

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS NIVELES DE RUIDO PRESENTES EN ÁREAS DE DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE CORDOBA

**Raúl A. Bodoira^a, Jorge A. Perez Villalobo^{a,b}, Horacio H. Contrera^a, Elías A. Cáceres
Mendoza^a y María A. Hinalaf^{a,c}**

^a*Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, CINTRA, Unidad Asociada del CONICET, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, X5016ZAA Córdoba, Argentina, jorgeperezvillalobo@gmail.com, <http://www.investigacion.frc.utn.edu.ar/cintra>*

^b*Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, X5016ZAA Córdoba, Argentina, <http://www.institucional.frc.utn.edu.ar/civil/>*

^c*Escuela de Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Enrique Barros s/n, X5016ZAA Córdoba, Argentina, <http://www.fono.fcm.unc.edu.ar>*

Palabras clave: contaminación acústica – niveles sonoros in situ – ruido de tránsito.

Resumen. El ruido producto del tránsito rodado es la principal fuente de contaminación acústica en los grandes centros urbanos. La exposición por parte de los individuos a elevados niveles de ruido, de manera sostenida en el tiempo, provoca no solo la pérdida de la capacidad auditiva, sino también un deterioro general de la calidad de vida. La elaboración de planes de acción, tendientes a reducir estos niveles, requiere en primera instancia de información acerca de la realidad acústica del lugar, lo cual motiva la realización de mediciones de los niveles sonoros. En el presente trabajo se desarrolla un análisis comparativo de los niveles de ruido relevados in situ en tres diferentes zonas de la ciudad de Córdoba (Argentina), las cuales presentan distintas características de uso.

1 INTRODUCCION

La contaminación sonora es actualmente reconocida como uno de los mayores problemas ambientales que afectan la calidad de vida en centros urbanos. Siendo el tráfico vehicular la principal fuente de generación de ruido en estas áreas (Zannin et al. 2001). Esto es consecuencia del incremento del número de vehículos circulantes, lo cual a pesar de los avances tecnológicos en materia automotriz tendientes a lograr menores emisiones de ruido, los niveles de polución acústica se mantienen igualmente elevados.

Los efectos de la contaminación sonora sobre la salud de los individuos, son estudiados en trabajos tales como Chowdhury (2016), donde se mencionan efectos tanto fisiológicos como psicológicos. Entre los primeros podemos citar, el deterioro generalizado del sistema auditivo, y afecciones al sistema cardiovascular, hallándose una relación directa entre la exposición a niveles de ruido elevados, con el incremento de probabilidad de desarrollar cardiopatía isquémica (Vienneau et al. 2015). Por otra parte, respecto de los efectos psicológicos, puede mencionarse un mayor grado de irritabilidad, incremento en los niveles de stress, falta de concentración y dificultad en conciliar el sueño o inclusive disrupción del mismo (Evans et al. 1995).

Ante esta problemática actual, debe intentarse disminuir los niveles de ruido presentes en zonas altamente contaminadas, así como preservar aquellas poco contaminadas (Finegold et al. 2003). La caracterización acústica de diferentes zonas de una ciudad y la evaluación de los niveles sonoros que se presentan en estas, requieren en primera instancia de la medición de los distintos parámetros acústicos. La distribución de los niveles de ruido en un área tendrá relación directa con el comportamiento y composición del tráfico vehicular, siendo consecuencia del tipo de uso o actividad que se desarrolle en el sector (Matas et al. 2014).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos de las mediciones in situ de niveles sonoros en horario diurno, efectuadas en tres zonas diferentes de la Ciudad de Córdoba (Argentina), donde se identifican distintos tipos de actividades.

2 ZONAS DE ESTUDIO

Los sectores analizados se describen a continuación:

2.1 Barrio Juniors

El área abarca una superficie de 0,83 km², encontrándose la misma limitada por las siguientes arterias: Av. Intendente Mestre, Rosario de Santa Fe y Larrea (ver Figura 1). La elección de la misma fue motivada por tratarse de una zona con un elevado número de unidades habitacionales con predominio de uso residencial, siendo la mayoría de las edificaciones de hasta dos plantas. Una excepción a esto es la calle Rosario de Santa Fe (límite norte del barrio), la cual presenta una incipiente actividad comercial y posee edificaciones en altura de hasta ocho plantas. En el sector, la población es de 6521 habitantes, según Censo Nacional (2010).

En cuanto al comportamiento del flujo vehicular, las calles interiores son utilizadas mayormente por los habitantes de la zona como acceso/egreso de sus viviendas, presentando en su mayoría la circulación de vehículos livianos con velocidades entre 20 y 40 km/h. Además se registran escasos recorridos del transporte público de pasajeros.

Por otro lado, en la zona correspondiente a las arterias periféricas, el flujo vehicular se compone de vehículos tanto livianos (motocicletas y automóviles) como pesados (autobuses y camiones), hallándose velocidades de entre 40 y 60 km/h y caracterizándose por ser continuo y sostenido en el tiempo.



Figura 1: Puntos de medición en Barrio Juniors.

2.2 Barrio General Paz

Esta zona de análisis abarcó concretamente los barrios General Paz, Bajo General Paz y Patria, debido a la proximidad de los mismos y la posibilidad de considerar su análisis en conjunto.

El sector se caracteriza históricamente por ser residencial, aunque actualmente determinadas zonas (central-oeste), y más precisamente sobre las arterias: Rosario de Santa Fe, 25 de Mayo, Esquiú, Roma, Av. Sarmiento y Av. 24 de Septiembre, muestran una destacada actividad comercial, lo cual se combina con una elevada cantidad de edificaciones en altura –de hasta nueve plantas– de uso residencial. Por otra parte, la zona este/sureste, presenta edificaciones por lo general de hasta dos plantas, y la misma puede clasificarse como netamente residencial (ver [Figura 2](#)), a excepción de Av. Patria donde existen edificaciones de mayor altura y marcada presencia comercial.

La mayor circulación vehicular de toda la zona se registra sobre Av. Intendente Mestre, Av. Patria, Av. Sarmiento, Av. 24 de Septiembre y Roma.

La superficie total del sector es de 1,5 km², con una población de 12537 habitantes, según los datos informados por el [Censo Nacional \(2010\)](#).

Es importante destacar la presencia en la región centro-norte de numerosos centros de salud de gran envergadura, que aportan al flujo vehicular que concurre a este sector, incluyendo varias líneas de transporte público.



Figura 2: Distribución de los puntos en Barrio General Paz.

2.3 Microcentro

Se caracteriza por una muy importante actividad comercial y presenta además gran cantidad de edificios de varias plantas utilizadas como unidades habitacionales y oficinas. A la vez de ser un sector altamente concurrido en horario comercial, la población que reside allí resulta igualmente considerable, registrándose 28200 habitantes según [Censo Nacional \(2010\)](#). El sector se encuentra limitado perimetralmente por las siguientes calles: Av. Humberto Primo–Av. Sarmiento, Av. Maipú–Bv. Chacabuco, Bv. Arturo Illia–Bv. San Juan y Av. Marcelo T. de Alvear–Av. Figueroa Alcorta, abarcando una superficie de 1,3 km² (ver [Figura 3](#)).

La composición del tránsito en la zona es variada, abarcando desde vehículos livianos de diversa índole, hasta vehículos pesados (para aprovisionamiento de locales comerciales), sumado a que prácticamente la totalidad de las líneas del transporte público de pasajeros atraviesan este sector.

La densidad de tráfico es elevada en la franja horaria comprendida entre las 8:00 y 20:00 hs, durante el cual el flujo es sostenido. Se destaca la presencia de gran cantidad de esquinas semaforizadas.



Figura 3: Puntos de medición sobre el Microcentro de la Ciudad de Córdoba.

3 METODOLOGIA DE LAS MEDICIONES

3.1 Distribución de los puntos de medición

Para el relevamiento de niveles sonoros se propuso un cierto número de puntos de medición sobre cada área de estudio (ver [Tabla 1](#)).

La distribución se realizó siguiendo un proceso determinístico ([Safeer, 1973](#)), es decir, con un conocimiento previo de la zona se diagramó una grilla de puntos que fuese lo más representativa posible de la realidad acústica del lugar. La ubicación de estos se efectuó a mitad de cada cuadra, evitando estar próximos a paradas de colectivos y semáforos. De este modo se minimizó las contribuciones al nivel de ruido relevado debido a las aceleraciones/frenadas bruscas.

Zona	Cantidad de puntos
Barrio Juniors	56
Barrio General Paz	48
Microcentro	50

Tabla 1: Cantidad de puntos distribuidos en cada zona.

3.2 Instrumental y procedimiento de medida

Se relevó en cada punto de medición propuesto, el nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A (L_{Aeq}). Las mediciones fueron realizadas utilizando un medidor de nivel sonoro Clase 1 (Brüel & Kjaer 2270), trazable con patrones internacionales.

El equipo fue ubicado a una distancia de 0,20 m desde el cordón de la vereda, a una altura de 1,5 m desde el nivel del piso, evitando la proximidad a las fachadas de las edificaciones, y de esta forma minimizando la influencia de las reflexiones en los niveles relevados.

Las mediciones consistieron en un registro de 15 minutos en cada punto, y fueron efectuadas en la banda horaria comprendida entre las 10:00 y 18:00 hs, es decir dentro del denominado horario diurno, según Norma IRAM 4062:2016.

También fueron registradas la cantidad, composición y velocidad media del flujo vehicular presente en cada punto de medición durante el intervalo de observación, agrupando los vehículos en dos categorías: vehículos livianos (motocicletas y automóviles) y vehículos pesados (autobuses y camiones). Esta información no fue analizada en el presente estudio, pero si en trabajos anteriores (Contrera et al. 2015; Perez Villalobo et al. 2016a, b).

4 RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Distribución de niveles sonoros



Figura 4: Valores de niveles sonoros (L_{Aeq}) en Barrio Juniors.



Figura 5: Valores de niveles sonoros (LA_{eq}) en Barrio General Paz.

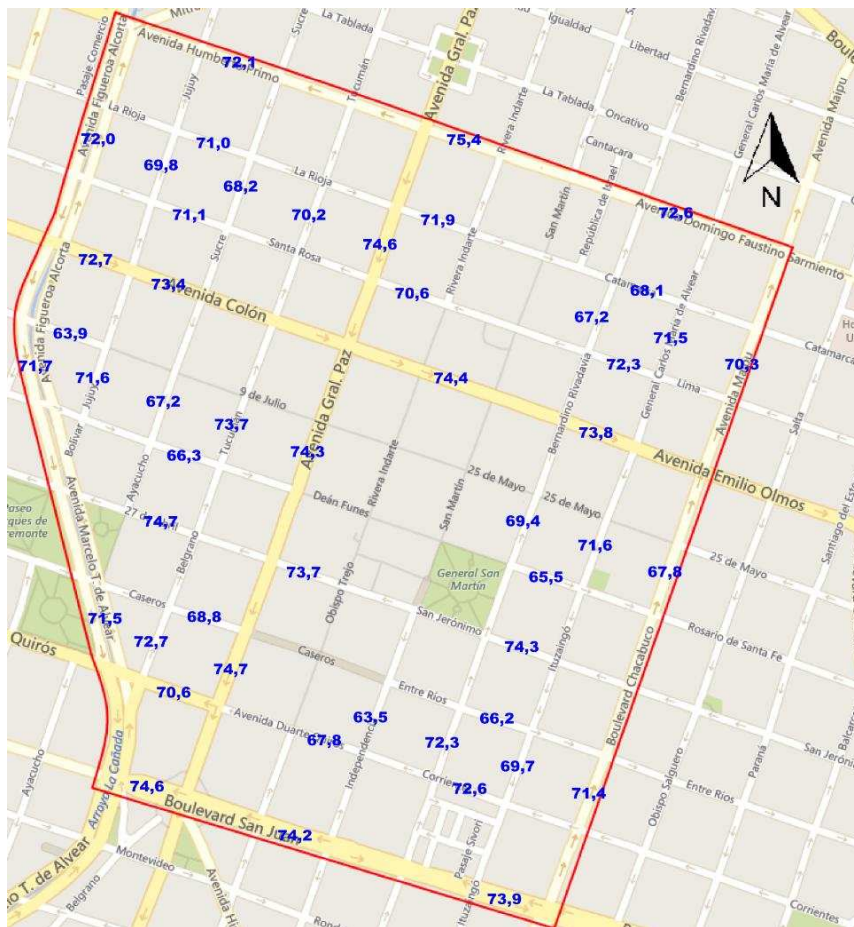


Figura 6: Valores de niveles sonoros (LA_{eq}) en Microcentro.

4.2 Histogramas

A continuación se presentan un conjunto de gráficos correspondientes a los histogramas representativos de los porcentajes de puntos versus sus niveles sonoros, para cada una de las zonas analizadas.

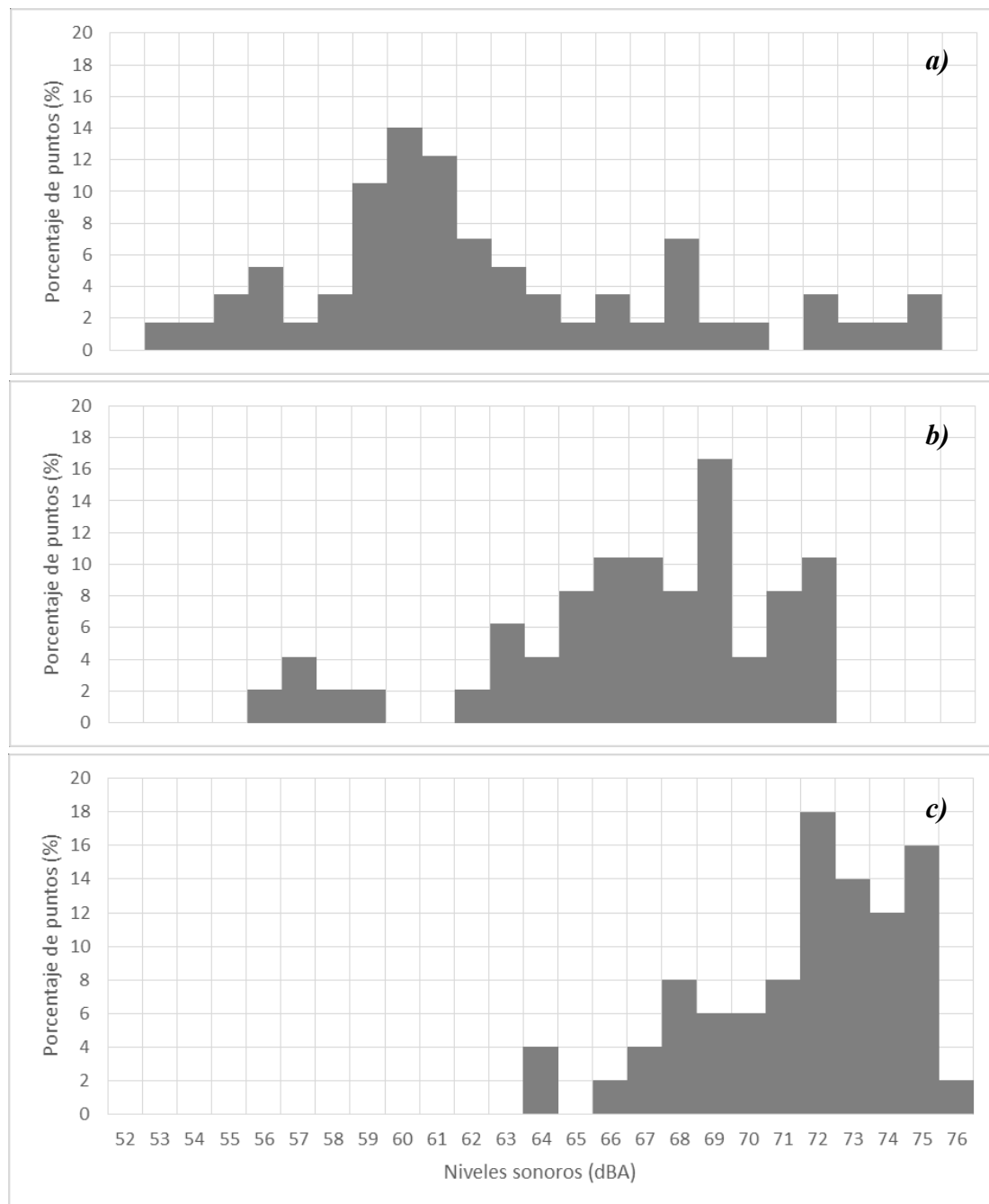


Figura 7: Histogramas de niveles sonoros; a) Barrio Juniors, b) Barrio General Paz y c) Microcentro.

El primer histograma de la Figura 7, corresponde a Barrio Juniors. Del análisis de este conjuntamente con el mapa de niveles sonoros (Figura 4), se infiere que la zona está claramente dividida en dos sectores, uno correspondiente a la periferia, donde se encuentran arterias con un intenso tráfico vehicular con niveles sonoros comprendidos entre 68 y 75 dBA, representando el 21 % de los puntos de esta zona. Y por otra parte, el sector interior del barrio

presenta una distribución espacial homogénea de sus niveles, siendo en todos los casos inferiores a 68 dBA. El 65 % de los puntos presentan niveles comprendidos entre 57 y 67 dBA.

En el histograma correspondiente a Barrio General Paz, se observa que el 23 % de los puntos, presentan niveles superiores a 70 dBA (y hasta 72 dBA), estando estos puntos ubicados sobre avenidas, ver [Figura 5](#). En tanto que el 67 % de los puntos presenta niveles comprendidos entre 60 y 69 dBA, representando gran parte de las calles no catalogadas como avenidas. El 10 % restante de los puntos, registran niveles comprendidos entre 56 y 59 dBA, localizándose en el sector sureste de la zona (netamente residencial con edificaciones de hasta dos plantas y muy escaso tránsito).

Finalmente considerando el histograma del Microcentro de la ciudad y su mapa de niveles ([Figura 6](#)), se observa que en un rango de 10 dBA (66 a 76 dBA) se concentra el 96 % de los puntos relevados. La zona se caracteriza por la presencia de niveles elevados de ruido, encontrándose que el 76 % de los puntos supera los 70 dBA, localizados principalmente sobre avenidas, bulevares y dos arterias particulares donde convergen gran parte de los recorridos del transporte urbano de pasajeros (San Jerónimo-27 de Abril y Belgrano-Tucumán).

Analizando el total de puntos relevados en este estudio se obtiene que el 62,3 % se encuentra por encima de los 65 dBA. De acuerdo a [Babisch et al. 2005](#), la exposición a niveles sonoros diurnos de 65 dBA, aumenta un 20 % el riesgo de sufrir un ataque cardíaco. Asimismo, debe considerarse que el 97,4 % del total de puntos exceden los 55 dBA, que según valores guía de la Organización Mundial de la Salud ([WHO 2009](#)), provocan molestias acentuadas en los individuos durante el horario diurno.

5 CONCLUSIONES

En general puede concluirse que existe una estrecha relación entre los niveles sonoros registrados y el tipo de uso de cada zona. En el primer sector –Barrio Juniors, predominantemente residencial– los niveles sonoros relevados abarcan un amplio rango comprendido entre un valor mínimo de 53 dBA y un máximo de 75 dBA, no obstante el mayor porcentaje de puntos se encuentra entre 57 y 67 dBA. Destacándose que el nivel promedio en este barrio es de 62,1 dBA.

El sector correspondiente a Barrio General Paz presenta niveles relativamente más altos, si bien el tipo de uso de esta zona es también residencial, debe destacarse una mayor densidad poblacional, circulación vehicular y actividad comercial (respecto a Barrio Juniors). Se observa que el mayor porcentaje de valores medidos están comprendidos entre 60 y 69 dBA, con un nivel sonoro promedio de 66,1 dBA.

En la zona del Microcentro de la ciudad (predominancia comercial con alta densidad poblacional y flujo vehicular), se visualiza un rango más acotado de niveles sonoros que en los casos anteriores, sin embargo los valores son más elevados (el 96% de los puntos se encuentra por encima de los 66 dBA), siendo el nivel promedio de 71,1 dBA.

Asimismo, del análisis global de las tres zonas puede destacarse que, la gran mayoría de los puntos situados en las avenidas presentan niveles sonoros que exceden los 70 dBA. Pudiendo provocar deterioro auditivo, si la exposición es prolongada en el tiempo ([WHO 2009](#)).

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido posible gracias al apoyo de la Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado (SCTyP) de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), el CINTRA (UA del CONICET) de la UTN-Facultad Regional Córdoba y el Departamento de Ingeniería Civil de

la UTN-Facultad Regional Córdoba.

REFERENCIAS

- Zannin, P., Diniz, F., Calixto, A., Barbosa, W., Environmental noise pollution in residential areas of the city of Curitiba. *Acustica*, 87:625–628, 2001.
- Chowdhury, I., Scenario of traffic noise pollution and its impact on human health: an empirical case study of Kolkata city. *International Journal of Current Research*, 8:33744–33750, 2016.
- Vienneau, D., Schindler, C., Perez, L., Probst-Hensch, N., Roosli, M., The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a meta-analysis. *Environmental Research*, 138:375–380, 2015.
- Evans, G., Hygge, s., Bullinger, M., Chronic noise and psychological stress. *Psychological Science*, 6:333–338, 1995.
- Finegold, L., Finegold, M., Updating the U.S. environmental noise management strategy. *Noise Control Engineering Journal*, 51:155–159, 2003.
- Matas, S., Bru de Sala, E., Recasens, F., Simulación acústica versus medición in situ. 45° Congreso Español de Acústica, 2014.
- Censo Argentina. *Resultados definitivos*. Disponible en: www.indec.gov.ar, 2010.
- Safeer, H., Community noise levels – A statistical phenomenon. *Journal of Sound and Vibration*, 26:489–502, 1973.
- IRAM 4062. *Ruidos molestos al vecindario. Método de medición y clasificación*. Argentina, 2016.
- Contrera, H., Perez Villalobo, J., Bodoira, R., Cáceres, E., Estudio de la contaminación sonora por ruido de tránsito en zona residencial de la ciudad de Córdoba. *XIII Congreso Argentino de Acústica*, 2015.
- Perez Villalobo, J., Contrera, H., Bodoira, R., Cáceres, E., Hinalaf, M., Serra, M., Characterization of noise pollution in downtown of Cordoba city. *Proceedings XXII International Congress on Acoustics ICA 2016 – X Congreso Iberoamericano de Acústica FIA 2016*, 311, 2016.
- Perez Villalobo, J., Contrera, H., Bodoira, R., Cáceres, E., Hinalaf, M., Kogan, P., Contrastación de mapas de ruido mediante software de predicción acústica a partir de niveles sonoros relevados in situ vs. datos del flujo vehicular. *Mecánica Computacional*, 34:427–438, 2016.
- Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N., Ising, H., Traffic Noise and Risk of Myocardial Infarction. *Epidemiology*, 16:33–40, 2005.
- World Health Organization (WHO). *Night Noise Guidelines for Europe*. World Health Organization, 2009.