



DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AMBIENTAL – MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE

MINUTA

**BENEFICIOS ASOCIADOS A LA REVISIÓN DE LA NORMA DE EMISIÓN DE
RUIDO PARA BUSES DE LOCOMOCIÓN COLECTIVA URBANA Y RURAL.**

Julio de 2016

000407 VTA



Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	3
2. METODOLOGÍA DE LOS AGIES: ANÁLISIS DE BENEFICIOS	3
3. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN DE BENEFICIOS ASOCIADOS A LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE RUIDO	4
3.1. DISPOSICIÓN A PAGAR POR REDUCCIÓN DE RUIDO.....	5
3.2. DAÑO MARGINAL POR KILÓMETRO RECORRIDO	5
4. RESULTADOS	6
4.1. DISPOSICIÓN A PAGAR POR REDUCCIÓN DE RUIDO.....	6
4.2. DAÑO MARGINAL POR KILÓMETRO RECORRIDO	6
5. CONCLUSIONES	7
6. BIBLIOGRAFÍA	7
7. ANEXO	8

1. Introducción

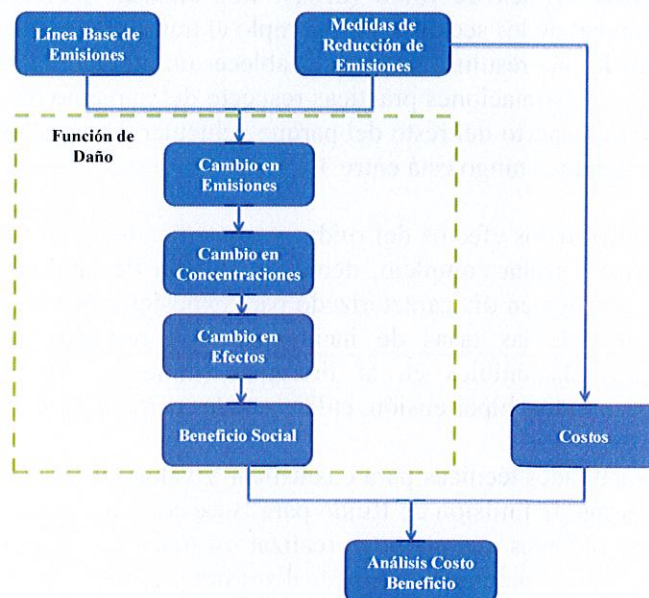
Este documento tiene como objetivo complementar el Análisis de Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto de revisión de la Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural.

2. Metodología de los AGIES: Análisis de Beneficios

La metodología utilizada en los AGIES para las regulaciones medioambientales corresponde a un análisis costo-beneficio, el cual busca asociar una reducción de emisiones de contaminantes con los costos que esto genera para el regulado y los beneficios para la población expuesta.

Las etapas genéricas de un análisis costo-beneficio son la identificación de impactos, la cuantificación de los efectos y finalmente la valorización de éstos. En general, el AGIES de una regulación se elabora utilizando una secuencia de análisis o modelos que permiten relacionar cambios en emisiones de línea base con beneficios y costos percibidos por los diferentes agentes impactados de la regulación. Las etapas del análisis se describen en la siguiente figura.

Diagrama de la metodología utilizada para la evaluación del AGIES. Análisis costo-beneficio.



Así, para estimar el beneficio social (valorizado monetariamente) es necesario determinar en primera instancia el cambio en las emisiones del contaminante a regular. Luego, mediante un modelo emisión-calidad, se puede asociar el cambio de emisiones en una disminución de la concentración ambiental del contaminante. La disminución de la concentración ambiental implica una disminución en los efectos (asumiendo una cierta exposición de la población al contaminante), que se cuantifican mediante funciones

concentración-respuesta o bien exposición-respuesta¹ y estadísticas de salud de tasas de incidencia base². En general, los efectos cuantificados corresponden a casos evitados de mortalidad prematura, morbilidad, días de actividad restringida y productividad perdida. La valoración de los efectos cuantificados se puede estimar mediante medidas de costo³ o medidas de disposición a pagar por disminución de riesgos a la salud. Cabe destacar que también existen efectos en los AGIES que no son cuantificados ni valorizados, por falta de información base o metodologías validadas a nivel internacional, pero que sin embargo se mencionan en los análisis para destacar que existen más beneficios que los que son cuantificables y valorizables.

3. Metodología de estimación de beneficios asociados a la reducción de emisiones de ruido

El AGIES de la revisión de la Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural entregó una aproximación cualitativa a los beneficios asociados a la disminución de ruido de tráfico vehicular, basándose en estudios que reportan impactos a la salud humana por este contaminante.

Respecto de la concentración ambiental para un contaminante como el ruido, el MMA ha desarrollado mapas de ruido para algunas ciudades de Chile, donde se estima la superficie expuesta a diferentes niveles de ruido (dBA). Los análisis sin embargo no permiten diferenciar el aporte real de los sectores, por ejemplo el transporte público, en los niveles de ruido ambiental por lo que resulta complejo establecer un modelo de emisión-calidad. Sin embargo, se han hecho estimaciones prácticas respecto del aumento de ruido que genera la locomoción colectiva respecto del resto del parque vehicular en aquellas vías donde circula dicha locomoción, donde el rango está entre 3 y 5 dB.

Por otro lado, cuantificar los efectos del ruido, y específicamente el ruido de los buses de locomoción colectiva, resulta complejo, debido a la falta de una caracterización idónea (según el tipo de caso, hoy en día caracterizado para exposiciones a contaminantes como el MP₁₀, MP_{2,5}, ozono) de las tasas de incidencia base respecto de las funciones de exposición-respuestas disponibles en la literatura (molestia, perturbación del sueño, dificultad para leer en niños, hipertensión, enfermedades cardiovasculares).

No obstante las dificultades técnicas para cuantificar y valorizar los beneficios asociados a la revisión de la Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural, existen antecedentes que permiten realizar estimaciones gruesas de los beneficios. Estos antecedentes corresponden a estudios de disposición a pagar por la reducción de 1 dB en los niveles de ruido ambiental (Galilea & Ortúzar, 2005) y de daño marginal por emisiones de ruido por bus y kilómetro recorrido (Rizzi et al, 2008) para la Región Metropolitana. A continuación se presentan las metodologías utilizadas para estimar los beneficios de la Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural a nivel nacional, según los antecedentes mencionados.

¹ Con las funciones concentración o exposición respuesta se obtienen coeficientes de riesgo de cierto efecto debido al cambio de concentración o exposición al contaminante en la población.

² Número de casos para cada efecto por número de habitantes.

³ Incluyen el costo de tratamiento de la enfermedad y la pérdida de productividad por días no trabajados.

3.1. Disposición a pagar por reducción de ruido

Los beneficios se estiman multiplicando la disposición a pagar (US\$/año/dB) por la cantidad de hogares expuestos a umbrales mayores a 65 dB⁴. Se asume que la reducción atribuible a la Norma es de 1 dB, ya que en los ensayos dinámico exterior y estacionario escape y motor los límites propuestos por la revisión de la norma son al menos 1 dB menor a los niveles máximos actuales.

Galilea y Ortúzar (2005) en su estudio “Valoración de reducciones en los niveles de ruido en un contexto residencial” estimaron, a partir de un muestreo realizado en 150 departamentos localizados en diversas zonas de la Región Metropolitana, la disposición a pagar por hogar en 2,1 US\$/mes/dB. Debido a que el horizonte de evaluación del AGIES es entre 2015 y 2025, el valor de la disposición a pagar se actualizó al 2015, estimándose en 2,6 US\$/mes/dB o bien 31,1 US\$/año/dB.

La cantidad de hogares expuestos a niveles de ruido mayores a 65 dB se encuentra disponible para la Región Metropolitana para el año 2011. Para Valdivia, Temuco-Padre Las Casas y La Serena-Coquimbo se encuentra disponible la cantidad de personas expuestas a niveles de ruido mayores a 65 dB (años 2012, 2015 y 2002, respectivamente), por lo que para estas ciudades se estimó la cantidad de hogares en base a un promedio de personas por hogar calculado en base a los datos de la RM⁵. Esta información se obtuvo de los mapas de ruido desarrollados por la Sección de Ruido del Departamento de Normas y Políticas de la División de Calidad del Aire y Cambio Climático, donde se estima la cantidad de hogares y personas, según ciudad, expuestos a ruido diurno mayor a 65 dBA.

3.2. Daño marginal por kilómetro recorrido

Rizzi et al. (2008) estimó el daño marginal para los hogares del Gran Santiago expuestos a niveles de ruido mayores a 65 dBA, según trayecto y kilómetros recorridos por los buses de locomoción colectiva urbana, correspondiente a 15 \$/vehículo-km-año (\$ año 2001)⁶. Si bien la contaminación acústica es un fenómeno muy localizado, el supuesto utilizado implica que aunque la exposición difiera según la ubicación del hogar afectado, el costo marginal es el mismo independientemente de la ubicación.

De este modo, utilizando los valores de daño marginal actualizados a 2015, los beneficios se estimaron multiplicando este valor por los kilómetros recorridos por los buses del Transantiago.

La cantidad de kilómetros recorridos se calculó a partir del promedio de buses existentes en los años 2014 y 2015 por la cantidad promedio de kilómetros recorridos al mes, según operadores Transantiago (ver anexo).

⁴ Nivel de ruido máximo recomendado por OCDE para el periodo diurno, ya que su superación es considerada como inaceptable.

⁵ Equivalente a 3,6 habitantes por vivienda.

⁶ Estimado a partir de Galilea y Ortúzar (2005), considera una disposición a pagar mínima de US\$1,66 por dB reducido según modelo Logit-mixto.

4. Resultados

4.1. Disposición a pagar por reducción de ruido

A partir del valor entregado por Galilea y Ortúzar, actualizado al año 2015⁷, se obtiene una disposición a pagar por hogar equivalente a 2,6 US\$/mes/dB. Dicha cifra, multiplicada por la cantidad de hogares expuestos a niveles de ruido superiores a 65 dBA⁸ de la región Metropolitana (“RM”) y las ciudades de Valdivia, Temuco - Padre Las Casas y La Serena – Coquimbo (“otras regiones”), arroja el siguiente resultado:

Tabla 1: Número de hogares expuestos a ruido (>65 dBA)

	65 < Ld ≤ 75 dBA	Ld > a 75 dBA
Nº de hogares RM	595.491	167.566
Nº de hogares otras regiones	14.501	2.735
Total	609.992	170.301

Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se tiene que los hogares expuestos a ruido de alta escala, mejoran su bienestar cuando estos niveles se reducen en 1 dB, lo cual se traduce en beneficios anuales de aproximadamente MMUS\$ 24,3.

Tabla 2: Disposición a pagar por hogares expuestos a ruido (>65 dBA)

	DAP (US\$/año) 65 < Ld ≤ 75 dBA	DAP (US\$/año) Ld > a 75 dBA
Hogares RM	18.510.828	5.208.791
Hogares otras regiones	450.767	85.017
Total	18.961.594	5.293.808

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Daño marginal por kilómetro recorrido

Tomando el valor estimado por Rizzi (2007), el daño marginal por emisiones de ruido para vehículos de tipo “buses”, actualizado a valores de diciembre de 2015, es de 23,7 \$/vehículo-km-año, equivalente a 0,036 US\$/vehículo-km-año⁹. Si se considera la cantidad de kilómetros recorridos al año por los buses de locomoción colectiva del Gran Santiago (Transantiago), se tiene el siguiente escenario:

⁷ Tipos de cambio utilizados: Promedio 2015: 654,07 \$/US\$. Promedio 2005: 559,77 \$/US\$.

Factor de actualización IPC: 1,43 para el periodo 2005-2015.

⁸ De acuerdo a la disponibilidad de información, la estimación considera sólo hogares de la región Metropolitana y las ciudades de Valdivia (2.314 hogares), Temuco - Padre Las Casas (11.195 hogares) y La Serena - Coquimbo (3.728 hogares).

⁹ Tipo de cambio promedio 2015: 654,07 \$/US\$.

Tabla 2: Daño marginal por emisiones de ruido en buses

	Kms recorridos (veh-km)	Daño Marginal (US\$/veh-km-año)	Daño Marginal Anual (US\$)
Gran Santiago	473.828.164	0,036	17.147.157

Fuente: Elaboración propia.

El valor del daño marginal anual obtenido representa una aproximación del daño provocado por los buses de locomoción colectiva asociado a su recorrido, lo cual se expresa en una pérdida de bienestar para la población por la exposición al ruido. Cuando los niveles de ruido se reducen, dichas pérdidas se convierten en beneficios derivados de una menor exposición al agente contaminante.

5. Conclusiones

Al comparar los costos y beneficios estimados por la implementación de la Norma de Emisión de Ruido para Buses de Locomoción Colectiva Urbana y Rural, para un período de evaluación de 10 años y utilizando una tasa de descuento de 6%, se concluye que los beneficios, tanto para los hogares expuestos a niveles mayores a 65 dBA a nivel nacional, como para aquellos expuestos a niveles similares o inferiores en el Gran Santiago, superan considerablemente a los costos.

Tabla 3: Comparación de Beneficios y Costos actualizados de la Norma de Emisión para buses de locomoción colectiva urbana del país y rural en la Región Metropolitana.

Metodología	Beneficios (US\$)		Costos (US\$)	
	VAN	Anualizado	VAN	Anualizado
DAP	178.521.874	24.255.402	21.802.947	3.561.011
Daño Mg	126.204.568	17.147.157		

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia en el rango de fluctuación de los valores obtenidos para los beneficios se atribuye a que la DAP considera un valor de 2,6 US\$/dB para aproximadamente 780 mil hogares (Santiago y regiones), mientras que la estimación del daño marginal se basa en una DAP mínima de 1,66 US\$/dB (\$ año 2001) y también a una población menor asociada al recorrido del Transantiago (684 mil hogares).

6. Bibliografía

Galilea, P., & Ortúzar, J. D. (2005). Valuing noise level reductions in a residential location context. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(4), 305–322.

Rizzi (2007) BALANCE DE COSTOS EXTERNOS Y PAGOS IMPOSITIVOS DEL TRANSPORTE VIAL EN LA REGIÓN METROPOLITANA”, XIII Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, Santiago, Octubre 2007.

Rizzi (2008) “Externalidades de Transporte”, Pontificia Universidad Católica de Chile.

013700

000410 VTA

7. Anexo

Tabla 3 - N° de kilómetros recorridos por buses de locomoción colectiva en el Gran Santiago

	Operadores Transantiago							Total
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	
N° Buses 2014	752	1.306	1.203	1.242	928	646	436	6.513
N° Buses 2015	749	1.300	1.203	1.241	928	645	484	6.550
Promedio Estival 2014 (km)	4.356.818	8.169.402	6.483.950	7.376.217	4.954.469	3.844.909	2.191.905	37.377.670
Promedio Normal 2014 (km)	4.921.110	8.967.679	7.356.846	8.297.973	5.781.028	4.243.976	2.577.446	42.146.058
Promedio Estival 2015 (km)	4.387.414	7.808.277	6.166.766	7.307.381	4.977.524	3.776.541	2.169.690	36.593.593
Promedio Normal 2015 (km)	4.936.602	8.922.734	7.221.919	8.206.324	5.804.661	4.204.453	2.528.700	41.825.393
Promedio Bus Mes Estival 2014 (km)	5.794	6.255	5.390	5.939	5.339	5.952	5.027	39.696
Promedio Bus Mes Normal 2014 (km)	6.544	6.867	6.115	6.681	6.230	6.570	5.912	44.918
Promedio Bus Mes Estival 2015 (km)	5.858	6.006	5.126	5.888	5.364	5.855	4.483	38.580
Promedio Bus Mes Normal 2015 (km)	6.591	6.864	6.003	6.613	6.255	6.519	5.225	44.069
N° buses * km promedio mes (2014)	4.638.938	8.568.535	6.920.378	7.837.082	5.367.784	4.044.445	2.384.680	39.761.842
Kilómetros recorridos año 2014	55.667.251	102.822.425	83.044.534	94.044.985	64.413.408	48.533.334	28.616.162	477.142.099
N° buses * km promedio mes (2015)	4.662.001	8.365.500	6.694.394	7.756.871	5.391.077	3.990.486	2.349.191	39.209.519
Kilómetros recorridos año 2015	55.944.008	100.386.000	80.332.731	93.082.446	64.692.922	47.885.832	28.190.290	470.514.229
Kilómetros recorridos promedio (2014-15)								473.828.164

Fuente: Elaboración propia, a partir de Directorio de Transporte Público Metropolitano