



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

FIA2008-A042

## **El problema del ruido en las autopistas urbanas: propuesta e introducción de especificaciones para el diseño y construcción**

Norberto Jorge Salvia<sup>(a)</sup>

(a) SARSY S.A. Consultores, Lavalle 589, San Salvador de Jujuy, (CY4600EAK) – Argentina.  
E-mail: norbertosalvia@yahoo.com.ar

### **Abstract**

It begins with an introduction in the organ's description and the auditory process, passing then to define the levels of sound that lead us to the noise and to the psychiatric and physical's problem that carry off. It takes the example of the noise in B.A. city, and analyzes the phenomena in the urban parkways, the traffic's incidence and the speed, and the determination of maps of noise.

It analyzes measurement of noise accomplish cause of this work, in the Sun's parking in the north of B.A.

To the effect of having a referential mark of the advance of the subject in other countries, it transcribes data over legislation that restricts the levels of noise, differing zones and timetables.

It bring up the different kind of solution or helps to the problematic of noise, go by the election of type of surface of the cape of rolling of the pavement, to the acoustic fence; to the airtight isolation of the opening of the hoses, to the economic compensation for depreciation of the property and the diminution toll's fare.

### **Resumen**

Se comienza con una introducción en la descripción del órgano y proceso auditivo, pasando luego a definir los niveles de sonido que nos conducen al ruido y a los problemas psíquicos y físicos que conllevan. Se toma el ejemplo del ruido en la Ciudad de Buenos Aires, y se analiza el fenómeno en las autopistas urbanas, la incidencia del tráfico y la velocidad, y la determinación de mapas de ruido.

Se analizan mediciones de ruido efectuadas con motivo de este trabajo, en la Autopista del Sol en el Acceso Norte a Buenos Aires.

A efectos de tener un marco referencial del avance del tema en otros países, se transcriben datos sobre legislación que limita los niveles de ruido, diferenciando zonas y horarios.

Se abordan los distintos tipos de soluciones o remedios para la problemática del ruido, pasando desde la elección del tipo de superficie de la capa de rodamiento del pavimento, a las barreras acústicas; al aislamiento hermético de las aberturas de las viviendas, a la de compensación económica por depreciación de la propiedad, y a la disminución de la tarifa de peaje.

## 1 Introducción

Si tuviera en cuenta las consecuencias que provoca el ruido sobre las personas, ninguno dudaría en tomar los recaudos necesarios para evitar estos daños, a veces, irreparables, como por ejemplo los causados por los potentes equipos de sonido actuales, capaces de romper los cristales de los edificios, o el de las motos que circulan con escape libre atronando el espacio con ruidos ensordecedores, a la vista y paciencia de una comunidad que nada puede hacer contra estos atropellos.

Para conocer el daño que causan estos ruidos, se hace necesario saber que el sonido que sobrepasa los 80 decibeles entra inmediatamente en la categoría de “ruido”. Por ejemplo, en el centro de Buenos Aires, en las horas pico, el ruido supera los 100 decibeles. Sin embargo como la pérdida de la audición se produce en forma lenta y generalmente carece de síntomas, no se da importancia a los efectos nocivos del ruido.

Y salvo en algún caso particular, no hay legislación nacional que nos proteja.

El trabajo apunta a que en el ámbito de la Vialidad Argentina se establezcan normas que aseguren la calidad sonora de vida.

## 2 La contaminación Ambiental por Ruido

### 2.1 El Ruido en la Ciudad y en las Autopistas

A título de ejemplo se presenta el caso del Entorno de la Autopista M-40 en Madrid, España, donde se realizó un estudio para la determinación de los niveles sonoros existentes en una zona del Barrio de San Lorenzo, antes de someterla a medidas correctoras (2).

De 306 puntos receptores estudiados, 239 se encuentran sometidos a niveles superiores a 65 db (A), de los cuales 115 soportan niveles mayores de 75 dB (A).

Otro caso tomado, ahora en una autopista en Croacia (3), se determinaron los niveles de ruido, luego de medidas correctoras, llegándose a valores de 65 dB a una distancia de 450 a 500 metros desde el eje de la carretera.

Otro ejemplo es una autopista en la Región de Calabria, Italia, donde la Facultad de Ingeniería (4) hizo determinaciones que condujeron al mapa de ruido de Figura N° 1.

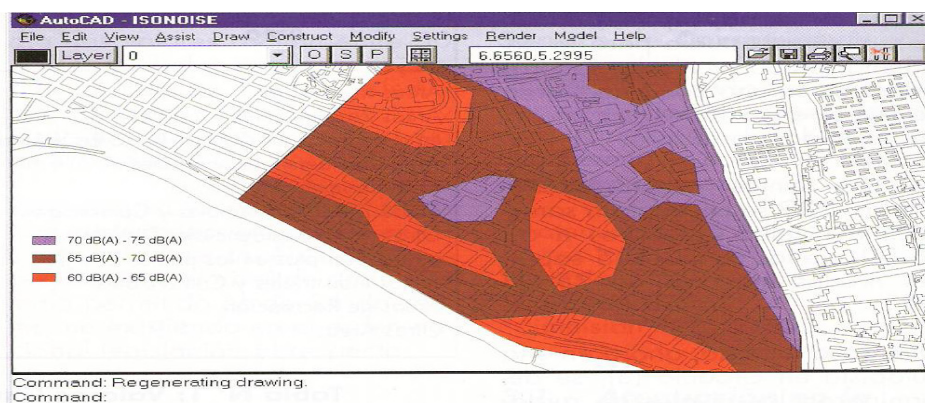


Figura N° 1. Mapa de Ruido en Calabria

En cuanto a la Ciudad de Buenos Aires, el ISEV ha determinado registros de hasta 105 decibeles medidos en hora pico (5).

El autor ha efectuado mediciones de ruido en la Autopista del Sol en horas de la mañana en dos puntos receptores, en la trocha San Isidro – General Paz, determinándose, que en la

autopista el nivel de ruido es de 84 decibeles, y en correspondencia de la línea de fachada de las viviendas es de 74 decibeles.

### 3 Legislación sobre Nivel de Ruido

En la mayor parte de los países donde se han desarrollado programas de autopistas, operación de aeropuertos o construcción de ellos, así como el desarrollo de trenes de alta velocidad, se ha tomado conciencia de este problema y se ha llegado a establecer valores límites del nivel sonoro.

En áreas residenciales, para el día, los valores oscilan entre 50 y 60 decibeles, para los ejemplos de Bélgica, Francia, Alemania Bolzano (Italia), Suecia y Gran Bretaña, como se observa en las Tablas N° 1 a N° 6. (7) (11)

En cuanto a la Argentina, existe una ordenanza municipal en la ciudad de Buenos Aires, que especifica que el nivel de ruido máximo permitido es de 84 decibeles, no existiendo en el orden nacional legislación al respecto.

#### 3.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires

La ley 1540/04 publicada en el Boletín Oficial el 18/01/05 sobre “Contaminación Acústica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires” es la de aplicación específica para el tema que nos ocupa de ruido originados en el tráfico vehicular en autopistas urbanas.

El artículo 12 de dicha Ley establece “Niveles de Evaluación Sonora”, encuadrando las autopistas en el nivel de emisión de ruidos de fuentes móviles.

Tabla N° 1. Niveles de Evaluación Sonora

Nivel	Descripción
1	Nivel de emisión de ruido de fuentes fijas al ambiente exterior
2	Nivel de emisión de ruido de fuentes fijas en ambiente interior
<b>3</b>	<b>Nivel de emisión de ruido de las fuentes móviles</b>
4	Nivel de inmisión de transmisión de vibraciones en ambiente interior

#### 3.2 Suecia

Tabla N° 2. Valores Límites de Ruido en Suecia

Área	Valores de Referencia en dB (A)		
	Día	Tarde	Noche
Áreas Rurales, etc.	40	35	30
Áreas Residenciales y Rurales en el perímetro de 500 m. de Zonas Industriales	50	45	45
Áreas Residenciales y Rurales en el perímetro de 500 m. desde Zonas Artesanales y Comerciales.	50	45	40
Otras Áreas Residenciales Distintas a las Descriptas en los puntos 2. y 3.	45	40	35
Zonas Industriales y Comerciales	60	55	55
Áreas de Recreación	50	45	40
Otras Áreas.	45	40	35

### 3.3 Francia

**Tabla N° 3.** Valores Límites de Ruido en Francia en dB (A)

Área	Día	Noche
Hospital, Centros de Salud, etc.	45	35
Residencial (Área Rural).	50	40
Residencial (Área Urbana)	55	45
Residencial / Comercial.	60	50
Residencial / Industrial.	65	55
Industrial.	70	60

### 3.4 Alemania

**Tabla N° 4.** Valores Límites de Ruido en Alemania en dB (A)

Área	Día	Noche
Hospital - Escuela.	57	47
Área Residencial.	59	49
Área Residencial y Área de Negocios.	64	54
Área con ligera Industrialización.	69	59

### 3.5 Bolzano, Italia

**Tabla N° 5.** Valores Límites de Ruido en Bolzano en dB (A)

Área	Día	Noche
Área Urbana Residencial (calle local)	55	45
Área Urbana Residencial (calle de distribución)	60	50
Área Urbana Residencial (calle principal)	65	55

### 3.6 Gran Bretaña

**Tabla N° 6.** Valores Límites de Ruido en Gran Bretaña en dB (A)

Noise Source	Noise exposure			
	A	B	C	D
<b>road traffic</b>				
07:00 - 23:00	<55	55 - 63	63 - 72	>72
23:00 - 07:00	<45	45 - 57	57 - 66	>66
<b>rail traffic</b>				
07:00 - 23:00	<55	55 - 66	66 - 74	>74
23:00 - 07:00	<45	45 - 59	59 - 66	>66

<b>air traffic</b>				
07:00 - 23:00	<57	57 - 66	66 - 72	>77
23:00 - 07:00	<48	48 - 57	57 - 66	>66
<b>Mixed sources</b>				
07:00 - 23:00	<55	55 - 63	63 - 72	>72
23:00 - 07:00	<45	45 - 57	57 - 66	>66

#### 4. Atenuación de Impacto Sonoro de Carreteras

Cuando los límites establecidos por la legislación se superan es preciso estudiar las soluciones que permitan reducir el impacto a niveles aceptables. (8)

La atenuación se puede plantear en tres fases:

- a- Emisión.
- b- Propagación
- c- Inmisión

##### 4.1 Atenuación en la Emisión

La atenuación en la emisión se puede lograr actuando sobre las condiciones de tráfico, sobre el vehículo y sobre el pavimento.

Con relación a la condición del tráfico las figuras 2 y 3 muestran la influencia de la velocidad y la intensidad de tráfico en el impacto sonoro: obviamente límites a las velocidades máximas en horarios donde el tráfico aumenta es una de las soluciones, que deben ser abordadas en un contexto de capacidad de calzada y de diseño.

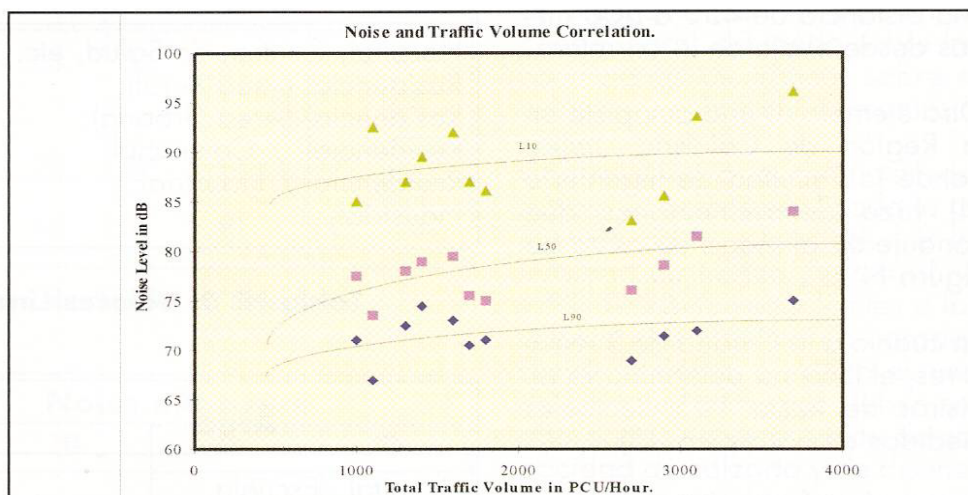


Figura N° 2. Incidencia del Tráfico en el Nivel de Ruido

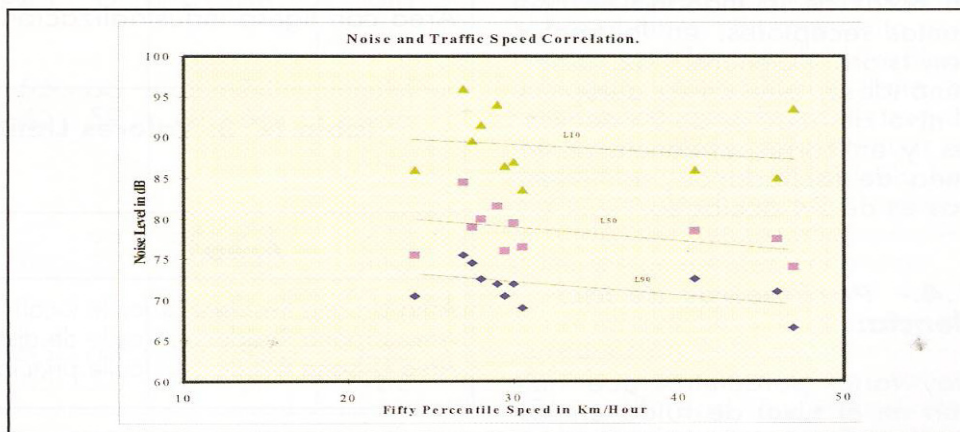


Figura N° 3. Incidencia de la velocidad en el Nivel de Ruido

En cuanto al vehiculo, se está continuamente experimentando, sobre el tema. En una visita que realizó el autor al Centro de Investigación de la Fiat en Torino, Italia, pudo constatar un programa de ensayos para atenuar el ruido que genera el vehículo hacia el exterior, como así también el ruido que genera internamente para los ocupantes del mismo.

Y en lo que hace al pavimento, la reducción de la emisión ha adquirido gran auge en los últimos años en Europa con la aparición de los pavimentos porosos o drenantes, cuyo objetivo inicial era evitar los efectos del hidroplaneo.

También la pavimentación en capas delgadas ha sido experimentada en el sentido acústico por investigadores franceses (9) como se ilustra en la Figura N° 4.

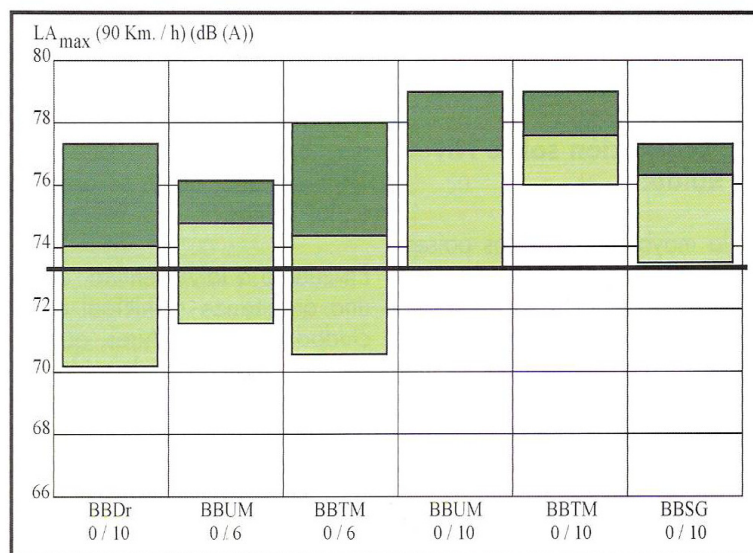


Figura N° 4. Comparación de diferentes revestimientos asfálticos (1 a 4 años de servicios)

#### 4.2 Atenuación en la Propagación

En relación con la atenuación del impacto sonoro de carreteras la atenuación en la propagación, consiste en la implantación de barreras entre la carretera y la zona que se desea proteger: estas barreras en función de las características acústicas de los materiales, pueden

ser reflectantes u absorbentes y las hay de gran altura y de altura normal que están entre 2 y 6 metros.

En el estudio que habíamos mencionado anteriormente (2), de la M-40 de Madrid, se decidió la implantación de una pantalla acústica de 5 metros de altura.

Ello trajo la disminución de 239 a 155 puntos receptores que permanecen por encima de 65 decibeles.

Si a ello le sumamos una atenuación en la emisión de sonido por medio de un pavimento drenante, los 155 puntos bajan a 110 que se encuentran por encima de los 65 decibeles.

### **4.3 Atenuación en la Emisión**

La atenuación en la emisión se logra fundamentalmente por el aislamiento de las fachadas de las viviendas, apuntando al elemento más débil de las mismas en cuanto al ruido, que son las ventanas, a las que se proporciona un cerramiento y aislamiento especial.

En el ejemplo de la M-40 Madrid, esta solución de colocación de ventanas dobles o dobles cristales y buen cerramiento aseguraron atenuaciones comprendidas entre 25 y 40 decibeles.

## **5. Evaluación monetaria del impacto acústico**

En el Congreso Mundial de la Internacional Road Federation (IRF), celebrado en Toronto, J. Lambert y S. Rambeau de Francia (10) presentaron una metodología de evaluación de la compensación monetaria que podría establecerse para los casos de impacto acústico. En la discusión posterior del tema dedicado a preguntas, los autores mencionaron la experiencia de la pérdida del valor de propiedad pro cada decibel. El autor considera que esta puede ser una base de partida, para los casos posteriores a haber intentado toda otra solución al problema.

En esa misma dirección de la compensación económica, se desarrolló un panel ambiental en el pabellón francés presidido por el Presidente de la Vialidad francesa, y con la participación de representantes de los concesionarios viales y ambientalistas de Francia, donde se menciona, ante una pregunta del autor, que se podía pensar en una disminución de la tarifa de peaje, en alguna zona crítica, pero como medida extrema.

## **6 Metodología de Estudio para modelización y Mapa de ruido (11)**

- A) Mediciones de campo realizadas con equipos de sonometría
- B) Simulaciones generadas a través de software específicos

1. Selección de los puntos de medición
2. Horarios de determinaciones de ruido
3. Vehículos totales por tramos horarios
4. Tramos de estudio para simulaciones
5. Mediciones de ruido en asfalto liso vs. Asfalto poroso
6. Mediciones de ruido con Pantallas Acústicas
7. Medición de ruido con Reducción de velocidad
8. Medición de ruido en asfalto poroso
9. Medición de ruido en asfalto poroso con pantallas acústicas
10. Medición de ruido con aislamiento de fachadas.

### 1. Selección de puntos de medición

Los puntos de medición serán seleccionados teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Densidad de población afectada
- Tipo y volumen de tránsito pasante por cada zona
- Zonas cercanas a entradas/salidas de la autopista
- Localizaciones sin obstáculos/pantallas entre la carretera y las viviendas
- Zonas de aceleración o reducción de la velocidad (curvas, pendientes, etc.)
- Partes de la autopista en la que se permita mayor velocidad de tránsito
- Características de la carretera y del entorno (curvas, pendiente, trinchera, incorporaciones, tipo de terreno, etc.)
- Determinación de las características acústicas del entorno (ruido de fondo)
- Accesibilidad y seguridad del punto de medición
- Representativos del ambiente sonoro de la zona

### 2. Horario de determinación de ruido

Se refiere al horario diurno y al horario nocturno, y al establecimiento de la duración de las mediciones.

### 4. Tramos de estudio para simulaciones

Se establecen zonas de estudio con el fin de ajustar el modelo de simulación efectuándose mediciones en zonas linderas a la emisión, a distancias variables y a alturas diferentes de la fachada de los edificios.

## 7 Conclusión

En base a los antecedentes y justificaciones desarrolladas en este trabajo, el autor propone recomendar la incorporación para el diseño y construcción de autopistas urbanas o que atraviesen zonas expuestas, la adopción de los valores reglamentados y que los mismos se amplíen a otras ciudades del país.

Y para el caso de las ya construidas, se hagan estudios de ruido a efectos de proyectar las medidas de reducción del nivel sonoro.

Se presenta una metodología a seguir para aplicar en el proyecto de autopistas o para la atenuación del ruido en las autopistas existentes.

Con todo ello se logrará mejorar la calidad de vida.



**Referencias**

- 1 Folleto de Bilson Internacional. –Noise & Planning `96, Pisa, Italia; Mayo 28 al 31 de 1996.
- 2 “Aplicación de Modelos Matemáticos en la Previsión de Niveles Sonoros Producidos por el Tráfico de Carretera. Experiencia en Vía Rápida Urbana y Autovía”, José Trigueros Rodrigo (España) Fernando Segué Echazarreta (España), CEDEX – XXI Congreso Mundial IRF, Madrid, España, 16 al 21 de Mayo de 1993.
- 3 “Planning and Design of Roads in Protected Areas”, Ivo Lozic (Croacia) – XII Congreso IRF, Madrid, España, 16 al 21 de Mayo de 1993.
- 4 “Assessment and Computerized Mapping of Urban Acoustic Features” por D. Barbieri, A. Nucara, Matilde Pietrafesa del Instituto di Ingegneria Civile e Energetica, Facoltà di Ingegneria, universita di Reggio Calabria, Italy – Noise & Planning `96, Pisa, Italia, Mayo 28 al 31 de 1996.
- 5 “Crecen en Buenos Aires la Contaminación y el Ruido”, periódico “la Nación”, 30 de Agosto de 1996.
- 6 “Assesment of Noise and Air Pollution of a Highway Corridor”, J.B. Srivastava, Prof. Dr. A.K. Gupta and Prof. Dr. S.K. Khanna (India) – XII Congreso Mundial IRF, Madrid, España, 16 al 21 de Mayo de 1993.
- 7 “Permissible Sound Levels in Residential Areas in EC” por M. Vigone (Italia), Institute of Audiology and Phonology – University of Turin. Noise & Planning `96, Pisa, Italia, Mayo 28 al 31 de 1996.
- 8 “Medios de Control de Impactos Sonoros de Carreteras, Unidad Acústica Labein 1992, Departamento de Transporte y Obras Públicas – Gobierno Vasco, España.
- 9 “Couches de Roulement tres Minces et Ultra-minces en Matériaux Bitumineux a Chaud. Bilan d'emploi et de Comportement”, Yves Brosseau y Robert Abadie y Régis Legnonin (Francia), Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées, N° 207, Janvier – Février 1997.
- 10 “Evaluación Monetaria de los Impactos de los Transportes sobre el Medio Ambiente”, Jacques Lambert (INRETS) y Sylvia Rambeau (SECTRA/MELTT) – Francia – XIII Congreso Federación, Toronto, Canadá; Junio 16 al 20 de 1997.
- 11 “Impacto Acústico y Plan de Adecuación en la Autopista AU1-25 de Mayo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina” Ing. Felipe Nougues e Ing. Rodolfo Gareis – XVI Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito – Buenos Aires, Argentina, Septiembre 26 al 30 de 2008.