

A collection of approximately 18 squares in three shades of blue and grey, scattered across the top half of the slide.

**3.2.a.**

# **Ruido de tráfico rodado**

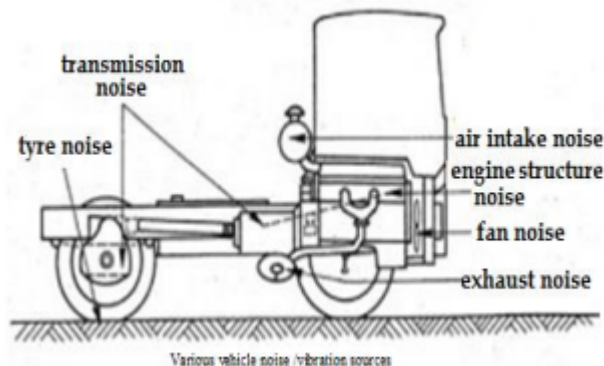
Características y homologación

**Eduard Puig**

# FUENTES DE RUIDO DE UN VEHÍCULO

Un vehículo, entendido como emisor sonoro, está formado por distintas fuentes de ruido:

1. Ruido motor
2. Ruido de admisión
3. Ruido aerodinámico: turbulencia aire-carrocería
4. Ruido de escape
5. Ruido de rodadura: interacción neumático-pavimento
6. Ruido de frenado: rozamiento pinza/pastilla contra disco



Source	% Contribution
Engine	22 to 30
Exhaust system	25 to 35
Intake system	05 to 15
Fan and cooling system	07 to 15
Transmission	12 to 15
Tyres	09 to 15

Fuente: Sharad R.Mahajan & Rahul D.Rajopadhye, Transportation Noise and Vibration-Sources, Prediction, and Control , 2013

# 1. RUIDO MOTOR

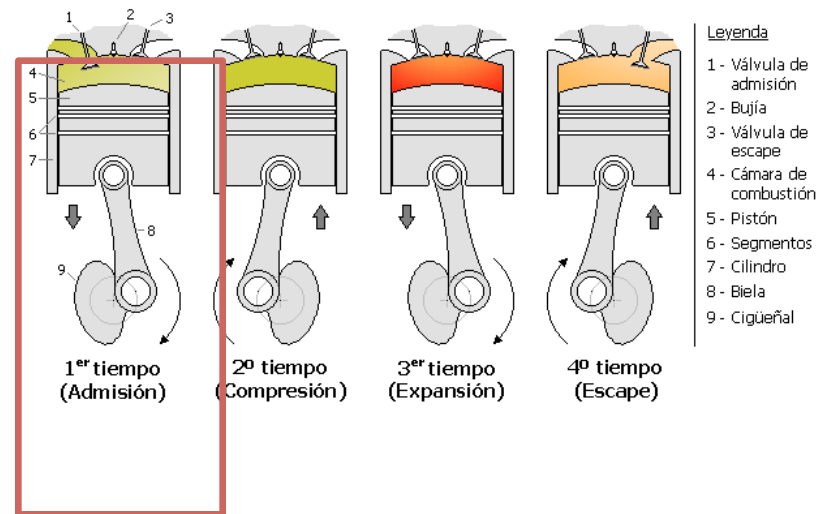
- Varía en función se trate de un vehículo **gasolina** o **diesel**.
  - Motores de gasolina:

Ciclo de trabajo OTTO. La explosión se realiza por la chispa de una bujía.
  - Motores diesel.

La explosión no se produce por la chispa de una bujía, sino que se realiza por compresión de la mezcla de combustible. El aumento rápido de la compresión de la mezcla y su posterior combustión son los causantes del ruido característico de los motores diesel.
- Antiguamente los niveles de ruido y los **espectros** eran claramente **diferenciables**.
- Hoy en día siguen siendo diferenciables en cuanto a contenido frecuencial, pero en niveles globales están obligados a cumplir un mismo marco legal.

## 2. RUIDO DE ADMISIÓN

- Fase del motor de 4 tiempos en que el pistón desciende y se aspira la mezcla aire combustible
- No es fácilmente detectable (enmascarado por ruido motor)
- Presenta componentes de **baja frecuencia**.
- Históricamente resultaba problemático para el **confort interior** del vehículo. Actualmente el aislamiento acústico del habitáculo minimiza este problema.
- Las restricciones sobre niveles de emisión obligan a actuar sobre focos aparentemente secundarios, como el ruido de admisión.
- Este se combate mediante ductos atenuadores (**silenciadores**)
- Problema: Cualquier modificación sustancial afecta al rendimiento del motor (**consumo**)



### 3. RUIDO AERODINÁMICO

- Se genera por la interacción del aire sobre la carrocería del vehículo.
- La presencia de obstáculos o superficies perpendiculares a la incidencia del aire, retrovisores, pasos de rueda, etc., genera un régimen turbulento.
- Emisión de ruido con **componentes de alta frecuencia**. Puede generar **tonales** claras.
- Es importante a **altas velocidades** (típicamente superiores a 100 km/h), por lo que en ciudad, es totalmente inapreciable.
- Los diseños de formas más aerodinámicas más modernas, permiten reducirlo además de una disminución del consumo de combustible.



Fuente: <http://blog.autovidal.es/>

## 4. RUIDO DE ESCAPE

- Se produce por la **abertura y cierre de válvulas** de escape del motor durante el proceso de combustión: flujo de gases pulsantes.
- Va directamente relacionado con el **diseño del silenciador** del tubo de escape.
- Este diseño también se determina para agradar al usuario del vehículo (tipo de ruido de emisión).
- Estas sensaciones sonoras dependen fuertemente de un **parámetro socio-cultural**:
  - Países nórdicos: prefieren contenido de alta frecuencia.
  - Países mediterráneos: prefieren contenido de baja frecuencia.
- Aún así, sea cual sea, debe cumplir los niveles globales máximos para su homologación.
- Las marcas comerciales, especialmente de alta gama, han hecho de las particularidades de su **sonido emitido un motivo de venta**, en relación con su identificación: sonido “Ferrari”, sonido “Harley”...



## 5. RUIDO DE RODADURA

- Se produce por contacto de las ruedas sobre la superficie de la carretera
- Componente energético importante alrededor de **1 KHz**.
- La respuesta frecuencial apenas depende de la velocidad del vehículo.

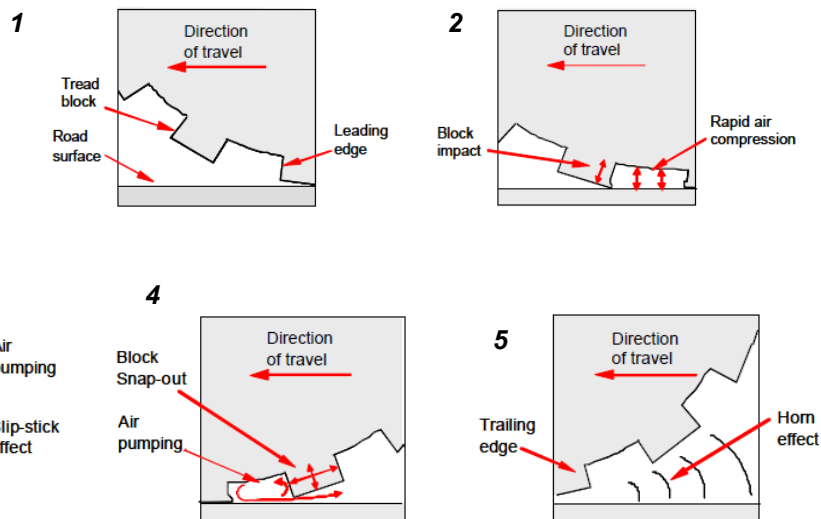
Factores que influyen en el ruido de rodadura:

1)Velocidad del vehículo

2)Carga del vehículo

3)Neumático

4)Pavimento



Fuente: Project SILENCE

## 5. RUIDO DE RODADURA

### 1) Velocidad del vehículo

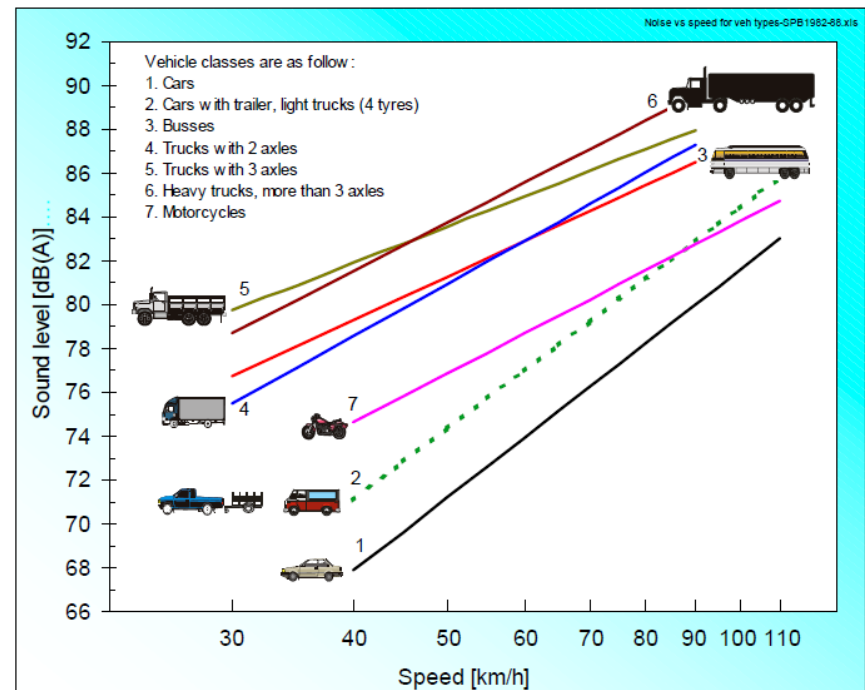
- El ruido de rodadura aumenta con la **velocidad** del vehículo, siguiendo una dependencia logarítmica
- A partir de los **80Km/h**, el ruido de rodadura **predomina** sobre las demás fuentes de ruido de un turismo.

### 2) Carga del vehículo

Factor relacionado con el tipo de neumático, velocidad del vehículo, del asfalto, etc.

En promedio, el ruido de rodadura se incrementa en 2.4 dB(A) al doblar la carga.

Es especialmente importante para vehículos pesados.



Fuente: Harmonoise project: WP1.1: Vehicle categories for description of noise sources



## 5. RUIDO DE RODADURA

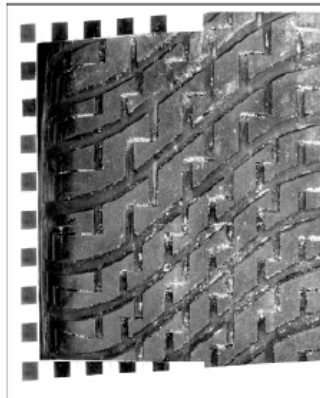
### 3) Neumático

Elementos que influyen en el ruido de un determinado neumático:

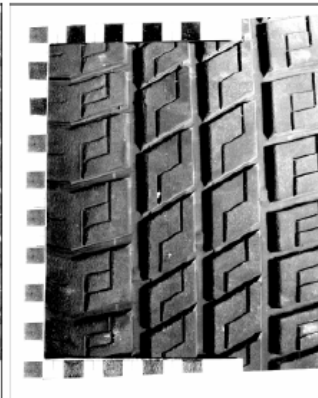
- Dureza de la goma.
- Anchura y altura del perfil.
- Presión de inflado.
- Tipo de Llanta.
- Dibujo o grabado:
  - Dibujos transversales más ruidosos que los longitudinales.
  - Los fabricantes buscan diseños “aleatorios” para evitar la aparición de componentes tonales.



Continental  
EcoContact CP



Goodyear  
Eagle NCT 2



Michelin  
Pilot HX MXV3A



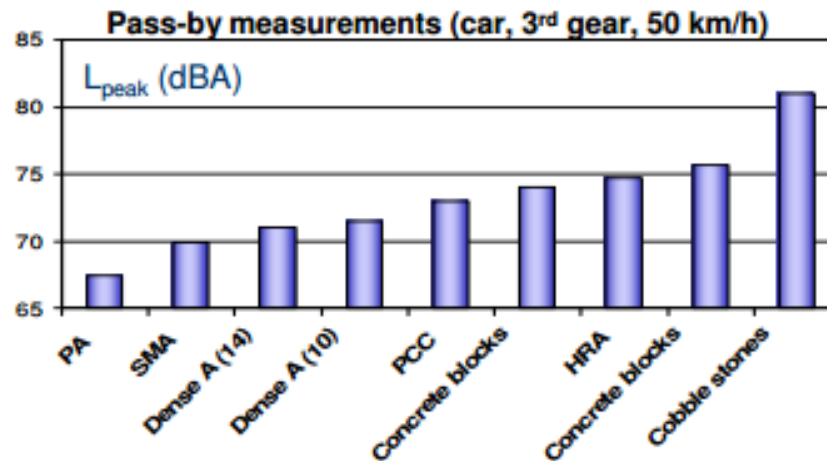
Dunlop  
SP Winter Sport M2

*Fuente: Imagine project: The Noise Emission Model For European Road Traffic*

## 5. RUIDO DE RODADURA

### 4) Pavimento

- **Adoquinado:** provoca ruido estructural radiado por la carrocería y por la vibración del neumático.
- **Hormigón:** presenta mayor rugosidad que el asfalto
- **Hormigón alisado:** mejora el rendimiento. No tienen juntas de dilatación, por lo que no son demasiado habituales en países con variaciones térmicas importantes.
- **Asfalto poroso:** absorción máxima alrededor de 1KHz. Reducción de entre 2 – 5 dB(A) a velocidades elevadas.
- **Asfalto poroso elástico:** se le añade caucho triturado para reducir el ruido de rodadura por impacto rueda-vía. Su reducción (teórica) puede ser de 0.5 a 10 dB(A).



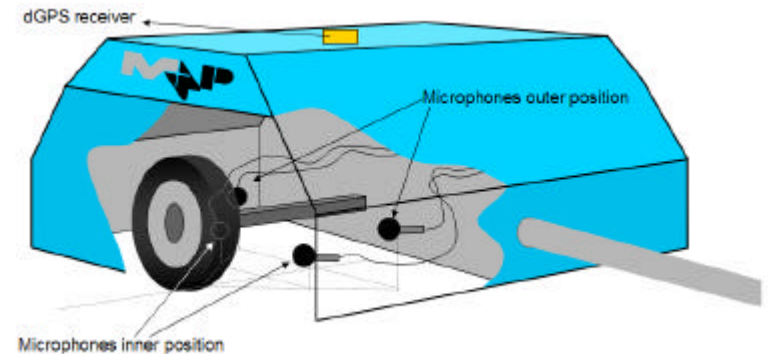
Fuente: Project SILENCE

## 5. RUIDO DE RODADURA

- Actualmente: uso extensivo de **asfaltos porosos**, aprovechando sus **cualidades drenantes y acústicas**.
- El inconveniente de los asfaltos porosos, es que necesitan un mayor mantenimiento que el asfalto convencional y se **degradan** más rápidamente

Los métodos de evaluación de las propiedades acústicas de los pavimentos se agrupan en dos bloques:

- Medidas en **laboratorio** del nivel de emisión sonora de rodaduras normalizadas (sobre “tambores” de ensayo) y de coeficientes de absorción.
- Medidas “**in situ**” de nivel de emisión de rodaduras normalizadas (métodos SPB y CPX norma ISO:11819), y de coeficientes de absorción.



*Remolque de Caracterización Acústica de Pavimentos*  
*Fuente: SILENCE PROJECT*

# FUENTES DE RUIDO DE UN VEHÍCULO

## EN RESUMEN:

- Para **velocidades bajas** y potencias de motor elevadas, domina el **ruido motor**.
- Para **velocidades altas** y potencias de motor bajas, domina el **ruido de rodadura y aerodinámico**.
- Tanto en el diseño de neumáticos como de pavimentos, las exigencias vendrán encaminadas por compatibilizar **ruido y seguridad**:
  - Superficie lisa y adherente.
  - Confort en la conducción.
  - Seguridad.

# HOMOLOGACIÓN Y CONTROL

Ensayos para medir la emisión de ruido por parte del vehículo

Se establecen unos niveles de emisión máximos. Si se superan, el vehículo no podrá ser homologado.

Dos tipos de ensayos:

1. Vehículo en marcha. Es el dato de homologación del vehículo.
2. Vehículo parado. Es un dato que también obtiene el fabricante y que sirve a las administraciones, como valor de control, en inspecciones (inspecciones que pueda realizar las ITV, o inspecciones realizadas por los ayuntamientos, para valorar el nivel que genera el vehículo). Este procedimiento es especialmente útil a los ayuntamientos para el control del ruido de motocicletas y ciclomotores.



## Método de vehículo en marcha

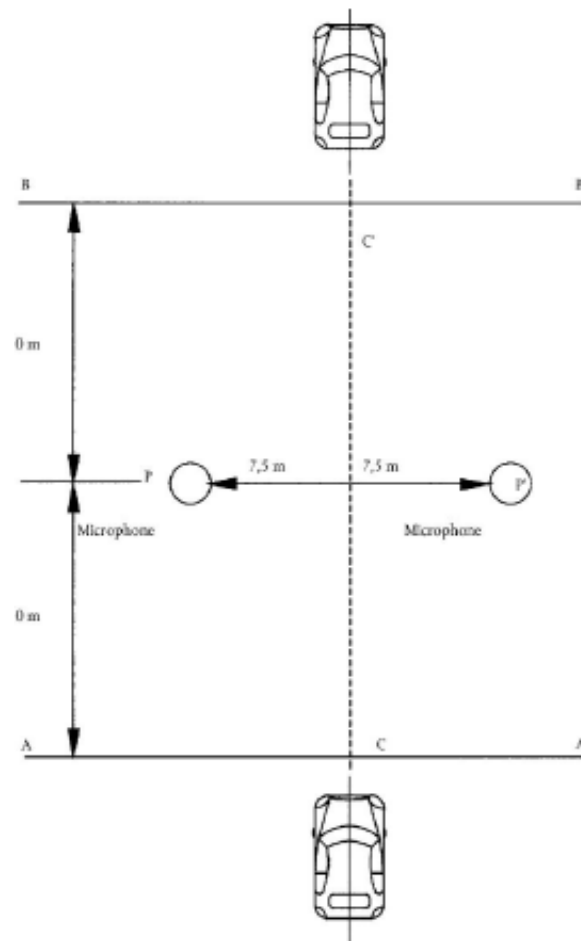
### Método de proximidad R51.03 (ECE R51)

Evolución:

Se ensayan separadamente **aceleraciones y rodaduras** (crucero).

- El vehículo “entra” a velocidad constante (aprox 45km/h), tal que, a plena potencia, alcance los 50Km/h en el centro de la pista de ensayo.
- Se anota también el engranaje que permite alcanzar esa aceleración (según relación peso/potencia).
- Se registra el valor  $L_{max}$  en fase de aceleración (promediado)
- El vehículo “entra “ a 50km/h, en la misma marcha en la que alcanza la aceleración de referencia.
- Se registra el valor  $L_{max}$  en fase de crucero (promediado).

El resultado del ensayo es una suma ponderada de ambos valores.



Fuente: ISO 13325

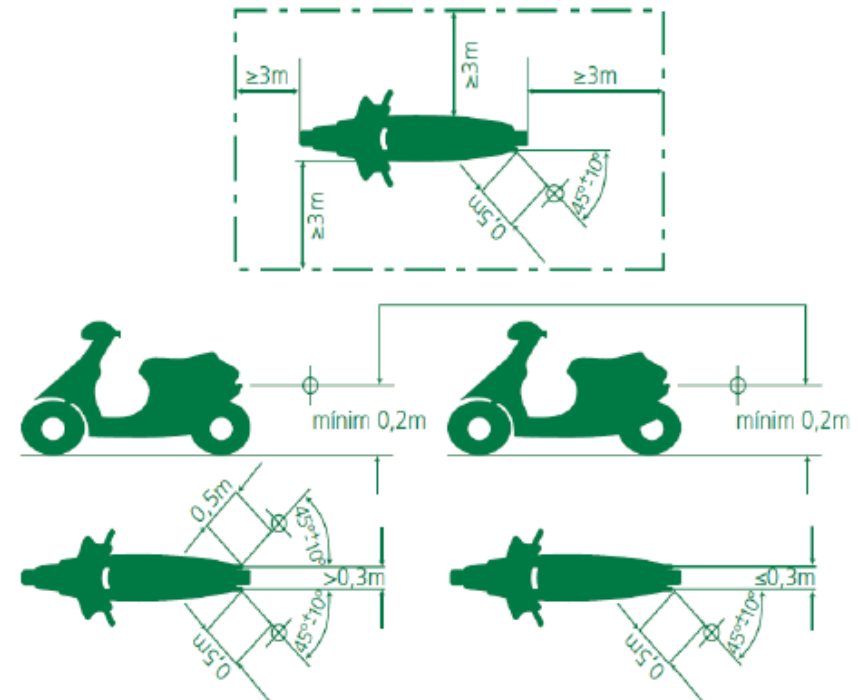
## Método de vehículo parado

Aplicable a cualquier tipo de vehículo.

Se evalúa básicamente el ruido de escape.

Procedimiento:

- Se acelera hasta conseguir el nivel r.p.m. de referencia (que consta en la ficha técnica), y
- El nivel sonoro se debe medir durante el período en que el régimen del motor se encuentra estabilizando y durante el periodo de desaceleración.
- Se registra el valor  $L_{\max}$ .
- El nivel residual debe estar 10 dB por debajo del nivel registrado.
- Sin superficies reflectantes alrededor.



*Fuente: Departament de Territori i Sostenibilitat-  
Generalitat de Catalunya*

## Futuro – vehículos eléctricos

En un futuro se impondrán los vehículos eléctricos, con la particularidad, que desaparece la componente del ruido de motor, admisión y escape.

En las ciudades, donde la componente motor predomina, y no existe ruido aerodinámico, las marcas automovilísticas están investigando que tipo de sonido debe de emitir el vehículo para poder avisar a los peatones de su presencia.



*Fuente: [www.engadget.com/](http://www.engadget.com/)*

<http://www.engadget.com/2010/08/24/prius-gets-optional-underhood-zombie-detering-noisemaker-soun/>



# Legislación asociada a niveles de emisión de vehículos

Motor vehicles exterior noise	Directive / amendment
<b>70/157/EC</b>	Directive on the approximation of the laws of the Member States relating to the permissible sound level and the exhaust system of motor vehicles
73/350/EC	Adapting 70/157/EC to technical progress
77/212/EC	Amendment of 70/157/EC
81/334/EC	Adapting 70/157/EC to technical progress
84/372/EC	Adapting 70/157/EC to technical progress
84/424/EC	Amendment of 70/157/EC
89/491/EC	Adapting 70/157/EC (e.a.) to technical progress
92/97/EC	Amendment of 70/157/EC
96/20/EG	Adapting 70/157/EC to technical progress
1999/101/EC	Adapting 70/157/EC to technical progress
<b>2007/34/EC</b>	Amending 70/157/EEC for the purpose of technical progress; introducing test method B for the purpose of monitoring from 6 July 2008 until 6 July 2010
<b>2007/46/EC</b>	Framework Directive - establishing a framework for the approval of motor vehicles and their trailers, and of systems, components and separate technical units intended for such vehicles
<b>Tyres</b>	
92/23/EC	Directive relating to tyres for motor vehicles and their trailers and to their fitting
<b>2001/43/EC</b>	Amendment of 92/23/EC introducing noise limits for tyres
<b>Regulation (EC) No 661/2009</b>	Concerning type approval requirements for the general safety of motor vehicles etc., including stricter limit values for tyre rolling noise, that will become valid from 1 November 2012, 1 November 2013 and 1 November 2016.
<b>Environmental noise</b>	
<b>2002/49/EC</b>	Directive relating to the assessment and management of environmental noise

VEHÍCULOS

NEUMÁTICOS

## Bibliografia

1. Directiva 2002/49/CE, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
2. Decreto 176/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica y se adaptan los anexos – anexo 6.
3. Directiva 70/157/CE, sobre el nivel sonoro admisible y es dispositivo de escape de los vehículos a motor.
4. Directiva 2001/43/CE, por la que se modifica la Directiva 92/23/CEE del Consejo sobre los neumáticos de los vehículos de motor y de sus remolques así como de su montaje.
5. FEHRL – Final report SI2.408210 Tyre/Road Noise Volume 1.
6. FEHRL – Final report SI2.408210 Tyre/Road Noise Volume 2.
7. UK Noise Association. Speed and Road Traffic Noise. 2009.
8. IMAGINE project - The Noise Emission Model For European Road Traffic. 2007.
9. Transportation Noise and Vibration-Sources, Prediction, and Control. Sharad R.Mahajan & Rahul D.Rajopadhy. 2013.
10. <http://www.silence-ip.org/>
11. [http://cordis.europa.eu/result/rcn/47869\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/47869_en.html)

A collection of approximately 15 squares in light blue, medium blue, and grey, scattered across the top half of the slide.

# Ruido de tráfico rodado

## Características y homologación

**Eduard Puig**