

# Comparación del ruido dentro de camiones urbanos, con y sin aire acondicionado, en Monterrey, México

Fernando Javier Elizondo Garza<sup>A</sup>,  
Jorge Alejandro Cúpich Guerrero<sup>A</sup>, Ramón Cantú Cuéllar<sup>B</sup>

<sup>A</sup> Laboratorio de Acústica, FIME-UANL

<sup>B</sup> Academia de Estadística e Investigación de Operaciones, FIME-UANL

jorge.cupichg@uanl.mx , fjelizon@hotmail.com , ramon\_cantu@yahoo.fr



## RESUMEN

*En este trabajo se presentan los resultados de mediciones del nivel sonoro en el interior de camiones del sistema de transporte urbano colectivo de la ciudad de Monterrey, México, en condiciones típicas de operación. Se comparan las unidades con sistema de aire acondicionado, los cuales transitan con las ventanas cerradas, contra las unidades sin ese sistema, que, debido a las altas temperaturas de la ciudad, circulan con las ventanas abiertas. Se discuten las diferencias en los niveles medidos encontrados entre camiones con y sin aire acondicionado y se enlistan las fuentes encontradas durante las mediciones que reducen o anulan las ventajas básicas acústicas de los camiones con clima, entre los que se encuentran los relativos al propio camión, como son sus condiciones mecánicas y el manejo del mismo, así como los producidos por los pasajeros o el entorno urbano.*

## PALABRAS CLAVE

Ruido, camiones, transporte colectivo, aire acondicionado.

## ABSTRACT

*This paper presents the results of measurements of sound level under typical operation conditions inside buses of the collective transport system in the city of Monterrey, Mexico. The buses with air conditioning system, that operate with the windows closed, and the buses without air conditioning system, which transit with open windows due to the high temperatures in the city, are composed. The differences in the measurement are discussed and the sound sources that reduce the acoustic comfort in the buses such as the mechanical condition and the driver style, as well the produced by the passengers and the urban environment, are listed.*

## KEYWORDS

Noise, buses, urban transportation, air conditioning.

## INTRODUCCIÓN

El Área Metropolitana de la ciudad de Monterrey (AMM), es una zona conurbada, que incluye 9 municipios, y en la que habitan, según el último conteo y delimitación oficial de INEGI en 2010,<sup>1</sup> más de 3;930,000 personas, de las cuales

un alto porcentaje debe transportarse dentro de esta área, en recorridos que típicamente pueden durar más de media hora, estimándose que diariamente un total de 1,650,600 personas (44.2 %) lo hace mediante el sistema de transporte público.

La necesidad de transporte urbano en el AMM se satisface mediante: metro, taxis y camiones de transporte colectivo, estos últimos denominados popularmente como “camiones urbanos”. En cuanto a las rutas de los camiones del transporte público éstas se clasifican como: rutas radiales, rutas periféricas, metrobús, microbús y circuitos locales; estimándose que existen 4,947 vehículos que cubren las distintas rutas urbanas, las cuales son ampliamente utilizadas por ser la forma más económica de traslado. En el año 2009 había 78 rutas radiales, 21 rutas periféricas, 10 rutas de metrobús, 26 rutas de microbús y 3 rutas de circuitos locales.

La ciudad de Monterrey, México, se caracteriza por ser una ciudad calurosa, con temperaturas máximas diarias en el verano de alrededor de los 40°C a la sombra, como se puede observar en los registros mostrados en la figura 1 correspondientes a las temperaturas en agosto de 2009.<sup>2</sup>

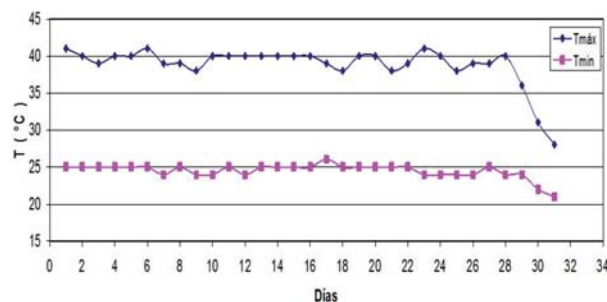


Fig. 1. Registro de las temperaturas, máxima y mínima, en Monterrey, N.L., México (agosto de 2009).

Con el fin de ofrecer un servicio con mayor comodidad, se pusieron en operación algunas unidades climatizadas de transporte público.<sup>3</sup> Esto representa un costo de operación mayor, el que se estima los pasajeros estarán dispuestos a pagar como un incremento de las tarifa a cambio de esa comodidad, especialmente en recorridos largos.

En la tabla I se muestra como referencia el esquema tarifario para el año 2011 del servicio de transporte público en el AMM publicado en el periódico Oficial del Estado de Nuevo León de fecha 3 de diciembre de 2010.<sup>4</sup>

Tabla I. Tarifas del Transporte Público para el año 2011 para el Área Metropolitana de la ciudad de Monterrey (fragmento).<sup>4</sup>

Camiones Panorámicos		
Panorámica Radial	Ordinaria	\$ 7.50
	Preferente	\$ 4.50
Panorámica Periférica	Ordinaria	\$ 8.00
	Preferente	\$ 4.50
Panorámica Minibús	Ordinaria	\$ 7.50
	Preferente	\$ 4.50
Panorámica Suburbano	Ordinaria	\$ 11.63
	Preferente	\$ 6.23

Se autorizó un cobro adicional, con base en las tarifas aquí establecidas de \$1.00 para las nuevas unidades que presten “servicio climatizado”, previa verificación de la calidad de los sistemas de aire acondicionado.

Se autorizó un cobro adicional, con base en las tarifas aquí establecidas de \$ 1.00 para las nuevas unidades que presten “servicio climatizado”, previa verificación de la calidad de los sistemas de aire acondicionado.

La utilización del aire acondicionado, implica que los camiones viajen con las ventanas cerradas, mientras que en el caso de los camiones sin aire acondicionado, las ventanas están abiertas durante la mayor parte del año, (figura 2).

Desde el punto de vista ideal los camiones con aire acondicionado deberían además ofrecer un mayor confort acústico a los pasajeros, ya que con las ventanas cerradas se reducen los niveles de ruido del exterior, lo cual implicaría mejores condiciones en el interior para conversar o relajarse. Este aspecto fue mencionado por los camioneros y autoridades como una posible ventaja extra de las unidades climatizadas y una razón más para pagar \$1.00 extra.

Este trabajo evalúa el ruido que llega a los usuarios que viajan en el interior de los camiones, con el fin de cuantificar la diferencia entre el ruido recibido por las personas en unidades con y sin aire acondicionado. Esta evaluación considera condiciones normales de recorrido, lo que implica que las fuentes de ruido externas e internas del camión no fueron excluidas durante las mediciones, lo que ofrece la evaluación de las condiciones acústicas típicas, en vez de las mejores posibles o ideales.



Fig. 2. Camiones típicos. Arriba se muestra una de las unidades climatizadas y abajo la unidad no climatizada, en la cual se puede observar que las ventanas están abiertas.

## METODOLOGÍA DE LA MEDICIÓN

Con el fin de que los resultados consideren la mayoría de los factores que influyen en el ruido recibido por los pasajeros, se decidió hacer las mediciones en campo, y en operación normal y típica de la unidad de transporte.<sup>5,6,7,8</sup>

Se considera que el nivel de ruido que llega a los pasajeros durante los recorridos normales de los camiones por la ciudad son la suma de los sonidos producidos por varias fuentes, tanto externas como internas, tales como vendedores ambulantes, equipos de sonido en negocios cercanos, tráfico vehicular, las condiciones mecánicas específicas del camión, las personas hablando, cantando o con radios dentro del camión y por supuesto los posibles casos en que sus sistemas de aire acondicionado sean ruidosos.<sup>9,10</sup>

Las mediciones en campo, y en operación normal y típica de la unidad de transporte siguiendo las sugerencias del manual de medición de ruido.<sup>11</sup>

Las mediciones se realizaron durante la temporada de calor, en el mes de agosto, en días laborales (lunes a viernes), durante horas pico (12:00 a 14:00 h y 17:00 a 19:00 h), en camiones que circulaban por una avenida con alto volumen de tráfico, y alta proporción de camiones, con edificaciones a su alrededor, que implican reverberación, y paradas continuas para bajar y subir pasaje (en Monterrey cada esquina puede ser una parada), lo que implica acelerones y enfrenones, acciones que pueden influir en la emisión de ruido dependiendo del estilo de manejo del chofer (figura 3).



Fig. 3. Fotos de la Av. Juárez, en el centro de la ciudad de Monterrey, N.L., México, calle con alta densidad de tráfico de camiones, rodeada de edificios de uso mayoritariamente comercial. Observe que la probabilidad de influencia de ruido exterior debido a otros camiones cercanos es alta. En la imagen superior se aprecian tres camiones que pueden arrancar al mismo tiempo pasando uno junto a otro, produciendo un alto ruido que entrará por las ventanas al interior de las unidades.

## Sobre la selección de las rutas y camiones

Se decidió medir ruido en 20 camiones climatizados y en 20 no climatizados, sumando 40 mediciones en total. Un grupo empresarial de camioneros interesado en la realización de este estudio puso a nuestra disposición sus vehículos climatizados de las rutas 1 y 18, mientras que las mediciones en camiones sin climatización se realizaron en la ruta 42.

Para fines de la comparación las rutas coincidían en su recorrido con el trayecto seleccionado para realizar las mediciones, las cuales se efectuaron a lo largo de la Av. Juárez, (figura 4), entre las calles Tapia y Ocampo (recorrido de 14 calles que implican una distancia de 1,490 metros aproximadamente), en el centro de Monterrey, dada la semejanza con las condiciones en campo necesarias, especificadas anteriormente.



Fig. 4. Mapa del centro de la ciudad de Monterrey donde se indica en negro el recorrido de los camiones durante las mediciones sonoras.

### Sobre el punto de medición

El punto de medición se ubicó al centro de la unidad, en cualquiera de los asientos marcados en negro en la figura 5, buscando estar en el área central del camión.

El micrófono se colocó a la altura promedio del oído de las personas que viajaban sentadas en los camiones, buscando que los valores medidos de ruido sean representativos de los recibidos por los pasajeros que viajan sentados (figura 6).

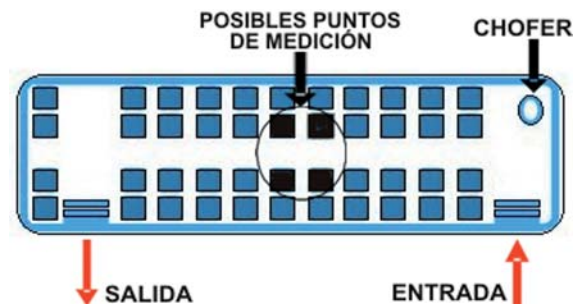


Fig. 5. Distribución típica de asientos en las unidades de transporte urbano indicando en negro los posibles lugares de ubicación de la persona con el sonómetro.



Fig. 6. Imagen que muestra la altura del sonómetro durante las mediciones, aproximadamente la altura del oído.

### Equipo utilizado

El equipo utilizado para realizar las pruebas y procesar los resultados fue:

- \* Sonómetro Integrador, CESVA, modelo SC310.<sup>12</sup>
- \* Computadora DELL, Pentium 4.
- \* Software CESVA Capture Studio, version 2.6.1.
- \* Microsoft Windows XP Professional, version 2002 service pack 2.
- \* Microsoft Office Professional, edition 2003.

El equipo de medición cumple con las normas internacionales en vigor.

### Parámetros medidos

El medidor sonoro fue configurado para mostrar en pantalla el nivel de ruido en dB(A) en respuesta lenta ( $L_{AS}$ ), al tiempo que almacenaba en su memoria la información requerida para evaluar el siguiente parámetro  $Leq$  o  $L_A$ :

- Nivel de presión sonora equivalente del período de medición ( $Leq$  o  $L_{At}$ ).

Después de hacer la medición se colectaron los registros con la ayuda del programa de cómputo CESVA Capture Studio instalado en una PC en ambiente Windows, obteniendo así la información registrada en el medidor y efectuando un procesamiento inicial de datos. Para el análisis posterior, los datos en memoria del medidor se transfirieron y convirtieron a una base de datos Excel y se calcularon los parámetros estadísticos mencionados (figura 7).

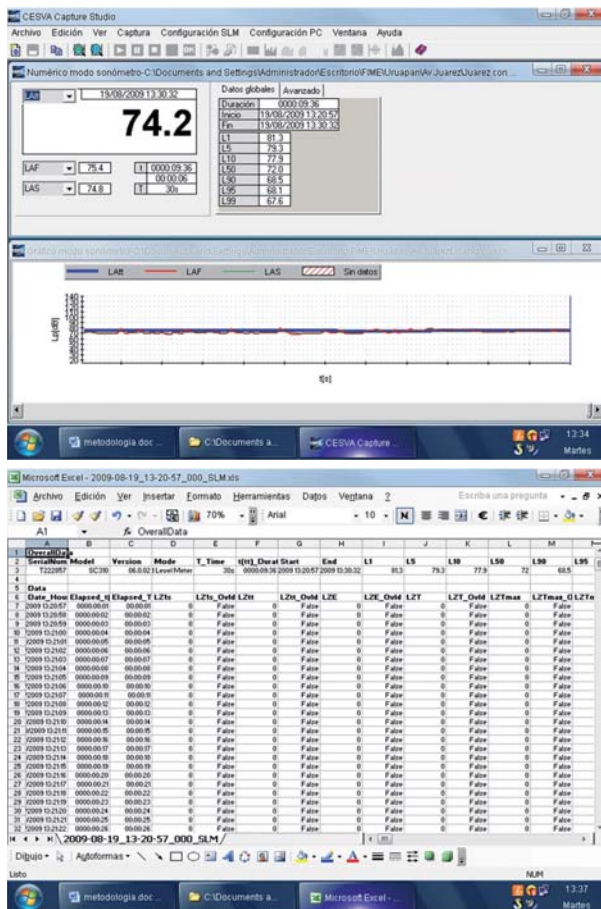


Fig. 7. Arriba la información de los registros de medición procesada con el paquete CESVA Capture Studio y abajo los registros en Excel proporcionados por el sistema de medición.

También se obtuvieron gráficas de los niveles sonoros vs. tiempo y de nivel sonoro vs. camión con y sin aire acondicionado.

La lectura Leq es la que se ha convertido en la más usada para estudios industriales y ambientales, al tomar en cuenta más eficientemente los picos de ruido y esta especificada en las normas de evaluación de ruido modernas.<sup>7</sup>

### Otros datos recabados

Además durante la toma de lecturas sonoras se recabó información relevante, tal como: fuentes sonoras productoras de ruidos altos, número de pasajeros promedio durante la medición, los lugares donde los pasajeros generaron ruido, el número de paradas que realizó el camión, si abordaron vendedores ambulantes, cantantes. Esta información se registró en un formato como el de la figura 8, el cual además de registrar los datos básicos del camión, el lugar y el responsable de la medición, tiene el propósito de identificar las fuentes sonoras que más influyen negativamente el ambiente acústico dentro de los camiones para posteriores trabajos.

The form includes the logo of the Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. It contains handwritten data for a measurement on September 18, 2009, for a truck with climate control. It includes fields for route, unit number, and measurement time. There are two seating charts for passengers, one for the driver's side and one for the opposite side, with checkmarks indicating passenger presence. The form also has sections for 'Notas sobre el abordaje y descenso de personas' and 'Notas sobre el ruido generado por otras cosas distintas al ruido del tráfico', both with handwritten notes.

Fig. 8. Forma de registro de datos del camión, posicionamiento del micrófono y observaciones.

### RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE RUIDO

En la tabla II se muestran los resultados de las mediciones en los 20 camiones sin clima, mientras que en la tabla III se muestran los resultados en los 20 camiones con clima.

Los resultados de las mediciones arrojan en general una diferencia entre el ruido recibido por los pasajeros en un camión climatizado y en uno no climatizado.

Tabla II. Niveles de ruido medidos en camiones sin clima.

Camión	$L_{eq}$ dB(A)
CSC-1	78.2
CSC-2	80.2
CSC-3	74.7
CSC-4	79.7
CSC-5	76.0
CSC-6	78.2
CSC-7	77.7
CSC-8	81.4
CSC-9	78.4
CSC-10	74.2
CSC-11	78.0
CSC-12	74.8
CSC-13	77.8
CSC-14	80.5
CSC-15	74.3
CSC-16	80.4
CSC-17	75.3
CSC-18	74.1
CSC-19	75.8
CSC-20	79.6

Tabla III. Niveles de ruido medidos en camiones con clima.

Camión	$L_{eq}$ dB(A)
CCC-1	74.2
CCC-2	73.1
CCC-3	73.2
CCC-4	73.9
CCC-5	72.9
CCC-6	73.5
CCC-7	72.8
CCC-8	77.4
CCC-9	74.2
CCC-10	75.2
CCC-11	73.5
CCC-12	70.3
CCC-13	77.2
CCC-14	75.3
CCC-15	74.0
CCC-16	74.9
CCC-17	76.1
CCC-18	74.5
CCC-19	73.5
CCC-20	70.9

A partir de los resultados de las tablas anteriores se calcularon los descriptores estadísticos básicos del ruido medido en los camiones para ambos casos, los que se presentan a continuación en la tabla IV.

Tabla IV. Descriptores estadísticos básicos de las mediciones del ruido ( $L_{eq}$  en dB(A)) para los camiones con y sin aire acondicionado.

Parámetro	Camión no climatizado	Camión climatizado	Diferencia
Media	77.465	74.030	3.435
Desviación estandar <sub>d</sub>	2.396	1.757	0.639
Error estandar promedio	0.536	0.393	0.143
Mediana	79.675	73.95	5.725
$L_{eq}$ min	74.1	70.3	3.8
$L_{eq}$ max	81.4	77.4	4

Para poder valorar el significado de la diferencia entre los valores sonoros, hay que recordar que la representación de un parámetro en decibeles es logarítmica, y que un incremento de tres decibeles implica el doble en potencia sonora, pero no en la percepción.

Es importante observar de la tabla anterior, que el ruido promedio dentro de los camiones, en ninguno de los dos casos analizados resulta confortable desde el punto de vista acústico. Si bien es cierto que no hay una norma mexicana específica para dicha valoración, si hay una cercana que se puede utilizar para comparar, la NOM-081-SEMARNAT-1994 Norma Oficial Mexicana “Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición”,<sup>13</sup> la cual es la guía usada actualmente para delimitar el ruido ambiente máximo que una persona debe recibir y que estipula para el día un valor máximo recomendado de 68 dB(A) y de 65 dB(A) para la noche.

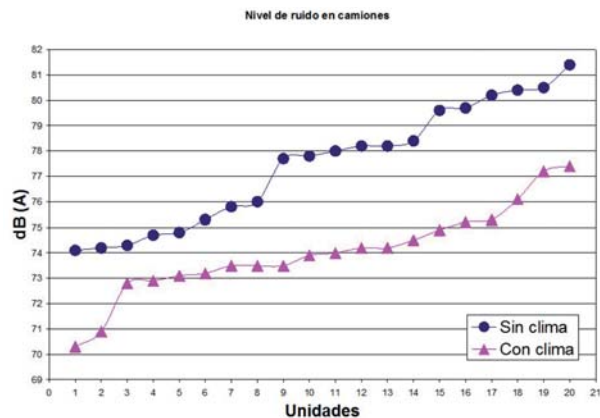


Fig. 9. Gráficas de los niveles medidos en las unidades con clima y sin clima.

En la figura 9 se muestran los valores medidos acomodados en orden ascendente, lo que permite observar los rangos y forma de la variación tanto para los camiones climatizados como para los no climatizados.

En esta gráfica se pueden observar en ambos casos, climatizado y sin climatizar, que hay ciertas tendencias o regiones en las gráficas las cuales deben estar relacionadas, entre otras, a la presencia de fuentes sonoras percibidas en el interior de los camiones durante las mediciones, listadas en la tabla V, las cuales están relacionadas con el estilo de manejo del chofer, el estado de mantenimiento mecánico del camión, la antigüedad de la unidad, así como a los sonidos producidos por pasajeros.

Tabla V. Listan las fuentes de ruidos notorios y molestos percibidas durante las mediciones.

Personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasajeros hablando en voz alta y limosneros (para entenderse deben hablar más fuerte que el ruido de fondo).</li> <li>• Niños gritando o llorando.</li> <li>• Vendedores ambulantes y predicadores (hablando suficientemente fuerte para ser oídos en todo el camión).</li> <li>• Cantantes y show de payasos (algunos con instrumentos, otros con equipos de sonido portátil y otros a capela).</li> </ul>
Equipos de audio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reproducción de música (a través de radios, reproductores y celulares).</li> <li>• Celulares (timbrando o con audio por bocina).</li> </ul>
Mal mantenimiento o manejo del camión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventanas en mal estado que vibran o golpetean.</li> <li>• Puertas que al abrir o cerrar rechinan o golpean.</li> <li>• Parrilla, rejillas del aire, paneles, asientos o estructuras sueltas que rechinan o golpean.</li> <li>• Ruido de motor.</li> </ul>
Otros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilador del chofer.</li> <li>• Timbre de aviso de parada.</li> </ul>

Es claro que hay una relación, pero la intención de este trabajo es comparar los niveles de ruido, y no el establecer las relaciones específicas con las fuentes sonoras que los causan.

En la figura 10 se muestran una gráfica típica del nivel sonoro en el interior de un camión climatizado Vs. tiempo, en la cual puede observarse la presencia de picos de ruido debido a los factores comentados anteriormente.

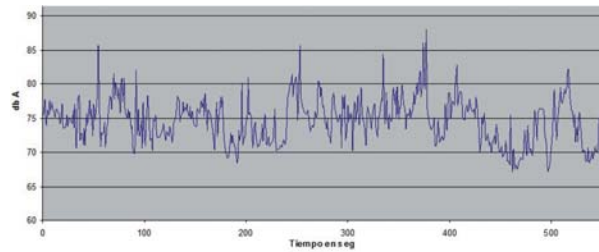


Fig. 10. Gráfica de nivel sonoro en dB(A) Vs. tiempo medida dentro de un camión con clima.

## VALIDACIÓN ESTADÍSTICA

Los datos de las dos muestras, que corresponden a camiones con y sin clima, se codificaron y procesaron con el paquete estadístico MINITAB<sup>14</sup> con el fin de probar su normalidad utilizando la opción de papel de probabilidad normal para un nivel de significancia del 5%, obteniéndose los resultados mostrados en las gráficas 11 y 12.

Dado que los puntos siguen aproximadamente una línea recta, se prueban que las distribuciones se pueden considerar de tipo normal con el 95% de confianza.

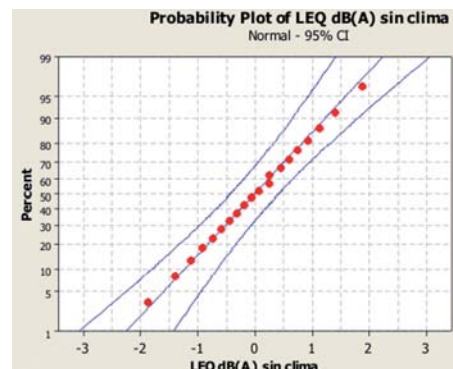


Fig. 11. Gráfica de probabilidad normal-datos no agrupados LEQ dB(A) sin clima.

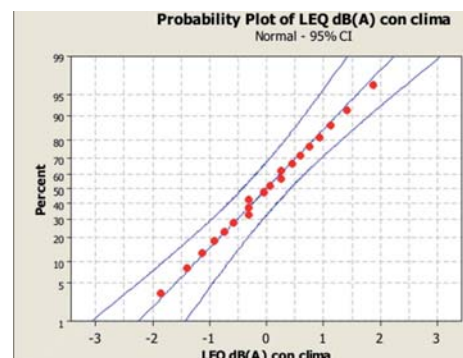


Fig. 12. Gráfica de probabilidad normal-datos no agrupados LEQ dB(A) con clima.

Utilizando la herramienta del paquete SPSS. Versión 8<sup>15</sup> para la prueba de igualdad de medias, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla VI.

En la prueba de Levene para igualdad de varianzas se obtiene una significancia de 0.04, que por ser menor de 0.05, implica que las varianzas son diferentes con 95% de confianza, por lo que se considera el valor de t para esta condición. Se puede observar que t es el mismo en ambos casos, por lo que tal diferencia es irrelevante para efectuar la prueba de igualdad de medias.

En la prueba t, el valor de 0.000, valor menor que 0.05 en la significancia (2 colas), permite afirmar con 95% de confianza que las medias de las muestras analizadas son diferentes, y que en efecto, los camiones sin clima son más ruidosos estadísticamente hablando.

### CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

Los niveles sonoros equivalentes del ruido medidos dentro de los camiones de transporte colectivo, sin clima, variaron entre 74.1 y 81.4 dB(A), con un valor promedio de 77.5 dB(A), mientras que los niveles sonoros equivalentes del ruido medidos dentro de los camiones con clima variaron entre 70.3 y 77.4 dB(A), con un valor promedio de 74.0 dB(A).

Estos resultados implican en primera instancia que el ruido que reciben los pasajeros en ambos casos es alto, esto considerando como referencia, en ausencia de una norma específica, los niveles máximos permisibles indicados por la norma

mexicana para el ruido en el ambiente producido por fuentes fijas, que son de 68 dB(A) para el día y de 65 dB para la noche.

La diferencia en cuanto al nivel sonoro equivalente entre ambos grupos de camiones en promedio fue de 3.5 decibeles menos en los camiones con aire acondicionado, lo que indica que estadísticamente, para condiciones reales típicas considerando los diferentes factores internos y externos de los camiones, hay ventaja acústica al utilizar los camiones climatizados, por lo que en general el confort acústico y las condiciones para la comunicación oral pueden ser mejores.

Sin embargo si se observa la diferencia del 11.1 dB(A) de los casos extremos, o sea: el camión climatizado más silencioso con respecto al camión no climatizado más ruidoso (en condiciones reales típicas), la diferencia es notable, lo que implicaría el tener que hablar fuerte en vez de normal para comunicarse, lo que a su vez incrementan aun más el ruido en el interior del camión.

Por otro lado es interesante notar que en condiciones de operación reales y típicas, la mejor circunstancia sin climatización resultó mejor que la peor en camiones climatizados, con diferencias de hasta -3.3 dB(A), lo cual se debe al efecto de contribuciones individuales de cada unidad relacionadas con el mantenimiento del camión o la presencia de fuentes sonoras tanto externas como internas con niveles sonoros que incrementan al ruido normal dentro de la cabina del camión.

Tabla VI. Pruebas de hipótesis de la diferencia de varianzas y medias.

		Prueba de Levene para igualdad de varianzas		Prueba para igualdar de medias						
		F	Sig.	t	G.L.	Sig. (2 colas)	Diferencia de medias	Diferencia de error estandar	95% Intervalo de la diferencia con 95% de confinaza	
									Inferior	Superior
LEQ	Para varianzas iguales	4.512	.040	5.170	38	.000	3.4350	.6644	2.090.01	4.7799
	Para varianzas diferentes			5.170	34.843	.000	3.4350	.6644	2.0860	4.7840



## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue posible gracias al apoyo del Grupo Lazcano que permitió la realización de las mediciones en unidades de transporte urbano de su empresa, al patrocinio de la FIME-UANL, y a la colaboración de: Joel Estrada Jasso, Laura Fabián Guevara, Néstor Ignacio Mosqueda, Ignacio Muñoz Madrigal y Heber Garmendia, alumnos de Servicio Social de la UANL.

## REFERENCIAS

1. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), México. Censo de población y vivienda 2010. <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=27302&s=est> Consultado noviembre de 2011.
2. The Weather Chanel. Clima Monterrey, México. Datos históricos agosto 2009, <http://espanol.weather.com/weather/almanacMonthly-Monterrey-MXNL0068> Consultada septiembre 2009.
3. Periódico Milenio online. 23 feb 2009. Transporte en Monterrey es caro y tardado. <http://impreso.milenio.com/node/8536091>
4. Tarifas del Transporte Público para el año 2011. Periódico Oficial del Estado de Nuevo León de fecha 3 de diciembre de 2010 <http://nl.gob.mx/?P=tarifas> Consultada noviembre 2011.
5. Bruno Sérgio Portela & Paulo Henrique Trombetta Zannin, Analysis of factors that influence noise levels inside urban buses, *Journal of Scientific & Industrial Research*. Vol. 69, September 2010, pp 684-687.
6. Paulo Henrique Trombetta Zannin, Fabiano B. Diniz, Clifton Giovanini, José A.C. Ferreira. Interior noise profiles of buses in Curitiba. *Transportation Research Part D* 8 (2003) pp 243-247.
7. Saman Hapuarachchi, D.C. Jayaratna, C. Kalansuriya & A.S. Pannila. Noise level survey inside the inter provincial buses in Sri Lanka. *Proceedings of the Technical Sessions*, 23 (2007) pp 35-40. Institute of Physics- Sri Lanka.
8. Stephen Dawson. Dangerous Noise Levels on School Buses?. *The School Bus*. <http://theschoolbus-jkraemer.blogspot.com/p/dangerous-noise-levels-on-school-buses.html>. Consultado marzo 2012.
9. Samir N. Y. Gereges (editor). *Ruído e vibrações veiculares*. 1a. edición, ISBN 85-87559-05-5. Ed. Universidade federal de Santa Catarina, Brasil, 2005.
10. H.G. Gibbs & T.H. Richards (editors) *Stress, vibration and noise analysis in vehicles*. ISBN 0-85334-642-9. Applied Science Publishers, London, 1975
11. Cyril M. Harris. *Handbook of acoustical measurements and noise control*. Mc Graw Hill. USA 1991.
12. CESVA. Manual de equipo SC310 y programa Capture Studio, versión 2.6.1. España.
13. SEMARNAT/DGN. Norma Oficial Mexican "Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición" NOM-081-SEMARNAT-1994.
14. John D. McKenzie Jr., Robert Goldman. *The Student Edition of MINITAB*, Addison-Wesley, USA 1998.
15. SPSS for Windows. Rel.8, Chicago: SPSS Inc 1997.