

**CALIDAD ACÚSTICA EN LAS CIUDADES DE LA COMUNIDAD
VALENCIANA EN FUNCIÓN DEL ESTADO DEL PARQUE
AUTOMOVILÍSTICO**

PACS: 43.50

H. Campello Vicente¹, E. Velasco Sánchez¹, N. Campillo Davó¹, R. Peral Orts¹,
Universidad Miguel Hernández de Elche
Av. Universidad s/n, 03202, Elche. España
Telf.: 96.522.2446 Fax: 966 658 928
E-mail: hcampello@umh.es

ABSTRACT

At this work there was evaluated the acoustical repercussion of a suitable maintenance of vehicles. For that purpose, there were analysed the periodical sound measures of vehicles executed at Technical Inspection Stations (ITV's) Valencian Region of Spain.

During the developed of this research, there were studied the noise levels registered at ITV, and, as a result, there was obtained a model and it was implemented into the Noise Prediction Model NMPB-ROUTES. Finally, there was evaluated the acoustical effect of a correct maintenance of the traffic flow of vehicles on a district of Elche, Spain.

RESUMEN

En este trabajo se ha evaluado la repercusión de contemplar el estado del mantenimiento del parque automovilístico de la Comunidad Valenciana en función de los registros acústicos obtenidos durante las pruebas de inspección sonora desarrolladas en las estaciones de Inspección Técnica de Vehículos (ITV), aplicando estos resultados al modelo de predicción sonora NMPB-ROUTES.

Durante el desarrollo de este trabajo, se han estudiado los niveles de ruido registrados en ITV e implementado modificaciones en los ábacos de emisión del Modelo de Predicción NMPBROUTES. Como resultado se muestra la afectación acústica de la población sobre un sector del mapa acústico de Elche.

1. ANTECEDENTES

La vigente Directiva Europea 2002/49/CE [1] establece la obligatoriedad para los municipios de cuantificar los niveles de ruido existentes sus calles, siendo los mapas de ruido los documentos mediante los cuales se reflejan estos de datos de forma administrativa. Estos mapas evalúan las diferentes fuentes de ruido existentes en el entorno estudiado, siendo la fuente de mayor repercusión en las ciudades el tráfico rodado.

Pensando en esta fuente de ruido, podría suponerse que el mantenimiento del vehículo puede ser una de las medidas correctoras a partir de la cual controlar los niveles de emisión sonora del tráfico, por ello en este trabajo se ha estudiado esta variable como un punto sobre el que actuar desde el punto de vista administrativo para reducir la contaminación acústica.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto sobre los mapas de ruido de llevar a cabo inspecciones sonoras en las Inspecciones Técnicas de Vehículos (en adelante ITV's), tal y como se desarrollan en la Comunidad Valenciana.

2. DESARROLLO DEL TRABAJO

La metodología para llevar a cabo registros sonoros en las estaciones ITV de la Comunidad Valenciana se exponen en el Decreto 19/2004 [2], en estos ensayos se evalúan los valores sonoros del vehículo en estático a 3000 rpm en las inmediaciones del sistema de escape. A partir de los datos obtenidos se establece si el vehículo es apto para la circulación en el caso de que estos valores no excedan en 4 dB(A) los niveles de homologación expuestos en la ficha técnica del mismo.

Con el objetivo de aplicar los datos registrados durante las inspecciones de ruido a los mapas de ruido, se ha obtenido una clasificación sonora de vehículos en función de los niveles de emisión evaluados en las estaciones de inspección técnica de vehículos (ITV) de la Comunidad Valenciana durante el periodo comprendido entre 2007 y 2011. Esta agrupación de vehículos se desglosa en 4 categorías en función de los niveles sonoros emitidos:

- GI, vehículos silenciosos, LP,med < 84 dBA
- GII, vehículos poco ruidosos, 84 < LP,med < 86 dBA
- GIII, vehículos ruidosos, 86 < LP,med < 90 dBA
- GIV, vehículos más ruidosos, LP,med > 90 dBA

A su vez, se ha analizado la tendencia de los niveles sonoros dentro de cada una de las agrupaciones de vehículos en función de la antigüedad de los vehículos, pudiéndose cuantificar el efecto de la misma. Así mismo y de forma adicional, se ha estudiado la variación de los niveles de emisión medio del parque automovilístico valenciano ante la reducción, en saltos de 1 dBA, del umbral de rechazo en la inspección.

Atendiendo a la configuración del modelo de predicción de ruido de tráfico empleado en territorio español, NMPB-ROUTES 2008 [3], es necesaria la obtención de los niveles medios de potencia sonora emitidos por las diferentes categorías de vehículos. Esta variable, permitirá particularizar los modelos de predicción en función de los valores de inspección obtenidos en las Estaciones de Inspección Técnica de Vehículos.

Para realizar este cambio de magnitud, ha sido necesario extrapolar un algoritmo matemático capaz de estimar la relación entre la presión sonora obtenida a 0,5 metros de distancia del escape y la potencia sonora total de la fuente de ruido. Esta modelización se ha llevado a cabo mediante la comparación y correlación de ensayos experimentales siguiendo la metodología nombrada en el Decreto 19/2004, y ensayos para la obtención de los niveles de potencia sonora de una fuente expuestos en la norma ISO 3744 [4], empleando en ambos casos las mismas condiciones de funcionamiento del vehículo.

Para este estudio se realizaron mediciones acústicas sobre una muestra de 13 vehículos ligeros de diferentes cilindradas, antigüedad y estado de mantenimiento. Mediante los resultados obtenidos en estas mediciones experimentales, se estableció la siguiente aproximación entre los niveles de presión sonora registrados en las ITV's y nivel de potencia que emite el vehículo como fuente de ruido.

$$L_{P_{ITV}} = 1,035 \cdot L_{w_{ISO-3744}^{motor}} - 16,115 \text{ (dBA)} \quad (1)$$

Este algoritmo permitió relacionar los datos resultantes de la inspección sonora de vehículos en ITV's con los ábacos empleados para la cuantificación de los niveles de emisión en mapas de ruido, obteniendo así datos para la confección de mapas sonoros en función del parque automovilístico.

Una vez estudiado en profundidad el modelo NMPB ROUTES 2008 y conociendo sus condiciones de funcionamiento, se puede asumir que los niveles de potencia de un vehículo simulado según este modelo y bajo condiciones de aceleración del motor a una velocidad de 10 Km/h, es equivalente al nivel emitido en las condiciones de ensayos desarrolladas en las inspecciones técnicas de vehículos, es decir:

$$L_{w \text{ motor}}_{ISO-3744} \approx L_{w \text{ motor}}_{ModeloFrances} \quad (V = 10 \frac{Km}{h} \text{ ENACELERACIÓN}) \quad (2)$$

Según lo mostrado en las ecuaciones anteriores, el valor resultante de la ecuación (1), sería el nivel de presión sonora de un vehículo ensayado en estático conforme al procedimiento ITV y similar a un vehículo ligero según los ábacos del Modelo Francés. Partiendo de este valor inicial de presión sonora y considerando las condiciones de funcionamiento del vehículo, se cuantificarán los niveles generados por un vehículo a partir la siguiente expresión:

$$L_{w \text{ motor}}_{Pass-by}(a, V) = L_{P_{ITV}} + A_t(a, V) \text{ (dBA)} \quad (3)$$

Siendo:

$A_t(a, V)$: Corrección experimental. Representa la relación entre el nivel de potencia sonora del vehículo según el procedimiento de ensayo Pass-by y el nivel de presión sonora conforme al ensayo de las estaciones ITV en función de las condiciones de circulación.

$L_{w \text{ motor}}_{Pass-by}(a, V)$: Nivel de potencia acústica del vehículo determinado a partir del ensayo Pass-by.

$L_{P_{ITV}}$: Nivel de presión sonora determinado a partir del ensayo con el vehículo parado (procedimiento de las ITV).

a: Régimen de funcionamiento (aceleración, desaceleración, estabilizado).

V: Velocidad de circulación del vehículo (Km/h).

Puesto que para la elaboración de los mapas de ruido se utilizan los valores de funcionamiento del vehículo en condiciones de velocidad estabilizada, se ha limitado el estudio del parámetro $A_t(a, V)$ a dichas condiciones de circulación.

A partir de los datos extraídos de la ecuación anterior, la atenuación genera una función logarítmica de la velocidad, del mismo modo que el Método Francés establece la regresión del nivel de potencia para cada velocidad, obteniéndose esta corrección experimental para cada velocidad de vehículo mediante la siguiente expresión:

$$A_t(a, V) = A' + B' \log\left(\frac{V}{V_{ref}}\right) \quad (4)$$

A' y B': Son los coeficientes de la atenuación establecidos para cada rango de frecuencias.

V_{ref} : Es la velocidad de referencia establecida en el método francés (90 Km/h).

Los valores A' y B' de la regresión logarítmica definen la dispersión sonora en función de la velocidad de los extremos del intervalo (siendo los mismos intervalos fijados en el procedimiento francés dependiendo del régimen de transmisión del motor) y la corrección experimental entre modelos.

VELOCIDAD ESTABILIZADA POR RANGOS DE VELOCIDADES						
V(km/h)	20	30	35	110	115	130
A_t	10,92	10,92	11,69	17,66	18,25	19,92
A' estable	10,92		16,62		14,92	
B' estable	0,00		12,00		31,30	

Tabla 1. Coeficientes A' y B' para la corrección experimental

Con los resultados de la tabla anterior, la componente motor de un vehículo ligero con velocidad estabilizada puede definirse como:

COMPONENTE MOTOR DE UN VEHÍCULO LIGERO CON VELOCIDAD ESTABILIZADA			
V(Km/h)	De 20 a 30	De 30 a 110	De 110 a 130
$L'_w \text{ motor Pass-by}$	$L_p \text{ ITV} + 10,92$	$L_p \text{ ITV} + 16,62 + 12 \cdot \log (V/90)$	$L_p \text{ ITV} + 14,92 + 31,3 \cdot \log (V/90)$

Tabla 2. Niveles de potencia sonora calculados a partir del nivel de presión del ensayo estático

De este modo, el nivel de potencia de la componente motor de un vehículo ligero, vendría dado como la suma del nivel de presión sonora conforme al ensayo ITV y una corrección experimental.

Una vez obtenida una metodología mediante la cual poder cuantificar las variaciones del modelo de predicción frente a las mediciones en las estaciones ITV's, se ha procedido a evaluar las variaciones de los niveles sonoros generados por un vehículo tipo del Modelo Francés, respecto a los vehículos de los Grupos I y II.

Debido a que los niveles de presión sonora registrados en las estaciones de inspección técnica se registran con un régimen de giro del motor diferente al vehículo tipo del Modelo Francés, se ha llevado a cabo un ajuste en los niveles sonoros de los grupos I y II, como se muestra en la siguiente tabla:

	Grupo I	Grupo II
Ruido medido a 3.000 rpm (dBA)	83,31	87,16
Δ dBA de 2.000rpm a 3.000rpm	5,45	6,24
Ruido medio ajustado a 2.000 rpm (dBA)	77,86	80,93

Tabla 3. Ajuste del nivel de ruido medio a 2.000 rpm para las categorías de vehículos ligeros según los datos de inspección sonora en ITV's medidos a 3.000 rpm

Asumiendo estos datos, las modificaciones a realizar sobre el modelo de predicción para que éste contemple los datos obtenidos en las estaciones ITV deben implementarse dentro de los ábacos del Modelo Francés, diferenciando las agrupaciones de vehículos y asumiendo los niveles generados por el propio Modelo Francés. La diferencia de niveles de potencia existente entre el vehículo tipo del Modelo Francés y los grupos 1 y 2, serían:

Δ dB, GI	2,54 dBA
Δ dB, GII	5,60 dBA

Tabla 4. Incremento en los niveles de potencia por metro de vía entre los vehículos ligeros de las agrupaciones de AECOVA

Estos incrementos se han introducido en el algoritmo propio del Modelo Francés de predicción NMPB-ROUTES, obteniendo como resultado un Modelo Adaptado a los datos de las Estaciones de Inspección Técnica de Vehículos (MA-ITV).

En cuanto a la determinación del nivel de potencia asignado a los vehículos pesados que engloban de las agrupaciones III y IV de los datos obtenidos de las inspecciones, no se ha realizado ningún ajuste al Modelo Francés, introduciendo el caudal de éstos, como vehículos pesado (> 3.500 kg) en el modelo de predicción.

Uno de los aspectos fundamentales del presente trabajo es la ventaja de poder analizar los datos acústicos reales del parque automovilístico de la Comunidad Valenciana en los últimos años. Gracias a los mismos, se han confeccionado mapas de ruido basados en los niveles de emisión medios del parque automovilístico real obtenido de la inspección en las estaciones ITV's. Empleando el modelo MA-ITV, así como los datos de inspección en las ITV's valencianas, se han realizado los siguientes análisis:

- En primer lugar se ha estudiado la modificación en la emisión de ruido medio en el conjunto del parque automovilístico valenciano, gracias a la realización de la prueba de evaluación sonora en las inspecciones de las Estaciones de ITV.
- Posteriormente se ha analizado la evolución de la emisión del ruido medio del parque automovilístico suponiendo la modificación en los umbrales aplicados actualmente en las pruebas de inspección.
- Finalmente se ha evaluado la variación que la modificación de los umbrales de rechazo de las pruebas de inspección genere en los mapas acústicos de las ciudades, y la evaluación de la afección del ruido del tráfico rodado para el ciudadano.

Como punto de partida para la exposición de los trabajos realizados, en primer lugar se ha procedido con evaluación del ruido medio de emisión que produciría el parque automovilístico de la Comunidad Valenciana si no se realizara la prueba de evaluación de ruido. Para ello se tomaron todos los datos de ruido medidos en las estaciones ITV, incluyendo tanto aquellos vehículos que superan la prueba, como aquellos que no la superan y son rechazados ("NO APTOS" para la circulación).

La siguiente tabla muestra los resultados de ruido medio del total del parque automovilístico valenciano, junto con los resultados del ruido medio de cada uno de los grupos en los que se ha dividido el mencionado parque.

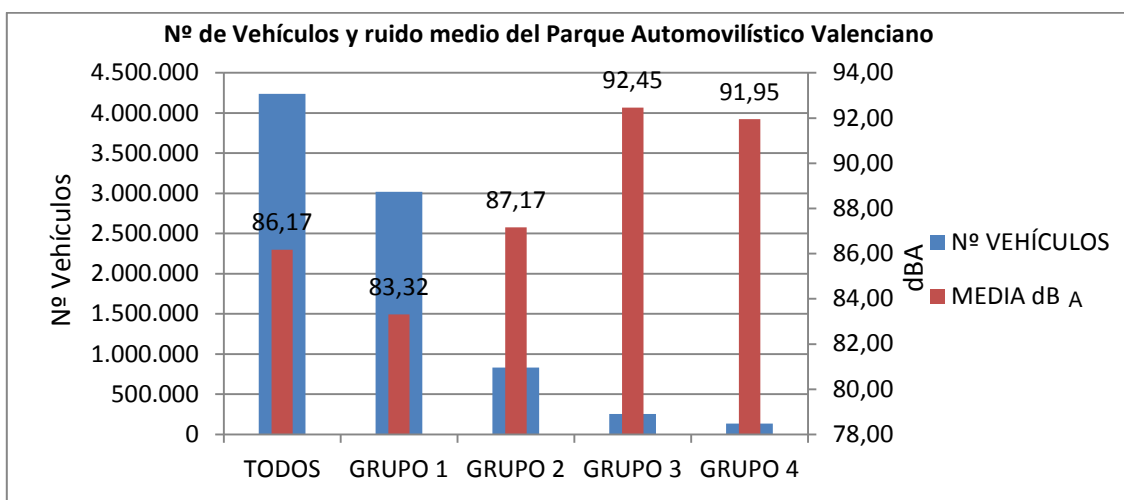


Figura 1. Nº de vehículos por grupo – Ruido medio por grupo

el gráfico anterior se puede apreciar cómo, a pesar de que los niveles de ruido de los grupos 3 y 4 son superiores, su contribución a la media del ruido del parque automovilístico no será elevada, debido al reducido número de variables frente al grupo 1 y grupo 2. El ruido medio del parque automovilístico valenciano bajo este supuesto sería de 86,17 dBA.

A continuación, se evalúa el grado de repercusión producido en los niveles sonoros del parque automovilístico valenciano al realizarse la prueba de inspección y rechazar aquellos vehículos excesivamente ruidosos.

Los resultados de esta la prueba consiste en contrastar los resultados de las mediciones con la ficha de homologación del vehículo, admitiendo como prueba favorable aquella que registre un nivel de presión sonora que se encuentre dentro del rango de emisión del vehículo más 4 dBA por encima.

En la siguiente tabla se muestra la reducción de emisión del ruido medio del parque automovilístico valenciano que se obtiene gracias a la realización de la prueba, ya que permite que los vehículos excesivamente ruidosos, con respecto a su ficha de homologación, han sido descartados de la circulación.

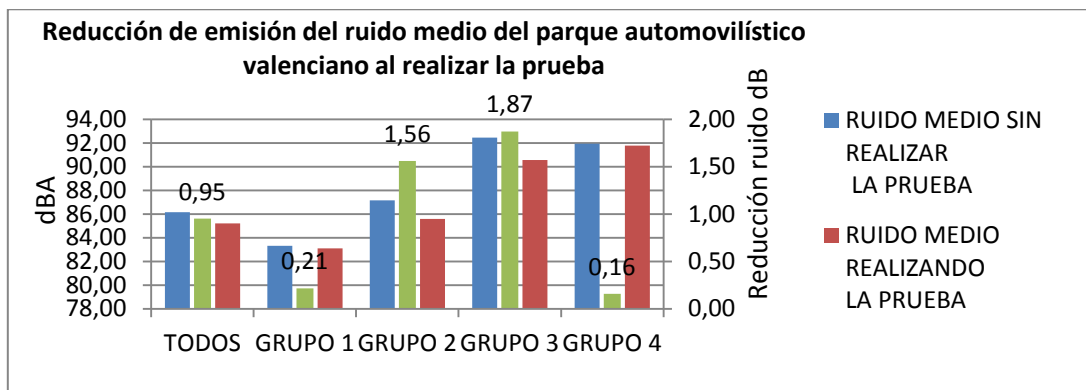


Figura 2. Reducción de ruido medio por grupo al realizar la prueba sonora

De los resultados anteriores se puede comprobar cómo gracias a la realización de la prueba de evaluación sonora de los vehículos, la emisión media de ruido del parque automovilístico valenciano se reduce en 0,95 dBA.

Tal y como se ha comentado anteriormente en este trabajo se ha estudiado la evolución del ruido generado por el parque automovilístico en el caso de modificar los umbrales de rechazo en las estación ITV's.

Para ello, en primer lugar se han eliminado aquellos vehículos que no superarían la prueba si el límite se encontrara en +3dBA por encima de su ficha de homologación, obteniendo posteriormente el nivel medio de ruido de los vehículos que sí lo superan. El proceso se ha repetido, limitando la prueba de evaluación a niveles de ruido superiores a +2dBA, +1dBA y +0dBA por encima de la ficha de homologación del vehículo. Las siguientes figuras muestran la evolución del nivel de ruido medio, tanto del conjunto del parque automovilístico, como para cada grupo en los que se ha dividido este parque (GI-GIV).

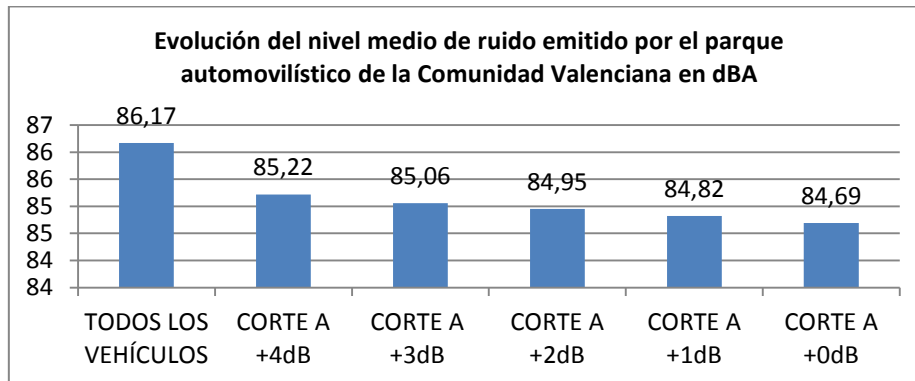


Figura 3. Evolución del ruido medio del parque automovilístico de la Comunidad Valenciana al hacer más restrictiva la prueba acústica

Con todos los datos presentados a lo largo del presente trabajo, así como con las conclusiones obtenidas y sus resultados, se han aplicado estos a los mapas de ruido sobre un sector de la ciudad de Elche. La zona elegida ha sido evaluada a partir del mapa de ruido original, modificando los parámetros de entrada empleando para este fin el modelo propuesto MA-ITV, pudiendo evaluar cómo afectaría una alteración en el proceso de inspección, sobre el entorno sonoro modelizado.

Según lo establecido por la Directiva 2002/49/EC en su anexo IV, es necesario estimar el número de ciudadanos expuestos al ruido en rangos de 5dB(A) a partir de la recepción en fachada de las edificaciones representada en los mapas de ruido.

Para llevar a cabo la evaluación de la exposición de los ciudadanos se ha empleado el método de cálculo alemán VBEB. Este método, evalúa la exposición al ruido de las viviendas mediante la asignación de puntos de recepción en sus fachadas. Independientemente de las posiciones de los receptores asignados por la malla de cálculo, el método fija un receptor adicional en la fachada de cada edificación a 4 metros de altura. Para el desarrollo de las simulaciones se han considerado diferentes casos, así como condiciones de saturación del tráfico:

Para la ejecución de esta simulación, las variaciones sobre cada una de las situaciones ejecutadas radica en aplicar las modificaciones correspondientes sobre el modelo fuente del modelo NMPB-ROUTES, aplicando en cada caso los valores correspondientes a Δ dB G1 y Δ dB G2.

Al evaluar los resultados obtenidos en los diferentes casos, se observa diferencias significativas en la distribución de población, al fijar la atención únicamente en aquella población que se encuentra fuera de los límites legislativos marcados por el Real Decreto 1367/20071, >65dBA, se obtiene los siguientes porcentajes de población afectada.

CASO	MODELO FRANCÉS	MA-ITV+0	MA-ITV+4	MA-ITV sin rechazo
% DE POBLACIÓN AFECTADA POR NIVELES > 65dBA	29,46	31,12	31,41	35,76

Tabla 5. Porcentaje de población que supera los límites establecidos por la legislación

Tal y como muestra la tabla anterior y para este caso concreto, el llevar a cabo las pruebas sonoras en las estaciones ITV no genera una diferencia significativa si se altera el umbral de rechazo en la inspección (0.29% de población afectada de diferencia) y por otro lado, el valor obtenido gracias a la inspección proporciona niveles próximos al Modelo Francés normalizado. Así mismo, en el caso de no llevar a cabo estas mediciones en las estaciones ITV la población afectada por niveles excesivos aumentarían entre un 6,2% y 4.34%, **lo que en un total de población como el existente en Elche, 240.000 habitantes, supondría más de 15.000 nuevos afectados dentro del municipio por niveles superiores a 65 dBA**. Estos resultados justifican la necesidad de llevar a cabo estas mediciones en las estaciones ITV.

3. Conclusiones

Como resultado final del presente trabajo se han alcanzado las siguientes conclusiones:

- Se ha establecido una relación directa entre los niveles de presión de un vehículo parado (L_p ITV) con los niveles de potencia sonora proyectados durante su circulación (L_w motor).
- Empleando de base el Modelo Francés Normalizado, NMPB-ROUTES 2008, se ha desarrollado un modelo de predicción de ruido de tráfico adaptado a los valores de inspección técnica de vehículos, modelo MA-ITV, gracias al cual se puede representar en los mapas sonoros la realidad acústica municipal, basada en un valor de referencia real obtenido en las estaciones ITV.
- Analizando los valores obtenidos de la inspección de vehículos en la comunidad valenciana de 2007 a 2011, se determina que la inclusión de los vehículos rechazados en la inspección (y que por lo tanto están fuera de circulación) en el volumen de vehículos del parque automovilístico valenciano incrementaría en 0,95 dBA los niveles de emisión del mismo.
- Por último, y tras analizar sobre un caso real el efecto provocado por la inspección sobre la población, se puede concluir que la ausencia de la prueba de inspección sonora de vehículos en las ITV's provocaría un aumento de entre el 6,2% y 4.34% de la población afectada por valores sonoros por encima del umbral establecido por la legislación actual, para suelo urbano residencial, en horario diurno.

Por todo ello se puede concluir que el control sonoro de los vehículos y su correcto mantenimiento repercute, de forma significativa, sobre en el número de personas afectadas por la contaminación acústica en nuestras ciudades.

4. Referencias

[1] DIRECTIVE 2002/49/CE of the European Parliament and Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.

[2] DECRETO 19/2004 de la Generalitat Valenciana, por el que se establecen normas para el control del ruido producido por los vehículos a motor. DOGV 4694.

[3] ROAD NOISE PREDICTION 1 - Calculating sound emissions from road traffic Sétra. Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements June 2009

[4] ISO 3744, Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure – Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane, International Organization for Standardization 1994.