



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A224

Avances de las investigaciones interdisciplinarias sobre contaminación sonora en la ciudad de Córdoba

Ana María Verzini, Mario R. Serra, Aldo H. Ortiz Skarp, Yanina I. Petiti, Jorge R. Lorenzo,
Duilio A. Maza, Flavia Roso, Carolina Jorge, Christian Henin, Eduardo López Pereyra,
Oscar Fiore

Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, Facultad Regional Córdoba, Universidad
Tecnológica Nacional. M. M. López esq. Cruz Roja Argentina, Córdoba, Argentina. E-mail:
averzini@scdt.frc.utn.edu.ar

Abstract

Following previous interdisciplinary researches about noise pollution, carried out in Córdoba City, the aims of the present work are to make a map of noise of the more hazardous places of the City and the effects of that pollutant on its inhabitants. The software CADNA A is being used to build the map of noise and a questionnaire is being applied to ask people about their sociodemographic, personal, situational and environmental characteristics, as well as their opinions about noise and its consequences on their daily activities. A preliminary map of noise made with short duration measurements, and the results of the answers to 71 questionnaires carried out down town, are presented. These first results show that residents assume that noise causes annoyance and interferences in several aspects of their life. Differences between levels in dBA and dBC measured show the presence of high levels of low frequencies.

Resumen

Continuando con investigaciones interdisciplinarias previas sobre contaminación sonora en la Ciudad de Córdoba, el presente trabajo tiene como objetivo realizar un mapa de ruido en las zonas de mayor riesgo y los efectos de ese tipo de contaminación sobre sus habitantes. El CADNA A se está utilizando para realizar el mapa de ruido y un cuestionario para indagar sobre características sociodemográficas, personales, situacionales y ambientales de los residentes, además de sus opiniones sobre el ruido y las consecuencias sobre sus actividades cotidianas. Se presenta un mapa de ruido preliminar realizado con mediciones de corta duración en el microcentro, así como los primeros resultados de las respuestas a 71 cuestionarios. Ellos indicarían que los residentes están expuestos a altos niveles de ruido que les producen molestia e interacciones en varios aspectos de su vida cotidiana. Las diferencias entre dBA y dBC demuestran la presencia de componentes de bajas frecuencias con altos niveles sonoros.

1 Introducción

La contaminación ambiental se refiere a la presencia en el medio ambiente de uno o más agentes físicos, que individualmente o combinados entre sí, perjudican o molestan la vida, salud y el bienestar humano, flora y fauna, o degradan la calidad del aire, del agua, de la

tierra, de los bienes, de los recursos de la nación en general o de particulares. Un agente es contaminante cuando el medio no tiene la suficiente capacidad para eliminarlo.

La contaminación sonora es definida como el incremento significativo de los niveles de ruido en el medio ambiente. Sin embargo, un sonido asume el valor de ruido no sólo por sus específicas características acústicas, sino también por su interferencia en factores inherentes al sujeto oyente o a su quehacer habitual.

Las propiedades de un ambiente pueden ser evaluadas tanto objetiva como subjetivamente ya que las diferencias entre los individuos hacen que no existan condiciones ideales para todos. No obstante, existen normas y recomendaciones con respecto a las condiciones que se consideran aceptables para la mayor parte de los individuos.

El ruido es considerado productor de estrés y las bajas frecuencias, estresores de fondo. La escasa o casi nula absorción de estas frecuencias por parte de los materiales absorbentes sonoros y por la atmósfera, hacen se propaguen a grandes distancias siendo sus rasgos fundamentales la intrusividad y omnipresencia. Los investigadores acuerdan en que producen molestia y en que hay diversidad en las respuestas (Verzini, 1999). Por otra parte, los umbrales auditivos medidos por diferentes investigadores en los rangos de muy bajas (Berglund y cols., 1996; Verzini, 1997) demuestra la necesidad de que sean considerados.

Los resultados de las investigaciones interdisciplinarias realizadas previamente sobre los efectos que causa la contaminación sonora en la ciudad de Córdoba (Serra y cols. 1992, Verzini y cols., 1995), evidenciaron la presencia de altos niveles de ruidos que producían diversas reacciones e interferencias en los residentes, así como la presencia niveles importantes en componentes en bajas frecuencias (Verzini y cols., 2002.)

Continuando con esa línea de investigación, se está llevando a cabo un estudio interdisciplinario de campo cuyos objetivos generales son: 1) Estudiar la contaminación sonora en la ciudad de Córdoba tanto desde la perspectiva física como psicosocial, y 2) Releva un mapa de ruido de las zonas de mayor riesgo

En esta primera etapa, los objetivos específicos son: 1) Realizar una primera aproximación a un mapa de ruido del casco céntrico de la Ciudad; 2) Evaluar la presencia de bajas frecuencias y su contribución a la contaminación sonora; 3) Indagar sobre los efectos de los distintos tipos de ruidos sobre los habitantes de la zona estudiada y sus estrategias de afrontamiento.

2 Materiales y Método

2.1 Área de estudio

Esta primera etapa del trabajo se está realizando en el casco céntrico de la Ciudad de Córdoba, emplazado en una hondonada. Residen en la Capital alrededor de 1.500.000 de habitantes y su parque automotor es elevado coexistiendo vehículos último modelo con otros de gran antigüedad y de mantenimiento deficiente. Camiones y ómnibus circulan por distintas arterias tanto céntricas como aledañas y el control de ruido es casi inexistente. Posee una extensa población estudiantil, ya que existen numerosos centros educacionales públicos y privados de todos los niveles. La actividad comercial y turística también es importante, lo que junto con las demás características hace que en su casco céntrico el ruido sea intenso.

2.2 Equipamiento para las mediciones de ruido y tiempos de medición

Para el relevamiento de los niveles de ruido se emplean:

- Medidores de nivel sonoro Brüel y Kjaer clase 1 y 2, calibrados con trazabilidad con el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania. Ellos permiten establecer los parámetros a medir, como así también el registro de valores instantáneos durante el intervalo de medición.
- Medidor de distancia Láser Marca Trimble/ Spectra, Mod. HD-150.
- Software para realizar el Mapa de ruido CADNA A.

2.3 Técnicas de recolección de datos psicosociales

Se construyó un cuestionario auto-administrable en base a los resultados obtenidos en las investigaciones precedentemente citadas, de respuestas abiertas y/o cerradas, algunas con escalas tipo Lickert y adaptado a la situación actual. Sus ejes de análisis son: Sociodemográfico, personal, ambiental, evaluación del ruido de la calle y sus interferencias, y estrategias de afrontamiento.

2.4 Participantes

La muestra estuvo conformada por 71 personas, siendo el 33% varones y el 67% mujeres, uniformemente repartidos en el rango de edad -comprendido entre 20 y 93 años- y la mayoría con un nivel de estudio terciario/universitario. Asimismo, el 93% de afirmaron tener un óptimo estado de salud, y el 59% poca o ninguna dificultad de audición.

2.5 Procedimiento

Mediciones de ruido

Se definió el casco chico de la ciudad, delimitado por las avenidas y/o bulevares: San Juan-Arturo Illia, Chacabuco-Maipú, Sarmiento- Humberto1° y Figueroa Alcorta-Marcelo T. de Alvear. Se relevaron los niveles de ruido urbano en las arterias principales mencionadas anteriormente más dos arterias principales que dividen el casco chico en cuatro sectores: Av. Colón-Olmos y Av. General Paz-Vélez Sarsfield. Se definieron tres horarios de medición: mañana, tarde y noche. En la etapa que se informa se realizaron relevamientos en el horario de tarde, entre las 15:00 hs y 18:00 hs y con un solo tipo de arteria (avenida o bulevar)

Se relevaron varios parámetros descriptores de ruido tales como nivel sonoro continuo equivalente, nivel máximo, niveles instantáneos del período de tiempo medido y otros, registrándose todos con compensaciones A y C. El período de tiempo de medición se estableció en 15 minutos con una muestra cada 6 segundos, a 1,50 m sobre nivel de vereda, al borde de la calle, dirigido hacia el centro de la calzada, formando un ángulo de 45° respecto a la horizontal. Se tuvo en cuenta la distancia a potenciales elementos reflectivos. Se registraron 150 valores de nivel instantáneos por cada punto medido. Se evito medir en frente de paradas de colectivos, eligiendo como punto de medición el lado opuesto de la calzada; en las proximidades de inmuebles los puntos se situaron a 2 metros por delante de la parte más avanzada de la superficie de la fachada del inmueble (NORMA IRAM 4048-2008. Parágrafo 5.5.1). El punto de medición fue situado a la mitad de cuadra, para evitar la incidencia de los semáforos. Se realizó un conteo de vehículos, para obtener la densidad de tránsito sobre las calles consideradas y se relevaron datos arquitectónicos de las construcciones edilicias de las zonas relevadas.

Relevamiento psicosocial

Dentro de la zona estudiada casi el 100% de las viviendas son de propiedad horizontal. Hasta el presente se han visitado más de 200 edificios solicitando a sus habitantes que

respondiesen voluntariamente al cuestionario. Se tomó como criterios de selección de las unidades habitacionales a encuestar que estuviesen desde planta baja hasta el 4° piso, que diesen a la calle y que su función fuese de vivienda permanente.

3 Procesamiento de datos

3.1 Mediciones de niveles sonoros

Los valores de medición obtenidos se transfirieron al programa para construcción de mapas de ruido, Cadna A. Se obtuvo una planimetría de la zona bajo estudio en formato de AutoCAD, la cual se importó desde el programa Cadna A. Se definieron los objetos relevados y los valores de niveles de ruido obtenidos.

3.2 Cuestionarios

Se realizaron algunos estadísticos descriptivos derivados de las respuestas a la encuesta sobre el total de 71 personas. Para este análisis preliminar se obtuvieron los porcentajes de los datos sociodemográficos, porcentajes de las respuestas con relación a los efectos que les causa el ruido y de las estrategias para defenderse del mismo.

4 Resultados

4.1 Mediciones de niveles sonoros

En las tablas 1 y 2 se muestran los valores de niveles de ruido LAeq y Lceq y la diferencia entre ambos, ΔL_{eq} , obtenidos para cuatro cuerdas muy transitadas: cruce de las Av. Colón y General Paz. Las diferencias de valores entre 11,4 dB y 12,9 dB indican una fuerte presencia de componentes de baja frecuencias.

Tabla 1. Valores relevados en Av. Gral. Paz

Altura ¹	dBA		dBC		dBC - dBA	
	Leq	Lmáx	Leq	Lmáx	ΔL_{eq}	$\Delta L_{máx}$
250	74,4	87,0	87,3	96,7	12,9	9,7
150	74,6	86,7	86,0	98,8	11,4	12,1
Densidad de tránsito: ~ 2000 Vehículos/Hora						
Franja horaria: entre 15:00 hs y 18:00 hs						

Tabla 2. Valores relevados en Av. Colón

Altura	dBA		dBC		dBC - dBA	
	Leq	Lmáx	Leq	Lmáx	ΔL_{eq}	$\Delta L_{máx}$
258	74,1	88,4	86,7	96,9	12,6	8,5
158	75,3	89,3	87,5	97,2	12,2	7,9

Las figuras 1 y 2 muestran el mapa de ruido de un sector de la zona en estudio correspondiente a valores de Leq con compensación A y C respectivamente.

¹ Referida a la numeración de la arteria

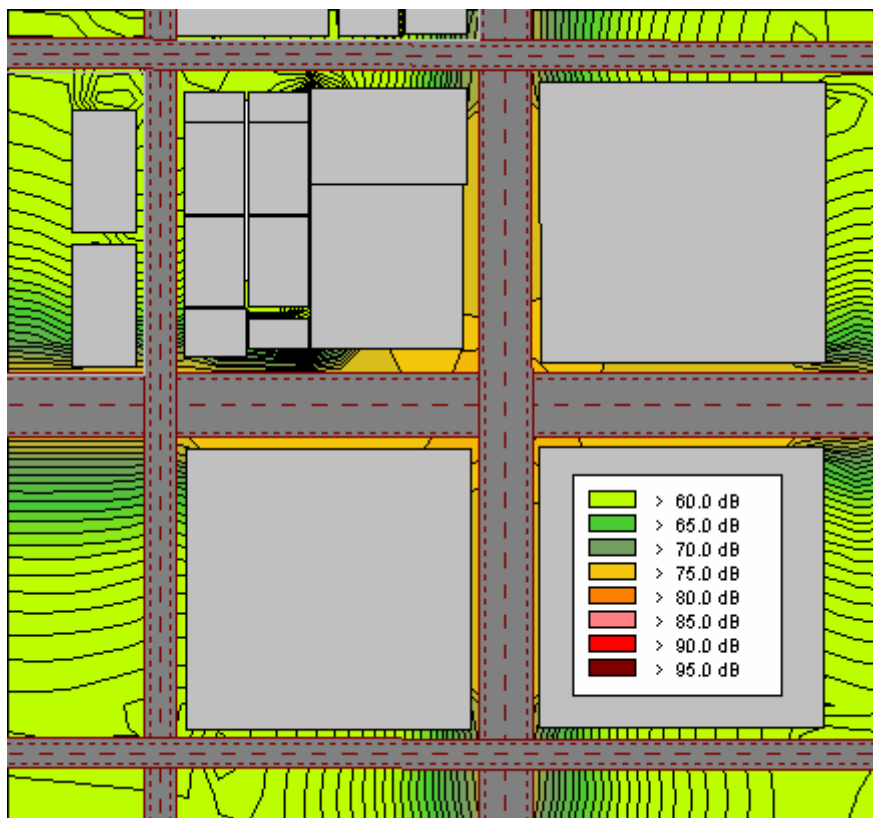


Figura 1. Mapa de ruido para valores con curva de compensación A

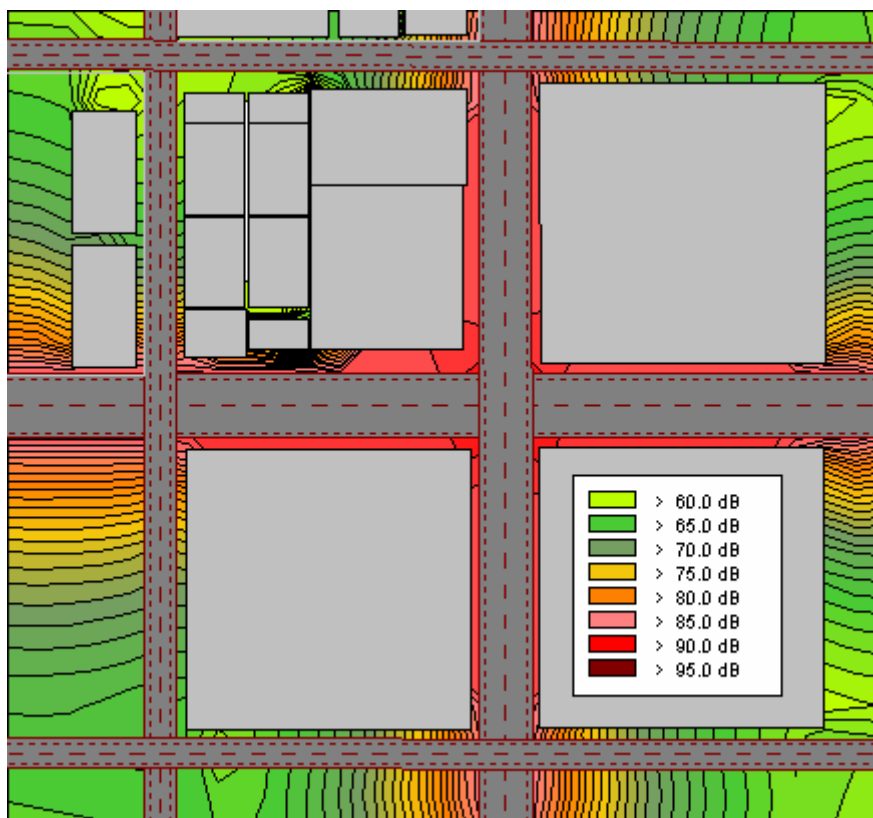


Figura 2. Mapa de ruido para valores con curva de compensación C

En la figura 3 se muestran las distribuciones de frecuencias de los niveles sonoros instantáneos medidos en la Av. General Paz, en intervalos de 5 dB, para compensación A y C respectivamente. Se observa la mayor distribución en valores de niveles más altos para relevamientos con curva C (media visual aproximada en el intervalo de 82,5 dBC) que para los con curva A (media visual aproximada en el intervalo de 72,5 dBA). Asimismo, se observa mayor cantidad de casos para mediciones con curva C (> 60 casos en el intervalo de 82,5 dBC), que de casos observados para ensayos con curva A (< 50 casos en el intervalo de 77,5 dBA).

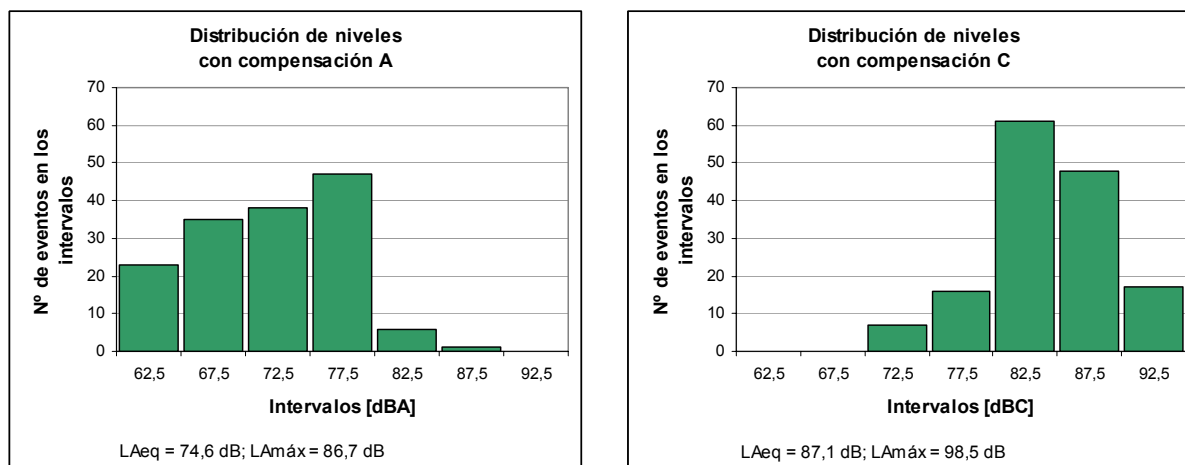


Figura 3. Distribuciones de frecuencias de niveles compensados A y C: Av. Gral. Paz

Los datos registrados permiten establecer la presencia de importantes componentes de bajas frecuencias, reconociéndose como principal fuente generadora a los vehículos pesados, particularmente ómnibus y otros de similar porte, pese a la mayor presencia de autos de tamaño pequeño. Adicionalmente se agrega que por tratarse de una zona céntrica, las marchas más usadas son la 1ª y la 2ª en las que los vehículos entregan sus máximas potencias mecánicas. (Tyler, 1987). Por otra parte, la eficiencia de las bajas frecuencias en su propagación indicarían interferencia con fuentes del mismo origen pero alejadas del punto de medición, lo cual incrementaría los valores de nivel medido.

4.2 Cuestionarios

Debido al escaso número de encuestas completadas hasta el momento sólo se reportarán algunos de los resultados obtenidos, que muestran algunas tendencias que deberán ser corroboradas una vez concluido el trabajo.

Cuando se les preguntó a los encuestados sobre la molestia, irritación y perturbaciones que les produce el ruido de su propia calle los porcentajes que se observan en la figura 4 indican que a más del 70% *siempre* (43,9%) o *casi siempre* (27,3%) sienten “Molestia” y al 22,7% sólo *algunas veces*. Al 50% les produce “Irritación o bronca” *siempre* (25,8%) o *casi siempre* (25,8%) y al 24,2% *algunas veces*. Al 40% de los encuestados *siempre* (18,5%) o *casi siempre* (21,5%) el ruido de su calle les produce “Interferencia en el sueño” y al 33,8% *algunas veces*. Al 37% *siempre* (18,5%) o *casi siempre* (18,5%) los “Despierta”. Sin embargo, se debe destacar que al 38,5% los despierta *algunas veces*. Es decir, que el porcentaje acumulado en las categorías muestra claramente que la gran mayoría de las personas se

sienten afectadas por el ruido de la calle en su descanso, sea que esto ocurra *algunas veces* o *casi siempre* o *siempre*.

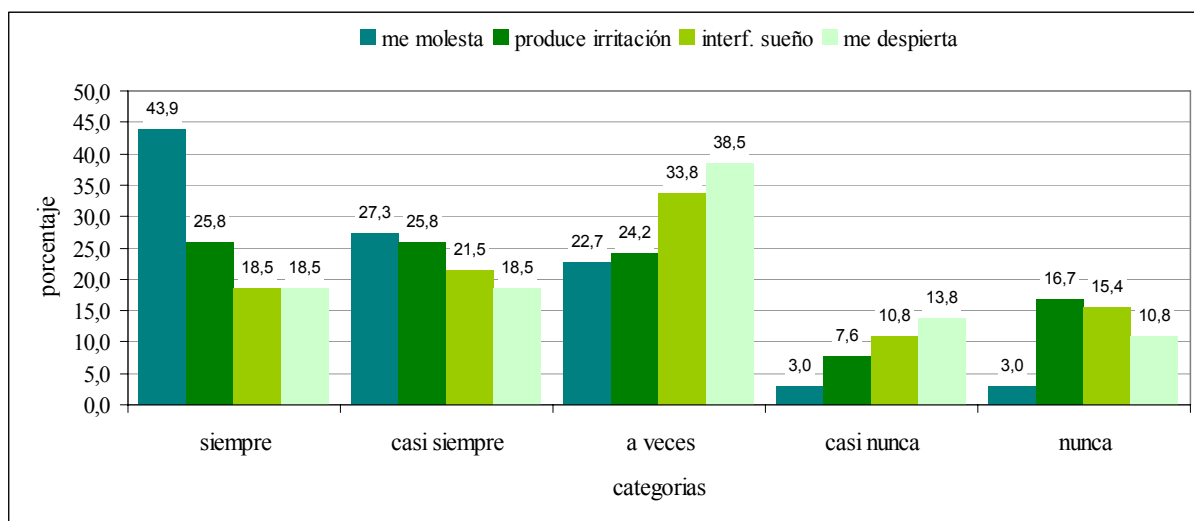


Figura 4: Valoraciones de molestia, irritación y problemas en el sueño

En la figura 5 se observan las interferencias producidas en algunas de las actividades cotidianas de los participantes. Con relación la interferencia en la “Concentración”, destaca su importancia el porcentaje acumulado del 82.6%, entre *algunas veces* (41.3%), *siempre* (17,5), *casi siempre* (23,8). En cuanto a la “Comunicación oral”, la mayoría de las personas afirman ser interferidas *algunas veces* (31.3%); sin embargo, es mayor el porcentaje acumulado de *siempre* (18,8%) o *casi siempre* (26,6) que suma el 39,1%; las tres categorías acumulan el 70.4%. En la “Comunicación telefónica”, las tres primeras categorías, *siempre* (20,3%), *casi siempre* (26,6) y *a veces* (20,3%) acumulan el 67.2% de las respuestas. Por último, al 80.6% de los participantes el ruido les interfiere “Cuando ven televisión o escuchan radio”, *siempre* (30.6%) *casi siempre* (25,8%) y *a veces* (24,2%), lo que es por lo tanto relevante.

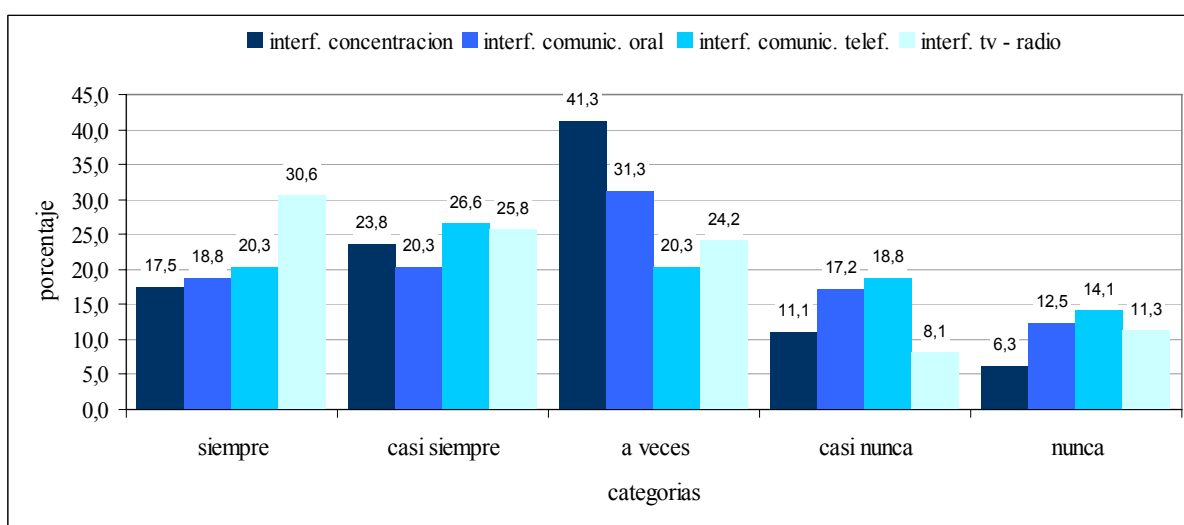


Figura 5. Valoración de interferencias en actividades cotidianas

En la Figura 6 se presentan los modos o estrategias con las que los encuestados dicen afrontar o defenderse del ruido de su calle a los fines de evitar sus consecuencias. “Cerrar las ventanas”, es la acción más frecuente donde el porcentaje acumulado en las dos primeras categorías, *siempre* (66.2%), *casi siempre* (19,1 %) alcanzan el 85.3%. “Subir el volumen del televisor o radio”, muestra como categoría modal a *siempre* (42.2%), que junto a las categorías *casi siempre* (23,4%) y *a veces* 21,9%) acumulan un 87.5%. “Hablar en voz más alta” presenta como categoría modal *algunas veces* (30.6%); sin embargo, su porcentaje acumulado con las categorías *siempre* (25,8%), *casi siempre* (17,7%), asciende al 74.1%, siendo mayor el porcentaje de estas dos últimas categorías reunidas (43,5%).

Una estrategia menos frecuentes es “Tratar de distraerse realizando actividades diferentes”, con el 50,9% de los casos entre las categorías *siempre*, *casi siempre* y *algunas veces* (ésta la más frecuente con el 23,7% de las respuestas). El 40% de los encuestados afirmaron “Irse de la casa” *siempre* (10%), *casi siempre* (10%) o *algunas veces* (20%) para evitar el ruido. Otras estrategias tales como “Colocares taponos en los oídos”, “Tomar pastillas para dormir” y “Colocar doble vidrio en las ventanas” tuvieron muy pocas respuestas positivas.

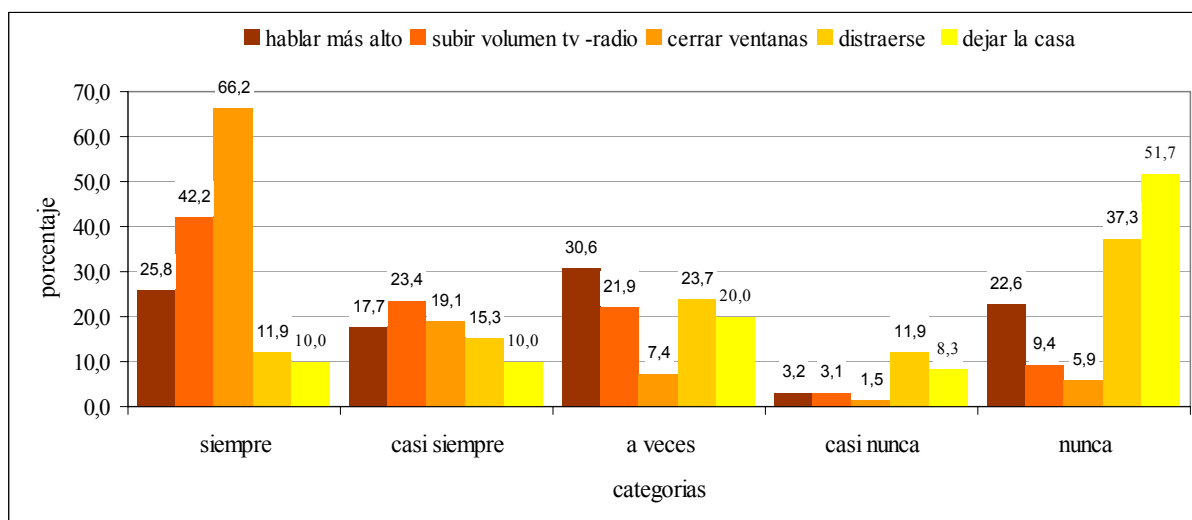


Figura 6. Estrategias de afrontamiento para evitar los efectos del ruido de la calle

5 Conclusiones

A pesar de que las mediciones fueron realizadas durante períodos muy cortos de tiempo, están indicando que en el casco céntrico de la ciudad de Córdoba, existen altos niveles de ruido tanto en LAeq y Lceq; asimismo, la diferencia entre ambos descriptores de ruido demuestra la presencia de importantes componentes en bajas frecuencias. Estas últimas contribuirían a los juicios sobre molestias e interferencias de los participantes, ya que se encontrarían por encima de las curvas de umbrales de audición medidos por diferentes investigadores (Yeowart, 1976; Yeowart, Bryan & Tempest, 1967; Nagai, Matsumoto, Takeuchi y Takeda (1982) Frost (1987) Berglund y Hassmen, 1996; para una revisión: Verzini, 1997).

A pesar de que hasta el presente no se tiene un mapa de ruido completo de la zona en estudio de la Ciudad, por la duración y horario restringidos de las mediciones realizadas, se destaca que la mayoría de las personas se ven afectadas por el ruido de la calle y que les

interfiere en muchas de sus actividades cotidianas y descanso. Ello hace suponer que una vez finalizadas las mediciones de larga duración y en diferentes horarios deberían confirmar los altos niveles de ruido existentes en la zona estudiada. Estos resultados, estarían coincidiendo con trabajos previos llevados a cabo en la ciudad de Córdoba en años precedentes, que se mencionaron en la Introducción (Serra y cols., 1992; Verzini y cols., 1995, 2002).

Con relación a las estrategias más utilizadas por este grupo de residentes para afrontar los problemas que les causa el ruido de su calle, las más frecuentes son: aislarse del mismo cerrando ventanas, aumentar el volumen de radio o TV, elevar el nivel de voz y distraerse con otras actividades. Cabe destacar, que la gravedad del problema de contaminación sonora en la zona céntrica se demuestra en parte, por el hecho de que un porcentaje atendible de vecinos haya afirmado que entre “siempre”, “muchas veces” o “algunas veces” se evaden del ruido alejándose de su domicilio.

Si estos primeros resultados se confirman con la ampliación tanto de las encuestas como de las mediciones, indicarían que los niveles y tipos de ruido reinantes en el casco céntrico de la Ciudad estarían deteriorando la calidad de vida de sus habitantes, y muy probablemente su salud.

Referencias

- Berglund, Birgitta; Hassmen, Peter; R. F. Soames Job (1996) “Sources and effects of low frequency noise” *Journal of the Acoustical Society of America*, 99 (5), 2985-3002.
- Frost, G.P. (1987). “An investigation into the microstructure of the low frequency auditory threshold and of the loudness function in the near threshold region”. *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*, 6(1), 34-39.
- Nagai, N., Matsumoto, K., Takeuchi, H. & Takeda, S. (1982). The threshold of sensation for infrasound. *Journal of Low Frequency Noise and Vibration*, 1(4), 165-173.
- Norma IRAM 4048:2008. (Borrador en estudio).
- Serra, Mario Rene, Frassoni, Carlos, Verzini de Romera, Ana María & Biassoni de Serra, Ester Cristina (1992) "An Interdisciplinary study on urban noise pollution". *The Internacional Journal of Environmental Studies*, 42, 201-214.
- Tyler, John W. “Sources of Vehicle Noise”. *Transportation Noise Reference Book*. University Press, Cambridge, 7/1-7/39.
- Verzini, Ana María (1997) “Contaminación ambiental por sonidos de muy bajas frecuencias. Parte 1: Umbrales auditivos” *Interdisciplinaria*, 1-2, 61-79.
- Verzini, Ana María (1999) "Contaminación ambiental por sonidos de muy bajas frecuencias. Parte 2: Efectos psicológicos y fisiológicos en el ser humano. *Interdisciplinaria* 16, 1, 49-73, 1999.
- Verzini, Ana María & Biassoni, Ester Cristina, Serra Mario Rene , & Frassoni, Carlos (1995) "An Interdisciplinary Study on Urban noise Pollution. Part II". *The Internacional Journal of Environmental Studies*, Vol. 48 283-292.
- Yeowart, N.S. (1976) “ Thresholds of hearing and loudness for very low frequencies”.. En W. Tempest (Ed.) *Infrasound and Low Frequency Vibration*, Londres, Nueva York, San Francisco: Academic, 37-63.
- Yeowart, N.S., Bryan, M.E. Tempest, W. (1967). The monaural MAP treshold of hearing at frequencies from 1.5 to 100 c/s. *Journal of Sound and Vibration*, 6, 3, 335-342.