

# ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN SONORA EN LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Cattaneo, Maricel. Vecchio, Ricardo. López Sardi, Mónica. Navilli, Luciano.  
Scrocchi, Federico.

Grupo GIIS. Facultad de Ingeniería. Universidad de Palermo.

[maricelcattaneo@yahoo.es](mailto:maricelcattaneo@yahoo.es) – (011) 4983 2085

## RESUMEN

La primera declaración internacional que contempló las consecuencias del ruido sobre la salud humana se remonta a 1972, cuando la Organización Mundial de la Salud (OMS) decidió catalogarlo genéricamente como un tipo más de contaminación. Siete años después, la Conferencia de Estocolmo clasificaba al ruido como un contaminante específico. Aquellas primeras disposiciones oficiales fueron ratificadas posteriormente por la entonces emergente Comunidad Económica Europea, CEE, que requirió a los países miembros un esfuerzo para regular legalmente la contaminación acústica.

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo, un grupo de docentes y estudiantes de Ingeniería Industrial, estamos llevando adelante una investigación con la finalidad de estudiar la contaminación sonora de la ciudad de Buenos Aires.

El presente trabajo se propone transferir a la comunidad académica los resultados alcanzados hasta el momento.

**Palabras clave:** Contaminación sonora, Encuesta ciudadana, Presión sonora, Ruido Ambiental, Decibelímetro, Salud humana.

## INTRODUCCIÓN

El oído humano es muy sensible a las fluctuaciones de presión del aire. La percepción sensorial de este fenómeno es lo que llamamos sonido. Dichas vibraciones del aire se propagan en forma ondulatoria desde la fuente de sonido, cuando la fuente deja de vibrar, el sonido se detiene. Llamamos ruido a un sonido no deseado o molesto. La clasificación de un sonido en la categoría de ruido es subjetiva, dependiendo de los individuos y las circunstancias.

Las tres principales características del sonido son: amplitud, frecuencia y patrón temporal.

La amplitud es percibida como la fuerza o sonoridad del sonido. Se la cuantifica a través del Nivel de Presión Sonora, expresado en decibeles. El valor mínimo que puede percibir el oído humano es de 0 dB. Al valor máximo se lo denomina umbral de dolor y es de unos 130 dB. El ruido comienza a dañar la audición aproximadamente a los 70 db.

La OMS considera que el límite superior deseable es de 50 dB, mientras que España ubica el nivel de confort acústico en los 55 dB.

Para entender el tipo de molestia que causan los distintos niveles sonoros, podemos basarnos en la siguiente tabla, que presenta ejemplos de comparación:

Muy bajo	Entre 10 y 30 dB	Por ejemplo: Biblioteca
Bajo	Entre 30 y 55 dB	Por ejemplo: el ruido provocado por el aire acondicionado o el tránsito de vehículos livianos.
Ruidoso	Entre 55 y 75 dB	Por ejemplo: una aspiradora 65 dB, un camión recolector de residuos 75 dB.
Ruido fuerte	Entre 75 y 100 dB	Por ejemplo: un atasco de tránsito o la circulación de un camión pesado, 90 dB.
Ruido Intolerable	A partir de 100 dB.	Por ejemplo: pista de discoteca, aeropuerto, discusión a gritos, aproximadamente 110 dB.
Daño al oído	Más de 120 dB	Por ejemplo: un taladro 120 dB, estar a 25 metros o menos de un avión que despega, 130 dB.

**Figura 1.- Tabla de Niveles del Sonido.**

La frecuencia del sonido se percibe como el tono del mismo. Se expresa en Hertz (Hz). El oído humano joven puede percibir sonidos con frecuencias desde 20 Hz hasta 20 kHz (kiloHertz), con una respuesta sensible óptima a los sonidos entre 1 y 5 kHz.

Los patrones temporales permiten clasificar los sonidos según su duración en el tiempo, por ejemplo en continuos, fluctuantes, intermitentes, impulsivos, etc.

Estamos acostumbrados a definir y evaluar la contaminación ambiental mediante la detección de sustancias químicas ajenas, tóxicas o nocivas para la salud de los seres vivos en los distintos medios, por ejemplo: residuos en el entorno, hidrocarburos en el agua, óxidos de nitrógeno en el aire, etc. En el caso del sonido, el contaminante no es una sustancia química sino el fenómeno físico antes descrito. Sin embargo, este tipo de contaminación puede perfectamente ser medida y evaluada. También son conocidas las consecuencias que acarrea para la salud física y mental de las personas que se exponen a ella, los cuales podemos clasificar de la siguiente forma:

1.- Efectos auditivos, como interferencia en la comunicación oral, desplazamiento temporal o permanente del umbral de audición y en casos extremos, sordera.

2.- Efectos no auditivos, a estos se los puede agrupar en distintas categorías:

Efectos físicos: como aumento de la presión arterial, taquicardia, jaquecas. Durante la exposición prolongada a más de 85 dB se han observado síntomas como gastritis, colitis, aumento de la glucemia y la colesterolemia.

Efectos psicofísicos: irritabilidad, agresividad, pérdida de la atención, insomnio, fatiga y stress.

Efectos sobre los niños: recibir educación en un ambiente ruidoso dispersa la atención, retarda el aprendizaje, la comunicación oral y la habilidad para la lectura. En casos extremos se observa aislamiento y poca sociabilidad en los niños.

El proyecto, llevado adelante por docentes y estudiantes de Ingeniería Industrial en la Universidad de Palermo, tiene la finalidad de estudiar la contaminación sonora de la ciudad de Buenos Aires no solo desde el punto de vista objetivo (medición de niveles de presión sonora en distintos puntos clave de la ciudad) sino también evaluando los aspectos subjetivos o percepción de los vecinos. Para conocer la percepción subjetiva que tienen los vecinos del ruido ciudadano, se llevó adelante una encuesta en los últimos meses de 2010, cuyos principales resultados se exponen en el presente trabajo. Para la evaluación objetiva de los niveles de ruido ciudadano se toman muestras de campo de los niveles de presión sonora, expresados en decibeles, con equipos decibelímetros Clase 2.

## **LA ENCUESTA: PERCEPCIÓN DE LOS VECINOS**

### **Materiales y métodos:**

Se llevó a cabo un estudio observacional, exploratorio, descriptivo y transversal. La muestra fue no probabilística y se administró un cuestionario estructurado elaborado ad hoc, con preguntas cerradas y abiertas. (Ver: **Anexo 1**, pág. 16).

Las respuestas de los encuestados fueron procesadas mediante una plantilla de Excel especialmente diseñada.

### **El universo de los encuestados:**

Edad: A partir de 914 encuestados, se observó que la edad se encuentra entre 18 años y 89 años. La edad promedio es de 32 años, la más frecuente es 22 años y el 50% de los encuestados tienen como mínimo 28 años.

Sexo: El 51% de los encuestados corresponde al sexo femenino y el 49% al masculino.

Nivel de estudio: Primario 6% de los encuestados; secundario el 47%, terciario 19%, estudios de grado el 25%, de posgrado el 3%.

Estado civil: el 35% de los encuestados es casado o conviviente. El resto es soltero, separado, divorciado o viudo. El 29% de los encuestados tienen hijos.

Barrio: Si bien es muy variado el barrio al cual pertenecen los encuestados de la Capital Federal, los mayores porcentajes se dan en Palermo(18%), Caballito (11%), Belgrano (8%) , Almagro y Recolecta (6%). Las localidades del Gran Buenos Aires con más cantidad de participantes son: Olivos (11%), Vicente López (8%), Avellaneda y Lanús (6%). Otras localidades encuestadas fueron Escobar y San Martín con un 4%, Hurlingham y San Isidro con un 3% y Lomas de Zamora con un 2% de los encuestados.

Ubicación y tipo de vivienda: El 25% vive sobre una avenida, el 75% restante vive en una calle interior del barrio. El 55% vive en departamento, el 45% en vivienda tipo casa o PH.

### **Las respuestas de los encuestados:**

A continuación se reproducen las respuestas más significativas de los encuestados.

#### **1.- Conocimiento de la contaminación sonora.**

El 64% de los que conocen el concepto de contaminación sonora, dicen conocer los efectos que causa la contaminación sonora.

El 29% de los encuestados que conocen el concepto de contaminación sonora pero desconocen los efectos que causa dicha contaminación.

El 22 % de los encuestados nombran al estrés como primer efecto causado por sonidos intensos en las personas.

El 18 % de los encuestados nombran la disminución auditiva, como segundo efecto causado por sonidos intensos en las personas.

El 18 % de los encuestados nombran las alteraciones psicológicas, como tercer efecto causado por sonidos intensos en las personas.

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.



Figura 2.- Conocimiento de la contaminación sonora.

## 2.- Ruidos molestos en la Ciudad de Buenos Aires.

Con respecto a la primera causa de ruido molesto en la ciudad de Buenos Aires, hubo coincidencia en el 93% de las respuestas, que apuntan al tránsito vehicular. La segunda y tercera causas de ruidos molestos en la ciudad obtuvieron respuestas más dispersas, que se visualizan en las siguientes figuras:

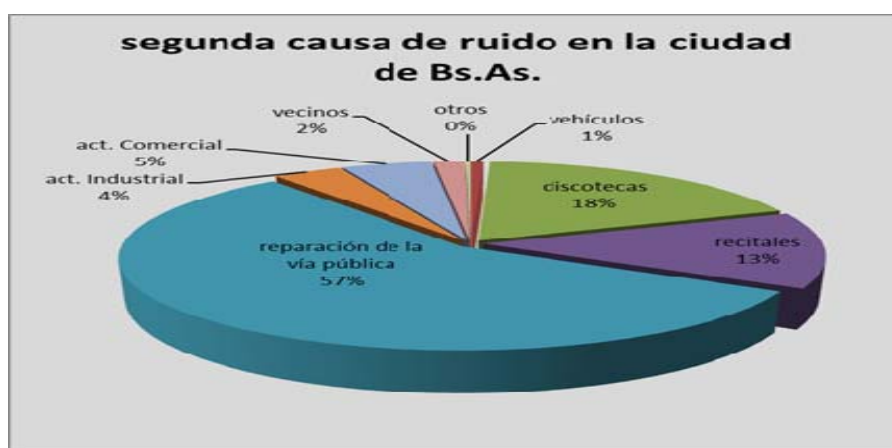


Figura 3.- Segunda causa de ruido en la Ciudad de Buenos Aires.

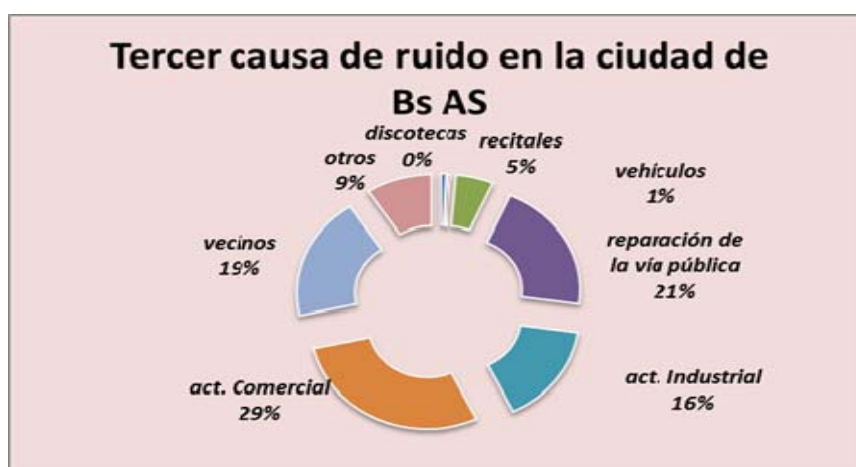


Figura 4.- Tercera causa de ruido en la Ciudad de Buenos Aires.

### 3.- Zonas de la ciudad que se deberían preservar del ruido.

El 33% de los encuestados, considera que se debe preservar de los ruidos molestos las zonas de hospitales y sanatorios. El 28% considera que se debe preservar los parques y plazas. El 18% de los encuestados considera que se debe preservar del ruido a los centros educativos. El 13% considera que es necesario preservar del ruido a toda la ciudad.

### 4.- Los ruidos que se escuchan desde las viviendas.

Se pide a los encuestados que den un orden de prioridad según su intensidad, a los ruidos que se escuchan desde su vivienda. Los cinco ruidos considerados *más intensos* que se escuchan desde las viviendas de los encuestados (en orden decreciente de intensidad) son:

- 1.- Obras en construcción.
- 2.- Tránsito vehicular en avenidas o autopistas.
- 3.- Instalaciones bailables, pubs, confiterías.
- 4.- Centros comerciales.
- 5.- Fábricas o talleres.

Se pide a los encuestados que seleccionen, dando un orden de prioridad según la molestia que causan, a aquellos ruidos que se escuchan desde su vivienda.

Los cinco ruidos considerados *más molestos* que se escuchan desde las viviendas de los encuestados (en orden decreciente de molestia), son:

- 1.- Ruidos causados por las personas.
- 2.- Las bocinas.
- 3.- Ruidos causados por frenadas y/o arranques.
- 4.- Música, radio o televisión.
- 5.- Ladridos.

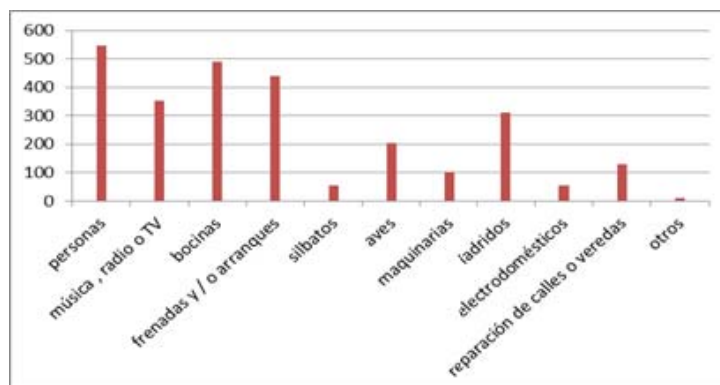


Figura 5.- Ruidos molestos que se escuchan desde las viviendas.

### 5.- Momento del día en que se escuchan los ruidos molestos.

El 32% de los encuestados manifiestan que los ruidos molestos se producen con más frecuencia durante la mañana y un 32% de los encuestados manifiestan que se producen con más frecuencia durante la tarde. El 19% de los encuestados manifiestan que los ruidos molestos se producen durante todo el día.



Figura 6.- Momento del día en que se escuchan los ruidos molestos.

## 6.- Los ruidos molestos en el trabajo.

El 67 % de los encuestados, trabajan. La cantidad promedio de horas que trabajan diariamente, la más frecuente y el 50% de los encuestados que trabajan, es de 8 horas. La cantidad mínima es 1 y máxima es 20 horas.

El 64 % de los encuestados que trabajan, consideran que los ruidos en su trabajo son continuos y/o persistentes.

*Primer ruido molesto en el trabajo:* El 46% de los encuestados consideran que el primero de los sonidos más persistentes en el trabajo es la música, radio o televisión.

El 18% de los encuestados escuchan ruidos provenientes del tránsito, como frenadas y / o arranques.

*Segundo ruido molesto en el trabajo:* El 21% de los encuestados consideran que el segundo de los sonidos más persistentes en el trabajo son las bocinas.

*Tercer ruido molesto en el trabajo:* El 18% de los encuestados consideran que el tercero de los sonidos más persistentes en el trabajo son los teléfonos.

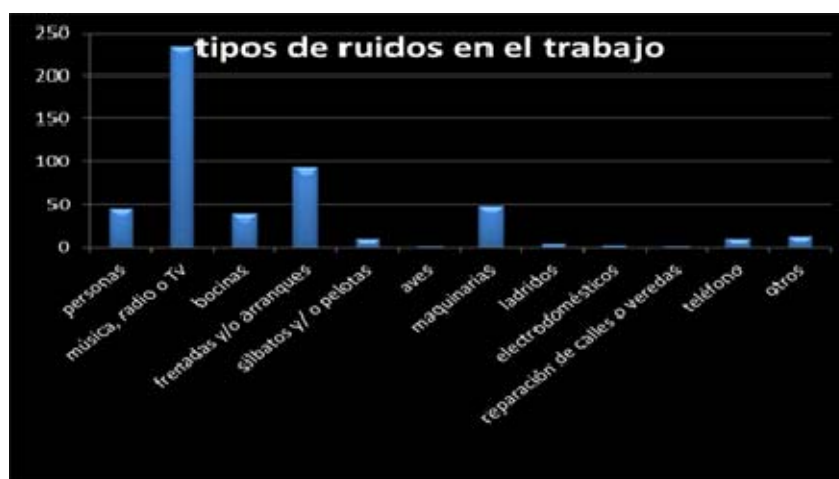


Figura 7.- Los ruidos molestos en el trabajo.

El 65% de los encuestados considera que el ruido en general es intenso o muy intenso en su lugar de trabajo.

Un 32% de los encuestados considera que el ruido causado por las personas en su lugar de trabajo es intenso o muy intenso.

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.

## TRABAJO DE CAMPO: MEDICIÓN DE NIVELES DE PRESIÓN SONORA

### El ruido

La definición de ruido es la de sonido no deseado, impresión subjetiva que puede variar según las circunstancias o los individuos.

Una fuente sonora es aquella que genera energía acústica en los rangos audibles de amplitud y frecuencia. Cuando la fuente deja de vibrar el sonido se detiene, debido a la desaparición casi instantánea de las ondas de sonido. El oído humano es muy sensible a las fluctuaciones de presión del aire a las que percibe sensorialmente mediante el sistema auditivo.

Las vibraciones en el aire provocadas por el sonido producen bandas alternadas de aire más y menos densas, que se propagan desde la fuente de sonido con una fluctuación ondulatoria de la presión atmosférica normal. Las ondas de sonido propagadas a través de un medio elástico como el aire, son esferas concéntricas que se irradian en línea recta en todas direcciones desde la fuente, pudiendo ser reflejadas, dispersadas o bordear obstáculos.

La frecuencia de un sonido representa las oscilaciones por segundo del medio en el cual el sonido se propaga (por ej. el aire) y se mide en Hz (1 Hertz: 1 ciclo/segundo).

Los sonidos que nos rodean están constituidos por una compleja suma de componentes de frecuencia. El oído humano joven sin problemas auditivos percibe frecuencias desde 20 Hz a 20 kHz (1kiloHertz =  $10^3$  ciclo/s), si bien la respuesta óptima del oído es para frecuencias entre 1 y 5 kHz, siendo menos sensible para frecuencias mayores o menores.

La fuerza o intensidad del sonido se describe en función de la amplitud media de las ondas de presión que lo producen.

El aire posee una presión estática ( $P_{atm}$ : presión atmosférica) que, en condiciones normales es de 760 mm de Hg o  $1,013 \times 10^5$  Pa (1 Pascal = 1 kg/ s.m, en el sistema SI), a la cual debe sumarse, en un instante dado, la variación de presión inducida por la fuente sonora ( $p_t$ : presión sonora instantánea). En ese instante dado, la presión total percibida será

$$P_{total} = [P_{atm} + p_t] \quad (1)$$

La presión sonora eficaz  $p$ , es el valor cuadrático medio de las presiones instantáneas  $p_t$ , en el punto considerado.

El nivel de presión sonora, denominado por su sigla en inglés, SPL (sound pressure level), se denota con el símbolo  $L_p$  y se expresa en decibeles (dB).

El dB es una relación logarítmica entre la presión sonora eficaz y una presión de referencia, según

$$L_p = 10 \log (p/p^\circ)^2 \quad (2)$$

Como  $p^\circ$  se denota al valor de referencia y equivale a 20  $\mu$ Pa (1 micropascal =  $1 \times 10^{-6}$  Pa), valor aproximado del umbral de audición humano a una frecuencia de 1 kHz. Este valor se ha adoptado internacionalmente, aunque algunas personas pueden excepcionalmente, percibir sonidos que están por debajo de ese valor. Por lo tanto el valor mínimo de  $L_p$  percibido por el oído sería de 0 dB. Se considera que el valor máximo que puede percibir el oído humano, conocido como umbral de dolor es de 130 dB.

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.

## Descriptores del ruido

Para poder analizar un fenómeno tan variado y complejo como el ruido, es necesario recurrir a descriptores estadísticos.

Se puede utilizar un análisis distributivo y un análisis acumulativo.

El análisis distributivo es el que analiza por cuanto tiempo el nivel sonoro ha estado dentro de un determinado rango de  $L_p$  (en dB).

El análisis acumulativo es el que analiza qué porcentaje de tiempo, un determinado nivel de presión sonora ha sido superado. Este tipo de análisis es el más utilizado, dando clara información sobre como varía el nivel de ruido durante el período de medición.

Los descriptores estadísticos que surgen de este análisis son los niveles de presión sonora que han sido superados durante un determinado porcentaje del lapso de tiempo medido (tomando el tiempo total de medición como 100%). Así un nivel de presión sonora  $L_x$  representa un valor de  $L_p$  que fue superado durante el  $x$  porcentaje del tiempo de medición.

Los niveles de presión sonora  $L_{90}$ ,  $L_{95}$  y  $L_{99}$  se utilizan para determinar el ruido de base o de fondo, porque han sido superados durante casi todo el tiempo de medición.

Los niveles de presión sonora  $L_1$ ,  $L_5$  y  $L_{10}$  se los denomina picos de ruido. Así, un valor de  $L_{10} = 80$  dB nos indicaría que durante un 10% del tiempo la presión sonora del ruido superó los 80 decibeles.

$L_{50}$  representa el nivel de ruido presente durante el 50% del tiempo, representando la mediana de los valores obtenidos.

El nivel de ruido equivalente,  $L_{eq}$ , se puede definir como el nivel de sonido continuo capaz de aportar la misma cantidad de energía acústica que el sonido variable ponderado (A).

Para una serie de valores discretos, producto de haber realizado  $n$  mediciones de nivel sonoro con un período de muestreo fijo, se calcula:

$$L_{eq}(A) = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n 10^{L_{pi}(A)/10} \right] \quad (3)$$

## Indicadores de ruido

Son parámetros que se calculan en base a los descriptores propuestos para obtener una indicación del nivel de molestia que el ruido medido causa en las personas. A continuación se definen los indicadores utilizados para presentar los resultados del presente trabajo.

**CLIMA DE RUIDO (CDR)** Es la diferencia entre el ruido de base y los picos de ruido. En nuestro trabajo hemos considerado ruido de base al nivel de presión sonora  $L_{90}$  (nivel de ruido superado durante el 90% del tiempo); y los picos de ruido los hemos valorado a través del nivel de presión sonora  $L_{10}$  (nivel de ruido superado durante el 10% del tiempo de medición).

$$CDR = L_{10} - L_{90} \quad (4)$$

**TRAFFIC NOISE INDEX (TFI)** o índice de ruido del tránsito, propuesto por Griffiths y Langdon (1967), se calcula en base a los descriptores anteriores, según:

$$TFI = 4 \cdot (L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \quad (5)$$

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.



NOISE POLLUTION LEVEL (NPLL) o nivel de contaminación sonora, estimado por Robinson (2000), que considera que a mayor fluctuación en el nivel sonoro, mayor molestia perciben las personas, por este motivo se incluye en este índice la desviación estándar de las muestras en el período de medición (s), donde 2,56 es un valor constante determinado experimentalmente.

$$NPLL = Leq (A) + 2,56 \cdot s \quad (6)$$

## **Materiales y métodos**

Las normas IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) 60651 y 60804 se unifican en la norma 61672 (2003), que especifica las recomendaciones que han de seguir los fabricantes de sonómetros. Existen 4 clases de sonómetros:

Clase 0: para obtener niveles de referencia en laboratorios.

Clase 1: para trabajo de campo de precisión.

Clase 2: para mediciones generales de campo.

Clase 3: para mediciones aproximadas.

La norma 61672 elimina las clases 0 y 3.

En los sonómetros integradores es posible elegir la curva de ponderación, siendo una curva de clase A la mejor para medir ruido vehicular, en especial si hay muchas componentes de baja frecuencia, sin embargo la bibliografía consultada indica que una curva de ponderación C resulta sumamente adecuada para reflejar el grado de molestia sensitiva que afecta a las personas. El filtro C es un filtro pasabanda con frecuencias de corte en -3dB en 31,5 hKz y 8 kHz y una gran atenuación de frecuencias fuera de la banda pasante.

Los sonómetros o decibelímetros utilizados tienen las siguientes características técnicas:

S T 8852 Data Logger

Sound Level Meter

Rango 30-130 dB + - 1.4 dB

IEC 61672 - 1 class 2

Fast (120 ms) and Slow (1 s)

Analógico AC / DC (Opción Frequency Analyzer)

31.5 - 8 khz

Por lo tanto los equipos utilizados son Clase 2, aptos para mediciones de campo, con un filtro pasabanda C, que refleja la molestia percibida por las personas.

El procedimiento utilizado para la toma de muestras en las distintas locaciones, es el que sigue:

- Es importante verificar (previamente a las mediciones) ciertas condiciones como el tiempo de mínimo de precalentamiento (warm up) de los equipos (tiempo que deben estar encendidos antes de empezar a almacenar la información, para que los valores sean confiables), procedimiento de calibración, condiciones de temperatura y humedad ambientes que permiten su operación y el estado de carga de las baterías.
- Para tomar mediciones de sonido en la acera, el equipo se ubica a una distancia de entre 1 y 2 m de la fachada del edificio (lo que resulte más conveniente, respetando siempre el mismo valor), para minimizar el efecto de "rebote" del sonido contra las paredes de los edificios. Se sitúa el equipo a una altura del piso de 1,20 m.

Grupo GII.S.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.

- Cada muestra tiene una duración de 15 minutos, y se efectúa en modo “slow”, con una lectura por segundo. Así cada muestra está compuesta por 900 valores de Lp.

El conjunto de datos que compone cada muestra se procesa mediante una plantilla de Excel especialmente diseñada (El **Anexo 2**, pág. 18; se adjunta como ejemplo de procesamiento de una pequeña base de datos).

### Resultados obtenidos hasta el momento

Durante el primer semestre de 2011, se comenzó con el trabajo de campo, tomando muestras de sonido en distintos puntos de la Ciudad de Buenos Aires.

Se priorizaron aquellas locaciones que nos permitieran realizar una posterior comparación con los datos relevados en la encuesta de 2010. Todas las muestras se tomaron en horario diurno.

A continuación se incluye una tabla que resume los datos obtenidos en las distintas mediciones efectuadas hasta el momento, en un apartado posterior se realizará el análisis de resultados.

LOCACIÓN	L10	L90	CDR	Leq	TFI	NPLL
Mario Bravo y Cabrera (Ubicación UP)	72,85	62,77	10,08	70,25	80,81	73,06
Av. 9 de julio al 700	79,87	69,89	9,98	78,04	79,81	87,95
Av. Pueyrredón al 2600 (y Córdoba)	80,25	64,94	15,31	77,05	96,18	86,96
Aeroparque Jorge Newbery	77,00	57,40	19,60	74,12	105,8	93,20
Av. Rivadavia al 100	75,75	63,60	12,15	72,16	82,23	83,50
Av. Cabildo al 2000 (y Juramento)	100,12	79,82	20,30	95,74	131,03	115,90
Av. Córdoba al 3400 (y Bulnes)	76,50	69,85	6,65	77,30	66,45	87,49
Av. Santa Fé al 3100 (y Cnel Díaz)	79,45	69,85	9,60	76,16	78,24	85,56
Puerta del Hospital Güemes	71,89	63,92	7,97	76,45	78,00	85,67
Av. Corrientes al 3200 (Shopping)	78,27	67,45	10,82	74,79	80,73	84,99
Interior de Tejeduría Textil	80,92	78,97	1,95	80,09	56,76	82,00
Sala de Máquinas Industrial	104,00	102,95	1,05	103,42	77,17	104,39
Patio de colegio	78,94	69,66	9,28	69,59	76,78	71,50

Figura 8.- Tabla de resultados (en db).

### Análisis de resultados

Para poder efectuar un correcto análisis de los resultados obtenidos en el trabajo de campo, es necesario conocer los niveles de ruido admisibles según las reglamentaciones vigentes.

El Código de Prevención de la Contaminación Ambiental, aprobado por la Ordenanza Municipal 39.025 de 1983 (Digesto Municipal de la Ciudad de Buenos Aires), dedica su Sección 5 a los "Ruidos y Vibraciones" (con las incorporaciones dispuestas por la Ordenanza N° 44.81 I, B.M. 18.961).

Esta Ordenanza, en su apartado 5.1.1.1. dice "...se fija el nivel de ruido admisible que trasciende dentro de un edificio en 45 db, con correcciones para los ámbitos y horarios que correspondan..." (Por ejemplo, los valores tomados en la puerta de hospitales, los valores medidos en sábados, domingos y feriados, etc). Se establece que "...cuando en un punto cualquiera dentro del perímetro de la ciudad de Buenos Aires las mediciones de ruido superen los límites fijados en 5.1.1.1., la autoridad de aplicación realizará estudios para establecer las fuentes de emisión causantes del nivel de ruido no admitido..."

Las mediciones, según la misma Ordenanza, deben ser tomadas a 1,20 m del suelo, en modo lento (slow), y expresarse en Leq, con equipos de características similares a los utilizados por nuestro grupo de trabajo. El horario diurno se considera de 6 a 22 hs y el nocturno de 22 a 6 hs.

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.

Leyendo los valores de Leq calculados en la tabla de resultados, se observa que en todos los casos se rondan o superan los 70 db., contra el máximo de 45 db establecido por la Ordenanza Municipal. Destacamos que la medición efectuada en la puerta del Hospital Güemes alcanzó los 76,45 db de Leq, y en el patio de una escuela, el valor de Leq fue de 69,59 db.

La Ley 1540, de Control de la Contaminación Acústica de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, indica un período diurno de 7,01 a 22 hs y un período nocturno de 22,01 a 7 hs. Se realiza la clasificación de las áreas de sensibilidad acústica, separadas en categorías de ambiente exterior y ambiente interior. Cada una de estas áreas tiene un valor límite de Leq.

*Tipo I:* zona de silencio y alta sensibilidad acústica, como hospitales, centros educativos y áreas naturales protegidas.

*Tipo II:* área levemente ruidosa, de considerable sensibilidad acústica, como las zonas residenciales.

*Tipo III:* área tolerablemente ruidosa, con moderada sensibilidad acústica, como las zonas comerciales.

*Tipo IV:* área ruidosa, de baja sensibilidad acústica, como las zonas industriales.

*Tipo V:* área especialmente ruidosa, de muy baja sensibilidad acústica, como terminales de ómnibus, ferrocarriles, subterráneos aeropuertos y espectáculos al aire libre.

*Tipo VI:* zona de trabajo, ambiente interior de actividad docente, sanidad, comercial, cultural, oficinas e industrias.

*Tipo VII:* zona interior de las viviendas y usos equivalentes, diferenciando zona habitable (por ejemplo dormitorios) y zona de servicios (por ejemplo baño y cocina).

ÁREA	PERÍODO DIURNO	PERÍODO NOCTURNO
<i>Tipo I</i>	60	50
<i>Tipo II</i>	65	50
<i>Tipo III</i>	70	60
<i>Tipo IV</i>	75	70
<i>Tipo V</i>	80	75
<i>Tipo VI</i>	50 - 60	40 - 60
<i>Tipo VII</i> <i>Zona habitable</i>	50 - 60	40 - 50
<i>Tipo VII</i> <i>Zona de servicios</i>	55 - 65	45 - 55

Figura 9.- Valores límite de la ley 1540, expresados en Leq (db).

De acuerdo a esta Ley, la única locación de la tabla de resultados que se ajusta a normativa, es la zona del Aeroparque Jorge Newbery.

Como nota curiosa, podemos destacar que el nivel de ruido en la esquina de Cabildo y Juramento supera largamente (en todos los indicadores y descriptores calculados) al nivel medido en el Aeroparque Jorge Newbery, a los de una tejeduría textil y al nivel de ruido de la sala de máquinas de una industria de esta ciudad.

## Comparación con los resultados de la encuesta

Al comparar los datos obtenidos en el trabajo de campo, con los resultados de la encuesta y la investigación sobre normativa, se pueden destacar las siguientes situaciones:

\*El 69% de los encuestados desconocen si existen regulaciones sobre las emisiones de ruido en la ciudad.

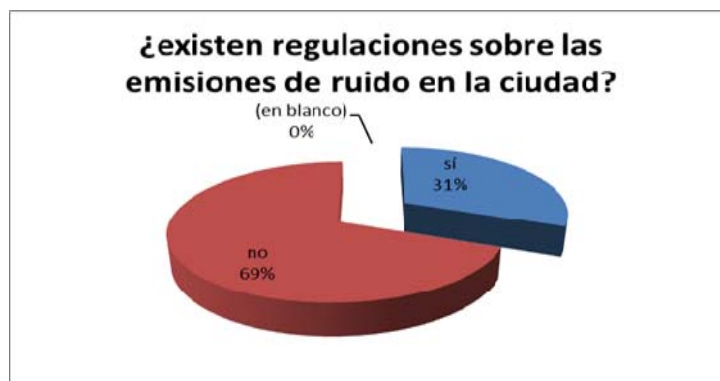


Figura 10.- Conocimiento de las regulaciones.

\*El 35,82% de los encuestados califica como intenso el nivel de ruido en las inmediaciones de los centros comerciales y shopping. El 30 % califica como intenso el nivel de ruido en las vecindades de los hipermercados. Las mayores molestias se evidencian entre los vecinos que viven en edificios colindantes a este tipo de centros. Las mediciones realizadas en la Av. Corrientes al 3200, en las inmediaciones de un conocido shopping porteño, arroja un valor de Leq que, si bien supera levemente los marcados por la Ley, no difiere de los valores medidos en otras locaciones de la Ciudad. Hemos interpretado esta respuesta de los encuestados como una reacción subjetiva de los vecinos a la instalación de shoppings y supermercados en su barrio, que exteriorizan calificándolo como especialmente ruidoso.

\*Se pidió a los encuestados que votaran por la calle más ruidosa de la Ciudad de Buenos Aires. En la tabla siguiente se realiza la comparación del ranking de las más votadas con el ranking de las más ruidosas (de acuerdo al trabajo de campo en las mismas locaciones) según los valores de TFI calculados para cada avenida:

AVENIDA	ELEGIDA POR	AVENIDA	TRAFFIC NOISE INDEX
1° Av. 9 de Julio	216 personas	1° Av. Cabildo al 2000	131,03 db
2° Av. Corrientes	134 personas	2° Av. Pueyrredón al 2600	96,18 db
3° Av. Santa Fe	92 personas	3° Av. Rivadavia al 100	82,23 db
4° Av. Rivadavia	85 personas	4° Av. Corrientes al 3200	80,73 db
5° Av. Córdoba	61 personas	5° Av. 9 de Julio al 700	79,81 db
6° Av. Cabildo	56 personas	6° Av. Santa Fe al 3100	78,24 db
7° Av. Pueyrredón	40 personas	7° Av. Córdoba al 3400	66,45 db

Figura 11.- Las calles más ruidosas, según los vecinos y según las mediciones.

No se observan coincidencias entre las elecciones subjetivas de los vecinos y los datos objetivos que arrojan las mediciones respecto de las calles más ruidosas.

## CONCLUSIÓN Y OPCIONES PERSONALES

Las principales causas de ruidos molestos en la Ciudad de Buenos Aires, según la percepción subjetiva de los vecinos, provienen del transporte público, las obras en construcción, las reparaciones en la vía pública, los centros comerciales y los locales de esparcimiento.

Las valoraciones subjetivas de los encuestados no siempre coinciden con los datos de las mediciones. Algunos encuestados calificaron de intensamente ruidosas actividades que demostraron no serlo especialmente, posiblemente como forma de expresar su protesta contra la instalación de esa actividad en las inmediaciones de su domicilio.

Según las mediciones efectuadas hasta el momento en nuestro trabajo de campo, el nivel de ruido en la ciudad supera, en muchos casos ampliamente, los valores admitidos por las leyes y ordenanzas.

La reducción de la contaminación sonora es posible mediante la aplicación de una serie de medidas.

Una lectura atenta de las reglamentaciones vigentes en la ciudad, hace evidente que la implementación efectiva de las mismas, mediante controles eficientes y aplicación de las sanciones económicas reglamentadas a los infractores, disminuiría notablemente este tipo de contaminación.

Los métodos para contrarrestar el ruido se dividen en activos o pasivos:

Los métodos pasivos son los más desarrollados, no disminuyen la generación del ruido, sino su propagación. Entre ellos se encuentran las pantallas acústicas y distintos materiales porosos, absorbentes e insonorizantes. Generalmente van asociados a la arquitectura, como en el caso de la construcción de cines, teatros y auditorios.

Los métodos activos residen en cambios en la conducta y en las metodologías de trabajo, implican cumplimiento de las normas e inversión en el mantenimiento de maquinarias y vehículos. En este terreno se ubican las acciones oficiales tendientes a favorecer el cumplimiento de la ley.

Desde el ámbito institucional, se impone la necesidad de efectuar controles al transporte público (ómnibus, trenes y subterráneos), e inspecciones a las obras en construcción, talleres, fábricas, locales de esparcimiento público y recitales.

Pero también podemos contribuir a la disminución del ruido optando por un cambio proactivo desde la actitud personal. Algunas de estas opciones personales son:

Adecuado mantenimiento de nuestros autos y motocicletas, especialmente de los sistemas de caños de escape.

En los vehículos, a mayor velocidad, mayor ruido. Este es otro factor que hace conveniente respetar los límites de velocidad.

Evitar las frenadas y la aceleración brusca.

Usar la bocina del automóvil sólo cuando es estrictamente necesario.

Respetar las reglamentaciones y los horarios adecuados para realizar actividades que generan ruidos, como reuniones y fiestas familiares.

Regular el volumen de la música que escuchamos, de la radio y la televisión.

Evitar las conversaciones donde hablan muchas personas a la vez, tratando de hacerse oír unos sobre otros.

En resumen: las claves para disminuir este tipo de contaminación son la educación y el conocimiento, el respeto a las normas de convivencia, la aplicación de los controles adecuados y una urbanización planificada.

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.

## REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

- BONELLO, O.; GAVINOWICH, D.; RUFFA, F.; (2002), “*Protocolo de Mediciones para trazado de mapas de ruido normalizados*”. LACEAC, Laboratorio de Acústica y Electroestática, Facultad de Ingeniería, UBA.
- GRIFFITHS, I.D.; DELAUZUN, F.R.; (1977), “*Individual differences in sensitivity to traffic noise: an empirical study*”. Atkins Research and Development, Epsom, Surrey, England.
- GRIFFITHS, I.D.; LANGDON, F.J.; (1967), “*Subjective response to road traffic noise*”. Electricity Council Research Centre, Capenhurst, Chester, England.
- ROBINSON, C.; (2000), “*Implementation of Noise at Work Regulations within the Offshore Industry*”. Health and Safety Executive Conference.UK.
- VECHIATI, N.; GÓMEZ, P.; GAVINOWICH, D.; RUFFA, F.; FEO RODRÍGUEZ, W.; IASI, F.; SINNEWALD, D.; CICARELLA, P.; (2009), “*Mediciones comparativas de niveles de presión sonora a diferentes alturas en el ámbito urbano*”. LACEAC. UBA. Tecno Acústica, Cádiz.

## OTRAS FUENTES

- “*Como evitar la contaminación sonora.*”  
<http://www.ecologismo.com/2008/08/14/como-evitar-la-contaminacion-sonora/>
- “*Contaminación acústica. El ruido, un auténtico problema de salud pública.*” Revista Eroski Consumer.  
<http://revista.consumer.es/web/es/19990401/medioambiente/31427.php>
- “*Contaminación sonora*”;  
<http://www.todoelderecho.com/Apuntes/Ambiental/Apuntes/CONTAMINACION%20SONORA.htm>
- “*Niveles sonoros*”, Miyara, F.;  
<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm>
- Ley 1540. Control de la Contaminación acústica de la Ciudad Autónoma de Bs. As.  
<http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley1540.html>
- Ordenanza 39025 / MCBA / 83  
[http://www.buenosaires.gov.ar/areas/leg\\_tecnica/sin/norma\\_pop.php?id=30563&qu=h&rl=&rf=&pelikan=1&sezion=1094340&mots1=](http://www.buenosaires.gov.ar/areas/leg_tecnica/sin/norma_pop.php?id=30563&qu=h&rl=&rf=&pelikan=1&sezion=1094340&mots1=)

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos al Sr. Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Palermo, Ing. Esteban di Tada, por el constante apoyo a nuestro trabajo de investigación.

Agradecemos a la Lic. Patricia González, Secretaria Académica de la Facultad, por su impulso, entusiasmo y participación.

Agradecemos también, y en forma muy especial a los profesores de Estadística de la Facultad, que han desarrollado un invaluable trabajo, posibilitando que la encuesta se lleve adelante.

Queremos destacar también el esfuerzo de los alumnos de los cursos de Estadística, y, muy especialmente, la dedicación y entusiasmo de los alumnos investigadores del Grupo de Investigación en Ingeniería Sustentable (GIIS), de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Palermo.

## ANEXO 1

### Formulario de la encuesta

Encuesta n° \_\_\_\_\_

La Universidad, está realizando una investigación con fines académicos sobre sonido, por lo que apreciamos, **responda las siguientes preguntas o marque con un círculo en el número o letra de la opción, según corresponda:**

1. Edad en años: \_\_\_\_\_ 2. Sexo: 1) masculino 2) femenino
3. Lugar de residencia actual:  
a) Capital Federal, ¿en qué barrio? ..... b) Gran Buenos Aires, ¿en qué localidad? .....
4. ¿Cuál es su máximo nivel de instrucción completo? 1) Primario 2) Secundario 3) Terciario  
4) Carrera de grado 5) Carrera de posgrado y/o Doctorado
5. Estado civil: 1) Casado/a 2) Conviviente 3) Soltero/a 4) Viudo/a 5) Separado/a de hecho 6) Divorciado/a
6. Tiene hijos? 1-No 2-Sí 7. Si tiene, ¿Cuántos?.....
8. Su vivienda, se encuentra en: 1) una avenida 2) una calle interior
9. Su vivienda es un: 1) departamento 2) PH 3) casa
10. ¿Cómo calificaría los sonidos de los siguientes lugares, cercanos a su vivienda:

	1) nada intenso	2) poco intenso	3) algo intenso	4) intenso	5) muy intenso
1) instituto educativo/ centro deportivo/ plaza					
2) hospital / sanatorio /estación de bomberos o estación de policía/ estacionamientos de autos					
3) centro comercial					
4) pub y/o instalación bailable					
5) supermercado o hipermercado					
6) estación de tren y / o terminal de ómnibus					
7) aeropuerto o aeroparque					
8) intersección de 2 avenidas o autopistas					
9) obras de construcción					
10) veterinarias o guardería de animales					
11) paradas de ómnibus					
12) fábricas/ talleres mecánicos					

11. Desde su vivienda, con un orden de prioridad de 1 (más molesto) a 3 (menos molesto), los ruidos que escucha diariamente, son de:

- 1) personas 2) música, radio o TV 3) bocinas 4) frenadas o arranques 5) silbatos/pelotas  
6) aves 7) maquinarias 8) ladridos 9) electrodomésticos 10) reparación calles o veredas  
11) otros.....

12. En qué momento del día, se producen con mayor frecuencia, los ruidos: 1) al amanecer

Grupo GII.S.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.



2) a la mañana 3) a la tarde 4) a la noche 5) trasnoche 6) todo el día 7) nunca

**13.** Cuáles son, para usted, (en orden decreciente) las tres calles más ruidosas de la ciudad de Buenos Aires:

1-.....2-.....3-.....

**14.** Cuantas horas trabaja por día?.....

**15.** Hay sonidos continuos, persistentes, en su trabajo? 1- Si 2- No (continúe con el ítem 18)

**16.** Enumere los tres sonidos más persistentes en su trabajo? 1.....

2 ..... 3.....

**17.** Intensidad de los sonidos que escucha en su trabajo: 1) muy intenso 2) intenso  
3) poco intenso 4) insignificante

**18.** ¿Utiliza mp3 habitualmente? 1. Si 2. No (continúe con el ítem 20)

**19-**Volumen del mp3: 1) muy intenso 2) intenso 3) poco intenso 4) insignificante

**20.-**¿Sabe Ud. a que se denomina Contaminación Sonora? 1. Si 2.No

**21.-** ¿Conoce los efectos que causa este tipo de contaminación? 1. Si 2. No (continúe con el ítem 23)

**22.-** indique cuales son, a su criterio, los tres principales efectos causados por el sonido intenso en las personas.

1.....2.....

3.....

**23-** Enumere las que, a su juicio, constituyen las tres principales causas de ruidos molestos en la ciudad de Bs. As.

1-VEHÍCULOS 2- DISCOTECAS 3-RECITALES 4- REPARACIONES EN LA VÍA PÚBLICA  
5-ACTIVIDAD INDUSTRIAL 6- ACTIVIDAD COMERCIAL 7- VECINOS

8- OTROS.....

**24.-** ¿Qué áreas de la ciudad considera Ud. que es importante preservar de los ruidos molestos?

.....

**25.-** ¿Qué medidas adoptaría para disminuir los ruidos molestos en su barrio? (nombre 3)

1.....2.....3.....

**26.** Usted o algún familiar tiene problemas de salud causados por la contaminación sonora?

1. SI 2. NO

**27-** Intensidad del problema: 1- muy grave 2 -grave 3- poco grave 4- reversible

**28.-** ¿Sabe Ud. si en la ciudad existen regulaciones sobre emisión de ruidos? 1. Si 2.No

**29.-** Si la respuesta anterior es si, qué grado de acuerdo tiene con dicha regulación:

.....

Grupo GIIS.

Facultad de Ingeniería.

Universidad de Palermo.

## ANEXO 2

### Ejemplo del resultado del procesamiento de una base de datos

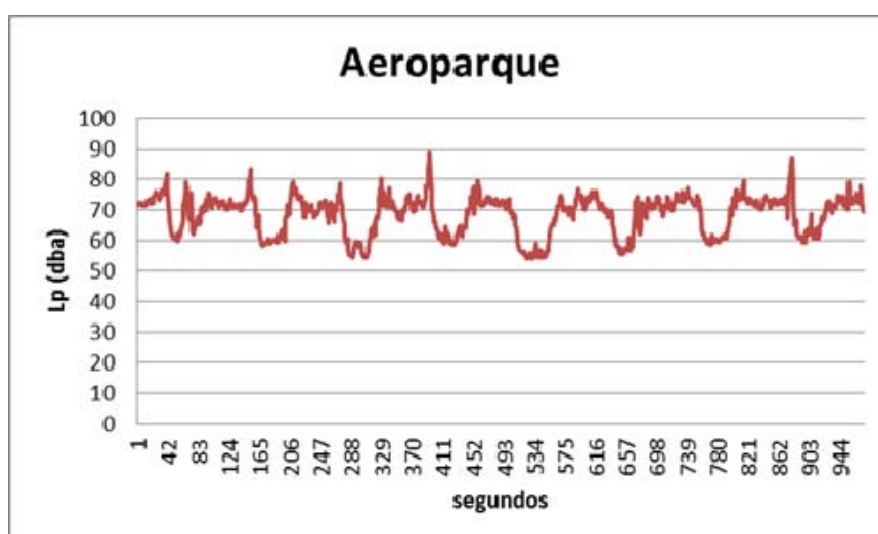
#### Aeroparque 4-6-2011

Muestra tomada de 11:29:2 hs a 11:48:31 hs.

Cantidad de datos de la base 976.

Tabla de datos obtenida con el decibelímetro: en este documento se copian solo las primeras 4 lecturas (a modo de ejemplo) de las 976 realizadas a intervalo de 1 (un) segundo.

STANDARD 8852 DATA LOGGER SamplingRate:1.0;	aeroparque		
4-6-2011	11:29:2	71,60	dBA
4-6-2011	11:29:3	71,80	dBA
4-6-2011	11:29:4	72,20	dBA
4-6-2011	11:29:5	72,50	dBA
Y siguen....			



<b>AEROPARQUE</b>	
Media	68,50922131
Error típico	0,205399418
Mediana	70,9
Moda	71,8
Desviación estándar	6,416882941
Rango	35
Mínimo	54
Máximo	89
Suma	66865
Cuenta	976

Vd. Lp	seg	seg acum
54	4	4
58	71	75
62	149	224
66	82	306
70	129	435
74	395	830
78	122	952
82	17	969
86	4	973
90	3	976

**Nivel de ruido equivalente**  
**Leq (A)= 72,31**

**Ruido de base**  
**L(90)= 58,61**

**Picos de ruido**  
**L(10) =75,59**

**Traffic noise index**  
**TFI=96,53**

**Noise pollution level**  
**NPLL=88,74**

