

## ANÁLISIS DE LA PERCEPCIÓN DE LOS DIFERENTES PAISAJES SONOROS PRESENTES EN LOS ENTORNOS URBANOS

PACS: 43.50.Rq

Torija, Antonio J.<sup>1</sup>; Ruiz, Diego P.<sup>1</sup>; Ramos-Ridao, Ángel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Física Aplicada Facultad de Ciencias

<sup>2</sup>Dpto. Ingeniería Civil E.T.S. de I.C.C.P.

Campus Fuentenueva s/n

Universidad de Granada

18071 Granada

Tel: 958 240 771

Fax: 958 243 214

E-mail: [ajtorija@ugr.es](mailto:ajtorija@ugr.es); [druiz@ugr.es](mailto:druiz@ugr.es); [ramosr@ugr.es](mailto:ramosr@ugr.es)

### ABSTRACT

The term soundscape can help to approach a multisectoral assessment of the sound environment, from a perspective of sustainable development, due to the fact that its main goal is the study and improvement of the existing relationship between the sound space and the life environment. The sound environment is considered like a mediator between the human being, his activities and the environment around him, so that depending on the characteristics of his environment (geography, climate, population, construction works, traffic, etc.) a series of sounds are going to be generated, with a few certain physical characteristics, but also with a particular meaning and under a context, which there are going to generate in the individual a series of feelings, thoughts, attitudes, etc. Therefore, the soundscape assessment cannot be realized only by means of an evaluation of its acoustic characteristics, but also another series of not acoustic variables, related to the environment, the aesthetics, the social context, sensitivity and habituation to the noise, attitude towards the noisy source, etc. must be evaluated. For which reason, in this work a study of the perception that the population has of the different urban soundscapes present in the city of Granada is approached, by means of the utilization of diverse tools as a questionnaire based on semantic differential and an evaluation based on physical and environmental variables.

### RESUMEN

El término paisaje sonoro puede contribuir a abordar una evaluación multisectorial del ambiente sonoro, desde una perspectiva de desarrollo sostenible, debido a que su principal objetivo es el estudio y mejoramiento de la relación existente entre el espacio sonoro y el entorno de vida. El ambiente sonoro es considerado como un mediador entre el ser humano, sus actividades y el ambiente que le rodea, de forma que dependiendo de las características de su entorno (geografía, clima, población, construcción, tráfico, etc.) se van a originar una serie de sonidos, con unas determinadas características físicas, pero también con un determinado significado y bajo un contexto, que van a generar en el individuo una serie de sentimientos, pensamientos, actitudes etc. Por lo tanto, la evaluación de un paisaje sonoro no se puede realizar solamente mediante una evaluación de sus características acústicas, sino que también se deben de evaluar otra serie de variables no acústicas, relacionadas con el entorno, la estética, el contexto social,

sensibilidad y habituación al ruido, actitud hacia la fuente ruidosa, etc. Por todo ello, en este trabajo se aborda un estudio de la percepción que tiene la población de los distintos paisajes sonoros urbanos presentes en la ciudad de Granada, mediante la utilización de diversas herramientas como un cuestionario basado en diferencias semánticas y una evaluación basada en variables físicas y ambientales.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los planeadores urbanos son conscientes de que la calidad de los espacios urbanos depende en gran medida del paisaje sonoro que los caracteriza. El diseño urbano tiene propiedades sonoras, las cuales pueden armonizar o distorsionar un espacio al permitir la presencia o ausencia de determinados sonidos, creando una interacción entre las formas construidas, el medio ambiente sonoro y la percepción auditiva del espacio.

Asimismo, la percepción y valoración de un paisaje sonoro urbano está fuertemente determinado por criterios ligados al espacio en el cual se interactúa con él, adquiriendo valores muy diferentes en función de los diversos entornos urbanos [1]. En cada uno de los diversos escenarios urbanos podemos encontrar diferentes sonidos, ya sean humanos (voces, pasos, etc.), mecánicos (tráfico rodado, máquinas, etc.), naturales (pájaros, fuentes de agua, etc.), los cuales contribuyen a la diferenciación de múltiples paisajes sonoros urbanos, los cuales coexisten y, en múltiples casos, se combinan dentro la aglomeración urbana. Dentro de este contexto, una investigación de Guastavino [2] establece que los paisajes sonoros ideales son aquellos que incluyen una gran cantidad de sonidos naturales y humanos, los cuales son categorizados de acuerdo con su significado, información, valía, etc., confirmando que el sonido es una necesidad existencial, esencial para el bienestar, como una parte integral de las situaciones cotidianas.

Por todo ello, existe la necesidad de incluir en la evaluación de los paisajes sonoros urbanos el aspecto humano, por medio de un análisis de la interrelación entre la población y el ambiente sonoro, evaluando el impacto del sonido sobre la población expuesta y considerando los requerimientos psico-sociales de manera que se pueda componer paisajes sonoros que permitan el desarrollo de las actividades humanas con un algo grado de bienestar [3]. De esta manera, en este trabajo hemos llevado a cabo una evaluación perceptual de los distintos paisajes sonoros urbanos, así como un análisis de la relación existente entre las distintas escalas perceptuales utilizadas y la principal fuente de ruido ambiental en la ciudad, el tráfico rodado, todo ello mediante la utilización de un cuestionario basado en diferencias semánticas.

## 2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la investigación propuesta, han sido seleccionadas una serie de localizaciones de la ciudad de Granada, atendiendo a diferentes criterios, entre los cuales se encontraban la presencia de tráfico rodado, geometría de la calle, ubicación dentro de la ciudad, presencia de actividades comerciales/ocio, presencia de sonidos naturales o sociales, etc. En total, para este trabajo fueron seleccionadas 50 localizaciones de la ciudad de Granada.

Una vez seleccionadas y caracterizadas (en cuando a las variables tráfico rodado, tipo de localización, ubicación, actividades de ocio/comercial, vegetación, fuentes de agua, etc.) las diferentes localizaciones, se realizó en cada una de ellas una evaluación perceptual del paisaje sonoro mediante la utilización de un cuestionario basado en diferencias semánticas, descrito en [4]. La realización de la valoración perceptual del paisaje sonoro in situ, está basada en el hecho de que los ambientes sonoros son siempre percibidos como una conjunción multisensorial, de manera que se aborda el problema mediante un enfoque ecológico, donde el individuo es encuestado en una situación real, en la cual interactúan la percepción sonora, visual, etc. [5].

En total, 648 individuos fueron encuestados en todas las localizaciones, de manera que para cada una de las localizaciones seleccionadas fueron encuestados un mínimo de 10 individuos. El conjunto de individuos encuestados estuvo formado por una muestra seleccionada para conseguir la representatividad de la población de la ciudad de Granada en los principales aspectos sociológicos (edad, sexo, etc.).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Percepción de los distintos Paisajes Sonoros Urbanos

Para evaluar la percepción que la población tiene de los distintos paisajes sonoros urbanos, en primer lugar se ha realizado un análisis de conglomerados jerárquicos (método Ward), mediante el cual se agrupan las 50 localizaciones seleccionadas en 7 conjuntos, tal y como podemos observar en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los distintos paisajes sonoros urbanos analizados

Paisaje Sonoro	Descripción
1	Grandes vías de circulación de tráfico rodado, con alta intensidad de tráfico. Calles tipo "U", con gran anchura y altura de vía, ubicadas en el centro de la ciudad.
2	Plazas y parques urbanos con ausencia de tráfico rodado en sus proximidades y, con la presencia de vegetación, avifauna, fuentes de agua, etc.
3	Vías de circulación de tráfico rodado, con flujo de circulación intermitente y baja intensidad de tráfico. Calles tipo "U", poca anchura y altura de vía relativamente alta, ubicadas en el centro de la ciudad.
4	Autovía y carreteras con una muy elevada intensidad de tráfico.
5	Calles y plazas comerciales con ausencia de tráfico rodado. Presencia de una abundante cantidad de actividades recreativas, comerciales, ocio, etc.
6	Plazas urbanas con una cierta incidencia del tráfico rodado en las proximidades.
7	Calles residenciales en las cuales, de forma esporádica, aparece en circulación algún vehículo (ligero) perteneciente a alguno de los residentes.

Como podemos observar en la tabla 1, los distintos paisajes sonoros se diferencian, en primer lugar, en función de la incidencia del tráfico rodado. En 5 de los 7 paisajes sonoros se observa una mayor o menor incidencia del tráfico rodado, diferenciándose éstos en función de la intensidad de tráfico, tipo de flujo de circulación, geometría de la calle, etc. Por otro lado, se observan 2 paisajes sonoros en los cuales el tráfico rodado no tiene incidencia, caracterizándose por la aparición de actividades comerciales, recreativas, ocio, etc. (paisaje sonoro 5) y por la presencia de vegetación, avifauna, fuentes de agua, etc. (paisaje sonoro 2).

En la tabla 2, podemos observar el resultado obtenido en cada uno de los distintos tipos de paisajes sonoros para las 10 escalas de valoración perceptual utilizadas en este trabajo. Como podemos comprobar, los paisajes sonoros 1 y 4, fuertemente dominados por el tráfico rodado, son considerados muy ruidosos, desagradables, molestos, irritantes, perturbadores, continuos y bruscos. Se pueden diferenciar en que el paisaje sonoro 1 es considerado caótico y el paisaje sonoro 4 muy predecible. Además, el paisaje sonoro 4 (autovía y carreteras) es considerado ligeramente menos desagradable, molesto perturbador, irritante, etc. Esto puede ser debido a que las autovías y carreteras son localizaciones únicamente destinadas a la circulación de tráfico, mientras que las vías urbanas deben de conjugar la circulación de tráfico con otro tipo de actividades sociales. Otro paisaje dominado por el tráfico rodado, si bien con una incidencia menor a los anteriores, es el paisaje sonoro 3. Este paisaje sonoro tiene valores cercanos a los dos anteriores, diferenciándose en que, debido al tipo de flujo de circulación intermitente, este es considerado muy discontinuo. Los paisajes sonoros 6 (plazas urbanas con tráfico rodado en el entorno) y 7 (zona residencial con aparición esporádica de vehículos ligeros), poseen valores intermedios en las distintas escalas de evaluación perceptual. Se diferencian, no obstante, en que el paisaje sonoro 7 es considerado, al igual que el paisaje sonoro 3, muy discontinuo, principalmente debido a que la principal fuente ruidosa se presenta de forma muy intermitente. El paisaje sonoro 5 (localizaciones con gran acumulación de

actividades comerciales/ociosas) también tienen valores intermedios en la mayoría de las escalas semánticas. No obstante son consideradas relativamente ruidosas, irritantes, perturbadoras y caóticas y, a su vez son evaluadas como un gran barullo, debido principalmente a la saturación de fuentes ruidosas, como consecuencia de la gran cantidad de sonidos sociales presentes en estas zonas. Por último, el paisaje sonoro 2 (plazas y parque urbanos con ausencia de tráfico rodado), son evaluados como silenciosos, agradables, nada molestos, relajantes, tranquilos, continuos, suaves, distinguibles, variados y predecibles. Todo esto es debido a que en este tipo de emplazamientos encontramos sonidos procedentes de la vegetación, avifauna, fuentes de agua, así como sonidos humanos, que en su mayoría, visitan estas zonas en una actitud tranquila y sosegada, lo cual, unido a la inexistencia de ruidos mecánicos, origina un paisaje sonoro no saturado, el cual puede ser considerado como un paisaje sonoro de alta fidelidad.

Tabla 2. Valores de las distintas escalas de evaluación perceptual (diferencias semánticas) para los 7 tipos de paisajes sonoros urbanos analizados.

Escalas Perceptuales		Paisaje Sonoro 1	Paisaje Sonoro 2	Paisaje Sonoro 3	Paisaje Sonoro 4	Paisaje Sonoro 5	Paisaje Sonoro 6	Paisaje Sonoro 7
P1	Silencioso (0) – Ruidoso (10)	7,49	2,77	6,12	7,30	6,10	4,27	4,28
P2	Agradable (0) - Desagradable (10)	7,69	1,67	6,40	6,91	5,69	4,89	5,09
P3	Nada Molesto (0) - Muy Molesto (10)	7,15	1,61	6,17	6,45	5,09	4,17	4,27
P4	Relajante (0) – Irritante (10)	7,41	1,88	6,80	6,22	6,10	4,33	5,65
P5	Tranquilo (0) – Perturbador (10)	7,27	1,74	6,53	6,87	6,00	4,28	4,19
P6	Continuo (0) – Discontinuo (10)	3,18	1,72	7,75	1,61	1,71	4,28	7,12
P7	Suave (0) – Brusco (10)	7,52	2,01	7,04	6,80	4,33	4,12	5,09
P8	Distinguible (0) – Barullo (10)	5,49	2,07	4,66	3,35	8,62	5,71	5,16
P9	Monótono (0) – Variado (10)	5,81	7,66	4,46	1,59	5,42	5,04	5,24
P10	Predecible (0) – Caótico (10)	6,97	2,07	3,82	1,94	6,17	3,11	4,36

### 3.2. Tráfico Rodado vs Evaluación Perceptual

Una vez comprobada la percepción que tiene la población de cada uno de los distintos tipos de paisajes sonoros identificados en la ciudad de Granada, hemos realizado un análisis para comprobar la relación existente entre la principal fuente ruidosa en los entornos urbanos, el tráfico rodado, y las principales escalas de valoración perceptual.

En primer lugar, en la figura 1, podemos observar la relación existente entre el tiempo de estabilización del nivel de presión sonora [6] y la escala perceptual “continuo-discontinuo”. Observamos cómo se produce un incremento lineal en la consideración del paisaje sonoro como discontinuo conforme se produce un aumento del tiempo de estabilización ( $R^2 = 0.75$ ). La explicación a esta relación la podemos encontrar en que valores altos de tiempo de estabilización nos están informando de una gran variabilidad temporal en el paisaje sonoro, lo cual conlleva una sensación de discontinuidad en el nivel sonoro para la población presente.

Por lo que respecta al tipo de flujo de circulación del tráfico rodado, para la escala perceptual “desordenado-ordenado” (figura 2a) observamos un contraste entre los flujos intermitente y congestionado y los flujos continuo pulsado y acelerado-decelerado en pulsos, de manera que los primeros son percibidos por la población como relativamente ordenados, mientras que los segundos son considerados como desordenados. En cuanto a la escala perceptual “continuo-discontinuo” (figura 2b), el contraste lo observamos entre el flujo de circulación intermitente,

considerado muy discontinuo, y el flujo de circulación congestionado, calificado como muy continuo. El resto de tipos de flujos de circulación poseen valores intermedios.

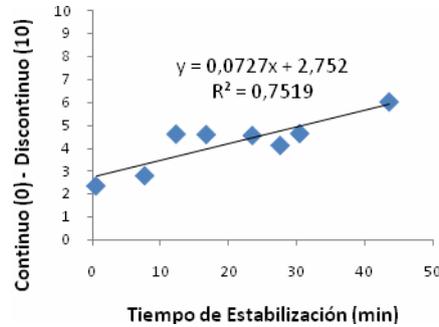


Figura 1. Relación entre el tiempo de estabilización del nivel de presión sonora y la escala perceptual "continuo-discontinuo".

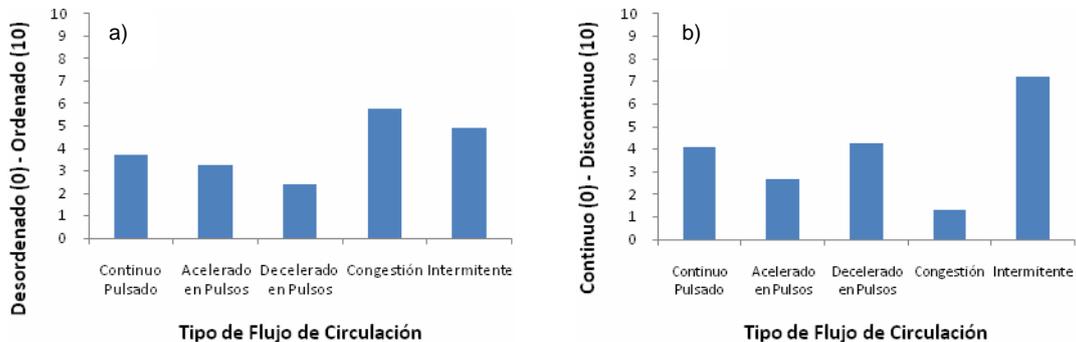


Figura 2. Relación entre el tipo de flujo de circulación de tráfico rodado y las escalas perceptuales desordenado-ordenado (a) y continuo-discontinuo (b).

Por otro lado, se ha analizado la relación entre el tráfico rodado y las escalas perceptuales "silencioso-ruidoso", "agradable-desagradable" y "nada molesto-muy molesto". Para el caso de la escala "silencioso-ruidoso", podemos observar que el tráfico de vehículos pesados (figura 4a) tiene el nivel de correlación más elevado ( $R^2 = 0.89$ ), el tráfico de motocicletas-ciclomotores (figura 5a) tiene un valor  $R^2$  de 0.78 y el tráfico rodado total (suma de los dos anteriores más vehículos ligeros) tiene un valor  $R^2$  de 0.73 (figura 3a). Para la escala "agradable-desagradable", el tráfico de vehículos pesados (figura 4b) y de motocicletas-ciclomotores (figura 5b) tienen un nivel de correlación similar ( $R^2 = 0.80$  y  $0.79$ , respectivamente), mientras que el tráfico rodado total (figura 3b) tiene un valor de correlación inferior ( $R^2 = 0.69$ ). Por último, en cuanto a la escala perceptual "nada molesto-muy molesto", tráfico de vehículos pesados (figura 4c) y motocicletas-ciclomotores (figura 5c) tienen los niveles de correlación más elevados ( $R^2 = 0.86$  y  $0.81$ , respectivamente), teniendo el tráfico de vehículos total un nivel de correlación  $R^2$  de 0.70 (figura 3c).

En todo caso, podemos observar como un incremento de tráfico rodado, genera un incremento lineal en las escalas perceptuales estudiadas, apareciendo paisajes sonoros más ruidosos, desagradables y molestos.

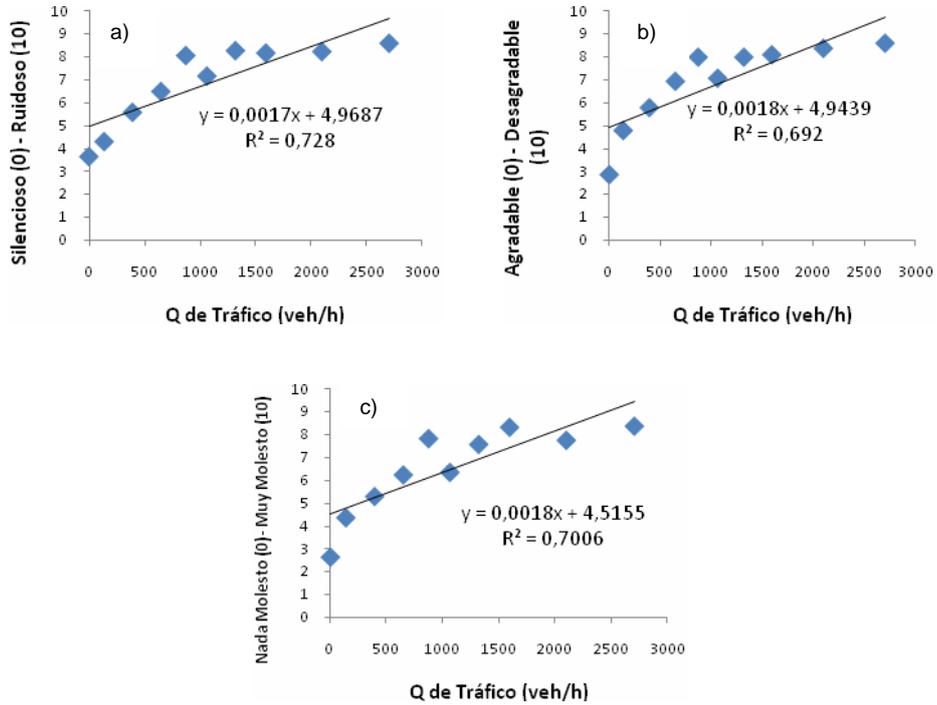


Figura 3. Relación entre el caudal de tráfico rodado y las escalas perceptuales silencioso-ruidoso (a), agradable-desagradable (b) y nada molesto-muy molesto (c).

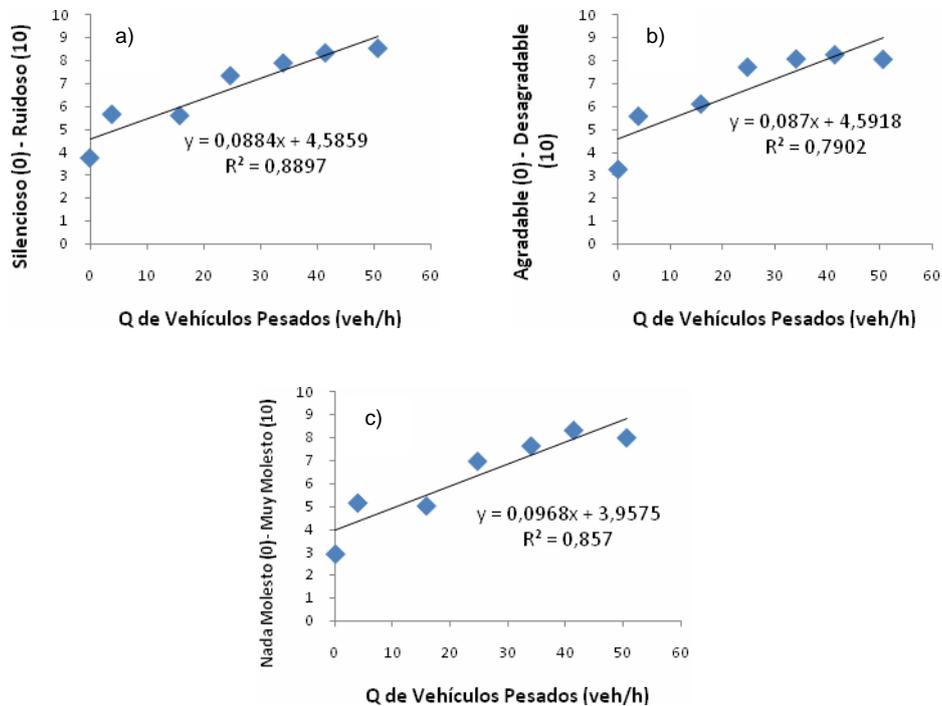


Figura 4. Relación entre el caudal de vehículos pesados y las escalas perceptuales silencioso-ruidoso (a), agradable-desagradable (b) y nada molesto-muy molesto (c).

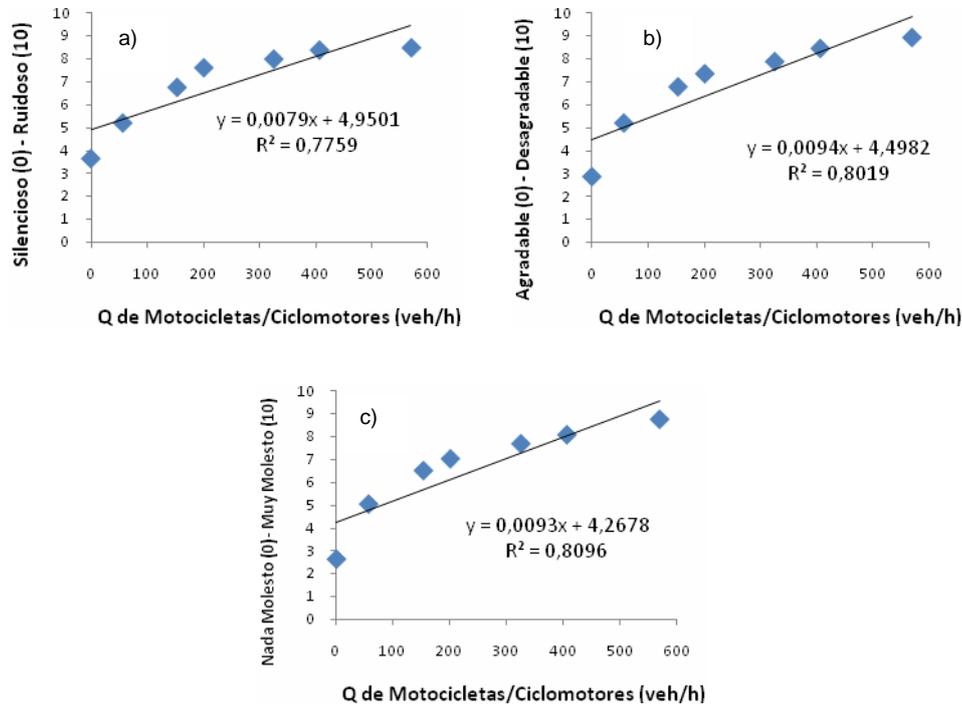


Figura 5. Relación entre el caudal de motocicletas-ciclomotores y las escalas perceptuales silencioso-ruidoso (a), agradable-desagradable (b) y nada molesto-muy molesto (c).

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo podemos concluir que en un entorno urbano podemos encontrar diferentes paisajes sonoros, en función de las características del espacio en el cual aparece, de las fuentes sonoras, del contexto social, etc., encontrando en cada uno de ellos unas características sonoras muy diferentes, lo cual provoca que la población los perciba de forma muy diferente, tal y como podemos observar en la tabla 2. Por otro lado, comprobamos que los paisajes sonoros dominados por el tráfico rodado son los considerados más molestos, desagradables, ruidosos, etc., apareciendo, además, una relación lineal entre el incremento en la intensidad del tráfico rodado y estas escalas perceptuales.

## REFERENCIAS

- [1] I. López Barrio y J. L. Carles: Espacio urbano y calidad sonora. Congreso Nacional de Acústica, Tecniacústica 1997, Oviedo, España.
- [2] C. Guastavino: Etude sémantique et acoustique de la perception des basses fréquences dans l'environnement sonore urbain (Ph.D. Thesis). Univ. Paris 6.
- [3] M. Raimbault: Simulation des ambiances sonores urbaines: integration des aspects qualitatifs (Ph. D. Thesis). Univ. Nantes, 268.
- [4] A. J. Torija, D. P. Ruiz y A. Ramos-Ridao: Caracterización de la calidad sonora de las zonas verdes en las aglomeraciones urbanas. V Congreso Ibérico de Acústica (Acustica'08), 2008, Coimbra, Portugal.
- [5] I. López Barrio y J. D. Guillén Rodríguez: Calidad acústica urbana: influencia de las interacciones audiovisuales en la valoración del ambiente sonoro. Medio Ambiente y Comportamiento Humano 6(1), 101-117, (2005).
- [6] A. J. Torija, D. P. Ruiz y A. Ramos: A method for prediction of the stabilization time in traffic noise measurements. En actas del 19<sup>th</sup> Congreso Internacional de Acústica, ICA 2007, Madrid, España.