

CARACTERIZACION DEL PAISAJE SONORO EN LOS ESPACIOS URBANOS ABIERTOS

Arturo Maristany (1); Manuel Recuero López (2); Cesar Asensio Rivera (3)

- (1) PhD, Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas (CIAL), Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. arturo.maristany@gmail.com
- (2) PhD, Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (I2A2), Universidad Politécnica de Madrid, España.
- (3) PhD, Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica Aplicada (I2A2), Universidad Politécnica de Madrid, España.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo realizar un análisis comparativo del paisaje sonoro de un conjunto de espacios urbanos, orientado a profundizar en el estudio de las variables que influyen en la percepción acústica de los espacios exteriores, los tipos de fuentes sonoras y el nivel de percepción y/o molestia que las mismas producen en los usuarios. El estudio se ha realizado por medio de encuestas y mediciones objetivas a un conjunto de espacios urbanos de escala intermedia integrados al área central de la Ciudad de Córdoba, Argentina. La selección de los casos en estudio permite disponer de diversidad de funciones, tratamientos urbanos y fuentes sonoras propias diferenciadas en un mismo contexto urbano. Los resultados alcanzados permiten verificar que los niveles sonoros objetivos por sí mismos no es indicador suficiente de la calidad acústica de un espacio urbano, se identifican una serie de variables que influyen en la caracterización acústica de un ámbito urbano, como son: la actividad principal desarrollada y su relación con los niveles de percepción de sonidos naturales, humanos y tecnológicos.

Palabras clave: Paisaje sonoro, espacios urbanos, contaminación acústica, ruido urbano

ABSTRACT

This work aims at making a comparative analysis of the soundscape of a set of urban spaces, designed to deepen the study of variables that affect the acoustic perception of outdoor spaces, the types of sound sources and the level of discomfort they produce on users. The study was conducted through surveys and objective measurements to a set of intermediate-scale spaces integrated into the central area of the city. The cases under study provide a variety of functions, urban treatments and own sound sources differentiated in the same urban context. The results obtained allow verifying that the objective noise levels on their own are not adequate indicators of the acoustic quality of an urban space; a number of variables that influence the acoustic characterization of an urban area are identified, such as: the main developed activity and its relationship with the levels of perception of natural, human and technological sounds.

Keywords: Soundscape, urban open space, noise pollution, urban noise

1. INTRODUCCION

El concepto de paisaje sonoro (del inglés soundscape) traslada la problemática del estudio del ambiente acústico desde los espacios o áreas habitacionales, enfocado desde la molestia que produce el ruido, a los espacios urbanos abiertos de uso colectivo, estudiado a partir de la capacidad de los sonidos dar identidad y calidad a un espacio. El concepto de paisaje sonoro o soundscape fue propuesto por Raymond Murray Schafer en 1969 bajo el principio de que el sonido debería ser considerado como un medio de comunicación entre el hombre y el ambiente urbano. El concepto acuñado por Schafer es expresado como el “entorno sonoro concreto de un lugar real determinado, y que es intrínsecamente local y específico a cada lugar”. La terminología de Schafer ayuda a expresar la idea de que el sonido de una localidad particular puede manifestar la identidad de una comunidad de tal manera que los asentamientos pueden ser diferenciados por su paisaje sonoro (SCHAFFER, 1977).

Schafer diferencia los ambientes acústicos como “hi-fi” (alta fidelidad) y “lo-fi” (baja fidelidad). Los ambientes hi-fi son aquellos donde los sonidos que caracterizan el ambiente se perciben con nitidez, donde se perciben claramente los diferentes “planos sonoros”. En los ambientes lo-fi los sonidos con significado son enmascarados por el ruido propio de la sociedad post industrial. Considera que el ambiente natural es el paisaje sonoro hi-fi por excelencia en el cual los sonidos mantienen ciclos que se repiten de manera estacional, los bajos niveles de contaminación permiten la percepción de sonidos de baja intensidad que proporcionan en conjunto información precisa sobre un espacio natural o urbano.

Para estudiar el paisaje sonoro de un determinado ámbito urbano es necesario realizar una especial identificación y clasificación de las fuentes sonoras que afectan de manera negativa o positiva el ambiente acústico. Las fuentes sonoras se analizan no solo desde el punto de vista físico, mediante indicadores acústicos, sino también semántico, buscando los significados que el sonido tiene para la población y los usuarios específicos (KANG, 2010). Este análisis es usualmente realizado mediante un estudio simultáneo basado en la aplicación de encuestas de opinión en el lugar conjuntamente con la realización de mediciones (RECUERO, 1998), (ZANNIN, 2003), (LLIMPE, 2006).

El análisis y evaluación del paisaje sonoro de un espacio público abierto es complejo, involucra la interacción entre factores acústicos y de otra índole. La evaluación del paisaje sonoro puede ser realizada clasificando estos factores a partir de 4 componentes básicos: los sonidos, el espacio, la gente y la interacción entre los parámetros acústicos y otros elementos físicos del ambiente. (ZHANG; KANG, 2007).

Cada uno de los componentes del paisaje tiene una relación directa con la definición de la calidad del paisaje sonoro del espacio urbano. Los componentes físicos tienen una influencia acústica ampliamente estudiada. La topografía, las proporciones, los límites y los materiales afectan los patrones de reflexión modificando la forma de propagación del sonido en los espacios urbanos y la reverberación. También tienen una influencia decisiva la conformación de pantallas, naturales o artificiales, que permiten la protección de sonidos no deseados. Desde el punto de vista de los componentes perceptuales el sonido es, junto con la vista y el olfato, uno de los factores centrales en la calidad de los espacios exteriores. Está claro que, bajo el concepto de sensación auditiva, son los sonidos y su relación con las personas los elementos centrales de diseño del paisaje sonoro. Los componentes físicos pueden influir en la propagación, generar, atenuar, controlar o enmascarar los sonidos, pero finalmente la calidad acústica del espacio se define en la respuesta subjetiva del usuario. La componente socio-cultural es la que define la caracterización subjetiva de esa respuesta de acuerdo a patrones culturales.

Diversos trabajos van siguiendo en los últimos años una línea de investigación, orientada a articular las mediciones objetivas de ruido urbano con criterios de confort acústico de los espacios urbanos exteriores analizados. En su mayoría se basan en un estudio comparado entre parámetros acústicos objetivos medidos y encuestas simultáneas de la reacción de los usuarios de los espacios exteriores analizados (RAIMBAULT, 2003), (YANG, 2005), (DE COENSEL, 2006), (RYCHTARIKOVA et al, 2008).

2. OBJETIVOS

El objetivo de la presente ponencia es caracterizar un conjunto de espacios urbanos de similares condiciones urbanísticas, pero con diferentes usos, desde el punto de vista de la calidad de su paisaje sonoro. Relacionar la calidad acústica con indicadores objetivos y definir su relación con aspectos componentes del paisaje urbano. Si bien no es objetivo del presente trabajo, es importante destacar que los indicadores, tanto objetivos como subjetivos, están permanentemente relacionados con la configuración y el equipamiento urbano, que influyen en la propagación y modificación del campo sonoro.

3. METODOLOGIA

El proceso metodológico del presente trabajo se ha organizado en las siguientes etapas:

1. Selección y definición de casos de estudio de acuerdo a los requerimientos planteados en los objetivos.
2. Realización de encuesta de opinión sobre la calidad acústica de los espacios seleccionados.
3. Relevamiento de indicadores acústicos y psicoacústicos que caractericen de manera objetiva la situación acústica de los espacios analizados.
4. Análisis de los parámetros en comparación con la calidad acústica subjetiva derivada de las encuestas.
5. Formulación de criterios de relación entre los indicadores medidos, la calidad acústica y los elementos del paisaje urbano.

3.1. Casos de estudio

El trabajo de campo se realizó sobre doce espacios públicos (plazas y paseos) del área central de la ciudad de Córdoba, Argentina. Para este trabajo se decidió la elección de los casos de estudio en función de los siguientes criterios: idénticas condiciones de contorno, diferente configuración espacial, diferente apropiación y elementos urbanos constitutivos, ubicado en el área central de la ciudad en una zona de uso predominantemente institucional con alto tránsito vehicular. El objetivo es lograr un área de estudio que permita, por comparación entre diferentes escenarios con similares condiciones, tomar conclusiones en relación a la calidad y característica del paisaje sonoro. En cada caso se observan diferentes conformaciones, relaciones de áreas verdes con áreas pavimentadas y principalmente diferente uso o destino. Mientras que todas están insertas en las mismas condiciones ambientales generales, dominado principalmente por el ruido de tránsito.

			
1 - Pl SM Plaza San Martín	2 - Plz F Plazoleta del Fundador	3 - Pt SC Peatonal Santa Catalina	4 - Pt CJ Peatonal Cía de Jesús
			
5 - Pl VS Plaza Vélez Sarsfield	6 - Pl It Plaza Italia	7 - Pa Sb Paseo Sobremonste	8 - Pl In Plaza de la Intendencia
			
9 - Pa BP Paseo del Buen Pastor	10 - Pl Es Plaza España	11 - Pa Ar Paseo de las Artes	12 - Pl Co Plaza Colón

Figura 1 – Espacios urbanos analizados

3.2. Encuestas

Se realizaron, encuestas de opinión a usuarios en cada uno de los espacios urbanos en estudio. Las encuestas fueron realizadas simultáneamente a las mediciones acústicas objetivas a grupos de personas seleccionadas aleatoriamente. El cuestionario está dirigido a aspectos generales sociológicos y particulares en relación al espacio físico a evaluar y la caracterización del paisaje sonoro del mismo. Un total de 416 encuestas, compuestas de 8 preguntas, fueron aplicadas en los doce espacios, tomando de 5 a 10 minutos cada una.

El cuestionario se orienta a la identificación de tipos de sonidos divididos en tres categorías: (1) sonidos humanos, (2) sonidos naturales, y (3) sonidos tecnológicos. Esta clasificación fue propuesta por M. Schafer (SCHAFER, 1977). Es habitualmente adoptada para la evaluación de los sonidos componentes de un espacio, pues permite identificar el origen de aquellos sonidos que son considerados positivos y caracterizadores del paisaje.

En la tabla 1 se detallan, para cada espacio analizado, el porcentaje de entrevistados que opinan que la calidad sonora del lugar es muy buena a muy mala. Considerando un valor de 1, por "muy bueno" y un valor de 5 "muy mala", se ha calculado el promedio ponderado de los porcentajes para dar la valoración final.

Tabla 1 – Calidad sonora de cada espacio en particular

	Pa Sb	Pl In	Pa BP	Pt SC	Pa Ar	Pl It	Pl SM	Pt CJ	Pl Co	Pl Es	Pl VS	Plz F
Muy bueno (1)	26%	5%	9%	20%	6%	2%	0%	7%	3%	0%	0%	0%
bueno (2)	42%	57%	30%	20%	26%	32%	17%	10%	9%	5%	0%	0%
regular (3)	19%	24%	46%	40%	35%	27%	47%	37%	28%	34%	27%	0%
malo (4)	10%	7%	13%	10%	24%	37%	30%	37%	38%	45%	53%	60%
muy malo (5)	3%	7%	2%	10%	9%	2%	6%	10%	22%	16%	20%	40%
Promedio ponderado	-2.2	-2.5	-2.7	-2.7	-3	-3	-3.2	-3.3	-3.7	-3.7	-3.9	-4.4

Las gráficas de las figuras 2 y 3 muestra los porcentajes de entrevistados que consideran como altos los niveles de presencia y aceptación para las zonas urbanas clasificadas como plazas, peatonales, mercados y espacios recreativos. Se evidencia una fuerte presencia de sonidos tecnológicos dominados principalmente por el ruido de tránsito vehicular. Siguen en presencia los sonidos de origen humano y finalmente los naturales. Los niveles de aceptación son variables evidenciándose una tendencia de mayor aceptación a los sonidos naturales y humanos por encima de los tecnológicos. El nivel de aceptación o molestia depende en todos los casos del tipo de actividad, los espacios destinados a las ferias o actividades recreativas poseen un nivel de aceptación superior a los sonidos de origen humano como las conversaciones o la música. Cuando los sonidos naturales o humanos tienen un nivel de presencia suficiente como para destacarse por sobre los tecnológicos estos últimos no revisten un carácter definitorio en la calificación acústica global.

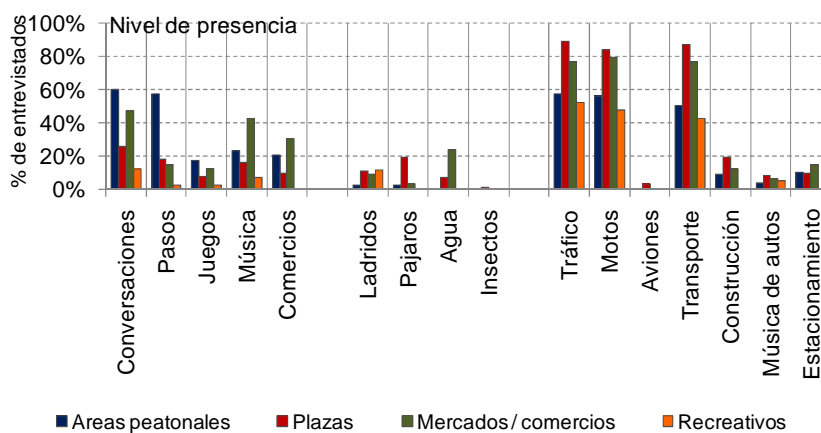


Figura 2 – Niveles de presencia en las áreas urbanas clasificadas como plazas, peatonales, mercados y zonas recreativas

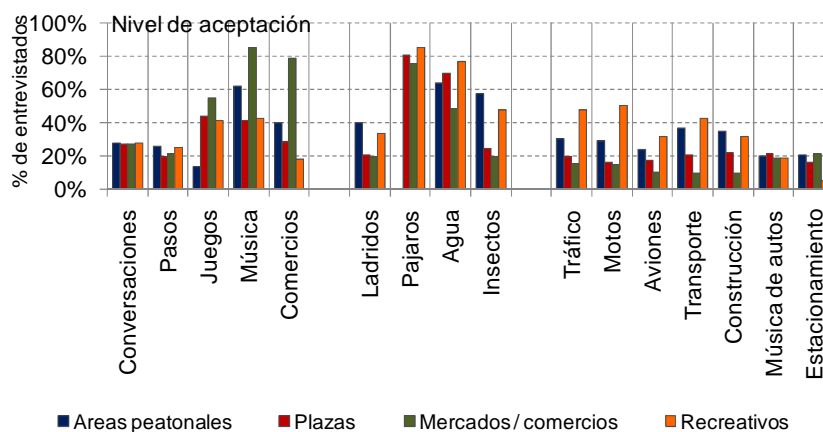


Figura 3 – Niveles de aceptación en las áreas urbanas clasificadas como plazas, peatonales, mercados y zonas recreativas

3.3. Mediciones acústicas

A los efectos de la evaluación objetiva de los espacios urbanos en estudio, se realizaron mediciones estadísticas en las zonas interiores de los espacios analizados y en sus perímetros coincidiendo con las vías de circulación vehicular. Los horarios adoptados fueron los de mayor actividad y mayor flujo vehicular en el área central, por lo tanto el relevamiento fue realizado en día de semana entre las 10 hs am y las 5 hs pm. Los parámetros medidos fueron LAeq, LCEq, percentiles LN (N = 1, 5, 10, 50, 90, 95, 99) y LZeq en bandas de tercio de octava desde 12,5 Hz a 20KHz.

En la tabla 2 se detallan los valores promedio resultantes de las mediciones en puntos interiores y exteriores a los espacios urbanos. Los resultados de las mediciones realizadas en puntos exteriores perimetrales a los espacios estudiados reflejan la fuerte incidencia del ruido de tráfico en la totalidad del entorno de los ámbitos analizados. En todos los casos superan los 72 dBA de nivel sonoro continuo equivalente, mientras que hacia el interior de los espacios se sitúa entre 65 y 70 dBA. La disminución del nivel sonoro hacia el interior de las plazas es de aproximadamente 5 a 10 dB. La diferencia muy marcada, de aproximadamente 10 dB, entre L10 y L90 demuestra la fuerte variación del flujo vehicular durante el intervalo de medición.

Tabla 2 - Niveles sonoros promedio: LAeq, L10-L90 y LAeq-LCEq

	Pa Sb	Pl In	Pl It	Pl SM	Plz F	Pt SC	Pt CJ	Pa Ar	Pa BP	Pl Es	Pl Co
LAeq exterior (dBA)	74.7	72.1	75.0	75.5	70.5	74.3	74.2	70.4	73.2	74.2	73.9
interior											
LAeq (dBA)	64.6	67.3	66.2	67.8	64.7	62.0	64.0	65.1	68.5	66.3	68.6
L10-L90 (dBA)	7.8	10.7	7.5	9.6	7.6	4.3	6.9	9.5	5.1	5.1	7.7
LCEq-LAeq (dB)	15.1	17.2	13.4	9.5	6.4	13.5	15.0	10.2	16.6	16.8	14.0

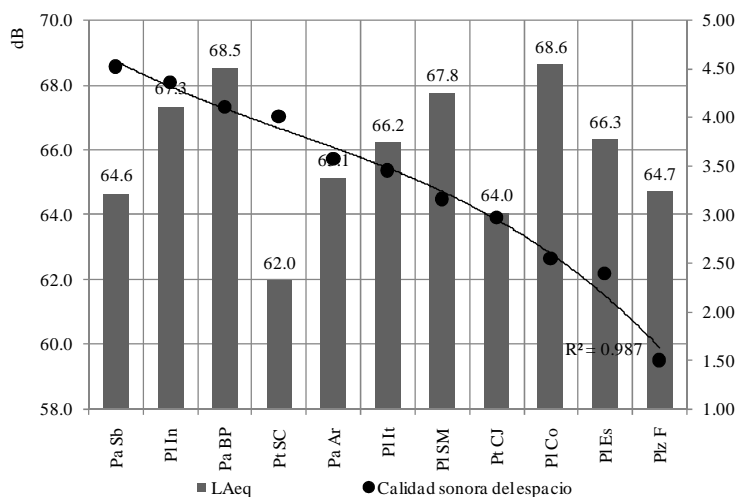


Figura 4 - Relación entre calidad Sonora y LAeq en los espacios urbanos analizados

En la grafica de la figura 4 se observa la baja correlación entre los niveles sonoros relevados y la calificación acústica de cada espacio. Se observa que la calidad acústica de los espacios urbanos abiertos puede ser buena o muy buena a pesar de que los niveles sonoros superan los 60 dBA. Se destaca también que en los espacios destinados al descanso o paseo la calidad aumenta con la disminución del nivel sonoro, mientras que en los espacios destinados a la recreación, mercados artesanales, zonas peatonales o comerciales, la relación no es lineal y los visitantes aceptan niveles sonoros más altos, nunca superando los 65 dBA.

3.4. Descriptores psicoacústicos

En forma simultánea a las mediciones de parámetros físicos realizadas y encuestas subjetivas se realizó una grabación de cada escena sonora en estudio a los efectos de realizar su posterior análisis. Las grabaciones fueron procesadas mediante el software PsySound3, destinado al análisis de grabaciones sonoras a partir de algoritmos físicos y psicoacústicos desarrollado bajo el entorno Matlab [48]. Los descriptores psicoacústicos calculados mediante PsySound3 fueron: sonoridad y nitidez.

En las graficas de las figuras 5 y 6 se comparan los valores de nitidez y sonoridad con la calidad sonora subjetiva resultante. Se destaca una correlación importante ($p = 0,81$) entre la calidad sonora del espacio y la nitidez. El alejamiento de la línea de tendencia en algunos casos específicos se relaciona con otros de los parámetros analizados: alto nivel de sonoridad, alto contenidos de baja frecuencias (representado por LCeq-LAeq o CoG) o una relación figura – fondo baja (paisaje sonoro saturado). En el caso de la sonoridad no existe una relación directa con la calidad sonora subjetiva. Se observa que la sonoridad se relaciona con las molestias por ruido pero no con el nivel de agrado o aceptación de un escenario o paisaje sonoro urbano.

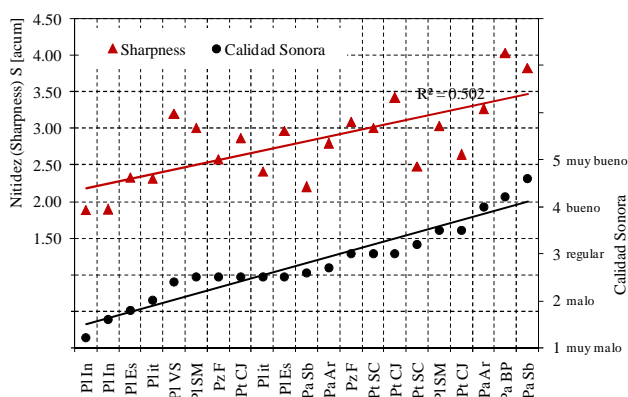


Figura 5. Relación entre nitidez y calidad sonora

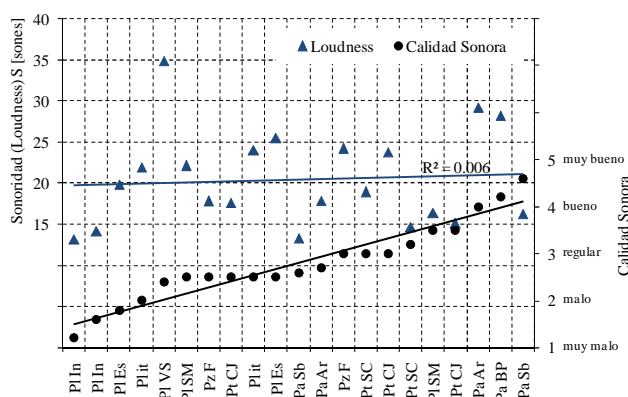


Figura 6. Relación entre sonoridad y calidad sonora

Las escenas sonoras con altos valores de nitidez se caracterizan por la presencia de música, fuentes de agua en movimiento y conversaciones y voces de personas. Para la evaluación de los ambientes sonoros, las dos magnitudes básicas psicoacústicas, sonoridad y nitidez, han demostrado ser eficaces para evaluar el volumen y la coloración tonal de los sonidos.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

4.1. Relación de descriptores acústicos y psicoacústicos

la calidad sonora de un espacio urbano depende de la interacción de muchos parámetros. La búsqueda de una descripción de esa calidad sonora mediante indicadores objetivos, que permitan en última instancia prever variables paisajísticas que influyan positivamente, requiere el manejo simultáneo de descriptores físicos acústicos (como el nivel de presión sonora, la composición espectral, y la variación temporal) y descriptores psicoacústicos (como la nitidez y la sonoridad). Tal como se observó anteriormente la calificación sonora de cada descriptor por separado no puede ser extendida al ambiente sonoro, donde un conjunto de descriptores interactúan para dar el carácter sonoro definitivo al espacio urbano. En definitiva cada indicador o descriptor influye de manera diferente según sea la relación con los otros parámetros a considerar. En relación al nivel de presión sonora, representado por el nivel sonoro continuo equivalente se ha visto anteriormente que por

debajo de los 60 a 70 dBA comienza a tomar importancia el concepto de nivel de aceptación en combinación con el de molestia. Mientras que la diferencia $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ es muy buen descriptor del contenido de bajas frecuencias de la escena sonora urbana. Un valor alto de $L_{10}-L_{90}$ se relaciona con la posibilidad de percibir los sonidos principales del espacio por sobre el ruido de fondo, siempre que la diferencia signifique el destaque de los sonidos característicos del espacio por sobre el ruido de fondo y no sea el resultado de variaciones temporales del ruido intruso.

En general altos valores de nitidez se relacionan con una calidad acústica positiva. Se evidencia que las escenas sonoras con altos valores de nitidez se caracterizan principalmente con la presencia de música, fuentes de agua en movimiento y conversaciones y voces de personas. Para la evaluación de los ambientes sonoros, las dos magnitudes básicas psicoacústicas, sonoridad y nitidez, han demostrado ser eficaces para evaluar el volumen y la coloración tonal de los sonidos.

En síntesis un ambiente sonoro “hi-fi” implica una nitidez alta, una sonoridad media, bajo contenido de bajas frecuencias ($L_{Ceq}-L_{Aeq}$) y suficiente relación figura fondo ($L_{10}-L_{90}$). La distinción entre ambientes sonoros “hi-fi” y “lo-fi” fue propuesta por Schafer para diferenciar aquellos ambientes sonoros de alta fidelidad, donde los sonidos no se sobreponen, tienen perspectiva, primer plano y fondo, de aquellos de baja fidelidad donde los planos compositivos se empastan y es difícil discernir entre figura y fondo. Inicialmente Schafer consideraba que los ambientes “hi-fi” eran propios de los pasajes rurales, mientras que la ciudad, principalmente debido al ruido de tránsito, derivaba en ambientes “lo-fi”.

Una espacialidad marcada es una de las particularidades principales de un paisaje sonoro definido como “hi-fi”. La espacialidad es la característica por la cual percibimos sonidos distantes que se componen con otros que están en un primer plano. Los sonidos en primer plano tienen un ritmo y variación temporal propio que hace que se complementen unos a otros y sean distinguibles por sobre los demás. Gran parte de los sonidos son de baja intensidad. Este tipo de alternancia en muchos casos no es solo temporal, sino también frecuencial. En el paisaje sonoro o ambiente “lo-fi” el sonido se percibe como un continuo de alta intensidad que enmascara sonidos distantes o propios característicos.

4.2. Calidad acústica y componentes del paisaje urbano

Para el conjunto de espacios analizados en el presente trabajo y como resultado de las encuestas realizadas, se ha determinado el alto nivel de aceptación de los sonidos de origen natural y eventualmente humanos por sobre los de origen tecnológico. Aspecto claramente identificable con el contenido de información de este tipo de sonidos. Se evidencia una interrelación muy clara entre algunos de los componentes del paisaje urbano y el origen de los sonidos involucrados. Los sonidos naturales dependen del equipamiento del espacio urbano: arboles – vegetación. Sonidos de hojas, insectos, aves, fuentes y canales de circulación de agua. La componente física natural es aquí la que juega el rol predominante. Los sonidos tecnológicos dependen de la conformación física del espacio (componente física arquitectónica) y su relación con la trama vehicular, de la superposición de actividades, patrones urbanos y sistemas de apantallamiento o control de la propagación del ruido. Por último, los sonidos humanos dependen de la componente socio-cultural, de la actividad a desarrollar y de las posibilidades físicas que el espacio brinda.

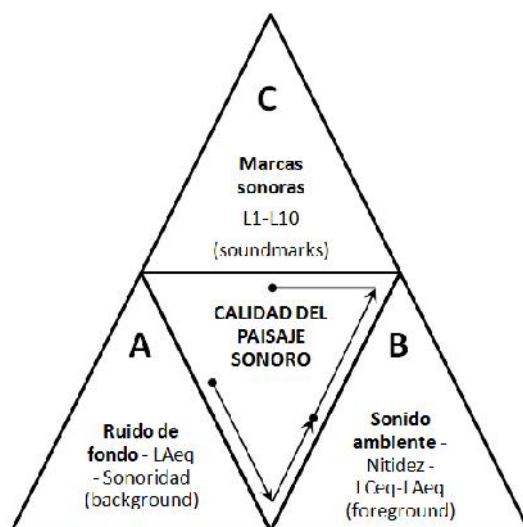


Figura 7 - Niveles de intervención en el paisaje sonoro

Se identifican así tres fases o etapas necesarias para abordar el diseño de los espacios urbanos desde el punto de vista de su paisaje sonoro. El proceso de diseño integral del paisaje sonoro implica tres niveles de intervención, figura 7: (A) Control de ruido exterior al espacio urbano; (B) Preservar sonidos propios característicos; (C) Incorporar fuentes significantes.

El control del ruido exterior es el primer paso en la estrategia de diseño. El objetivo es reducir o mitigar el sonido proveniente de fuentes sonoras exteriores, principalmente de origen tecnológico. Este primer paso define el carácter y la composición del ruido de fondo (background). En esta fase la componente del paisaje urbano involucrada es exclusivamente física y los parámetros acústicos afectados son la sonoridad o directamente el LAeq.

El segundo paso es preservar o desarrollar sonidos propios que dan carácter al espacio urbano. Son sonidos generados por fuentes propias que de acuerdo a la actividad o uso del espacio son considerados positivos, deseables o agradables. Estos sonidos que conforman el ambiente sonoro de primer plano (foreground) se relacionan de manera directa con la percepción y las condiciones subjetivas de los usuarios. La actividad tiene una importancia fundamental pues es el componente que define el ambiente sonoro más adecuado. Se corresponde con la expectativa de respuesta en función del destino. En general se relaciona con sonidos de origen natural o de origen humano relacionados con la actividad. La zonificación de los espacios urbanos según su uso y destino es una de las estrategias de diseño importante, junto con la definición de usos en relación a los sonidos propios. En esta fase el componente físico de diseño sigue presente en la zonificación, definición de límites e incorporación de equipamiento urbano como agua en movimiento y vegetación. Los parámetros acústicos involucrados en la calidad sonora son la nitidez (sharpness) y la relación de contenido de baja frecuencia (LCEq-LAeq ó CoG). Los escenarios sonoros presentados en las figuras 8 y 9 muestran la importante influencia de sonidos naturales, como el agua, en el aumento de la nitidez y por lo tanto de la calidad acústica. En el primer caso se indica la variación temporal de la nitidez en un determinado intervalo para un mismo espacio con la fuente funcionando y detenida, la calidad acústica en el primer caso (a) es muy buena y en el segundo (b) regular.

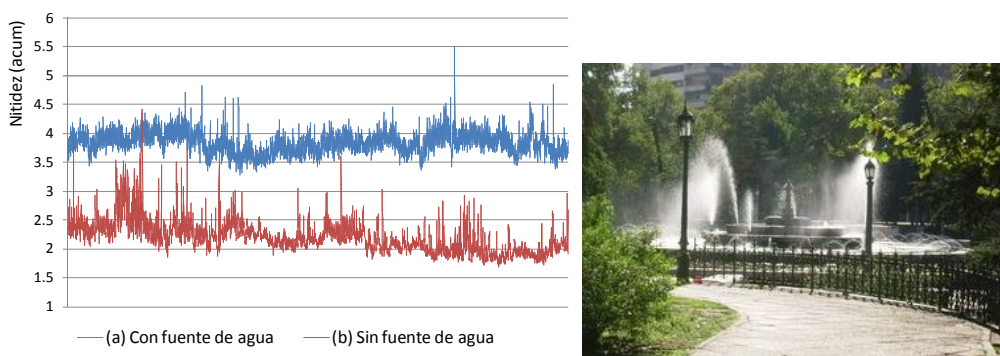


Figura 8 - Paseo Sobremonte (PaSb) – nitidez con fuente (a), sin fuente funcionando (b)

En el segundo escenario se manifiesta la importancia de la incorporación de la fuente como componente de un sector de un mismo espacio urbano. La calificación acústica general en las zonas peatonales es buena a regular (a), mientras que en las zona de influencia de la fuente es muy bueno (b).

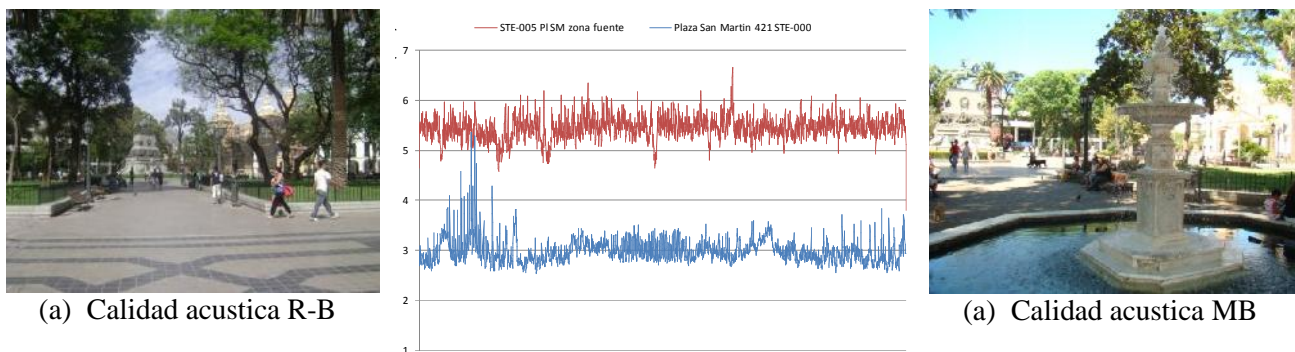


Figura 9 - Plaza San Martin (PISM) Sector peatonal (a) sector fuente (b) - Nitidez

Finalmente, la incorporación de fuentes sonoras significantes es el tercer paso. Son las marcas sonoras (soundmarks) las que terminan de dar identidad. En general son sonidos de cualquier origen, pero significativos para el grupo social y cultural de destino del espacio. En esta fase las componentes de diseño son casi exclusivamente perceptuales y socioculturales, dependen de la incorporación de sonidos de alto contenido semántico que se destaquen sobre el fondo. Se rescata en esta fase el concepto de figura-fondo, en donde el sonido destacado puede ser por diferencia de nivel o frecuencia. El parámetro acústico utilizado en el análisis para esta fase es la diferencia entre L10-L90.

5. CONCLUSIONES

El estudio realizado permite destacar la importancia de la incorporación de la variable acústica en el diseño de los espacios exteriores y como herramienta para caracterizar positivamente estos espacios, en donde los sonidos naturales y del intercambio personal son los más importantes por su contenido semántico y significativo.

El estudio deja en evidencia que el nivel sonoro continuo equivalente en dBA no puede ser el único indicador para caracterizar la calidad acústica de un espacio urbano. Es un indicador de la contaminación acústica, pero no de su calidad (hi-fi). Para M. Zhang (ZHANG; KANG, 2007) el límite en el cual el usuario percibirá el ambiente como molesto, cualquiera sea la fuente sonora y el tipo de espacio o actividad, se ubica en niveles iguales o superiores a 65-70 dBA. En los casos analizados estos valores se superan en pocas situaciones.

Los parámetros acústicos físicos no pueden por sí solos definir el carácter del paisaje sonoro. Se ha verificado que la calidad acústica de los espacios urbanos depende, dentro del rango de niveles sonoros aceptables, donde no se produce molestia, de factores que se relacionan con la respuesta subjetiva de los usuarios condicionados por patrones culturales o sociales. Por lo tanto, paralelamente al análisis de los niveles de presencia y/o molestia de los sonidos de un paisaje sonoro y del nivel de intensidad del ambiente en general es necesario tener en cuenta variables relacionadas con la percepción de los usuarios, para lo cual se complementa el análisis del paisaje sonoro urbano con indicadores psicoacústicos, utilizados en los estudios de calidad acústica. De los indicadores psicoacústicos analizados se verifica que la nitidez (sharpness) alcanza una correlación importante con la calidad sonora subjetiva derivada de las encuestas y que la sonoridad (loudness), si bien la relación no es lineal, tiene relación con el concepto de desagrado. Condiciones de paisajes sonoros positivos ubican la sonoridad en valores medios complementados con una buena relación figura – fondo. Un valor de nitidez (sharpness) alto se relaciona casi directamente con la apreciación positiva del espacio. La música, voces, los sonidos naturales, poseen en general un nivel de nitidez alto.

En este sentido se debe destacar que para la determinación de un espacio sonoro de alta calidad, “hi-fi”, se identifican tres fases o niveles: el control del ruido de fondo, principalmente cuando es exterior al sistema analizado; preservar sonidos característicos que otorgan el carácter del espacio e incorporar fuentes sonoras significativas que dan identidad. En el primer nivel, el control de ruido, intervienen principalmente las componentes físicas del espacio. Mientras que en las fases relacionadas con la conservación de sonidos y fuentes sonoras son las componentes perceptuales y socio-culturales del paisaje urbano las que deben ser consideradas. No es posible, y tampoco aconsejable, intentar dar recomendaciones de diseño formal de un espacio urbano con el único objetivo de mejorar su comportamiento acústico y dar calidad a su paisaje sonoro. La interdependencia de múltiples factores ambientales y sociales hace necesaria una visión diferente que integre otros componentes y evalúe la influencia en otros factores ambientes diferente al acústico.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DE COENSEL, B., BOTTELDOOREN, D. The Quiet Rural Soundscape and How to Characterize it. *Acta Acustica United with Acustica*, Vol. 92 (2006) 887 – 897.
- KANG, J., ZHANG, M. Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces, *Building and Environment*, (2010) vol. 45, pp 150-157.
- LLIMPE, C.E., RECUERO, M., MORENO, J.N. Encuestas sobre molestias causadas por ruido en el Centro Histórico de Lima, Perú: Análisis Subjetivo relacionado al estudio objetivo (Surveys on noise annoyance in the historical center of Lima, Peru: Subjective Analysis related to the objective study), V Congreso Iberoamericano de Acústica, (2006) Santiago, Chile.
- RAIMBAULT, M., LAVANDIER, C., BERENGIER, M. Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities, (2003) *Applied Acoustics* (64) pp. 1241–1256.
- RECUERO, M. Estudio Subjetivo del Ambiente Acústico en los Municipios de la Comunidad de Madrid (Subjective Study of Acoustic Environment in Communes of Madrid), Conferencia I Congreso Iberoamericano de Acústica. (1998) Florianópolis, Brasil.

- RYCHTÁRIKOVÁ, M., VERMEIR G. Soundscape categorization on the basis of objective acoustical parameters. *Applied Acoustics* 74 (2013) 240–247
- RYCHTARIKOVA, M., VERMEIRA, G., DOMECKAC, M. The Application of the Soundscape Approach in the Evaluation of the Urban Public Spaces, (2008) *Acoustic '08*. Paris.
- SCHAFER RAYMOND MURRAY. *The tuning of the world*. Random House. 1977
- YANG, W. & KANG, J. (2005) Soundscape and Sound Preferences in Urban Squares: A Case Study in Sheffield. *Journal of Urban Design*, Vol. 10, No. 1, 61–80, February 2005
- ZANNIN, P., CALIXTO, A., DINIZ, F., FERREIRA, J. A survey of urban noise annoyance in a large Brazilian city: the importance of a subjective analysis in conjunction with an objective analysis, *Environmental Impact Assessment Review*, (2003) volume 23, pp 245-255
- ZHANG, MEI; KANG, JIAN. “Towards the evaluation, description, and creation of soundscapes in urban open spaces”. *Environment and Planning B: Planning and Design* 2007, volume 34, pages 68-86.