PODER LEGISLATIVO



PROVINCIA DE TIERRA DEL FUEGO ANTARTIDA E ISLAS DEL ATLANTICO SUR REPUBLICA ARGENTINA

PARTICULARES

N° 010	PERIODO	LEGISLATIVO	2010.
EXTRACTO Sra. de Solicitando la			
Acusticas en car la Ruter 3 desde	acter exp	erimental	sobre
lente hasta la e.	ntrade o	enda del al Barrio	"La
Entró en la Sesión de:			
Girado a Comisión Nº			
Orden del día Nº			



St Pte de Régislatury Provincial 5! paniel Raimbault y legisladore De mi consideración. PODER LEGISLATIVO GASTA PRESIDENCIAL OLIVO GASTA DE LA COMPANIO DEL COMPANIO DE LA COMPANIO DE LA COMPANIO DE LA COMPANIO DEL COMPANIO DE LA COMPANIO DE LA COMPANIO DE LA COMPANIO DEL COMPANIO DEL COMPANIO DEL COMPANIO DE LA COMPANIO DEL COMP

El problema del RUIDO en las autopistas conlleva a problemas psíquicos y físicos, todos sabemos que la relación entre equilibrio mental y decibeles es sumamente delicada, hasta puede desembocar enla violencia.

Para ello debemos abordar distintos tipos de soluciones,
"saneamientos acústicos", desde la elección del tipo de superficie
de la capa de rodamiento del pavimento, porosos o drenantes para
evitar el efecto de hidroplaneo, a las barreras acústicas, así como el aislamiento hermético de las aberturas de las viviendas.

Las consecuencias que provoca el ruido sobre las personas si sobrepasa 80 decibeles implica establecer:

- .-Nivel de emisión de ruido de las fuentes móviles.
- .-Ubicación de zonas residenciales o rurales.
- .-Estudiar y buscar soluciones que permitan reducir el impacto a niveles aceptables.
- .-Atenuación del impacto sonoro en las carreteras.
- .-Utilización de distintos tipos de barreras que pueden ser : reflectantes u absorbentes.
- .-Medición de ruido en asfalto liso o poroso.
- .-Medición de ruido con reducción de velocidad.
- .-Medición de ruido conasfalto poroso con pantallas acústicas.
- .-Selección de los puntos de medición.
- .-Zona densamente poblada.
- .-Zona con curvas o pendientes.
- .-Horario de determinación de ruido.

S POULO S

La variación del ruido con el tiempo es la característica principal del ruido ambiental ,en particular el ruido del tráfico.

Esta variación del nivel con el tiempo son debidas a :

.-Existencia del tráfico con distintas características mecánicas.

.-Distinta velocidad de los vehiculos.

- .-Fluidéz de tráfico.
- .-Trazado de la carretera.

Todas estas variables determinan el ruido ambiental.

valoraciones energéticas que tienen en cuenta los posibles canales de propagación acústica y distribuciones energéticas.

como consecuencia de atenuación por la distancia, reflexiones en obstáculos y difracciones en el caso de encontrarse o preveer la instalación de pantallas antiruido; normalmente no se considera la difracción por diedros (como ocurre en las esquinas edificadas) o desniveles del terreno en forma de trinchera (que estos taludes en zonas habitadas suponen mas inconvenientes que ventajas)

Visto todo lo expuesto y

Considerando que una barrera acústica está diseñada para reducir la polución acústica es un método efectivo para la mitigación acústica en las carreteras..

Se debe tener en cuenta:

- .-bloquear el trayecto del haz de ruido hacia un particular receptor sensor.
- .- Las fuentes acústicas deben incluir : motor, ruedas, aerodinamia.
- .-Los beneficios : incluten menos desorden del sueño.
- .-Reducción de la interferencia del habla.



- .-Menos riesgo de sordera.
- .-Reducción de presión sanguinea.

Con la instalación de pantallas acústicas se logrará una mejor calidad de vida para los que elegimos vivir en esta zona austral tan querida.

Beatriz de Arma

D.N.I.:2.722.334

del Bosque 619 .B° La Colina

Ushuaia. Tierra del Fuego

A: 433025

El pedido es la instalación de PANTALLAS ACUSTICAS en carácter experimental sobre RUTA 3 desde la ROTONDA del Polivalente hasta la entrada al Barrio " La Colina ", donde se encuentran gran cantidad de viviendas.

Dr. MARIEL RAINBAULT

Slews A, Delo3/2010. De o See. Ing slotho.





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^(a)

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

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.

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

Se analizan mediciones de ruido efectuadas con motivo de este trabajo, en la Autopista del Sol ruido.

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 perdida 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 titulo 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 Nº 1.

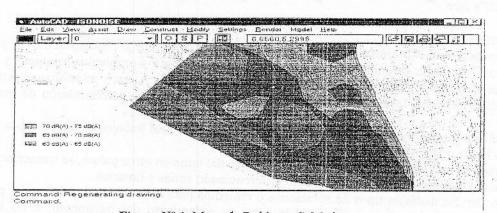


Figura Nº 1. Mapa de Ruido en Calabria

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.

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 Nº 1 a Nº 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 Nº 1. Niveles de Evaluación Sonora

Nivel	Descripción
141461	Nivel de emisión de ruido de fuentes fijas al ambiente exterior
1	Nivel de emisión de ruido de fuentes fijas en ambiente interior
2	Nivel de emision de ruido de lucites tijas en antologo
3	Nivel de emisión de ruido de las fuentes móviles
4	Nivel de immisión de transmisión de vibraciones en ambiente interior

3.2 Suecia

Tabla Nº 2. Valores Limites de Ruido en Succia

ex 1.5a (augmoning siles)	Valores de Referencia en dB (A)		
Área	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. Zonas Industriales y Comerciales Áreas de Recreación Otras Áreas.	45 60 50 45	40 55 45 40	35 55 40 35

3.3 Francia

Tabla Nº 3. Valores Límites de Ruido en Francia en dB (A)

Área	Día	Noche
Hospital, Centros de Salud,	10000	Allen C
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 Nº 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 Nº 5. Valores Límites de Ruido en Bolzano en dB (A)

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

3.6 Gran Bretaña

Tabla Nº 6. Valores Limites de Ruido en Gran Bretaña en dB (A)

Noise Source	Noise exposure			
	Α	В	C	D
road traffic				
07:00 - 23:00	<55	55 - 63	63 - 72	>72
23:00 - 07:00	<45	45 - 57	57 - 66	>66
rall traffic			a Belsa	SIGG
07:00 - 23:00	<55	55 - 66	66 - 74	>74
23:00 - 07:00	<45	45 - 59	59 - 66	>66



air traffic 07:00 - 23:00 23:00 - 07:00	<57 <48		00-12	>77 >66	
Mixed sources 07:00 - 23:00 23:00 - 07:00	<55 <45	100 0+	63 - 72 57 - 66	>72 >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

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.

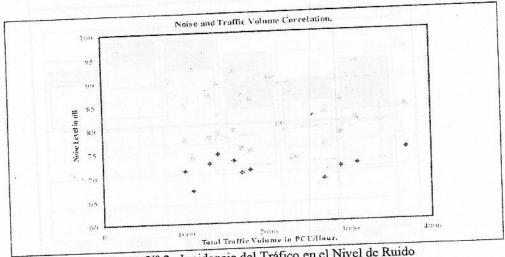


Figura Nº 2. Incidencia del Tráfico en el Nivel de Ruido

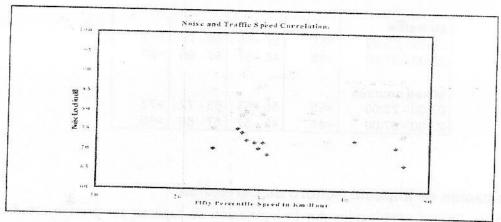


Figura Nº 3. Incidencia de la velocidad en el Nivel de Ruido

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 Nº 4.

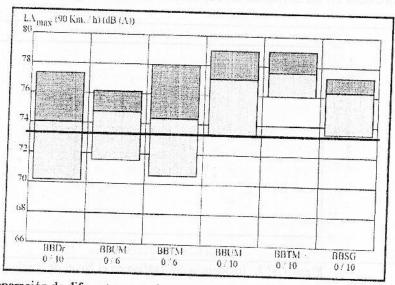


Figura Nº 4. Comparación de diferentes revestimientos asfálticos (1 a 4 años de servicios)

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

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

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 menciono, 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.

Metodología de Estudio para modelización y Mapa de ruido (11)

- A) Mediciones de campo realizadas con equipos de sonometria
- B) Simulaciones generadas a través de software específicos
- Selección de los puntos de medición
- 2. Horarios de determinaciones de ruido
- 3. Vehículos totales por tramos horarios4. 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.

 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 transito 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 transito - 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.

Conclusión 7

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 amplien 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

Folleto de Bilsom Internacional. -Noise & Planning `96, Pisa, Italia; Mayo 28 al 31 de 1996.

"Aplicación de Modelos Matemáticos en la Previsión de Niveles Sonoros Producidos por el Tráfico de Carretera. Experiencia en Vía Rápida Urbana y Autovia", José Trigueros Rodrigo (España) Fernando Segués Echazarreta (España), CEDEX - XXI Congreso Mundial IRF, 2 Madrid, España, 16 al 21 de Mayo de 1993.

"Planning and Designo f Roads in Protecte Areas", Ivo Lozic (Croacia) - WII Congreso IRF, 3

Madrid, España, 16 al 21 de Mayo de 1993.

"Assessment and Computarizad Mapping of Urban Acoustic Features" por D. Barbieri, A. Nucara, Matilde Pietrafesa del Instituto di Ingegneria Civile de Energetica, Facoltá di 4 Ingegnería, universita di Regio Calabria, Italy - Noise & Planning '96, Pisa, Italia, Mayo 28 al

"Crecen en Buenos Aires la Contaminación y el Ruido", periódico "la Nación", 30 de Agosto

5

7

"Assessement of Noise and Air Polution of a Highway Corridor", J.B. Srivastava, Prof. Dr. A.K. Gupta and Prof. Ddr. S.K. Khanna (India) - XII Congreso Mundial IRF, Madrid, España, 6 16 al 21 de Mayo de 1993.

"Permisible Sound Levels in Residencial Areas in EC" por M. Vigone (Italia), Institute of Audiology and Phonology - University of Turín. Noise & Planning '96, Pisa, Italia, Mayo 28 al

"Medios de Control de Impactos Sonoros de Carreteras, Unidad Acústica Labein 1992, 8

Departamento de Transporte y Obras Públicas - Gobierno Vasco, España.

"Couches de Roulement tres Minces et Ultra-minces en Materiaux Bitumineux a Chaud. Bilan d'emploi et de Comportement", Yves Brosseaud y Robert Abadie y Regis Legnonin (Francia), 9 Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussees, Nº 207, Jamvier - Fevrier 1997.

"Evaluación Monetaire des Impacts des Transports sur l'Environment", Jacques Lambert (INRETS) y Sylvia Rambeau (SECTRA/MELTT) - Francia - XIII Congreso Federation, 10

Toronto, Notario, Canadá; Junio 16 al 20 de 1997.

"Impacto Acustico 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 11 congreso Argentino de Vialidad y Transito - Buenos Aires, Argentina, Septiembre 26 al 30 de 2008.



PROTECCIÓN CONTRA EL RUIDO DE TRÁFICO: ¿ PANTALLAS O CARRETERAS EN TRINCHERA?

REFERENCIAS PACS: 43.20.Gp, 43.50.Gf, 43.50.Vt

Salas, R.A.; Simón, F.; Pfretzschner, J. Instituto de Acústica, CSIC. Serrano 144 28006 Madrid

A comparative study between the acoustic protection produced by the diffraction around corners and screens is described.

Among the algorithms proposed by different authors for a rigid wedge, we have selected those of Pierce due to the practical advantages of numerical calculation. Pierce offers two approximations to the diffraction for a rigid wedge: one based in terms of auxiliary Fresnel functions by means of complex variable techniques, and a simplified version based on the asymptotic series of the Fresnel diffraction functions.

It has been described the spatial zones in which both formulations can be used, especially the spatial limits for the second one.

The article concludes showing that, in general, the acoustic protection provided by a screen is higher than those provided by a rigid corner with the same effective height.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un número relativamente elevado de programas informáticos utilizados para la resolución de problemas "topográficos" de ruido ante una situación establecida, o bien para proceder a una distribución racional de viales y áreas de distinto uso (habitables, comerciales, etc.), que ayudan al diseñador o urbanista, a tomar posibles iniciativas y soluciones.

Los programas, basados en la teoría acústica de rayos y valoraciones energéticas, tienen en cuenta los posibles canales de propagación acústica y distribuciones energéticas como consecuencia de atenuaciones por la distancia, reflexiones en obstáculos y difracciones en el caso de encontrarse o prever la instalación de pantallas antirruido con finalidades de protección acústica.

Normalmente, ninguno de los programas a los que se ha tenido acceso, consideran la difracción por diedros, como ocurre con las esquinas de edificaciones y sobre todo con los desniveles del terreno en forma de trinchera, por la que podría instalarse una hipotética carretera. No es raro encontrar en la literatura la afirmación concluyente que una carretera en trinchera presenta análogas características de protección acústica que la suministrada por una pantalla de altura equivalente.



El objetivo de este trabajo consiste en realizar un estudio comparativo del grado de protección acústica entre pantallas acústicas delgadas y trincheras, ambas con alturas eficaces equivalentes, a partir de algoritmos de reconocida solvencia.

Los resultados de este estudio pueden servir al diseñador con ideas de magnitud, así como soluciones mas viables bajo el punto de vista acústico, de un problema de esta naturaleza.

ASPECTOS TEÓRICOS

Los trabajos sobre la difracción acústica producida por diedros o cuñas no son excesivamente abundantes [1...4], y son los de Pierce [6-8] los que presentan un mayor interés, constituyendo una referencia obligada en trabajos posteriores, por ejemplo [9]. Otro aspecto que los hace esenciales es su comprobada eficacia en medidas experimentales.

Pierce establece un modelo que partiendo de una generalización de las soluciones exactas establecidas por Sommerfeld son interpretadas siguiendo las teorías establecidas por J.B. Keller (GTD) en forma de soluciones asintóticas uniformes para el problema de difracción por una cuña, apoyadas en las funciones auxiliares de Fresnel, con un tratamiento del problema con técnicas de variable compleja. La expresión para las pérdidas de inserción, /L, propuesta por Pierce, válida para kr₀ >> 1 y kr >>1 suponiéndose fuente puntual es (figura 1):

$$IL = -10\log\left\{\frac{{d_0}^2}{2(r+r_0)^2} \left[\sum_{+,-} \frac{\sin\nu\pi}{\sqrt{1-\cos\nu\pi\cos\nu(\vartheta_0 \pm \vartheta_0)}} A_D\left(\Gamma M_\nu(\vartheta_0 \pm \vartheta)\right)\right]^2\right\}$$
 (dB) (1)

siendo : $v = \pi/\beta$ (Índice de cuña) con β ángulo exterior $k=2\pi\hbar/c$ número de onda, d_0 la distancia directa fuente receptor y $A_D(X)$ es la función integral de difracción, que en el caso de que el argumento X sea real se define como $A_D(X) = sign(X) \{f(|X|) - ig(|X|)\}$ donde f(X) y g(X) son las integrales de Fresnel, siendo: $|X_{\pm}| = |\Gamma M_{\nu}(\vartheta_0 \pm \vartheta)|$, función que depende de las coordenadas polares del emisor y del receptor, en la que:

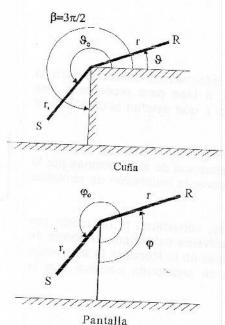


Fig 1.Cuña en ángulo recto y pantalla de Igual altura.

$$M_{\nu}(\vartheta_0 \pm \vartheta) = \frac{\cos \nu \pi - \cos \nu (\vartheta_0 \pm \vartheta)}{\nu \sqrt{1 - \cos \nu \pi \cos \nu (\vartheta_0 \pm \vartheta)}} \text{ y } \Gamma = \sqrt{\frac{kr_0 r}{\pi (r_0 + r)}}$$

Sin embargo, estos complicados algoritmos de cálculo pueden simplificarse para situaciones en la zona de sombra, en las que $\theta < \theta_0 - \pi$, que cumplan que kr >> 1, $kr_0 >> 1$ y valores suficientemente grandes del ángulo de incidencia ($\theta_0 > 5\pi/4$) y ángulos de difracción < $\pi/2$ para cuñas con un ángulo exterior $\beta = 3\pi/2$.

En este caso, las funciones de Fresnel f y g pueden sustituirse por los primeros términos de sus desarrollos en serie : $f(X) \cong 1/(\pi X)$ y $g(X) \cong 1/(\pi^2 X^3)$, para valores suficientemente grandes del argumento X, (Pierce toma el valor X > 2). Además sucede que, para X > 2, la función $g(X) \to 0$ más rápidamente que f(X), con lo que la parte imaginaria de la función A_D (X) se hace despreciable, obteniéndose

$$A_{\scriptscriptstyle D}(\Gamma M_{\scriptscriptstyle V}(\vartheta_{\scriptscriptstyle 0}\pm\vartheta))\approx \frac{1}{\pi\Gamma M_{\scriptscriptstyle V}(\vartheta_{\scriptscriptstyle 0}\pm\vartheta)}$$
 (2)



Sustituyendo la ecuación (2) en (1) se obtiene para las pérdidas de inserción de una cuña con ángulo exterior β la expresión compacta aproximada :

expresión compacta aproximada :
$$IL = -10\log\left\{\frac{\lambda d_0^2}{4\beta^2 r_0 r(r_0 + r)} \left[\frac{\text{sen}\nu\pi}{\cos\nu\pi - \cos[\nu(\vartheta_0 + \vartheta)]} + \frac{\text{sen}\nu\pi}{\cos\nu\pi - \cos[\nu(\vartheta_0 - \vartheta)]} \right]^2\right\}$$
(dB)

donde los valores suministrados por la ecuación (3) son similares a los de la ecuación (1) cuando se cumple la relación

$$\left|X_{\pm}\right| = \left|\Gamma M_{\nu}(\vartheta_0 \pm \vartheta)\right| > 2 \tag{4}$$

que equivale a:

$$rr_0/(r+r_0) > C(\theta, \theta_0, f)$$

(5) siendo

$$C = \frac{16\pi}{9k} \left\{ \frac{1 - \cos\frac{2}{3}\pi\cos\frac{2}{3}(\vartheta_0 - \vartheta)}{\left[\cos\frac{2}{3}\pi - \cos\frac{2}{3}(\vartheta_0 - \vartheta)\right]^2} \right\}$$

una función que depende de la posición angular del emisor ϑ_0 , del receptor ϑ y de la frecuencia, y donde se ha sustituido v=2/3 (cuña ángulo recto). En general, la condición anterior (4) no se cumple para posiciones muy cercanas de ambos al vértice difractor y/o para ángulos de emisión rasantes y posición del receptor en la superficie de la cuña. Además, la ecuación (1), es compleja de evaluar si no se dispone de tablas ó de un programa específico de ordenador; sin embargo la ecuación (3) resulta más asequible al usuario no especializado. Los resultados obtenidos a través de la expresión (3) son similares a los de (1) cuando se cumple la relación (4) (criterio de Pierce) que es equivalente a la (5).

Si se estudian las regiones de heta en la que es válida la relación (5),, se distinguen tres zonas o sectores angulares, como se ve en la figura 2.

Zona de lluminación directa (ZID): $\theta > \theta_0 - \pi$.

Zona de Sombra (ZS) : 0 < θ < θ_{limite} , donde 0 < θ_{limite} < θ_0 - π .En esta región la diferencia de los valores suministrados por ambas expresiones es muy pequeño. (Se cumple el criterio elegido por Pierce).

Zona de Penumbra (ZP): Situada entre las anteriores. En esta zona la diferencia de los valores suministrados por ambas expresiones es grande, por lo que se aconseja la utilización de la ecuación (1) para evaluar las Pérdidas de Inserción.

Dado que determinadas posiciones del emisor y del receptor pueden condicionar el empleo de las expresiones (1) y (3), en el apéndice se presenta un ejemplo aclaratorio.

Es bien conocida, por otra parte, la expresión de J. B. Keller para el cálculo de las pérdidas por inserción en pantallas semi infinitas, así como sus limitaciones para valores del número de Fresnel, N<1, lo que significa posiciones muy próximas al borde difractor:

$$IL = -10\log\left\{\frac{d_0^2}{8\pi k r_0 r(r_0 + r)} \left[\frac{1}{\cos\frac{\varphi_0 - \varphi}{2}} + \frac{1}{\cos\frac{\varphi_0 + \varphi}{2}}\right]^2\right\}$$
(dB) (6)

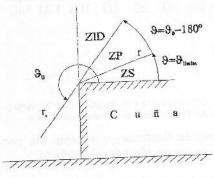


Figura 2.Zonas de utilización de las diversas formulaciones.



Ambas expresiones (3 y 6) presentan dos términos en los que el primero corresponde a las pérdidas o atenuación por divergencia esférica, y el segundo a atenuaciones según el ángulo de recepción, para una posición angular fija de emisión equivalente a la directividad de una fuente secundaria radiando desde el borde del obstáculo.

Los primeros términos son idénticos para ambos casos, excepto en los coeficientes $1/(4\pi)^2$ y $1/(3\pi)^2$ lo que conlleva a correspondientes valores en la ec.(3) inferiores a la ec.(6). El estudio empírico de las funciones transcendentes asociadas a las directividades, muestra curvas análogas en el intervalo $\pi/2 < \varphi < \pi$ aunque, análogamente al caso anterior, los valores de la directividad correspondientes al caso 3 son mayores que los del caso 4, de lo que puede concluirse que, para el caso ideal de ambas situaciones, las pantallas acústicas siempre producirán mayores pérdidas de inserción que las cuñas (o desniveles) de altura equivalente.

Es interesante resaltar que las ecuaciones 3 y 6 resultan idénticas, cuando la cuña degenera en un plano ($v = \frac{1}{2}$), convirtiéndose en una pantalla plana semi-infinita.

Con objeto de establecer órdenes de magnitud de esta situación, en la figura 3 se muestra a modo de ejemplo la diferencia $IL_{pantalla}$ - $IL_{cuña}$ expresada en dB para las siguientes situaciones: h_s =0.5; s=3; H=3; h_r =3, 6, 12, y 24 m (curvas a, b, c y d respectivamente) para valores de r entre 0 y 150 m. Estos parámetros corresponden a la situación del emisor (h_s, s) y receptor (h_r, r) referida a la pantalla (H) o borde vertical del talud. En este caso se ha utilizado la formulación de Pierce, ecuación (1) para el caso de la cuña en ángulo recto y dadas las limitaciones que impone la expresión de Keller (para N < 1), se ha utilizado la formulación de Kurze — Anderson.

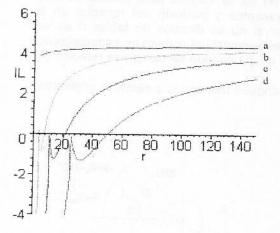


Figura 3. Diferencia entre IL de una pantalla plana y de una cuña en ángulo recto de altura equivalente.

Se observa, que las diferencias de pérdidas presentan un valor aproximadamente constante de 4 dB para esta geometría (curva a) y diferencias menores a medida que aumenta la altura de recepción, h_r , y disminuye la distancia r. En las curvas b,c y d existe un máximo local en r=3.6 m, r=10.8 m y r=25.2 m (abscisas correspondientes a los puntos de cruce del punto de recepción con la recta de iluminación directa, es decir, la que une la fuente con el vértice difractor), y un punto de corte con el eje de abscisas en r=6.8 m, r=21.5 m y r=50 m para el cuadrante en estudio., $\pi/2 < \varphi < \pi$. Se debe recordar además que las pantallas presentan sus mejores características de protección para el cuadrante $0 < \theta < \pi/2$.

Para cada una de las gráficas, la parte de la curva situada a la izquierda del mencionado máximo local carece de significado, ya que corresponde a posiciones situadas en la zona de iluminación directa.

Es interesante destacar, que tanto las pantallas como las cuñas presentan valores asintóticos de IL cuando la distancia de recepción tiende a infinito.

Hasta este momento nos hemos referido a cuñas de ángulo recto (es decir ángulo exterior = $3\pi/2$): Para ángulos exteriores de cuña $\pi < \beta < 3\pi/2$ se obtienen valores asintóticos de IL que disminuyen a medida que el ángulo exterior de la cuña decrece (manteniendo fijas las demás condiciones geométricas del sistema). El valor máximo de la asíntota de IL corresponde al caso $\beta = 3\pi/2$.

Se obtienen análogas familias de curvas para otras situaciones geométricas, pudiendo concluir que, en general, las pantallas planas siempre presentan mayores pérdidas de inserción que los desniveles en talud (cuñas de ángulo recto).

Las ecuaciones (1) y (6) corresponden a casos ideales en los que no se contempla reflexiones en el terreno y se supone longitud infinita del obstáculo. Sin embargo la situación real es bien diferente, ya que al menos deben



tenerse en cuenta las reflexiones producidas por el emisor en el semiespacio anterior de la barrera, y por el receptor (imágenes) en el semiespacio posterior a la misma. Para estas situaciones se debe contemplar así mismo la naturaleza de tales superficies, o lo que es lo mismo, la impedancia acústica en las zonas en que se producen las reflexiones.

Bajo el punto de vista de la acústica de rayos, esta situación implica considerar al menos cuatro trayectorias que unen al receptor con el emisor pasando por el vértice difractor. Los cuatro potenciales de velocidad que contienen de forma implícita tanto los caminos recorridos, como los correspondientes coeficientes de difracción (función de los ángulos de incidencia y de difracción) deben sumarse cuadráticamente, y de su relación frente al potencial correspondiente al camino directo se obtienen las pérdidas por inserción.

Las presiones cuadráticas difractadas para cada situación (pantalla o cuña) tendrá la forma:

$$\langle p_d \rangle^2 = \left| \sum_{i=1}^4 A_0 10^{-ILi/20} Q_i e^{-jk(Di-do)} \right|^2$$

en donde A_0 corresponde a la amplitud de la onda emitida por la fuente acústica, *ILi* las pérdidas por inserción de la pantalla o de la cuña correspondientes a cada una de las cuatro trayectorias *Di* que unen la fuente o su imagen con el receptor y/o su imagen pasando por el vértice de difracción; d_0 es el camino directo entre emisor y receptor, y *Qi* corresponde al coeficiente de reflexión de una onda esférica reflejada en el semiespacio emisor o receptor, para las ondas no reflejadas Qi = 1.

Las pérdidas por inserción, tanto para la cuña como para la pantalla, pueden expresarse a través de la ecuación:

$$IL = -20\log\left|\sum_{i=1}^{4} A_0 10^{-ILi/20} Q_i e^{-jk(Di-do)}\right|$$
 (7)

diferenciándose entre sí a través de la evaluación de las correspondientes pérdidas IL,

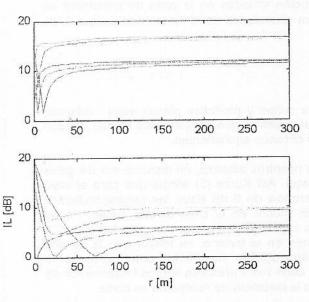


Figura 4. Pérdidas de inserción de pantallas (curvas superiores de las gráficas) y de cuñas (desniveles con ángulos rectos) de alturas equivalentes. En la figura superior la distancia de la fuente a la pantalla es de 3m; en la figura inferior de 20m. Cada haz de gráficas corresponde a alturas de recepción de hr=3, 6 y 12m respecto al nivel del emisor.

A título de ejemplo, en las figuras siguientes, se muestran unos casos próximos a la realidad, que pueden servir para clarificar las diferencias existentes entre ambos tipos de soluciones acústicas ante un problema de ruido de tráfico.

Se trata de una pantalla de 3m de altura, y de un talud de ángulo interior 90° con la misma altura. La fuente está situada a 0.5m del suelo y a dos distancias de la pantalla (talud): 3m (figura superior) y 20m (figura inferior). Para ambos conjuntos de gráficas, se ha supuesto que el receptor se sitúa a 3, 6, y 12m respecto al mismo plano del suelo que el emisor. Puede comprobarse que la pantalla presenta mejores características de protección frente al talud, también cuando se consideran reflexiones en el suelo (en este caso se supone asfalto en el semiespacio emisor $\sigma=3*10^7$ Rayls MKS y hierba en el semiespacio receptor, $\sigma=3*10^5$ Rayls MKS.

APENDICE

Fágina 5 do 7



Con objeto de ilustrar gráficamente el diferente comportamiento de los algoritmos con las funciones integrales de Fresnel y las aproximadas por series, en la figura 5 se representa la ecuación (1) (curva a), y la (3) (curva b), expresadas en dB. para el caso: H=3; $h_s=0.5$; s=3; $h_r=6$ m, y f=630 Hz. representativa de ruido de tráfico. Dichos valores dan una localización angular de la fuente en $\vartheta_0\cong 220^\circ$.

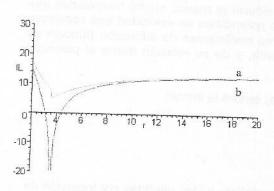


Fig 5. Pérdidas por inserción de una cuña de 3m. de altura, según el algoritmo de aproximación utilizado.

En las curvas a y b, se observa un mínimo local en $r=3.6~m~(\vartheta \simeq 40^\circ, \text{ situación del receptor en la recta de iluminación directa) y una diferencia de valores de <math>80.39~dB$ en. r=3.6~m

La parte de la curva situada a la izquierda del mínimo local no debe considerarse, ya que corresponde a posiciones del receptor situadas en la zona de iluminación directa y para valores de $r > 3.6 \, m$ la diferencia de los valores suministrados por la ecuación (1) y (3) va disminuyendo (y con ello el error absoluto), al igual que el ángulo ϑ de recepción.

Utilizando la relación (5) y mediante cálculo numérico se encuentra un ángulo $\vartheta_{llmite}=5.67^{\circ}$ para esta geometría, concluyéndose que para dicho ángulo, el receptor está situado en el punto (r,hr)=(30.19~m,~6m) donde se obtiene un error absoluto de 0.09db. Por tanto la Zona de Sombra es $0^{\circ} < \vartheta < 5.67^{\circ}$ y la Zona de Penumbra es $5.67^{\circ} < \vartheta < 40^{\circ}$, es decir, para

una situación real como es este caso, la Zona de Sombra es muy pequeña.

Si se evalúa la ecuación (1) y (3) en r = 8 m (valor que parece aceptable observando la gráfica) se obtiene que el error absoluto es de $0.644 \ dB$. Es decir, con la condición de Pierce los resultados son muy precisos, pero su criterio es muy exigente.

Resultados parecidos se obtienen para h_r = 12 y 24 m, obteniéndose unos ϑ_{llmile} = 6.9° y 7.4° respectivamente que corresponde a una distancia r = 73.3 m y r = 160.8 m.

Incidencias rasantes (próximas a π), conducen a posiciones de recepción situadas en la zona de penumbra no existiendo ϑ_{limite} . Obviamente, los mejores resultados se obtienen para situaciones de la fuente cercanas a 270° . (s = 1m).

CONCLUSIONES

Para las diferentes situaciones estudiadas en este trabajo, tanto para cuñas y pantallas planas semi - infinitas, como en aquellos casos que consideran reflexiones en el terreno, se demuestra que las pantallas planas ofrecen siempre mayor protección acústica que las cuñas (o taludes) de alturas eficaces equivalentes.

Diferentes autores han opinado sobre este particular, pero en lo que a nosotros alcanza, no disponemos de datos que corroboren sus afirmaciones en pro o en contra de lo expuesto aquí. Así Kurze (5) afirma que para el caso ideal de pantallas y cuñas (sin considerar reflexiones) prevé una diferencia de 6 dB entre las correspondientes pérdidas de inserción; y Maekawa prevé un valor promedio de 5 dB menor en el caso de las cuñas. Por el contrario, Jonasson (4) mantiene la opinión (sin demostrarla) de que la capacidad de protección para las cuñas, a distancias largas del vértice difractor cuando se consideran difracciones en el terreno, es mayor que la de una pantalla de altura equivalente y menor a distancias cortas. En nuestra opinión sucede lo contrario, como se muestra en las figuras 3 y 4, en las que las IL proporcionadas por una cuña recta presenta ligeros incrementos de protección acústica frente a los proporcionados por una pantalla cuando la distancia de recepción es corta.

Como conclusión general, podemos afirmar que bajo el punto de vista acústico, situar las vías de comunicación en



taludes próximos a las zonas habitadas supone mas inconvenientes que ventajas frente a la solución clásica de protección por pantallas acústicas.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación AMB 98-1029 del Plan Nacional de I + D de la DGICYT:

BIBLIOGRAFÍA

Oberhettinger, F. (1954): Diffraction of waves by a wedge. Commun. Pure Appl. Math. Soc. 7, 551-564.

Li, Z.; Chang-ju, Z.: A diffraction field of traffic noise behind buildings along a street. Internoise 87.

- 3. Lim, B.D.; Lee, B.H. (1987): Efect of absorptive surfaces on the sound diffraction by a right angle wedge. J.Acoust. Soc. Jpn. (E) 8, 5.
- 4. Jonasson, H.G. (1972): Diffraction by wedges of finite acoustic impedance with applications to depressed roads., Jour. Of Sound and Vib., 25, 4, 577-585.

5. Kurze, U.J. (1974): Noise reduction by barriers., J. Acoust. Soc. Am., 55, 3, 504-518.

Hadden, W.J.; Pierce, A.D. (1981): Sound diffraction around screens and wedges for arbitrary point source locations. J. Acoust. Soc. Am., .69, 5, 1266-1276.

Pierce, A.D. (1974): Diffraction of sound around corners and over wide barriers. J. Acoust. Soc. Am. 55, 5, 941-955.

8. Pierce, A.D. (1994): Acoustics, Acoustical Society of America, New York.

9. Rasmussen, K.B. (1985): On the effect of terrain profile on sound propagation outdoors. *Jour. Of Sound and Vib.* 98,1,35-44.

El ruido del tráfico



El ruido de tráfico generado por una vía de circulación, es una secuencia de sumas simultáneas de los niveles sonoros variables generados por los distintos vehículos que forman dicho tráfico. La variación del ruido con el tiempo es la característica principal del ruido ambiental y en particular del ruido de tráfico.

Si la intensidad de tráfico en una carretera es baja, la distancia media entre vehículos es grande y el paso de ellos es prácticamente independiente del resto, con notables periodos de tiempo durante los cuales el ruido se mantiene constante o casi constante, en el nivel de fondo.

A medida que la intensidad de tráfico aumenta, la distancia media entre vehículos disminuye y cada vez se escucha menos el ruido de fondo. *Cuando el tráfico es muy elevado el ruido es casi constante.*

Para tráficos intermedios, hay un agrupamiento de vehículos, que hace que existan momentos durante los cuales el ruido de fondo no está generado por el tráfico de la carretera, mientras durante otros el <u>nivel sonoro</u> es superior al esperado, si no ocurriesen dichos agrupamientos. Esto es en gran parte debido al carácter aleatorio del tráfico, tanto en presencia de vehículos en un punto de la carretera como en la composición de los mismos. Esto hace que las variaciones del nivel sonoro sean aún mayores en estos casos.

Estas continuas variaciones del nivel con el tiempo son debidas a:

- El carácter aleatorio del tráfico en calles y carreteras.
- La existencia en el tráfico de vehículos con muy distintas características mecánicas y con distinta emisión de ruido.
- La distinta velocidad de los vehículos, directamente relacionada con la emisión sonora.
- La influencia de la forma de conducción.
- El estado de conservación del <u>vehículo</u>.
- La <u>fluidez del tráfico</u>.
- La pendiente de la carretera o autopista.
- Las condiciones de propagación sonora desde la vía de circulación al observador.
- El trazado de la carretera y el estado del firme.
 Muchas de estas variables son, sin duda, las que determinan el ruido final ambiental.

La siguiente figura presenta los niveles de ruido máximo generados por vehículos españoles a distintas velocidades y a una distancia de 15 metros. Puede observarse la gran variación en el nivel de ruido a una misma velocidad, de esa variación son responsables la marca del vehículo, el estado de conservación del mismo y la forma de conducción.

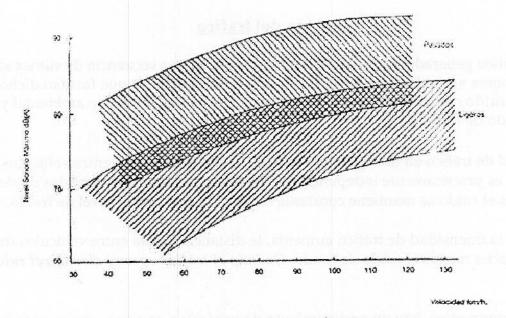


Figura. Variación del nivel de ruido de vehículos con la velocidad.

Naturalmente el ruido generado por un vehículo disminuye al aumentar la distancia al mismo y, por eso, también lo hace el ruido del tráfico en una carretera o autopista. La razón de disminución es, sin embargo, distinta si se trata de los **picos del ruido** de tráfico (generados normalmente por vehículos individuales) que disminuyen a razón de 6 dBA cada vez que se duplica la distancia o si se trata del **nivel medio del ruido** (generado por el conjunto de vehículos en una longitud de carretera) a razón de 3 dBA al duplicar la distancia

Evaluación del ruido del tráfico rodado

Los criterios de valoración de los niveles sonoros producidos por el tráfico son muy variados. Aunque algunos de estos criterios se han definido explícitamente en relación con el tráfico rodado-como fuente principal del ruido urbano-, se suelen utilizar también para evaluar el ruido ambiental en el sentido más amplio, es decir, los niveles estadísticos Ln, o lo que es lo mismo, los niveles sonoros que se sobrepasan durante el n% del tiempo total de observación (téngase en cuenta que, para obtener resultados válidos, dicho tiempo debe ser suficientemente grande). Dentro de estos percentiles, resultan particularmente significativos los valores de L10, L50 y L90; en algunos casos, se utilizan también los valores de L1 y L99, que corresponden muy aproximadamente a los niveles máximos y mínimos del ruido ambiental, respectivamente. Todos estos niveles se evalúan a partir del análisis estadístico de un número suficientemente grande de medidas instantáneas.

A principios de la década de 1970 se introdujo otro criterio de evaluación de los ruidos fluctuantes: El nivel sonoro continuo equivalente $L_{\rm eq}$, que se calcula por integración de los valores instantáneos del ruido a lo largo del tiempo de medida considerado.

Partiendo siempre de los resultados estadísticos del análisis dinámico del ruido, se han desarrollado otros muchos criterios. Por ejemplo, los investigadores del *Building Research Stablishment (BRS)*, Inglaterra, basándose en el informe del comité *Wilson*, que destacaba la importancia de los índices *L10* y *L90*, definieron el llamado **índice de ruido de tráfico TNI** en la forma siguiente:



Este índice de evaluación está concebido específicamente en relación con el ruido de tráfico y confiere una gran importancia a la diferencia *L10* - *L90*, atendiendo al hecho de que la molestia producida por el ruido de tráfico no es función únicamente de los niveles correspondientes, sino que depende muy especialmente del valor de dicha diferencia, como expresión de su carácter más o menos fluctuante. El índice denominado clima sonoro NC, cuyo valor viene dado sencillamente por la diferencia *L10* - *L90*, se basa en esta misma consideración.

En el año 1969 se introdujo un nuevo índice de evaluación conocido como **nivel de polución** acústica NPL. Este índice se basa en el principio de que el nivel de molestia que produce un determinado ruido está íntimamente relacionado con el valor del nivel sonoro equivalente y depende además de la dinámica del ruido, es decir, de la amplitud de sus fluctuaciones. El valor del nivel de polución acústica viene dado por la expresión:

$$NPL = Leq + 2,56 \sigma$$

donde o representa la desviación standard de la distribución estadística de los niveles instantáneos del ruido considerado.

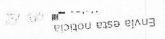
Finalmente, queremos referirnos al denominado **nivel día-noche Ldn.** Este criterio surge como consecuencia de la necesidad de evaluar de distinta forma los niveles del ruido producido por el tráfico durante el día y la noche (penalizando los ruidos nocturnos por estimar que la molestia que producen es mayor). Su valor se calcula mediante la ecuación:

$$Ldn = 10\log\frac{1}{24}\left(16\cdot10^{\frac{Ld}{10}} + 8\cdot10^{\frac{Ln+10}{10}}\right)$$

donde Ld representa el nivel sonoro equivalente para el período de día (entre las 7,00 y las 23,00 horas) y Ln el nivel sonoro equivalente para el período de noche (entre las 23,00 y las 7,00 horas), según Reglamento de la Calidad del Aire.

Evaluación del ruido del tráfico aéreo

El ruido originado por un aeropuerto no está limitado al movimiento de los aviones. Además de las aeronaves existen otras muchas fuentes de ruido de naturaleza muy diversa (fuentes propias y fuentes inducidas). Como **fuentes propias** se entienden todas aquellas que dependen directa y legalmente del aeropuerto (aeronaves, autobuses y vehículos de tráfico interno, servicios de mantenimiento, sistemas de carga y descarga, servicios mecánicos de las terminales, etc.). Las **fuentes inducidas** son aquellas que sirven o se sirven del aeropuerto y cuya presencia está motivada por su existencia (tráfico en carreteras y autopistas cuyo origen o destino es el aeropuerto, polígonos industriales, centros comerciales, servicios hoteleros, etc.). Como es natural, de la misma forma que se analizan sus repercusiones económicas o sociales, cuando se procede a evaluar el impacto de un aeropuerto sobre el medio ambiente de una determinada comarca, es necesario tomar en consideración con gran cuidado todos estos elementos.



Rebelión ha publicado este artículo a peticion expresen otras fuentes:

Resulta evidente que las fuentes sonoras más significativas en las proximidades de un aeropuerto son los aviones en sus operaciones de aterrizaje y despegue.

En el caso de que en las proximidades de un aeropuerto existan zonas densamente habitadas y de que estas zonas sean sobrevoladas con frecuencia por los aviones, la respuesta de la comunidad correspondiente no depende tan sólo del ruido producido por una operación en particular, sino que está relacionada también con el número de operaciones que tienen lugar durante un período determinado de tiempo (por ejemplo, un día completo, una semana, etc.). La consideración conjunta de estos dos factores ha dado lugar a la formulación de una extensa variedad de índices de exposición al ruido de aeronaves, tratando de representar la acción global de un cierto número de sucesos (despegues o aterrizajes) a lo largo de un intervalo de tiempo dado. En general, estos índices responden a una expresión semiempírica del tipo siguiente:

 $I = A + B \log N + C$

donde A representa el nivel de ruido de un suceso individual (o de un suceso medio, dado que no todos los aviones producen el mismo nivel de ruido) y N el número de operaciones; B y Crepresentan constantes a determinar en función de las respuestas de la comunidad sometida a

A título de ejemplo, nos limitaremos a citar el índice de ruido y número (NNI), desarrollado en Inglaterra en 1963. Este índice se define como:

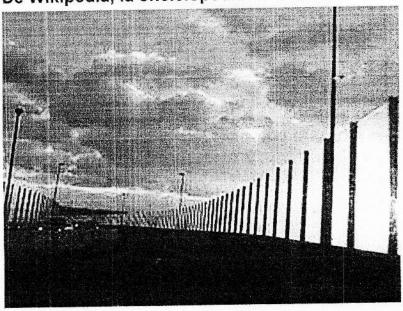
$NNI = PNL + 15 \log N - 80$

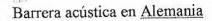
donde PNL representa el valor medio de los niveles pico de los sobrevuelos que tienen lugar en una zona determinada durante el periodo diurno y N es el número de movimientos que se producen durante dicho tiempo.

- Para NNI < 30 se considera que no existen problemas de molestia en la población expuesta.
- Para 30 < NNI < 45 se producen algunas molestias.
- Para 45 < NNI < 50 las molestias son ya evidentes y se hace necesario adoptar medidas de
- Para NNI > 50 la situación resulta totalmente inaceptable.

barrera acústica

De Wikipedia, la enciclopedia libre





Una barrera acústica es una estructura exterior, diseñada para reducir la polución acústica. Es comúnmente llamada pared sónica o barrera de sonido. Estos dispositivos son métodos efectivos de mitigación acústica de las carreteras, y mitigación de fuentes de ruidos de vías férreas e industriales (existirían otras como el cese de la actividad o el uso de controles de las fuentes). En el caso de ruido de transporte de superficie, muy poco puede hacerse par reducir la intensidad de la fuente de ruido (podría ser incrementando el porcentaje de vehículos híbridos y vehículos eléctricos, una estrategia que sirve solo a bajas a moderadas velocidades de flujo de tráfico). El uso extensivo de barreras acústicas en EE. UU. comenzaron después de las regulaciones de ruidos a principios de los 1970s.

Contenido

[ocultar]

- <u>1 Historia</u>
- 2 Teoría del diseño de barreras acústicas
- 3 Intercambios en el diseño de barreras acústicas
- 4 Referencias
- 5 Enlaces internos

Historia [editar]

Las barreras acústicas han sido construidas intuitivamente, pero infrecuentemente, en <u>EE. UU.</u> desde mitades del <u>siglo XX</u>, cuando se agravó el tráfico vehicular. A fines de los <u>años 1960</u> la ciencia y la tecnología de la <u>acústica</u> emergen de las evaluaciones matemáticas de tests de eficacia de unadiseño de barrera acústica para la adyacencia de una específica <u>carretera</u>.

Lo mejor de esos primeros modelos de computadora era considerar los efectos de geometría de la ruta, topografía, volúmenes de vehículos y sus velocidades, mezcla de tracciones, superficie de la carretera tipo y micrometeorología. Varios grupos de investigadores dentro de EE.UU. desarrollaron variaciones en las



nicas de modelado: <u>Caltrans</u> en <u>Sacramento</u>, <u>California</u>; el grupo <u>ESL inc.</u> en <u>Palo Alto, California</u>; grupo <u>Bolt, Beranek y Newman^[1]</u> en <u>Cambridge, Massachusetts</u> y un equipo de investigación de la <u>University of Florida</u>. Posiblemente el primer trabajo publicado sobre barreras acústicas científicamente diseñadas fue el estudio para el Foothill Expressway en <u>Los Altos, California</u>. [2]

Numerosos estudios de casos en EE.UI. aparecieron de a docenas en diferentes carreteras existentes y planificadas. Muchos de esos estudios fueron comisionados por el Departamento Estatal de Autopistas y conducidas por uno de los cuatro grupos de investigadores mencionados arriba.

A fines de los <u>1970s</u> sobre una docena de grupos de investigación en EE.UU. aplicando similares tecnologías de <u>modelo de computadora</u>, hicieron al menos 200 diferentes localidades en un año de barreras acústicas. En <u>2006</u>, esta tecnología se considera un estándar en la evaluación de polución aústica en autopistas, pero, remarcablemente, la naturaleza y seguridad del <u>modelo de computadora</u> usados es cercanamente idénticos a las versiones originales de 1970 de la tecnología.

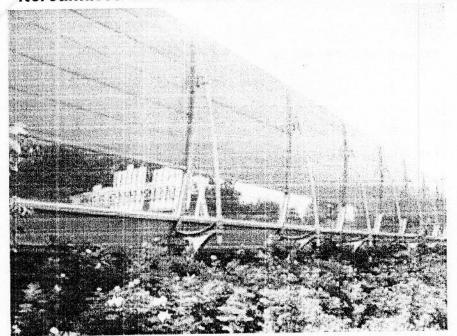
Teoría del diseño de barreras acústicas [editar]

La ciencia acústica del diseño de barreras es un complejo problema basado en tratar una carretera o vías férreas como una en:line source. Primeramente, la teoría se basa en bloqueo del trayecto del haz de ruido hacia un particular receptor sensor; aunque, la difracción del sonido puede señalarse. La onda sonora pasa bajando cuando atraviesan un borde, como sería el de una barrera acústica. Otra complicación es el fenómeno de refracción, el doblado de los rayos acústicos en presenci de una heterogénea atmósfera. La cizalladura del viento y las termoclinas producen tales deshomogeneidades.

Las fuentes acústicas modeladas deben incluir ruido de <u>motor</u>, de <u>ruedas</u>, y de <u>aerodinamia</u>, todos factores variables por tipo de vehículos y velocidad. Uno puede comenzar a visualizar la complejidad de los resultados de <u>modelo de computadora</u>, basados en docenas de <u>ecuaciones</u> físicas transladadas detro de miles de líneas de código computacional.

Algunas barreras consisten en una pared de albañilería o montículo de tierra, o su combinación, como sería un muro encima de un talud. Los muros de abatimiento acústicos son comúnmente construidos usando acero, concreto, ladrillos, madera, plástico, lana aislante, o composites. En muchos casos extremos, toda la calzada es rodeada de una estructura antisónica, o cubierta dentro de un túnel usando el método corte y cobertura. La barrera acústica puede construirse en áreas privadas o públicas, con servidumbre de paso. Desde que los niveles acústicos se miden con una escala logarítmica, una reducción de nueve decibeles equivale a eliminar cerca del 80% del ruido no deseado. Estas barreras acústicas pueden ser extremadamente eficaces en abatir la polución de ruido, aunque también la teoría calcula que ciertas localidads y topografías no son aptas para ninguna barrera razonable. Claramente los costos y la estética juegan un rol en la elección final de cualquier barrera acústica.

tercambios en el diseño de barreras acústicas [editar]





Este muro de abatimiento del ruido en Holanda tiene una sección transparente al nivel de los ojos de los conductores para mitigar el impacto visual

Hay claras desventajas de las barreras sónicas:

- Impacto estético para motoristas y vecinos, particularmente si se bloquean las vistas escénicas
- · Considerable costo de diseño, construcción y mantenimiento
- Necesidad de diseñar drenajes si la barrera puede interrumpir el paso

Normalmente los beneficios de reducir ruido produce un impacto estético a los residentes que se intenta proteger del ruido indeseable. Los beneficis incluyen menos <u>desórden del sueño</u>, mejor modo de disfrutar el aire libre, reducción de la interferencia del habla, menor <u>distrés</u>, menor riesgo de <u>sordera</u>, reducción en <u>presión sanguínea</u> (mejora en salud <u>cardiovascular</u>).

En relación a los costos de construcción, un factor mayor es la disponibilidad de tierra cerca, para realizar taludes. Si la hay, será más barato construir más barrera con tierra que levantar muros. Se necesitará más terreno para el talud: generalmente un montículo requiere una relación 4:1 (ancho:alto). Por ej., un talud de 16 dm de altura, necesita un ancho de 64 dm.

Una barrera acústica de talud de tierra puede construirse del exceso de tierra por hacer subsuelos en casas residenciales. Así el costo es muy menor. Un matiz de este particular proyecto es que el talud del lado residencial puede sobrexcavarse, dando aún más privacidad entre la autopista y los domicilios, y aún mejorar la supresión acústica. Finalmente, note que la estética de un talud de tierra puede portar una escenografía, como arbustos, árboles, reduciendo el impacto visual de la estructura, comparado con un muro.

Por las dudas aclaro que estare en BsAs donde resido a partir del 5 de marzo

---- Mensaje reenviado ----

De: Norberto Salvia <norbertosalvia@yahoo.com.ar>

Para: Angela beatriz de Arma <betty_dearma@hotmail.com>

Enviado: lunes, 1 de marzo, 2010 7:31:36 **Asunto:** Re: ruido en autopistas urbanas

Estimada Beatriz:

Le respondo desde un poco lejos Trinidad & Tobago por donde estamos ganando el puchero.

en tierra de piratas de verdad.....

Para la zona de ruta fuera de la ciudad lo primero es hacer mediciones de ruido y luego se proyectan los distintos temas para bajar el ruido en la zona de viviendas (bajar velocidad, tipo de pavimento absorbente de ruido, pantallas acusticas y vidrios especiales en viviendas). En la zona urbana estaria el control de los ruidos de mal funcionamiento de vehiculos o el escape libre de motos y demas.

El trabajo a efectuar (el del proyecto y diseno de estas medidas previa medicion del ruido) lo debe encarar el Gobierno, contratando a una firma como nosotros

www.sarsy.com.ar.

De cualquier manera como el tema es de mi agrado y recibio el premio en un Congreso de Caminos, estaria dispuesto a dar una charla alli, siempre que me manden el pasaje y gastos de estadia.

Un abrazo

Ing. Norberto Salvia

Otra firma que elabora paneles acusticos NWW deribel. com. ar yorge Pares @ decibel. com. ar



Sr.. vecino:



Si Ud. eligió vivir en este barrio: Es porque ama la naturaleza con sus árboles, chorrillos, cascadas y silencio,

Si Ud. eligió vivir en este barrio: Tiene DERECHO a vivir en paz y armonía.

Tiene el DEBER de cuidar los árboles, evitar ruidos molestos, no tirar basura, controlar sus animales, reducir la velocidad por los niños que juegan.

Porque:

El barrio es de todos y entre todos debemos cuidarlo.

No dañemos la tierra, el mar, ni los árboles.....

Barrio La Colina