

RUIDO EN CENTRALES DE TRANSPORTE DE PASAJEROS

REFERENCIA PACS: 43.50.Gf

Beristáin, Sergio.

IMA, Instituto Mexicano de Acústica, Presidente; ESIME, IPN, Instituto Politécnico Nacional, Profesor Investigador.

P. O. Box 75805, 07300

México D. F. México.

Tel: (525) 682-2830.

Fax: (525) 523-4742.

E-Mail: sberista@hotmail.com; sberista@maya.esimez.ipn.mx

ABSTRACT

While cities grow up, a need for instalation of one or several passenger transportation centrals is established. As these centrals gather different services as taxis, urban, suburban and intercity buses with other ground and air transport systems, noise generated by vehicles adds to that produced by comerce and services developed around the central. This noise affects drivers, transport controlers, passengers and the community, with diverse exposure levels with a variety of periods of time, producing different effects, ranging from annoyance, through diminished efficiency, to auditory damage.

This risky condition is rather important, because for brief moments, and sometimes for long periods, excesive noise due to braking, starting and claxon noise can be detected

RESUMEN

Conforme crecen las ciudades, se establece la necesidad de instalar en uno o varios puntos centrales de transporte de pasajeros, que por sus características propias combinan el servicio de taxis individuales y colectivos con sistemas de transporte urbano, suburbano y/o foráneo, tanto aéreo como de superficie, con la consecuente generación de abundante ruido ambiente, el cual se suma al producido por otros servicios o comercios que se establecen en su vecindad, y que afecta a conductores, despachadores, pasajeros y a la comunidad, todos ellos con diversos grados de exposición y por ello con diferentes niveles de riesgo de molestia, disminución de eficiencia y/o daño auditivo.

Este riesgo puede ser significativo, ya que por momentos, y en ocasiones de manera prácticamente continua se pueden detectar niveles excesivos de ruido debidas a condiciones de frenado, arranque, claxon, etc.

INTRODUCCIÓN

En México, como en cualquier parte del mundo existen múltiples centrales para transporte de pasajeros, que constituyen puntos de cruce para miles de personas diariamente.

En la ciudad de México existen cuatro centrales para transporte foráneo, ubicada cada una en relación a los puntos cardinales y cercano a las salidas a las carreteras principales, y así comunicar a los habitantes de la ciudad con el resto del país de manera eficiente, reduciendo el tráfico vehicular en el interior de la ciudad, también hay más de diez centrales para transporte urbano y suburbano a base de transporte de superficie y/o tren subterráneo, y por lo menos una gran central foránea en cada ciudad del país, además de las centrales para transporte aéreo, ferrocarril, etc. en donde corresponda.

Estas centrales por sí solas constituyen un serio problema de ruido para la comunidad en donde son instaladas a causa del ruido y las vibraciones que los vehículos que proporcionan los distintos servicios generan a causa de su operación normal, pero además se convierten en grandes concentraciones para fines comerciales, típicamente pequeños comercios dedicados a la venta de alimentos, periódicos y revistas, discos, juguetes y obsequios, y en general toda clase de objetos pequeños, etc. de tal manera que la gente los pueda adquirir en su breve paso por la central. Muchos de estos pequeños comercios están instalados en sitios apropiados y de manera regular, pero muchos otros se instalan en forma totalmente aleatoria, y especialmente en las que concentran mayor número de pasajeros, el comercio fijo o móvil, rápidamente ocupa espacios para la venta de sus productos o servicios, estableciendo nuevos focos de contaminación por ruido además de otros desperdicios en grandes cantidades.

Uno de los objetivos de este proyecto fue el de evaluar las condiciones acústicas que suelen presentar este tipo de centrales de transporte de pasajeros, tanto para los pasajeros, como para las personas que ahí laboran, ya sea encargados de la operación normal de la central, como despachadores, personal de control, limpieza, etc. u operando alguno de los pequeños comercios mencionados. Entre ellas destaca por su importancia y volumen de pasajeros, una central ubicada al norte de la ciudad de México en donde se dan cita una gran cantidad de vehículos de diversas características, como son: automóviles de alquiler (taxis), camionetas y autobuses colectivos pequeños y grandes, para servicios urbanos y suburbanos (con capacidad de 20-150 pasajeros), tren subterráneo, etc. además de estar ubicada en una de las entradas de la ciudad con mayor afluencia de vehículos colectivos por estar cercana a una de las áreas más populosas de la zona metropolitana de la ciudad de México, por lo que requiere de una enorme fluidez para no generar grandes dificultades al tráfico vehicular en el área. Esto requiere de múltiples pasos vehiculares a diversos niveles, y en ocasiones con pendientes muy pronunciadas y curvas cerradas por motivos de espacio, en donde los vehículos se desplazan a baja velocidad, pero frecuentemente a máxima aceleración para remontar la pendiente, y con ello generando más ruido de lo normal. El exceso de vehículos también provoca que se abuse del claxon y de acelerones en punto muerto para llamar la atención, estableciendo por momentos (a veces muy prolongados), una impresionante cacofonía.

El tráfico vehicular asociado a la central produce una gran cantidad de ruido por la simple operación normal de la central, a causa de las características mecánicas de los vehículos, condición que resulta aumentada por las fluctuaciones del movimiento vehicular, la prisa perenne de pasajeros y conductores, estilos de manejo, etc. sin mencionar accidentes u otras complicaciones eventuales.

A causa de la enorme concentración y movimiento de gente en la central, a poco tiempo de su puesta en operación, se instaló una variedad de comercios tanto organizados como de tipo móvil o provisional, con venta de todo tipo de objetos, desde comida hasta libros, pasando por discos (con publicidad a base de reproducirlos a muy altos volúmenes), u otros objetos que producen sonido, con lo que el problema de ruido se incremento y diversifico notablemente, constituyendo no solo un problema de tipo ambiental, sino también de tipo laboral, afectando además en mayor medida a la comunidad en donde dicha central está ubicada.

Por todo lo anterior, se seleccionaron diversos puntos de medición de ruido debido a los vehículos, estacionados, en entradas y salidas, etc., pero también se seleccionó una serie de

puntos de medición en el interior del área de la central y en las zonas aledañas de la comunidad afectada.

Junto con el programa de las mediciones de ruido, se elaboró una encuesta para complementar la información relacionada con la evaluación de las condiciones de riesgo, molestia o daño, en ella se incluyeron preguntas considerando: a) los tiempos típicos de exposición al ruido, b) la opinión respecto al ruido de los encuestados. Y la muestra tomó en cuenta trabajadores, comerciantes y pasajeros.

En cuanto al fenómeno acústico, se evaluaron las características del ruido producido por las diversas partes del problema, determinando el L_{eq} , y los niveles por bandas de octava, basándose en normas mexicanas e internacionales aplicables a la evaluación de ruido ambiental e industrial ya que a la fecha no existe una norma mexicana o internacional aplicable a esta condición particular, para ello se seleccionaron puntos clave de acuerdo a las condiciones normales de operación

LAS CENTRALES DE TRANSPORTE

En México y en muchos otros países donde no están plenamente reguladas las características de las centrales de transporte, la actividad propia de la central se suele incrementar a causa del valor económico que representa la instalación de múltiples comercios en espacios muy reducidos, para tomar ventaja de la gran cantidad de gente que por ahí circula, constituyendo en muchos casos focos de contaminación de toda índole, como insectos, roedores, olores, desperdicios alimenticios, basura, etc. y desde luego Ruido. Por lo que respecta al ruido se pueden observar, gritos para publicitar lo que se vende, paso de carretillas y pequeños transportes de carga, reproducción de música de toda índole a altos niveles para que todos se enteren de su promoción, etc., lo que aunado al ruido vehicular y de despacho de salidas, provocan una cacofonía a veces intolerable. A causa de todo ello, se pueden producir los siguientes tipos reacciones: a) La del pasajero o del personal de entrega de mercancía que sólo permanecen en la central el tiempo necesario para su actividad, como subirse al vehículo que lo va a transportar (a veces haciendo una larga fila y esperando la salida de varios vehículos en la dirección que él requiere), y que éste inicie su marcha, o para entregar la mercancía en los locales correspondientes; b) la de los conductores que permanecen desde que arriban con pasaje, hasta que se les indica que deben iniciar un nuevo recorrido, ubicados casi todo el tiempo en el interior de su propio vehículo, en medio de muchos vehículos en movimiento; c) la del personal de despacho vehicular que ubicados directamente en los andenes, marcan la periodicidad de salidas de acuerdo a la hora del día, la afluencia de pasajeros y disponibilidad de vehículos; d) la de los comerciantes que quieren obtener en cada pasajero un cliente; e) la de los vecinos más cercanos a la central que pueden estar recibiendo el ruido el día entero, aun sin usar la central, y que especialmente en la noche, quisieran descansar. De esto se desprende que la estancia en la central de las diversas personas afectadas por el ruido fluctúa notablemente, variando desde unos pocos minutos hasta muchas horas.

En este caso, el estudio confirmó lo que se ha podido observar en muchos otros sitios donde se genera ruido, a saber, que de entre todas las personas afectadas por el ruido, las que menos se quejan de él, independientemente de la duración de la exposición, son los que tienen un interés económico en el fenómeno que produce el ruido, mientras que frecuentemente es el pasajero, aun con muy breves momentos de exposición, el que más quejas genera. Este fenómeno se define como *molestia*.

Entre las personas que más riesgo corren en estas situaciones, están los despachadores vehiculares, y los comerciantes ahí establecidos, que en muchos casos trabajan para sí mismos, sus familias o cooperativas comerciales o de transporte, por lo que normalmente no existe una estructura operativa que los oriente, eduque o proteja contra este u otros tipos de contaminación.

EVALUACIÓN DE RUIDO

A causa de que no existen normas específicas para la evaluación y control de ruido para este tipo de instalaciones, se tomaron como referencia, en primera instancia, las siguientes normas oficiales mexicanas: 1) NOM-081-ECOL-1995 *Determinación del Nivel Sonoro Emitido por Fuentes Fijas*, considerando por un lado a los vehículos estacionados y por el otro a toda el área de la central como una fuente fija (Nota: Cabe hacer notar que la definición oficial de fuente fija en la norma mencionada, hace referencia a la instalación de cualquier condición ruidosa en el predio de una persona o empresa, y en este caso no se trata de una persona o empresa, sino de un conglomerado de personas y empresas, sin designación de una responsabilidad definida en cuanto a los contaminantes que generan, y mucho menos a la mezcla de contaminantes emitidos por todas ellas), 2) NOM-080-STPS-1993 *Evaluación de Ruido, Determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente al que se Exponen los Trabajadores en los Centros de Trabajo*, 3) NOM-011-STPS-1993 *Relativa a las Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se genere Ruido*, para la determinación de la exposición a ruido por parte del personal de central y comerciantes (Nota: Estas normas regulan las responsabilidades de los patrones y sus empleados en sitios donde se produce ruido, aquí la problemática estriba en que no hay un patrón y sus trabajadores, ya que como se mencionó, la mayoría de la gente ahí reunida trabaja para sí misma).

Al inicio de las pruebas se realizó un sondeo para determinar los puntos más convenientes para efectuar los análisis completos, encontrando un gran número de puntos interesantes por la magnitud que representan, sin embargo un buen número de ellos tuvieron que ser descartados a causa de las complicaciones y riesgos que representaba evaluarlos. Entre las condiciones que orillaron a estos se tiene: las condiciones físicas del lugar; en ciertas zonas muy ruidosas, había mucha gente circulando, pero su estancia era sólo momentánea; en otras, el flujo de personas era tal que impedía realizar la prueba sin riesgo para el equipo o el ingeniero encargado de la medición; en otros puntos, los comerciantes reducían el nivel de ruido que producían durante la prueba, posiblemente por temor a una sanción; etc. Entre los puntos seleccionados para la evaluación definitiva de ruido destacan: a) la entrada vehicular principal a la central; b) inicio del paso a desnivel (puente), de la salida principal; c) algunas calles aledañas; d) puntos de despacho y arranque de las unidades; e) interior de la central y área comercial.

Las pruebas se realizaron en tres horarios diferentes a lo largo del día (dos en horario pico y una diferente), mismas que fueron repetidas a lo largo de una semana para observar su fluctuación o consistencia.

Para el muestreo de la zona se usó un sonómetro de precisión Tipo 2 con capacidad de realizar lecturas en dB (A) solamente, mientras que para las lecturas detalladas de la prueba de acuerdo a las normas de referencia, se empleó un sonómetro de precisión Tipo 1 con curvas de ponderación A, C y Lin, con anilizador por bandas de octava con respuesta lineal, y con la posibilidad de medir los niveles percentiles (10, 50 y 90), y calibrador de nivel sonoro con nivel de 114 dB para verificar la respuesta del instrumento antes y después de cada periodo de medición.

RESULTADOS

Mediciones de acuerdo a las normas.

Una vez realizadas las mediciones en cada punto, se calculó para cada uno de ellos, el Nivel Equivalente de acuerdo a la norma, encontrándose valores en el rango de 82 dB (A) a 97 dB (A), dependiendo del punto de medición, de la hora y del día de la semana. Por lo que respecta al ruido de vehículos, el nivel más alto se presentó en el inicio de la pendiente del paso a desnivel de salida, mientras que el más bajo, ocurrió en la entrada principal de la central.

Estos resultados eran esperados, ya que como se mencionó, a la salida de la central por el paso a desnivel, los vehículos suelen acelerar en forma significativa, mientras que a la entrada, se acercan a gran velocidad, y por lo menos durante los diversos periodos de prueba no hubo congestiones en este punto.

Los días más ruidosos fueron; por la mañana, el martes y el viernes, y por la tarde, el miércoles. Por el momento no hay una explicación definitiva para esta condición, especialmente porque se observaron diferencias superiores a los 5 dB en el valor promedio (L_{eq}), sin embargo puede hacerse notar que en general el momento más ruidoso ocurre las tardes de viernes de quincena, a causa del incremento de movimiento de pasajeros y por lo tanto de vehículos (Nota: Durante esta evaluación se omitió el día mencionado por razones de seguridad).

Por lo que respecta al ruido hacia la comunidad, se encontró que en las calles y avenidas adyacentes a la central, los niveles se establecen en los periodos medidos en el rango de 82 a 85 dB (A), mientras que el valor ponderado para 24 Hs. resulta de alrededor de 74 dB (A). Por otro lado, en las calles de la colonia dedicadas para habitación, en un perímetro de 200 - 250 m. desde el lindero de la estación, el nivel equivalente máximo detectado fue de 70 dB (A), y en general, inferior a 65 dB (A). Como era de esperarse, los mayores niveles de ruido se detectaron por la tarde. El hecho de que afortunadamente para la comunidad en general, los niveles aunque altos no son excesivos, se debe en parte a que el área dedicada a la central es amplia y abierta, con construcciones de uno o dos niveles, reduciendo el ruido por distancia e incidencia rasante y con poca posibilidad de reflexiones importantes, y sin edificios habitacionales que reciban el ruido directo sin atenuación, sin embargo, las casas habitación y una clínica ubicadas en las calles adyacentes, si reciben niveles de ruido por encima de los permitidos por la norma de Ecología empleada, que limita a 68 dB (A) durante el día (06:00 a 22:00 Hs), y a 65 dB (A) durante la noche, y ello en el lindero de la fuente de ruido, no en el lindero de la zona afectada, a menos que ellos coincidan.

Análisis de frecuencia

En el análisis espectral por octavas, las bandas de frecuencia que mostraron los niveles más altos fueron las de 125 Hz (107 dB), 250 Hz (105 dB), 500 Hz (100 dB), y 2,000 Hz (95 dB), siendo los niveles de las primeras bandas debidos fundamentalmente al ruido de los motores, los cuales, por las características descritas al principio, son de muy diversos tamaños; mientras que el ruido en la banda de 2,000 fue efecto de frenadas, condiciones de las carrocerías de los vehículos y al sonido de claxons, esto último fue más notorio en los puntos de llegada al estacionamiento de la central (término del viaje), y en los puntos de salida de la central (con o sin pendiente), al intentar adelantarse a otros vehículos por efecto de la prisa.

A partir de estos resultados se observa que la probabilidad de molestia en las personas directamente afectadas, es muy alta, tanto por nivel del ruido, como por su contenido de frecuencia.

Cálculos adicionales.

Además de las pruebas realizadas de acuerdo a los criterios de las normas utilizadas como referencia, y del análisis de frecuencia, se optó por determinar otros parámetros, de empleo local e internacional, a partir de las lecturas obtenidas con el sonómetro empleado, con el objeto de apreciar la problemática desde diversos puntos de vista. Por ejemplo, para el ruido de tráfico vehicular se calcularon los siguientes índices:

a) Índice de Ruido de Tráfico TNI de acuerdo a la fórmula:

$$TNI = 4(N_{10} - N_{90}) + N_{90} - 30$$

b) Nivel de Contaminación por Ruido L_{NP} , definido en la norma oficial mexicana, NOM-081-ECOL-1995 por:

$$L_{NP} = L_{eq} + R\sigma$$

$$R = 2.56$$

$$\sigma = (N_{10} - N_{50})/1.2817$$

El cálculo del TNI proporcionó valores entre 120 y 175 dB para los puntos directamente relacionados con la central, ya que aunque sea por breves momentos, los niveles de ruido bajan significativamente, pero también alcanzan niveles muy altos, como puede verse en los resultados del Leq, y de sólo 80 a 105 dB para los puntos ubicados en la comunidad en las calles cercanas pero no adyacentes a la central, lo que indica claramente una enorme variación del nivel de ruido en el primer caso, mientras que en el segundo, el nivel de ruido tiende a ser más uniforme con el tiempo, lógicamente, en este caso, el nivel de ruido resulta afectado por otras fuentes de ruido que podrían identificarse como locales.

El L_{NP} alcanzó valores entre 90 y 120 dB en el interior de la central y de 65 a 95 dB en los mismos puntos de la comunidad, mostrando que la contaminación de ruido expresada en estos términos, depende un poco más del nivel del ruido (energía promedio), que de su fluctuación con el tiempo (fluctuación y energía máxima), ya que la contaminación resultó mayor para TNI de 105 dB (ruido más uniforme), que para TNI de 120 dB (ruido con mayores variaciones). Esta condición coincide con la opinión expresada por la comunidad (en la encuesta), que mostró que a mayor nivel global de ruido, la molestia es mayor aun con una fluctuación de nivel pronunciada.

Encuesta.

Por último, la encuesta mostró que el 70 % permanece en el área de la central entre 15 min. y 1 Hr; el 10 % entre 1 y 5 Hs; y el 20 % restante, por más de 5 Hs. Este resultado está afectado por el hecho de que resultaba más difícil encuestar a pasajeros que se desplazaban con prisa por el lugar, que a aquellas personas que permanecen más tiempo ahí, pero aunque la cantidad de gente altamente afectada por el ruido de la central sea menor que el de esta estadística, a causa de los valores encontrados, es importante buscar una solución al problema.

El ruido resultó muy molesto para el 85 % de los encuestados en el área de la central, siendo totalmente indiferente para el restante 15 %. Nadie lo clasificó como agradable o aceptable. Sin embargo, respecto a la sonoridad, el 88 % consideró que el nivel de ruido es muy elevado, el 10 % como alto, y el 2 % restante, como de poca amplitud, observándose poca variación en la respuesta subjetiva.. Comparando los resultados de la encuesta en cuanto a molestia, pero tomando en cuenta sólo las de gente de la comunidad y gente que de una u otra manera trabaja en la central, o sea aquella que de alguna manera está expuesta durante más tiempo al estímulo del ruido, se encontró que para la comunidad resulta más molesto el ruido, aun a niveles bajos que para los trabajadores, lo que se explica claramente, entre otros factores por el hecho de que la gente que trabaja en la central tiene un incentivo económico, y la comunidad, no.

CONCLUSIONES

Este problema no es exclusivo de esta central, ya que condiciones semejantes se han observado en otras centrales con la misma función y características similares en cuanto a diversidad de servicios, aunque en diferente proporción, se acuerdo al tamaño e importancia de la central.

Se observaron concentraciones de vehículos especialmente en las salidas de la central, con uso excesivo del claxon, además muchos de los vehículos permanecen con el motor encendido por periodos prolongados estando estacionados, y arbitrariamente se detienen obstruyendo el paso de otros vehículos, complicando la circulación, lo que incrementa el ruido innecesariamente. Entre la gente que ahí trabaja, se observa que tienden a elevar su nivel de voz, y hacen sus comerciales o escuchan sus equipos de sonido a volumen muy alto, además de mostrar agresividad. Esto implica que se requiere, además de control, una campaña de educación en aspectos relacionados con ruido (y otros contaminantes).

Se han empezado a sugerir ideas para la elaboración de una norma específica para este tipo de problema, misma que debe abarcar no sólo los aspectos relacionados con el ruido, sino con otro tipo de contaminantes que se producen simultáneamente.

BIBLIOGRAFÍA

- Harris C. M. *Handbook of Acoustical Measurements*. Third Ed. ASA. 1999 (1991).
Beranek L. L., *Acoustical Measurements*. ASA, 1989 (1948).
Soriano C., *Evaluación de Ruido Ambiental en el Paradero de Indios Verdes*. Tesis, ESIME, IPN, 1996.
Normas Oficiales Mexicanas y recomendaciones internacionales.