100	28.66	96.58	67.93
120	28.98	95.53	66.55
130	29.06	94.75	65.69

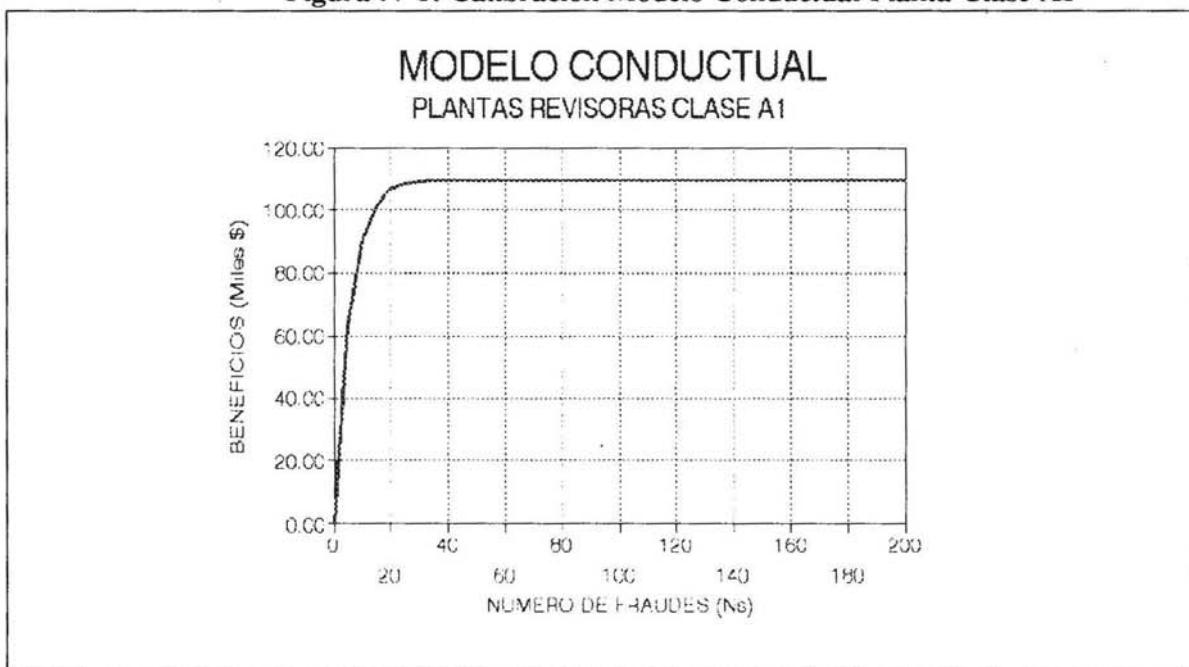
Figura N°1: Calibración Modelo Conductual Planta Clase A1

Figura N°2: Calibración Modelo Conductual Planta Clase A2

MODELO CONDUCTUAL
PLANTAS REVISORAS CLASE A2

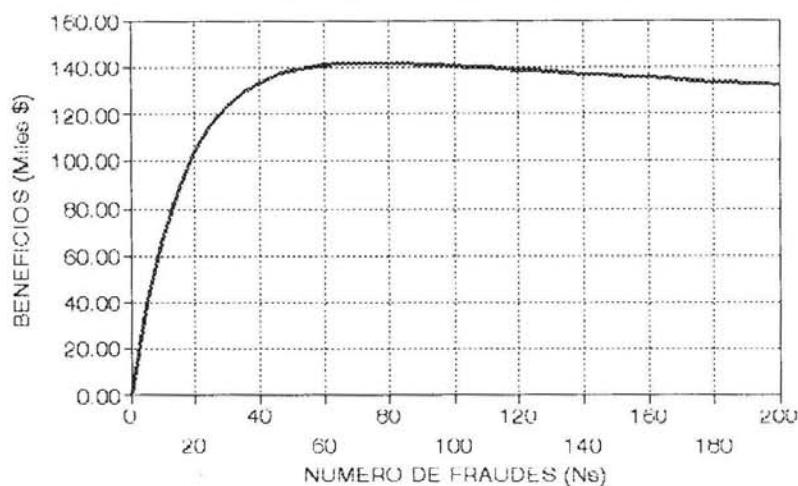
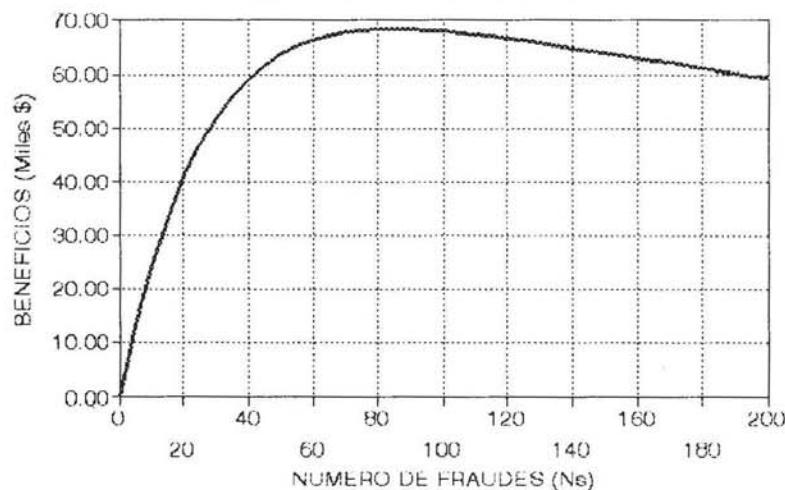


Figura N°3: Calibración Modelo Conductual Planta Clase B

MODELO CONDUCTUAL
PLANTAS REVISORAS CLASE B



5. DISCUSION.

De acuerdo a los resultados del proceso de calibración descrito, las figuras siguientes detallan el número de fraudes que maximiza el beneficio del plantero, para diferentes probabilidades de hacer efectivo el cobro (α) y monto del daño monetario, según clase de planta.

Según el modelo, el plantero es altamente sensible a la probabilidad que percibe de hacer efectivo el cobro (α). Para el caso extremo, cuando el monto del daño económico es nulo, el plantero efectúa el máximo de fraudes ($N_s=77$). Sin embargo, a medida que α aumenta, el monto del daño económico comienza a afectar positivamente la conducta del plantero. En el límite, si $\alpha=14\%$ y el monto es del orden del millón de pesos semanal, el plantero no efectuará fraude alguno. Para el caso en que $\alpha=1,0\%$, el monto del daño económico semanal debe ser del orden de 14 millones de pesos, para asegurar que no se efectúen fraudes.

El comportamiento deducido del modelo para el caso de las plantas clase A2 es similar al comentado para las plantas clase A1. En este caso, si el daño económico semanal es del orden de tres millones de pesos y la probabilidad de hacer efectivo el cobro es del 10%, se asegura que el nivel de fraude sea nulo. Otras combinaciones posibles son 2,5% y 9 millones de pesos; 5% y 4 millones de pesos.

En el caso de las plantas clase B, el modelo conductual no presenta grandes variaciones con respecto a las plantas clase A1 y A2. Algunas combinaciones que aseguran que no se realicen fraudes, son: 14 Millones con 1% de probabilidad; 10 Millones y 2%, 5 millones y 3%.

Figura N°4: Modelo Conductual Planta Clase A1

MODELO CONDUCTUAL CLASE A1 SEGUN PROBABILIDAD DE EFECTUAR COBRO

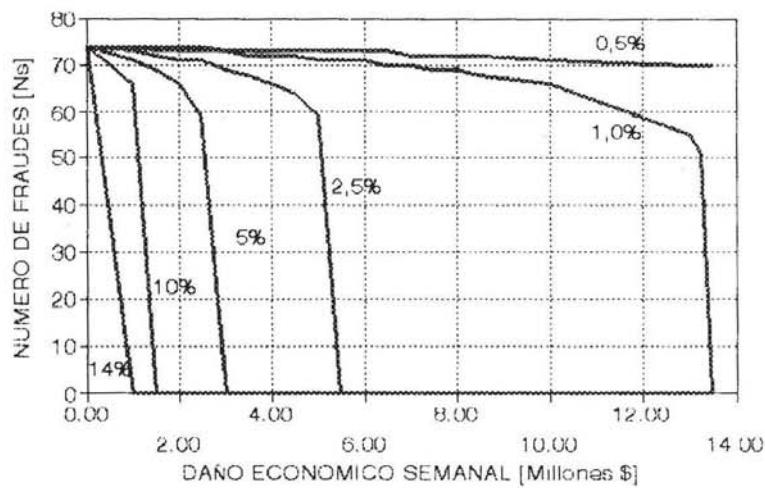


Figura N°5: Modelo Conductual Planta Clase A2

MODELO CONDUCTUAL CLASE A2 SEGUN PROBABILIDAD DE EFECTUAR COBRO

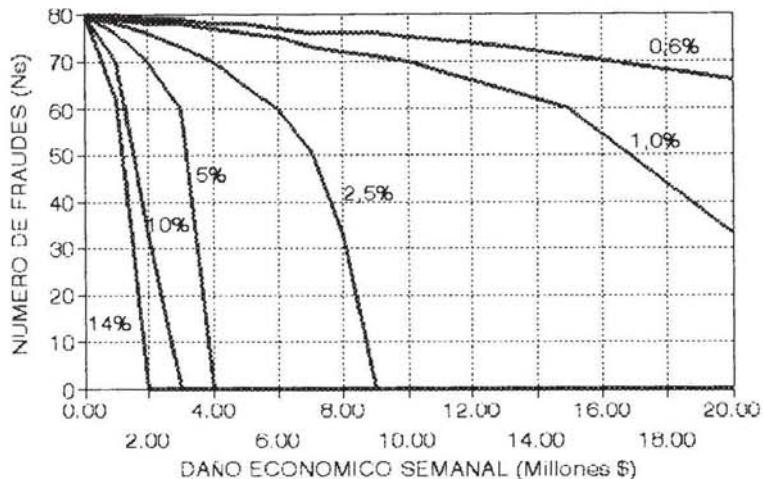
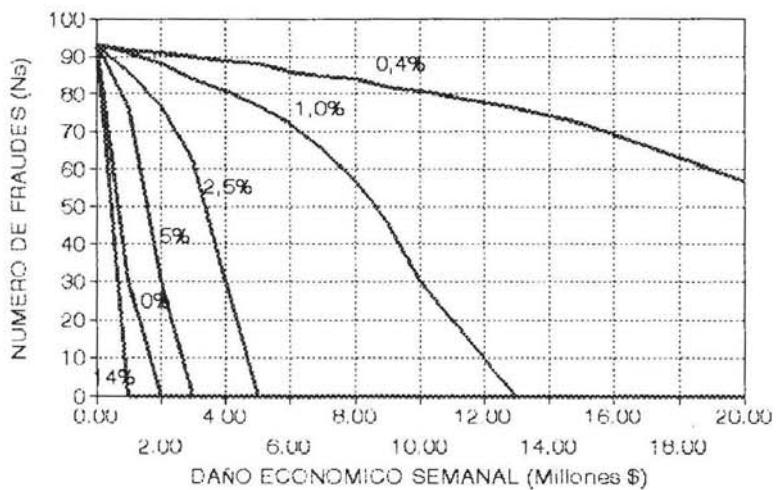


Figura N°6: Modelo Conductual Planta Clase B

MODELO CONDUCTUAL CLASE B SEGUN PROBABILIDAD DE EFECTUAR COBRO



Como conclusión general, la tendencia de los planteros es a efectuar mayor número de fraudes mientras menor sea la probabilidad que éstos perciben respecto del cobro de multas (boletas de garantía, clausura temporal) o menor sea el monto de ésta. Por lo tanto, las acciones de la autoridad



debieran estar encaminadas a aumentar la percepción respecto de la probabilidad de hacer efectivo el cobro y, paralelamente, aumentar los montos de las multas respectivas.

6. APPLICACION

El uso del modelo conductual aquí desarrollado, permite apoyar la toma de decisión en relación al nivel de fiscalización en las plantas revisoras, en términos de frecuencia semanal de las visitas inspectivas, por cada planta revisora. El método más apropiado para su uso consiste en aplicar el siguiente algoritmo.

Paso 1.

Con antecedentes existentes, estimar la tasa de rechazo en presencia de inspectores (Z_F), la tasa de rechazo en ausencia de inspectores (Z), el número total de vehículos atendidos (N) y el número de vehículos atendidos en presencia de inspectores (N_F).

Paso 2.

Mediante ecuación N°23, estimar el número de fraudes efectuados (N_s).

Para el caso de la planta clase A1, el Cuadro N°6.1 detalla los antecedentes recopilados.

Cuadro N°6.1: Estadística Planta Clase A1.

Fecha	N	Nf	Zf	Z	Ns
Dic 93	3558	278	0.51	0.42	295
Ene 94	3730	846	0.43	0.41	58
Feb 94	2930	304	0.56	0.45	289

FUENTE: Modelo Conductual

Cabe señalar que estos antecedentes han sido estimados mensualmente, por lo tanto, para compatibilizar con el intervalo semanal es necesario dividir por 4. Entonces, en Diciembre se cometieron $295/4 \approx 73$ fraudes.

Paso 3.

Suponer que N_s estimado equivale a aquél valor que maximiza los beneficios del plantero.

En nuestro caso, no es necesario modificar ningún parámetro del modelo dado que éste está calibrado para $N_s=73$. Sin embargo, si el número de fraudes estimado hubiera sido otro valor, sería necesario seguir una de las opciones siguientes:

- . modificar el parámetro α ;
- . modificar el parámetro r_i ;
- . modificar el parámetro T_s .



Existiendo consenso respecto de los valores adoptados para las diversas variables explicativas del modelo, hubiera sido factible modificar sólo el tiempo de vulnerabilidad (T_s), hasta que el modelo arrojara como el máximo número de fraudes el valor estimado para N_s en paso N°2.

Paso 4.

Si deseamos que no existan fraudes, modificar el valor de la frecuencia semanal de visitas inspectivas y/o la duración de éstas, hasta que el beneficio percibido sea negativo y lo más cercano a cero (óptimo uso de los recursos). En nuestro caso, es necesario modificar T_F y/o N_F hasta que $N_F \cdot T_F = 50,3\%$ del tiempo semanal de servicio de la planta. Es decir, si la duración de cada visita es de 3 horas, es necesario efectuar 12 visitas inspectivas semanales.

En caso que se deseé disminuir la frecuencia de fraudes, pero no eliminarla, es necesario modificar T_F y/o N_F hasta que el máximo beneficio corresponda al N_s deseado. Por ejemplo, si deseamos que N_s se reduzca a 25 fraudes semanales, es necesario que $N_F=10$ para $T_F=180$ minutos.

Paso 5.

Efectuar las visitas inspectivas correspondientes.

Paso 6.

Luego de pasado el período de inspección correspondiente y teniendo los nuevos antecedentes estadísticos, calcular N_s de acuerdo al Paso N°2.

Una vez calculado, si el N_s impuesto en Paso N°4 es 0, es posible que:

- el N_s calculado sea similar, por lo tanto sólo es necesario continuar con la planificación ya adoptada;
- el N_s sea superior, lo que implica que se debe recalibrar el modelo, aumentando el parámetro α y/o disminuyendo el parámetro T_s y/o aumentando el parámetro r_i , según el criterio del analista, hasta que $N_s=0$;
- el N_s sea inferior, lo que implica que se debe recalibrar el modelo, disminuyendo el parámetro α y/o aumentando el parámetro T_s y/o disminuyendo el parámetro r_i , según el criterio del analista, hasta que $N_s=0$;



Paso 7.

[Volver a Paso N°4.](#)

El algoritmo anterior puede ser chequeado semana a semana o mes a mes, dependiendo de las necesidades específicas del usuario y del tiempo de respuesta de los sistemas estadísticos.

7. CONCLUSION

En este artículo se ha planteado un modelo plenamente operacional orientado a facilitar la optimización de los recursos utilizados en la fiscalización de plantas de revisión técnica. Se modela en forma integral el comportamiento de las plantas revisoras, bajo el supuesto que intentan maximizar el valor esperado de su beneficio privado. Se muestra que algunos de los aspectos críticos del sistema se refieren no sólo a la intensidad de la fiscalización, sino también a la magnitud y tipo de las sanciones por mal comportamiento, así como a la probabilidad de hacerlas efectivas dentro de un plazo razonable.

REFERENCIAS.

CITRA (1994) Servicios de Apoyo en Plantas de Revisión Técnica de Vehículos Motorizados de la Región Metropolitana. Informe Final presentado al Departamento de Fiscalización del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. Citra Ltda., Santiago.

