

Estudio de Caso

PAISAJES SONOROS EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Autores



Manuel Recuero

Catedrático de Universidad.
Director del Grupo de Investigación en Instrumentación y Acústica aplicada.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
Universidad Politécnica de Madrid. España



Arturo Maristany

Arquitecto. Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Universidad Nacional de Córdoba.
Director del Centro de Investigaciones Acústicas y Luminotécnicas (CIAL) de la FAUD-UNC.
Profesor Titular de la Cátedra de Instalaciones IIB. Facultad de Arquitectura (UNC).
Profesor a cargo de Materias Electivas Acústica Urbana y diseño de Iluminación interior. FAUD-UNC.



PAGINA EN BLANCO

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	57
II. METODOLOGÍA E INDICADORES ANALIZADOS	69
RESULTADOS DE LAS MEDICIONES	72
III. ANÁLISIS DE INDICADORES SUBJETIVOS	73
Encuesta sobre calidad de paisajes sonoros.....	73
Encuesta propuesta.....	74
Aplicación y resultados de la encuesta.....	77
IV. INTERRELACIÓN INDICADORES OBJETIVOS Y VARIABLES	
SUBJETIVAS	78
Niveles de Presencia y Molestia.....	78
Niveles Sonoros y Calidad Acústica	79
V. CALIDAD DEL PAISAJE SONORO	79
Descriptores psicoacústicos	79
Aplicación de descriptores psicoacústicos.....	81
Espectrogramas de los archivos de audio	83
Relación de descriptores acústicos y psicoacústicos.....	84
VI. RELACIÓN PAISAJE SONORO - PAISAJE URBANO	88
Concepto de Paisaje Urbano.....	88
Componentes del Paisaje Urbano	89
Objetivos del diseño acústico de espacios urbanos.....	93
Aplicación a este estudio.....	95
VII. ESTRATEGIA PARA EL DISEÑO ACÚSTICO DEL PAISAJE	95
BIBLIOGRAFÍA	101



Diputació
Barcelona

GOBERNA
AMÉRICA LATINA
ESCUELA DE POLÍTICA Y ALTO GOBIERNO



FIIAPP
COOPERACIÓN ESPAÑOLA



I. INTRODUCCIÓN

Es claro que los sonidos naturales son los de mayor aceptación, que los de origen tecnológico son los menos reconocidos como identificadores de un paisaje y que se evidencia la aceptación de la identidad aportada por las marcas sonoras. En general la calidad de los ambientes sonoros denominados “hi-fi” está determinada principalmente por la claridad con que los sonidos positivos, que caracterizan y dan identidad al ambiente, son escuchados y se destacan como imagen por sobre un fondo sin llegar a ser enmascarados. Por este motivo es que diversos autores [Schafer, 1977], [Hedfors, 2003], describen la imagen acústica de los espacios exteriores con el concepto de figura-fondo (figure-background). El concepto figura-fondo en los paisajes acústicos es utilizado por Schafer definiéndolo con la expresión “signal-keynote sound”. El modelo figura fondo proviene de la Gestalt aplicado a los fenómenos visuales. Es posible interpretar el concepto desde el fenómeno acústico tomando como fondo, background, keynotes y la figura: sound signals y soundmark.

El concepto de figura-fondo es una ley de la psicología de la forma formulada por Max Wertheimer de la Gestalt. El postulado plantea la tendencia en la percepción a subdividir la totalidad de un campo perceptual en zonas. Las más estables, claras y precisas se definen como figuras sobre un fondo representado por las zonas más fluidas y desorganizadas. El concepto aparece como potencialmente aplicable a la situación de ruido urbano, con la adaptación que significa trasladar un concepto basado en objetos concretos a escenas sonoras intangibles, de la percepción “visual” a la “auditiva”.

Según esta ley “toda superficie rodeada tiende a convertirse en figura en tanto que la restante actuará como fondo”. Wertheimer fijó, además, otras leyes principales que determinan el fenómeno:

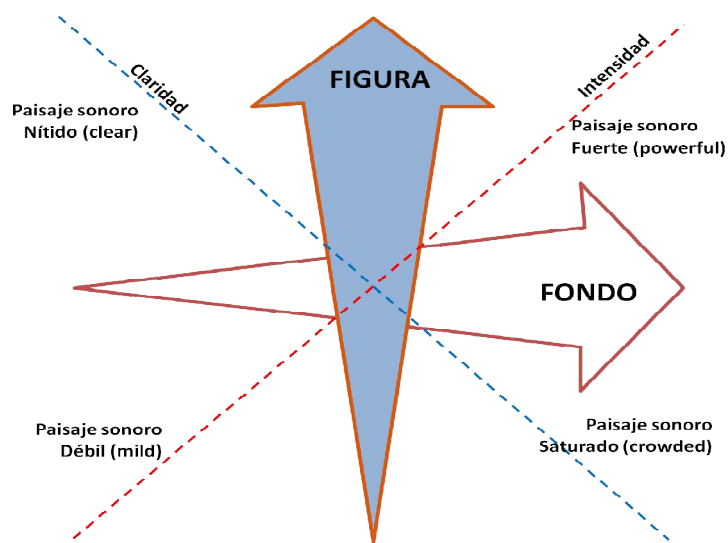
- la figura tiene calidad de cosa, el fondo calidad de sustancia;
- toda superficie rodeada tiende a convertirse en figura, lo restante actuará como fondo;
- nunca los límites pertenecen a ambos campos, siempre pertenecen a la figura;
- el fondo pasa por detrás de la figura;
- la figura es, por lo general, de menor tamaño. El fondo es más grande y simple;
- el color es más denso y compacto en la figura que en el fondo;
- el fondo puede percibirse como plano o espacio;
- la figura presenta mayor estabilidad, claridad, precisión; siempre está más cerca del observador;
- todo lo relativo a la figura se recuerda mejor.

En esta línea de razonamiento Hedfors desarrolla un modelo conceptual más complejo combinando la expresión figura-fondo con otras dos dimensiones: experienced intensity (intensidad experimentada) y experienced clarity (claridad experimentada). Si el sonido “figura” se experimenta fuertemente sobre un “fondo” débil, Hedfors define el paisaje sonoro como claro (clear) y la situación contraria la define como crowded (lleno – saturado). En ambos casos si los niveles sonoros son altos define el paisaje sonoro como powerful (potente) o por el contrario como mild (leve).

En un paisaje sonoro claro una porción importante del sonido “figura” puede ser fácilmente identificado sobre el “fondo”, identificándose componentes propios

de la señal como son los segmentos de crecimiento y decrecimiento. En un paisaje saturado los sonidos son mixtos y se confunden unos con otros. Hedfors relaciona estas variables en un esquema del tipo de la figura 1 remarcando dos ejes principales.

Figura 1. Fondo y dimensiones asociadas.



Fuente: [Hedfors, 2003]

La figura 1 puede ser reelaborada bajo el criterio de un sistema cartesiano en donde los ejes X, Y convierten las dos dimensiones de análisis claridad e intensidad en dos variables de estudio. La magnitud que representa la variable intensidad es indiscutible pues se relaciona directamente con el nivel sonoro puesto en juego, de acuerdo a lo analizado el nivel sonoro continuo equivalente LAeq puede ser perfectamente la variable asociada a esta dimensión.

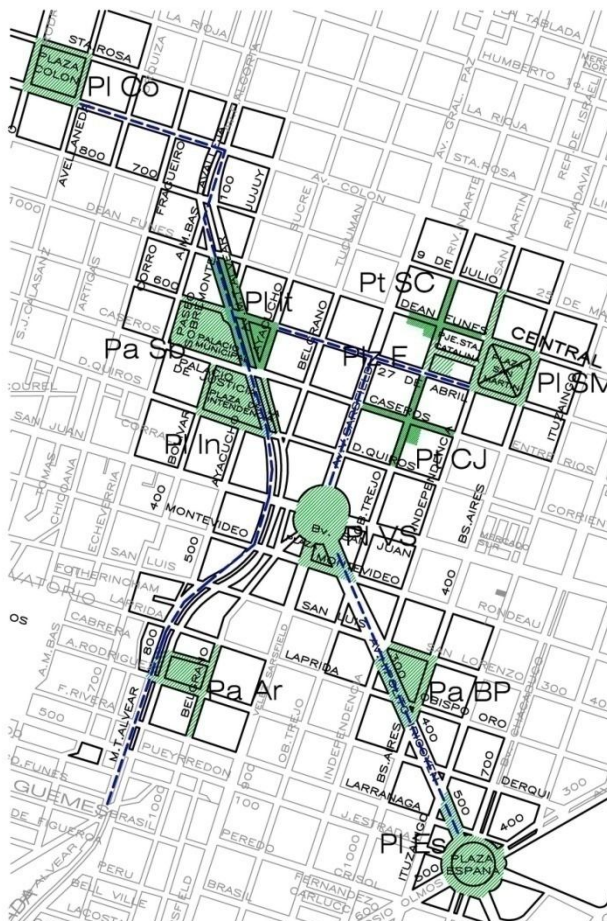
En el caso de la claridad la definición de la variable es más compleja. Como se ha descrito esta dimensión está asociada a la capacidad que tiene la figura, sonido señal, para sobresalir por sobre el fondo, aspecto que se podría asociar

a las variaciones temporales del sonido analizado representado por la diferencia entre el nivel L10 y el L90. Este planteo adquiere consistencia si se considera que la diferencia L10-L90 es uno de los indicadores complementarios aconsejados para la descripción del paisaje sonoro. Bajo este principio se puede caracterizar el paisaje sonoro de acuerdo al esquema de la figura y a partir de los valores objetivos de nivel sonoro.

Para investigar la existencia de un medioambiente acústico en un espacio abierto urbano o para diseñar un nuevo paisaje sonoro, es esencial utilizar un sistema o marco apropiado para describir el paisaje sonoro. En base a la evaluación del paisaje sonoro se propone un sistema o marco [Zhang, 2007]. La descripción incluye 4 fases, las características de la fuente, como nivel de presión sonora, espectro, carácter temporal, localización y características sociales y psicológicas; los efectos acústicos del espacio; los aspectos socio demográficos del usuario y otros aspectos de las condiciones físicas y ambientales generales.

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, para ello se eligió el casco antiguo de la ciudad de Córdoba en Argentina

Figura 2. Ubicación relativa de los espacios analizados en la trama urbana



En el plano de la figura 2 se muestra la ubicación relativa de los espacios públicos, plazas y paseos, ha analizar y la interconexión existente entre ellos. Se trata de doce espacios de escala intermedia que conforman la red principal de espacios públicos del área central de la ciudad. Estos espacios son: (PISM) Plaza San Martín, (PlzF) Plazoleta del Fundador, (PtSC) Peatonal Santa Catalina, (PtCJ) Peatonal Compañía de Jesús, (PIVS) Plaza Vélez Sarsfield, (PIIt) Plaza Italia, (PaSb) Paseo Sobremonte, (PIIn) Plaza de la Intendencia, (PaBP) Paseo del Buen Pastor, (PIEs) Plaza España, (PaAr) Paseo de las


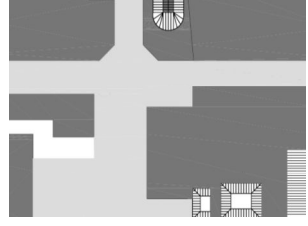

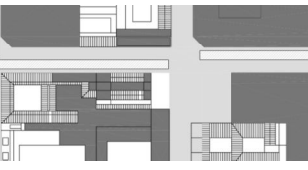
Artes, y (PICO) Plaza Colón. En las figuras 3 y 4 se muestra la información básica de cada sitio analizado, considerando el destino principal, las condiciones de entorno que afectan o condicionan la calidad ambiental y los datos urbanísticos generales, relación de llenos y vacíos, espacios verdes, circulaciones, edificios singulares y presencia de agua. La totalidad de los espacios reúnen características comunes que fueron tomadas como punto de partida para su selección: están insertas en áreas de alta densidad edilicia y poblacional, están bordeadas de avenidas y calles de alto nivel de tránsito vehicular y entre todos conforman la red principal de espacios urbanos correspondientes al área central de la Ciudad. Entre las diferencias se destacan: la topología, la relación de áreas verdes con áreas pavimentadas y principalmente su uso o destino.

Figura 3. Espacio urbanos 1 y 2 – Plaza San Martín (PI SM) / Plazoleta del Fundador (Plz F)

		<p>1 - PI SM Plaza San Martín</p> <p>circulación - transporte – estar</p>
		<p>2 – Plz F Plazoleta del Fundador</p> <p>circulación - transporte - estar</p>

Trama ■ Circulación ■ Agua ■ Verde ■ Tránsito -----

Figura 4. Espacios urbanos 3 y 4 – Peatonales Santa Catalina (Pt SC) y Compañía de Jesús (Pt CJ)

		<p>3 – Pt SC Peatonal Santa Catalina circulación</p>
		<p>4 – Pt CJ Peatonal Compañía de Jesús circulación – estar - bares</p>





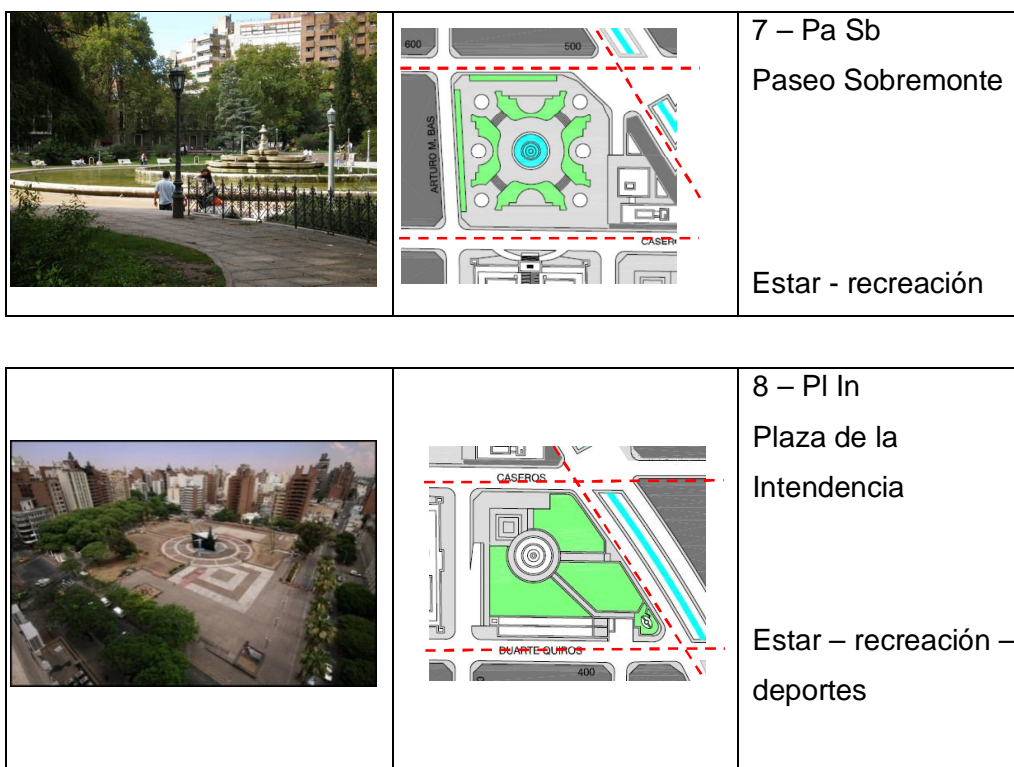
Trama 	Circulación 	Agua 	Verde 	Tránsito -----
---	---	--	---	----------------

Figura 5. Espacios urbanos 5 y 6 – Plaza Vélez Sarsfield (PI VS) / Plaza Italia (PI It)

		<p>5 – PI VS Plaza Vélez Sarsfield</p> <p>circulación – cruce vehicular</p>
		<p>6 – PI It Plaza Italia</p> <p>estar – feria artesanal</p>

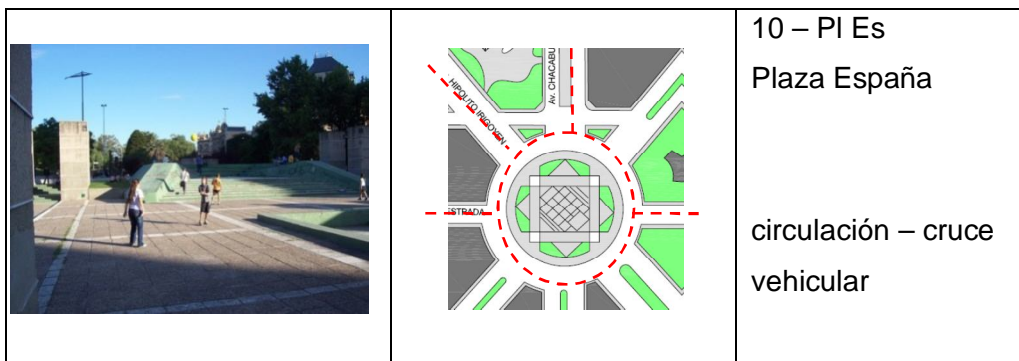
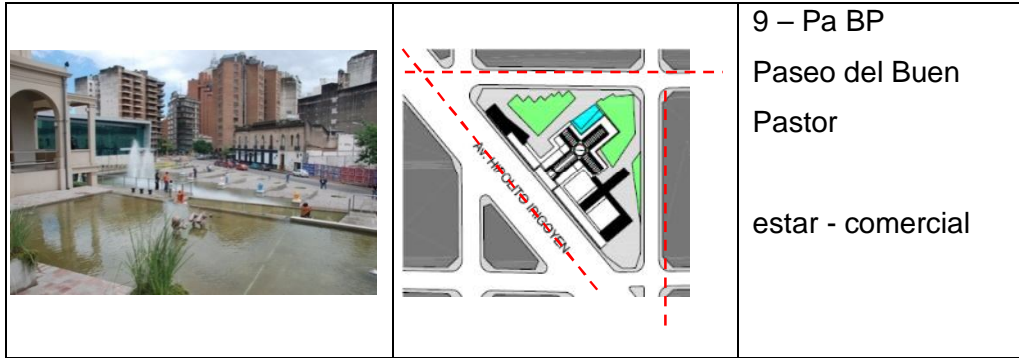
Trama ■ Circulación ■ Agua ■ Verde ■ Tránsito -----

Figura 6. Espacios urbanos 7 y 8 – Paseo Sobremonte (Pa Sb) / Plaza de la Intendencia (PI In)



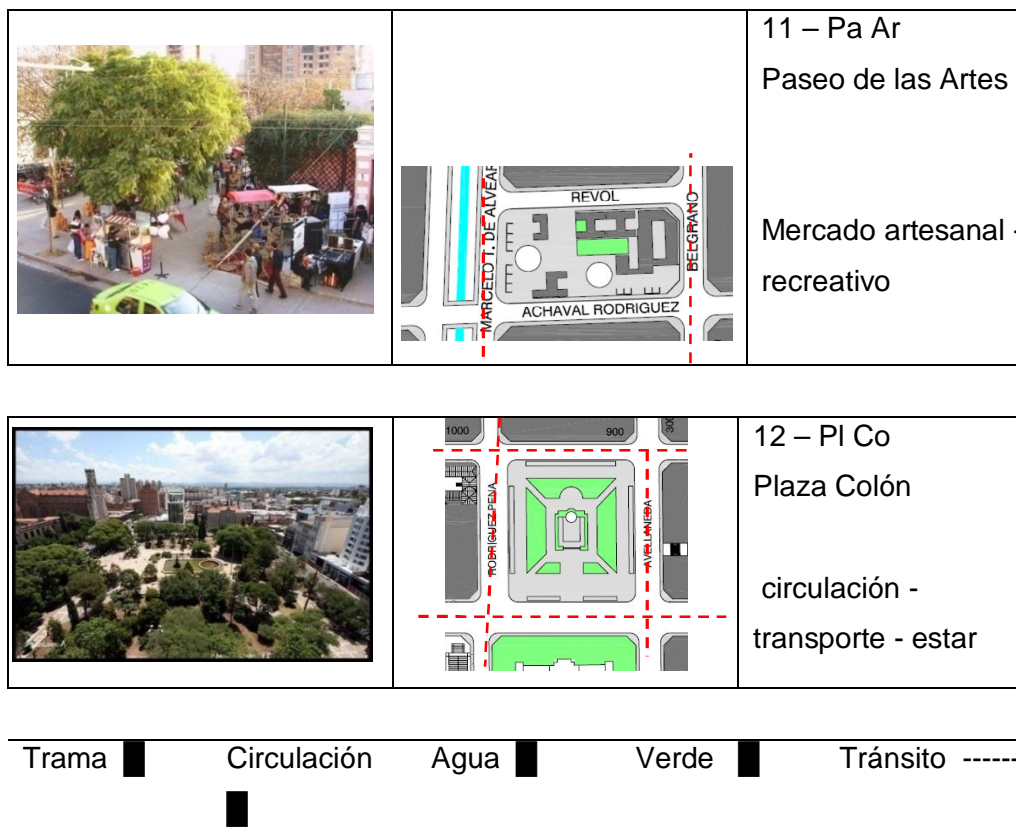
Trama ■ Circulación ■ Agua ■ Verde ■ Tránsito -----

Figura 7. Espacios urbanos 9 y 10 – Paseo del Buen Pastor (Pa BP) / Plaza España (PI Es)



Trama ■ Circulación ■ Agua ■ Verde ■ Tránsito -----

Figura 8. Espacios urbanos 11 y 12 – Paseo de las Artes (Pa Ar) / Plaza Colón (PI Co)



Los doce espacios analizados se organizan dentro de la estructura vial del área central de la Ciudad. La característica principal de esta red vial es el alto flujo de tránsito vehicular, con alta densidad de vehículos de transporte público. Esta situación implica que el tránsito es la principal fuente de ruido que caracteriza el entorno de los espacios estudiados. Bajo estas mismas condiciones de ruido ambiental general en cada uno de los ámbitos se perciben situaciones acústicas diferenciadas producto de la presencia de fuentes sonoras singulares que los caracterizan: agua en movimiento, vegetación, circulación de personas,

música, etc. La posibilidad de percibir estos sonidos caracterizadores propios de los sectores urbanos depende de la capacidad que tienen de enmascarar el ruido ambiente general y de las variables urbanísticas como topografía, pantallas, equipamiento, vegetación, que condicionen de manera positiva o negativa la propagación del sonido en cada ámbito.

Todos los datos necesarios deben recopilarse de las diferentes instituciones municipales, regionales o estatales.

II. METODOLOGÍA E INDICADORES ANALIZADOS

En general la evaluación del ruido urbano consiste en el análisis estadístico basado en la medición de la situación acústica en el área urbana de referencia. El análisis del ruido utilizando métodos estadísticos, tal como el cálculo de los niveles sonoros continuo equivalente (LAeq) o percentiles como L5, L10, L50 o L95 dan una buena visión general sobre la situación de ruido en un área urbana [Yang, 2005], [de Coensel, 2006].

A los efectos de la evaluación objetiva de los espacios urbanos en estudio se realizarán mediciones estadísticas en las zonas interiores de los espacios analizados y en sus perímetros coincidiendo con las vías de circulación vehicular. Los parámetros medidos serán LAeq, percentiles LN (N = 1, 5, 10, 50, 90, 95, 99) y eventualmente LZeq en bandas de tercio de octava desde 12,5 Hz a 20 KHz. Las mediciones se efectuaron con un medidor de nivel sonoro equipado con software estadístico y, para los casos en donde se realice un análisis en frecuencia, con un medidor de nivel sonoro equipado con software para análisis en frecuencia. Previo a la serie de medidas se realizará, un chequeo de campo con un calibrador.

La cantidad y ubicación de los puntos de medida se determinarán con el criterio de relevar el comportamiento general del área: la situación de borde de cada uno de los espacios analizados, y el comportamiento específico de cada espacio: interior de las plazas, de manera simultánea al relevamiento subjetivo por encuesta. Los horarios adoptados serán los de mayor actividad y mayor flujo vehicular en el área central, por lo tanto el relevamiento se hará en un día de la semana entre las 10 h am y las 5 h pm. La cantidad de puntos, los tiempos y los horarios de medición adoptados para este trabajo están destinados exclusivamente para el análisis comparativo de la situación de ruido objetiva en un determinado instante y la respuesta subjetiva de los usuarios afectados en el mismo periodo, siendo insuficientes para realizar una descripción espacio-temporal pormenorizada del ruido ambiental del área en estudio.

La cantidad de puntos internos o externos de cada sector, analizado se define en función de las características topológicas de cada espacio y de la cantidad de vías de alto tránsito circundantes.

Los puntos de medición, todos exteriores, se pondrán de manera de minimizar la influencia de las reflexiones: a más de 3,5 metros de estructuras reflectoras que no sea el suelo y a una altura de medida de 1,2 metros. Se seleccionarán días de medición durante los cuales las condiciones meteorológicas de los períodos de medición permitirán un comportamiento en la propagación del sonido más estable, con las condiciones de viento en calma.

En general se respetarán los lineamientos dados por la norma ISO 1996 para la descripción, medición y evaluación del ruido ambiental [ISO, 1982]. Adaptando los criterios para la definición de cantidad de puntos y tiempos de medición a los objetivos específicos del trabajo. Considerando la necesidad de un relevamiento simultáneo de encuestas y niveles de ruido, el intervalo temporal

para las mediciones se fijo en el mínimo posible. La norma ISO 1996-2 y su equivalente argentino la IRAM 4113-2, recomienda la adopción de un intervalo temporal de medición que cubra todas las variaciones significativas en la emisión y propagación del ruido [ISO, 2009], [IRAM, 2010]. El intervalo permite, en este caso, cubrir al menos tres periodos de variación temporal del ruido de tránsito del área central de la ciudad. Para el tiempo de 5 minutos adoptado se conoce que los márgenes de error en mediciones de ruido urbano se mantienen dentro de valores admisibles y similares a intervalos mayores de hasta 15 minutos [Recuero, 1997].

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

III. ANÁLISIS DE INDICADORES SUBJETIVOS

Encuesta sobre calidad de paisajes sonoros

Diversos trabajos toman la metodología de la aplicación de encuestas “in situ” para definir el nivel de confort de los usuarios de los espacios exteriores analizados [Raimbault et al, 2003], [Nillson et al, 2007], [Yu, Kang, 2008]. Los cuestionarios basados en preguntas abiertas y/o cerradas están dirigidos a aspectos generales sociológicos y particulares en relación al espacio físico a evaluar y la caracterización del paisaje sonoro del mismo. En este trabajo, simultáneamente a las mediciones acústicas objetivas, se harán encuestas de opinión a grupos de personas seleccionadas aleatoriamente en cada uno de los espacios urbanos analizados. El cuestionario adoptado para ser aplicado en las doce áreas urbanas de la Ciudad de Córdoba contiene ocho preguntas, que se contestan en no más de 10 minutos. La extensión de la encuesta al igual que el tiempo dedicado a responder, sigue criterios prácticos de aplicación basados en otras experiencias de este tipo tomadas como modelo [Nillson, 2007] y la encuesta desarrollada en el proyecto europeo Silence [Semidor, 2007].

Las preguntas iniciales están referidas a la edad, sexo y a la actividad de los sujetos: motivaciones para el uso del espacio, relación urbana con el lugar donde habita, tiempo medio de permanencia. Inmediatamente la calidad del paisaje sonoro en particular y ambiental en general es evaluada a partir de una escala bipolar de cinco puntos con las alternativas de respuesta: "muy bueno", "bueno", "indistinto", "malo" y "muy malo", complementada con un listado de

efectos emocionales sobre los cuales se indica si la sensación experimentada es “total”, “moderada”, “regular”, “leve” o “nula”.

En lo específico el cuestionario incluye preguntas referidas a la identificación de tipos de sonidos divididos en tres categorías: (1) sonidos humanos, ej., conversación de personas, juegos de niños, (2) sonidos naturales, ej, presencia de agua, canto de pájaro, sonido del viento, y (3) sonidos tecnológicos, ej. Ruido de tráfico, obras, música de autos. Para cada una de las tres categorías se indica el grado de percepción y el nivel de agrado o molestia de la misma durante la visita al área. Las respuestas serán dadas en una escala de categoría de cinco puntos con las alternativas de respuesta “no se oye”, “se oye un poco”, “se oye a veces”, “se oye mucho” y “complemente dominante”. El nivel de agrado también se evalúa en una escala de cinco puntos, con las alternativas de respuesta: “agradable”, “desagradable”, “indistinto”, “molesto” y “muy molesto”.

Encuesta propuesta

La encuesta finalmente adoptada y aplicada a los espacios exteriores analizados se estructura de acuerdo a 8 preguntas. La extensión de la encuesta está directamente relacionada con la necesidad de disponer de un cuestionario breve que pueda ser aplicada en no más de 10 minutos, tiempo máximo de atención de los encuestados.

La pregunta 1 se refiere a la frecuencia y motivos con que asiste al espacio urbano, en relación a la frecuencia semanal, días de la semana y los motivos: de paso, para pasear, para leer un libro, para relajarse, para hacer deporte, otros. Mientras que la pregunta 2 está orientada a la cantidad de tiempo que pasa el usuario en ese espacio urbano.

La pregunta 3 está orientada a relevar la respuesta del usuario en relación a los aspectos generales ambientales del espacio urbano analizado. Bajo una escala de ponderación de 5 entradas: “muy bueno”, “bueno”, “regular”, “malo” y “muy malo”. Los aspectos considerados son los siguientes:

- Mantenimiento y cuidado del lugar.
- Apariencia y/o conducta de la gente.
- Por la vegetación existente.
- Como lugar propicio para los encuentros.
- Calidad del ambiente sonoro.
- Acondicionamiento para discapacitados físicos.
- Por la cantidad de peatones que circulan.
- Como lugar adecuado para pasear.
- Por su estética arquitectónica o urbana.
- Por su adecuación para los niños.
- Por su seguridad.
- Como lugar adecuado para relajarse.
- Por su iluminación natural.
- Equipamiento para sentarse.
- Por las visuales que ofrece del entorno.
- Por la posibilidad de ubicarse en el lugar.
- Calidad del aire – pureza, aromas, olores.
- Por las actividades que se desarrollan.
- Cantidad de personas que lo frecuentan.
- Por su iluminación nocturna.
- Por la animación.

La pregunta 4, como complemento a la anterior, indaga sobre las sensaciones que el usuario experimenta cuando observa y camina por el espacio urbano. Se utiliza una serie de descriptores semánticos analizados en una escala de cinco puntos: total, moderada, regular, leve y nula. Los descriptores semánticos utilizados son:

- Agresividad / Solidaridad
- Hostilidad / Amigabilidad
- Preocupación / Seguridad
- Tristeza / Alegría
- Aburrimiento / Curiosidad
- Soledad / Familiaridad
- Alerta / Calma
- Ansiedad / Relajación
- Pequeñez / Energía
- Tensión / Satisfacción
- Subordinación / Independencia

La pregunta 5 consulta en relación a la presencia de fuentes sonoras. Nivel de percepción bajo una escala de “no se oye”, “se oye un poco”, “se oye a veces”, “se oye mucho” y “completamente dominante” y el nivel de agrado o molestia bajo la escala: “Agradable”, “Poco agradable”, “indistinto”, “molesto” y “muy molesto”. Los sonidos se dividen en tres categorías: producidos directamente por las personas, naturales y tecnológicos. De acuerdo a lo que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1 - Clasificación de sonidos utilizados en la encuesta.

Sonidos Humanos	Sonidos Naturales	Sonidos Tecnológicos
Las conversaciones de los transeúntes	Los ladridos de los perros	El tráfico rodado general
Los pasos de los transeúntes	El canto de los pájaros	Ciclomotores y motocicletas
Los juegos de los niños	La presencia de agua	Trenes
Música callejera	Sonidos de insectos	Aviones
Música de los comercios de alrededor		Transportes públicos
		Las obras de construcción
		Cruces peatonales
		Música de autos
		Estacionamiento de vehículos

La pregunta 5 se orienta a consultar que se podría hacer para que ese lugar fuera más agradable desde un punto de vista sonoro.

Aplicación y resultados de la encuesta

El modelo de encuesta adoptado fue aplicado a los doce espacios urbanos exteriores seleccionados para el estudio. Se realizarán un total de 416 encuestas repartidas en los espacios analizados responderán a criterios estadísticos. Las encuestas se realizarán simultáneamente a las mediciones acústicas objetivas a grupos de personas seleccionadas aleatoriamente.

IV. INTERRELACIÓN INDICADORES OBJETIVOS Y VARIABLES SUBJETIVAS

En el análisis general se comprueba la relación directa entre la calidad del ambiente sonoro y la presencia dominante de ruido de tránsito. En los espacios calificados como muy buenos o buenos desde el punto de vista del paisaje sonoro no necesariamente el ruido de tránsito se encuentra ausente. Se evidencia menor aceptación cuando la fluctuación interior del ruido es similar a la exterior dominada por el ruido de tránsito.

Niveles de Presencia y Molestia

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. Los espacios destinados al paseo o descanso son calificados positivamente cuando el nivel de presencia de los sonidos naturales aumenta y por lo tanto los sonidos de origen humano son calificados como molestos cuando su nivel de presencia tiende a enmascarar los naturales. Se harán gráficos que muestren la relación existente entre la calidad sonora global de los espacios analizados en relación al nivel de aceptación o molestia de los sonidos presentes en el lugar.

Niveles Sonoros y Calidad Acústica

La molestia del ruido de tráfico parece, en esta situación, independiente de su valor de nivel sonoro, estando más relacionada con la calidad general del ambiente sonoro esperado por el usuario en el momento del análisis.

V. CALIDAD DEL PAISAJE SONORO

Se ha definido que los parámetros acústicos físicos no pueden por sí solos definir el carácter del paisaje sonoro. Dentro del rango de niveles sonoros aceptables, donde no se produce molestia, el agrado o desagrado de un determinado escenario acústico depende de otros factores relacionados principalmente con la respuesta subjetiva de los usuarios condicionados por patrones culturales o sociales.

Se ha demostrado que la calidad del ambiente acústico de un espacio urbano depende de los niveles de presencia y/o molestia de determinados sonidos naturales, humanos y tecnológicos y del nivel sonoro del ambiente general. Pero también es evidente que estos indicadores no son suficientes por sí solos, y que es necesario incorporar variables que tengan relación con los mecanismos de percepción de los usuarios. Se propone el análisis de los escenarios acústicos en estudio mediante indicadores psicoacústicos, destinados al estudio de la calidad acústica, con el objetivo de verificar la interrelación con los indicadores objetivos y subjetivos relevados.

Descriptores psicoacústicos

Los descriptores psicoacústicos, como la sonoridad (loudness), aspereza (roughness), agudeza (sharpness), fuerza de fluctuación (fluctuation strength),

permiten disponer de indicadores objetivos con capacidad de ser aplicados para evaluar las propiedades de los sonidos y relacionarlo con la calidad subjetiva que poseen. Estos descriptores derivan de los análisis estadísticos de test subjetivos de calidad. Por el momento solo la sonoridad (loudness) ha sido estandarizada (ISO 532 B) el resto aún se encuentran en proceso de estudio de su capacidad predictiva y fiabilidad.

Sea por medio de descriptores, o de manera empírica a partir de los test subjetivos, la psicoacústica estudia el sonido desde el punto de vista de su percepción subjetiva buscando las relaciones existentes entre el estímulo físico y la respuesta psicológica que provoca en las personas. Los descriptores psicoacústicos se han desarrollado inicialmente para definir la calidad acústica como uno de los parámetros de importancia en la calidad de un producto, tratando de satisfacer al mayor grupo de consumidores [Keiper, 1997], [Orfield, 1992], [Schulte-Fortkamp, 2007b]. Diversos autores han comenzado en los últimos tiempos a aplicar los criterios de análisis psicoacústicos, originalmente destinados a la calidad de productos, a la evaluación de situaciones de carácter ambiental como los paisajes sonoros. La sonoridad y la nitidez dan información importante del carácter de una escena sonora con información sobre los componentes del sonido: nivel y frecuencia [Semidor, 2005]. La sonoridad aumenta con el nivel de ruido ambiente, mientras que la nitidez lo hace en función de las componentes de media o alta frecuencia y de los sonidos provenientes de actividades sociales humanas. En evaluaciones realizadas con escenas sonoras grabadas en los espacios reales y reproducidas en laboratorio se observa una relación entre estos descriptores objetivos y la opinión subjetiva de los oyentes sometidos a las pruebas [Chartier, 2005].

Klaus Genuit considera que el paisaje sonoro es la superposición compleja de sonidos naturales, humanos y tecnológicos y su forma de percepción [Genuit, 2006]. El ruido que produce cada fuente de manera individual se puede medir

y evaluar a partir de parámetros objetivos. Sin embargo, el efecto producido por cada una de las diferentes fuentes de sonido individuales que se superponen en un ambiente sonoro no puede ser transferido a la molestia global del entorno sonoro completo. Se deberán evaluar también los efectos producidos por el enmascaramiento, el refuerzo sonoro, etc. “deben ser adecuadamente considerados los aspectos físicos, los aspectos psicoacústicos, teniendo en cuenta el procesamiento humano de las señales y cognoscitivo, los aspectos psicológicos, observando variables tales como contenido de información, aceptación de las fuentes sonoras, actitud del oyente” [Genuit, 2006]. La aplicación de descriptores psicoacústicos permitirá avanzar en las evaluaciones del paisaje sonoro mejorando la evaluación perceptual relacionando la calidad del sonido ambiental con el nivel de molestia esperada.

Aplicación de 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.

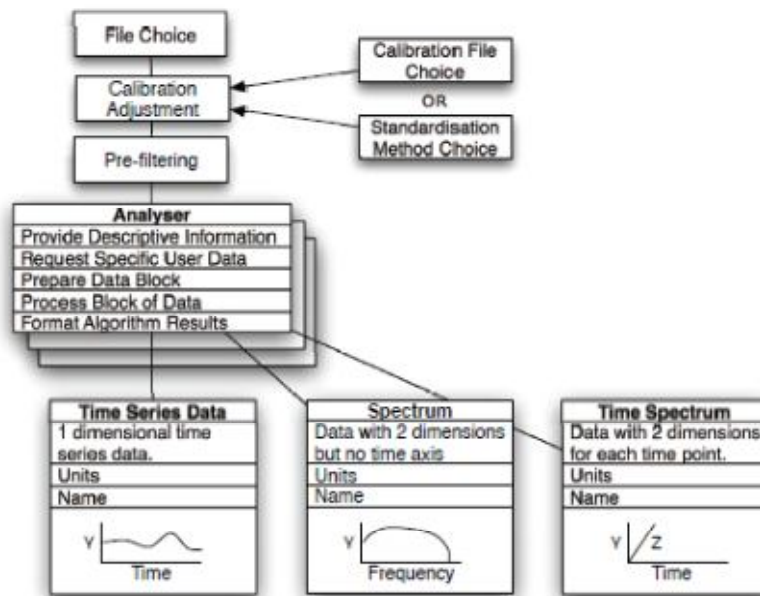
Metodología de grabación y cálculo

Las grabaciones se realizarán con un grabador digital de la marca Zoom modelo H4n. Es un dispositivo de grabación digital que cuenta con dos micrófonos de condensador dispuestos en posición estéreo X/Y y dos entradas de micrófono XLR y grabación de audio hasta 24bit/96kHz en tarjetas SD/SDH. El formato de grabación utilizado es .wav con una frecuencia de muestreo de 44.1 KHz, formato aconsejado para el software de cálculo de los parámetros utilizado. Para el cálculo de los descriptores acústicos se utilizó PsySound3. Es un software destinado al análisis de grabaciones sonoras a partir de algoritmos

físicos y psicoacústicos desarrollado bajo el entorno Matlab. El software es de libre uso y de muy simple aplicación.

La figura 9 muestra la estructura del programa [Cabrera, 2007]. El proceso se inicia con la selección de un archivo de audio para el análisis. Si bien el programa admite diferentes formatos y los convierte a archivos tipo wave, se ha optado por grabar los archivos de audio en este formato con la frecuencia de muestreo aconsejada de 44.1 KHz. El paso siguiente es la calibración de la señal que puede ser realizada de diversas maneras, como la grabación de una señal de calibración del micrófono. Esta opción no se utilizó por la imposibilidad de acoplar un calibrador a los micrófonos fijos del grabador. La otra alternativa que permite el programa es fijar un nivel de calibración asociado a la grabación. Esta fue la alternativa adoptada, fijando el nivel de calibración para cada archivo de audio con referencia a la grabación de nivel realizada paralelamente con el medidor de nivel sonoro. La calibración permite que el programa trabaje en base al nivel de presión sonora real lo cual es importante debido a que algunos modelos psicoacústicos se basan en la relación entre esos descriptores y el nivel de presión sonora [Cabrera, 2007]. El siguiente paso es el análisis digital del archivo de audio para lo cual según sea el descriptor seleccionado se aplica el algoritmo apropiado con indicación del o los autores tomados como referencia.

Figura 9. *Psysound3 – Estructura del programa [Cabrera, 2007]*



Descriptores psicoacústicos relevados

Los descriptores psicoacústicos calculados mediante PsySound3 fueron: sonoridad (loudness), nitidez (sharpness), rugosidad (roughness).

Espectrogramas de los archivos de audio

En forma paralela al estudio psicoacústico los archivos de audio de cada escena sonora en estudio fueron procesados para disponer de la representación grafica de la composición espectral a lo largo del tiempo de medición. La lectura de los espectrogramas permite extraer conclusiones e indicadores de análisis importante en relación al comportamiento temporal y frecuencial de la escena sonora. Este tipo de análisis ha sido realizado con mucha profundidad y detalle en proyectos de investigación (Atienza, 2008) en el

cual se destaca el potencial descriptivo de esta herramienta para identificar, a partir de la composición frecuencial y temporal, los rasgos propios identificatorios de la escena sonora. Para Atienza se pueden interpretar dos grandes aspectos: las cualidades y la composición del espacio sonoro. En este caso interesa observar las cualidades del espacio sonoro discriminando el sonido de fondo, lo que Schafer llamó “tonalidad” (keynote) en analogía con la música y Atienza “sonoridades permanentes”: los sonidos propios del espacio ubicados en primer plano, señales sonoras y y finalmente las marcas sonoras (soundmarks) que se destacan sobre el fondo y sobre los sonidos propios.

De tal manera que podemos identificar espacios en los cuales la sonoridad o el nivel sonoro continuo equivalente son relativamente bajos, sin embargo la calidad sonora es regular relacionado con la falta de sonidos propios o marcas sonoras que den carácter al espacio urbano.

Relación de descriptores acústicos y psicoacústicos

Está claro que 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.

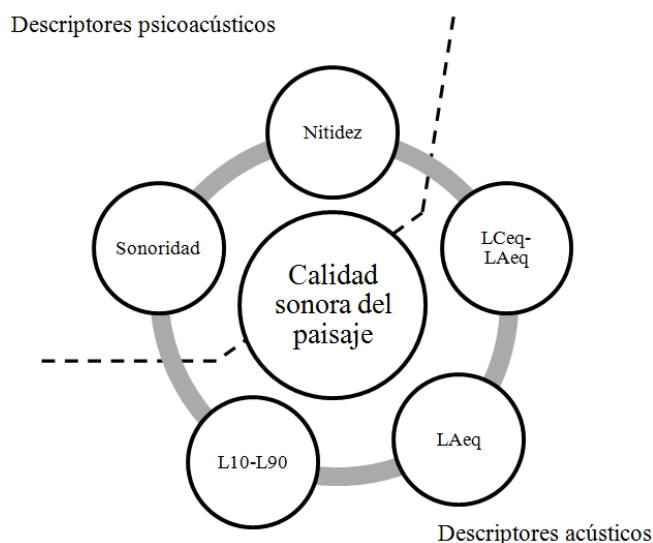
En relación al nivel de presión sonora, representado por el nivel sonoro continuo equivalente se ha visto anteriormente que por debajo de los 60 a 70 dBA comienza a tomar importancia el concepto de nivel de aceptación en combinación con el de molestia. Los 60-70 dB tomados como límite de referencia se corresponden al nivel sonoro en el espacio urbano y siempre que el sonido característico del ambiente, que en ningún caso es el ruido de tránsito, no se encuentre enmascarado. Esta situación por lo general se corresponde con buena relación L10-L90. En algunos espacios, como es el caso de la Plaza de la Intendencia en ciertos horarios, niveles de ruido de tránsito por debajo de estos valores siguen siendo calificados como negativos, debido a la falta de sonidos propios característicos. En cambio niveles altos son considerados positivamente en situaciones donde el nivel de referencia es superado por fuentes particulares como: Música: propia del espacio y relacionada con la actividad, conversaciones, ruido de feria, sonido del agua. En estos casos el sonido positivo es enmascarante del sonido 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 relacionan principalmente con la presencia de música, fuentes de agua en movimiento y conversaciones y voces de personas. No obstante, en algunos espacios evaluados la calificación ha sido negativa a pesar de un valor de nitidez alto. En general se ha detectado que la presencia de música de fondo externa al espacio analizado y de altos niveles es considerado un sonido intruso y por lo tanto juega negativamente aunque desde el punto de vista objetivo la nitidez sea alta. La presencia de ruido de tránsito, aunque los niveles sean bajos implica un valor de nitidez bajo aunque el espacio haya sido calificado como positivo por tener una sonoridad o LAeq bajo. 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.

El CoG o en su defecto la diferencia LCeq-LAeq son muy buenos descriptores del contenido de bajas frecuencias de la escena sonora urbana. El centro de gravedad espectral bajo, representa una alta presencia de sonidos de baja frecuencia que en la totalidad de los casos analizados se relaciona con la presencia de ruido de tránsito. Por lo tanto, es común que espacios con bajos niveles de ruido y calidad acústica regular tengan un CoG bajo derivado de la presencia exclusiva de sonido de fondo proveniente del tránsito

Figura 10. Descriptores para la calidad sonora del paisaje

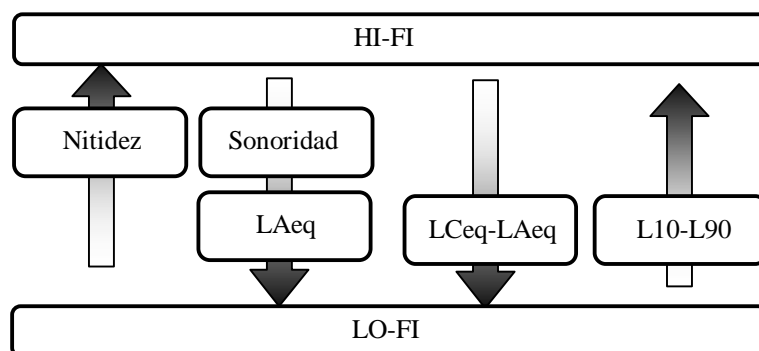


La diferencia L10-L90 es un parámetro importante pero difícil de clasificar. Si bien una diferencia alta implica una relación figura fondo más definida, aspecto que se relaciona con la calidad positiva del ambiente sonoro, no siempre los escenarios sonoros con buena clasificación poseen una diferencia L10-L90 alta. Los espacios serán calificados subjetivamente como buenos siempre que la diferencia signifique el destaque como figura de los sonidos característicos del

espacio por sobre el ruido de fondo y no sea el resultado de variaciones temporales del ruido intrusivo. Por lo tanto, es necesario identificar cuáles son las fuentes sonoras involucradas en la definición de estos parámetros estadísticos. En algunos casos existe una diferencia importante de L10-L90 producida por la fluctuación temporal del ruido ambiente, si la fuente es de origen tecnológico el ambiente igualmente es considerado como negativo.

Por lo anterior, se puede deducir que la calidad acústica de un paisaje sonoro puede ser caracterizada a partir cuatro descriptores combinados: Sonoridad, nitidez, L10-L90 y CoG o LCeq-LAeq. Habiendo verificado que el nivel de presión sonora LAeq no supere los 65 a 70 dBA. Figura 10. La sonoridad (loudness) es un descriptor que se correlaciona mejor con el concepto de desagrado. La tendencia general es de mayor calificación para los ambientes con valores de sonoridad menores. Las condiciones ideales se ubican en valores de sonoridad medios con una buena relación figura – fondo. En cuanto a la nitidez (sharpness). En general valores altos se correlacionan de manera más ajustada con la apreciación positiva del espacio. El centro de gravedad espectral CoG alto o la diferencia LCeq-LAeq baja implica mayor presencia de componentes medias y altas en el espectro y en estos casos la calidad sonora de los ambientes urbanos es positiva. L1-L50 representa la relación señal-ruido. Figura fondo. Diferencias altas se relacionan con mayor destaque de los sonidos positivos por encima del fondo y por lo tanto mayor calidad.

Figura 11. Descriptores para la calidad sonora del paisaje



En síntesis un ambiente sonoro “Hi-Fi” implica una nitidez alta, una sonoridad media, bajo contenido de bajas frecuencias (LCeq-LAeq) y suficiente relación figura fondo (L10-L90). Figura 11. 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 compuestos 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.

VI. RELACIÓN PAISAJE SONORO - PAISAJE URBANO

Concepto de Paisaje Urbano

El espacio público urbano exterior, definido por los volúmenes de la arquitectura de la ciudad, es el elemento constitutivo central de la estructura urbana. Estos espacios exteriores conforman el soporte físico del paisaje urbano. Para

diversos autores [Borja, 2002], [Caquimbo Salazar, 2008] los espacios públicos son lugares con significado que se constituyen en referencias urbanas donde se incentiva el intercambio y la manifestación pública de los habitantes. Estas manifestaciones están caracterizadas por la heterogeneidad de los diversos grupos sociales que habitan la ciudad.

El concepto de paisaje urbano, aplicado al urbanismo, fue concebido, a principios de los años 60, por el arquitecto y diseñador urbano Gordon Cullen [Cullen, 1964]. Su libro “El Paisaje Urbano” (Townscape) publicado en 1964 sienta las bases teóricas de la planificación urbana aplicada en la segunda mitad del siglo XX, basada principalmente en la percepción de los estímulos del medio ambiente físico desde la perspectiva de la interacción entre el ser humano y el territorio. Paralelamente Kevin Lynch en “La Imagen de la Ciudad” incorpora el concepto de imagen ambiental en donde el paisaje se define como una construcción mental [Lynch, 1984]. Desde esta perspectiva se define una visión del urbanismo, de los espacios urbanos y finalmente del paisaje urbano enfocada a partir de los significados y vínculos que las personas establecen con los espacios. Es necesario proporcionar a los espacios públicos de cualidades estéticas, espaciales y formales para “facilitar las relaciones y el sentido de pertenencia al lugar” [Borja, 2003]. Esta forma de ver el urbanismo en general y los espacios públicos en particular, ponen el eje de la problemática en la humanización del espacio público tomando como premisa fundamental la integración entre la subjetividad humana y los componentes físicos del espacio, con un enfoque en el que “forma, función y símbolo convergen en imagen dando paso al paisaje” [Caquimbo Salazar, 2008]

Es así que el paisaje urbano implica un análisis más profundo que el que se puede realizar a partir de la forma del trazado, los volúmenes construidos o las vías de circulación vehicular o peatonal. Los elementos formales, calles, plazas o parques y la forma en que se perciben todos estos elementos componentes del espacio influyen de manera ineludible en el estado psicológico de los habitantes o usuarios. El concepto de paisaje urbano se relaciona con el sentido de lugar, de pertenencia por lo tanto sus componentes no son solo físicos también son socioculturales. La función del espacio público es tan o más importante que su resolución formal. El espacio urbano tradicionalmente cumple tres funciones: actúa como lugar de reunión y de encuentro de las personas, es lugar de mercado donde se intercambian productos y servicios, y es lugar de conexión de los diferentes espacios de la ciudad [Gehl y Gemzoe, 2002].

Componentes del Paisaje Urbano

La complejidad del paisaje urbano como objeto de estudio es muy grande, se requiere de la participación de diversas disciplinas entre las cuales se puede mencionar la arquitectura paisajista, el urbanismo, la sociología y la antropología. En la calidad ambiental de los espacios exteriores inciden tres grandes aspectos de carácter general que actúan como referentes: los físico-naturales, los urbano-arquitectónicos y los socio-culturales [Rangel Mora, 2009]. Los físico-naturales se refieren al ambiente natural, no solo aquellos de carácter físico como la topografía, el suelo o la vegetación, sino también los factores climáticos y sus efectos sobre el confort. El aspecto urbano arquitectónico se refiere al ambiente artificial, definido por los elementos espaciales, funcionales y estéticos que puede influir sobre la sensación de las personas, en términos de satisfacción o insatisfacción. Finalmente los aspectos socio-culturales se refieren a los patrones culturales de uso o apropiación de estos espacios exteriores. Bajo este enfoque se evidencia que la calidad

ambiental está en gran medida determinada por aspectos perceptuales originados en la relación de los habitantes con los componentes ambientales físicos naturales y urbanos-arquitectónicos.

Es necesario un acercamiento integral para el estudio del paisaje de los espacios urbanos. Los aspectos o factores ambientales mencionados pueden ordenarse para su análisis en componentes que permiten este acercamiento. Los componentes del paisaje urbano propuestos se clasifican en físicos, perceptuales o socioculturales (tabla 2). Los componentes físicos se refieren tanto a la estructura de soporte natural, que definen la forma básica del paisaje, como los componentes y equipamiento urbano arquitectónico que estructuran el espacio urbano. Los componentes perceptuales están relacionados directamente con los mecanismos subjetivos de relación entre los espacios urbanos y los usuarios, la manera como se perciben estos ambientes y las sensaciones que producen. Finalmente, los componentes socio-culturales se refieren a los aspectos subjetivos de apropiación y uso del espacio, la identificación con el área y sus valores sociales. Los componentes perceptual y socio-cultural se relacionan con el concepto de imagen urbana, que está referido al mapa mental que elabora una persona de un espacio urbano al transitar o hacer uso del mismo. La respuesta subjetiva frente al espacio depende de la calidad de esta imagen mental, de la organización y relación de los elementos componentes percibidos. De este mecanismo depende la satisfacción o insatisfacción de una persona cuando transita un espacio urbano.

Tabla 2 - Componentes del paisaje urbano

Componentes físicos	Naturales	Vegetación
		Topografía
		Microclima
		Agua
	Urbano-arquitectónicos	Estructura urbana
		Límites – edificios
	Sendas	
		Equipamiento
Componentes perceptuales	Visuales	
	Sonido	
	Calor	
	Olores	
	Esquemas espaciales	
Componentes socio-culturales	Uso social del espacio	
	Valores significativos	
	Identificación social del área	

Cada uno de estos componentes tiene una relación directa con la definición de la calidad del paisaje sonoro del espacio urbano en estudio. 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 en 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.

Objetivos del diseño acústico de espacios urbanos

Brown y Muhar [Brown, 2004] proponen una serie de objetivos acústicos básicos a cumplir en el diseño de espacios exteriores. En general no mantienen relación aparente con los componentes físicos del espacio, ni con los aspectos físicos del sonido, sino por el contrario se relacionan con el contenido de información para los usuarios. Los objetivos pueden ser universales, pero no así las recomendaciones de diseño para cumplirlos. No todos los objetivos deben cumplirse simultáneamente, se debe hacer una selección en función principalmente del destino y uso del espacio. Las actividades y usos de los espacios exteriores exigen para su desarrollo determinadas condiciones ambientales, disímiles y a veces contrapuestas, si se trata de una feria al aire libre, un espacio deportivo o de descanso y meditación.

Tabla 3 - *Objetivos de diseño acústico de espacios exterior según Brown. Versión original [Brown, 2004].*

Example acoustic objectives for outdoor spaces
A Moving water should be the dominant sound heard.
B A particular (iconic) sound should be clearly audible over some area.
C Hear, mostly, (non-mechanical, non-amplified) sounds made by people.
D Not be able to hear the sounds of people.
E The sounds of nature should be the dominant sound heard.
F Only the sounds of nature should be heard.
G Suitable to hear unamplified speech (or music).
H Suitable to hear amplified speech (or music).
I Acoustic sculpture/installation sounds should be clearly audible.
J Sounds conveying a city's vitality should be the dominant sounds heard.
K Sounds that convey the identity of place should be the dominant sounds heard.

Los objetivos propuestos por Brown mantienen coherencia con conclusiones alcanzadas en este estudio: se orientan al uso de sonidos naturales como caracterizadores positivos del espacio urbano; proponen el predominio de los sonidos de origen humano por sobre los tecnológicos y la importancia de generar ambientes sonoros que favorezcan la comunicación y la identidad cultural. Bajo este enfoque se puede considerar adecuado manejar objetivos de diseño acústico del paisaje y en lugar de recomendaciones urbanísticas. Desde un punto de vista exclusivamente programático el objetivo general, para la incorporación del paisaje sonoro en el diseño del paisaje urbano, se puede definir como la necesidad de alcanzar las condiciones ambientales acústicas necesarias para realizar de manera optima las actividades para las cuales el espacio urbano ha sido concebido.

Aplicación a este estudio

Se analizan a continuación la relación entre los resultados de calidad subjetiva del paisaje sonoro y los componentes del paisaje urbano de los espacios estudiados en este trabajo. Se detecta nuevamente la compleja relación existente entre componentes del paisaje urbano y calidad del paisaje sonoro resultante. El análisis se orienta a detectar cuales son los componentes, físicos, perceptuales o socioculturales, presentes en el sector y con influencia en el comportamiento acústico y paralelamente verificar cuales son los objetivos de calidad del paisaje sonoro que se cumplen. En las figuras se sintetizarán los componentes del paisaje urbano relacionados con la calidad acústica y los objetivos alcanzados y deseables para cada situación de acuerdo a su uso y forma de apropiación. Se destaca la relación existente entre los objetivos y la calidad acústica resultante.

VII. ESTRATEGIA PARA EL DISEÑO ACÚSTICO DEL PAISAJE

La relación entre los componentes del paisaje urbano y el sonoro no es directa. No se puede establecer un vínculo entre determinados factores físicos del espacio, como pueden ser su forma, proporciones, materiales o equipamiento con la respuesta subjetiva que da lugar a la calidad acústica del paisaje sonoro. Los factores físicos tienen una influencia acústica indiscutible, ampliamente estudiada por múltiples autores que en muchos casos han alimentado las bases de datos y algoritmos necesarios para la elaboración o simulación de mapas sonoros. Esta influencia física se refiere a las condiciones de propagación, reverberación y/o patrones de reflexión del sonido en un espacio urbano abierto, aspectos que dependen de las proporciones, altura o materiales constitutivos del espacio; paralelamente al control de potenciales sonidos

externos que dependen de la capacidad de protección de las eventuales barreras artificiales o naturales.

La calidad acústica del paisaje sonoro depende, bajo este enfoque, de un único factor: la identificación o apropiación del usuario con el espacio a partir del significado que para él tienen de los sonidos que percibe. La definición parece simple, pero la problemática es compleja si se trata de sistematizarla. Como se ha indicado anteriormente los componentes físicos influyen en la propagación, atenuación o intensificación de los sonidos. A los efectos de dar calidad acústica al paisaje sonoro es necesario incluir las componentes perceptuales y socio-culturales identificando el origen, formación y composición de estos sonidos (propios al espacio o externos), su relación semántica con el uso del espacio, su significado para los usuarios, si son de fondo o marcas sonoras características. Se demuestra que la calidad sonora de los espacios exteriores no dependen de reglas de configuración físicas preestablecidas sino que por el contrario depende de la interrelación de una serie de factores combinados: físicos y sociales que dan por resultado la calidad acústica final.

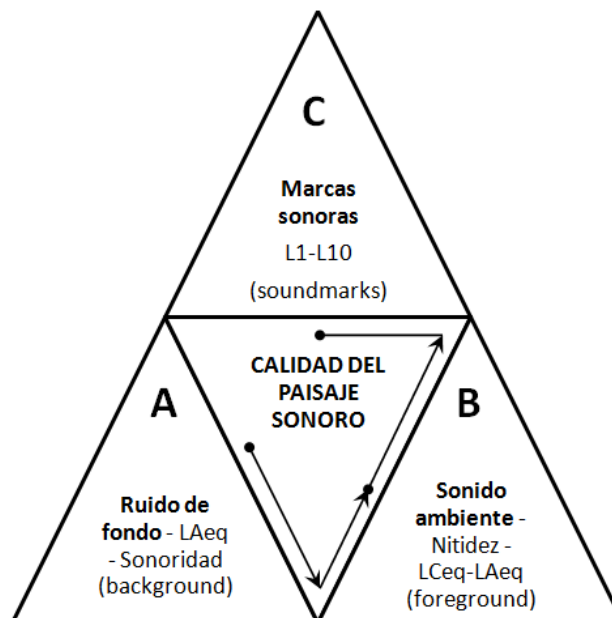
Para el conjunto de espacios analizados en el presente trabajo y como resultado de las encuestas realizadas, se ha determinado el alto nivel de aceptación de los sonidos de origen natural y eventualmente humanos por sobre los de origen tecnológico. Aspecto claramente identificable con el contenido de 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. Finalmente los sonidos humanos dependen de la componente socio-cultural, de la actividad a desarrollar y de las posibilidades físicas que el espacio brinda.

Se identifican 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 12:

- A. Control de ruido exterior al espacio urbano
- B. Preservar sonidos propios característicos
- C. Incorporar fuentes significantes

Figura 12. Niveles de intervención en el paisaje sonoro



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. En general son los sonidos identificados como desagradables o no deseados en la totalidad de los espacios urbanos exteriores. Una vez superadas las necesarias acciones previas de control de ruido en la fuente, la estrategia se orienta al control en el medio de propagación por distancia o apantallamiento. La distancia implica la implementación de áreas de amortiguamiento cuyos usos sean compatibles con los sonidos de origen tecnológico de las áreas urbanas circundantes. La distancia es acompañada o reemplazada por las técnicas de apantallamiento basadas principalmente en la topografía o en el uso de la masa de edificios como barrera. 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)

Tabla 4 - Etapas de intervención y componentes del paisaje asociados

	Componentes			Parámetro acústico
	Físico	perceptual	Sociocultural	
Etapa A Controlar el ruido exterior al sistema	Distancia Pantallas / edificios / topografía	Sonido de fondo		Sonoridad LAeq
	limites			
Etapa B Preservar sonidos característicos	Zonificación Vegetación Agua	Sonido en primer plano – humanos / naturales	Uso del espacio Apropiación	Nitidez (Sharpness) LCEq-LAeq
Etapa C Incorporar fuentes significativas		Señales sonoras	Identidad social	L10 – L90

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.

BIBLIOGRAFÍA

- [Arana, 2009] Arana M., San Martín R., Nagore I., Pérez D., (2009). Using Noise Mapping to Evaluate the Percentage of People Affected by Noise. Acta Acustica United with Acustica, Vol. 95, pp 550-554.
- [Auge, 1992] Auge, Marc (1992). Los «no lugares» espacios del anonimato, una antropología de la sobremodernidad. Editorial Gedisa Barcelona 2000.
- [Berglund, 1995] Berglund, B., Lindvall, T., (1995). Community noise. Archives of the Center for Sensory Research, 2(1), 1-195.
- [Berglund, 2002] Berglund, Brigitta; Lindvall, Thomas; Schwela, Dietrich; Goh, Kee-Tai. (2002). "Guidelines for Community Noise". World Health Organization (WHO). www.who.int/peh/noise/guidelines2.html
- [Borja, 2002] Borja J. Muxí Z. (2003). El espacio público, ciudad y ciudadanía. Diputación de Barcelona, Electa. Barcelona.
- [Botteldooren, 2004] Botteldooren, D.; De Coensel, B.; De Muer, T. (2004). "The temporal structure of urban soundscapes". CFA/DAGA 04 Strasbourg.
- [Botteldooren, 2006] Botteldooren, D.; De Coensel, B.; De Muer, T. (2006). "The temporal structure of urban soundscapes". Journal of Sound and Vibration 292 . pp 105–123.
- [Brown, 2004] Brown A. L., Muhar A. (2004). An Approach to the Acoustic Design of Outdoor Space. Journal of Environmental Planning and Management, Vol. 47, No. 6, 827–842.

-
- [Cabrera, 2007] Cabrera Densil, Ferguson Sam, Schubert Emery, (2007). 'Psysound3': software for acoustical and psychoacoustical analysis of sound recordings. Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display, Montréal, Canada, June 26-29, 2007
- [Caquimbo Salazar, 2008] Caquimbo Salazar, S. (2008). La Calidad del Espacio Público en la Construcción del Paisaje Urbano en Busca de un Hábitat Equitativo. Revista INVI. Universidad de Chile. Santiago. Chile. Vol. 23, Nº 062. pp 75-97.
- [Carles, 1999] Carles, Jose Luis; Lopez Barrios, Isabel; de Lucio, Jose Vicente. (1999). "Sound influence on landscape values". Landscape and Urban Planning 43 (1999) 191-200
- [Carles, 2007] Carles, J., López Barrio, I., (2007). Importance of Personal, Attitudinal and Contextual Variables in the Assessment of Pleasantness of The Urban Sound Environment. 19th International Congress on Acoustics (ICA). Madrid, Spain.
- [Chartier, 2005] Chartier, F, Semidor C. (2005). Evaluation of Sound environment characteristics: comparative study between objective and subjective criteria, Proc. ASA/ CAA, Vancouver, Canada, 2005.
- [Cullen, 1964] Cullen, Gordon (1974). El paisaje urbano. Ed. Blume, , Barcelona. 42 p.
- [de Coensel, 2006] De Coensel, Bert; Botteldooren, Dick. (2006). "The Quiet Rural Soundscape and How to Characterize it". Acta Acustica United with Acustica. Vol. 92, 887 – 897.

-
- [EPA, 1981] Environmental Protection Agency EPA, (1981). Noise Effects Handbook. A Desk Reference to Health and Welfare Effects of Noise. USA. Noise Pollution Clearinghouse.
- [Gade, 2007] Gade, Svend. (2007). ¿Qué es la calidad sonora?. Kjær Brüel & Kjær magazine N°1.
- [Gehl y Gemzoe, 2002] Gehl, J. & Gemzoe, L. (2002). Nuevos espacios urbanos. Gustavo Gili SA. Barcelona. España.
- [Genuit, 2006] Klaus Genuit, Klaus, Fiebig, André. (2006). Psychoacoustics and its Benefit for the Soundscape Approach. Acta Acustica United with Acustica Vol. 92.
- [Germán González, Santillán, 2006] Germán González, M., Santillán, A. (2006). Del Concepto de Ruido Urbano al de Paisaje Sonoro. Revista Bitácora Urbano Territorial, vol 1 N°10. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- [Givargis, 2009] Givargis, Sh.. (2009). A fuzzy expert system capable of computing LA,max for the Tehran–Karaj commuter train. Applied Acoustics 70, pp 200–207
- [Gjestland, 2002] Gjestland, T. (2002). “Current Research Topics and Problems: The Role of ICBEN”. Journal of Sound and Vibration, vol 250, N°1.
- [Guastavino, 2006] Guastavino, C., (2006). The ideal urban soundscape: Investigating the sound quality of French cities. Acta Acustica united with Acustica, vol 92, pp 945-951.

-
- [Guillen, López Barrios, 2007] Guillén, José Domingo; López Barrio, Isabel (2007): "The soundscape experience". 19th International Congress on Acoustics. Madrid, sep. 2007.
- [Hedfors, 2003] Hedfors, Per. (2003). "Site Soundscapes Landscape architecture in the light of sound". Doctoral thesis. Department of Landscape Planning. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae.
- [INDEC, 2001] El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) presenta los Resultados correspondientes al Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. <http://www.indec.gov.ar/webcenso/publicados.asp>
- [IRAM, 2010] IRAM 4113-2. (2010).Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de niveles de ruido ambiental. Acoustics. Description, measurement and assesment of environmental noise.Part 2 - Determination of environmental noise levels.
- [ISO, 2003] ISO 1996-1:2003. Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures
- [ISO, 2007] ISO 1996-2:2007. Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels
- [Kang, 2010] Kang J., Zhang M., 2010. Semantic differential analysis of the soundscape in urban open public spaces. Building and Environment, vol. 45, pp 150-157.

-
- [Keiper, 1997] Keiper, Winfried (1997) Sound Quality Evaluation in the Product Cycle. Acta Acustica united with Acustica, Volume 83, Number 5, September /October 1997 , pp. 784-788(5)
- [Llimpe, 2006] Llimpe C.E., Recuero M., Moreno J.N., (2006). Encuestas sobre molestias causadas por ruido en el Centro Histórico de Lima, Perú: Análisis Subjetivo relacionado al estudio objetivo. V Congreso Iberoamericano de Acústica, Santiago, Chile.
- [Lynch, 1984] Lynch, K. (1984). La imagen de la Ciudad. Editorial Gustavo Gilli SA. México. 227 p.
- [Nilsson, 2007] Nilsson, M.; Botteldooren, D.; De Coensel, B. (2007): "Acoustic indicators of soundscape quality and noise annoyance in outdoor urban areas". 19th International Congress on Acoustics. Madrid, sep. 2007.
- [Ochoa, 1999] Ochoa de La Torre, José Manuel. (1999). "La Vegetación Como Instrumento Para El Control Microclimático". Tesis Doctoral. Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. UPC. Barcelona.
- [Orfield, 1992] Orfield, S.J. (1992) "A new paradigm in psychoacoustics, part five: sound quality metrics". Sound & Communication. Dec 1992. Pp 68-78.
- [Pheasant, 2008] Pheasant R., Horoshenkov K., Watts G., Barrett B., (2008). The acoustic and visual factors influencing the construction of tranquil space in urban and rural environments tranquil spaces-quiet places?. Journal of Acoustic Society of America. 123 (3), March 2008. pp 1446-1457.

-
- [Quintero, Recuero, 2007] Quintero, Carolina; Recuero, Manuel. (2007). “Sound Environment Qualitative Assessment In The Streets Of Maracaibo – Venezuela. Soundscape”. 19th INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS MADRID, 2-7 SEPTEMBER 2007.
- [Raimbault, 2003] Raimbault M., Lavandier C., Berengier M. (2003): “Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities”. Applied Acoustics (64) pp. 1241–1256.
- [Raimbault, 2005] Raimbault M., Dubois D. (2005): “Urban soundscapes: Experiences and knowledge”. Cities, Vol. 22, No. 5, p. 339–350.
- [Rangel Mora, 2009] Maritza Amelia Rangel Mora . (2009). Indicadores de calidad de espacios públicos urbanos, para la Vida ciudadana, en ciudades intermedias. 53º Congreso Internacional de Americanistas. Mexico.
- [Recuero, 1997] Recuero L. (1997). Mapas de ruido. Determinación del error cometido en medidas de campo, para diferentes duraciones de las Muestras. Revista de Acústica SEA, Vol 18 (3-4), pp 89-93.
- [Recuero, 1998] Recuero M. (1998). Estudio Subjetivo del Ambiente Acústico en los Municipios de la Comunidad de Madrid. Conferencia I Congreso Iberoamericano de Acústica. Florianópolis, Brasil.
- [Recuero, 2003] Recuero López, Manuel. (2003). “Contaminación Acústica”. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid.
- [Ruiz Muñoz, 2004] Ruiz Muñoz, David. (2004). Manual de Estadística. Eumed-net. ISBN: 84-688-6153-7.

-
- [Rychtarikova et al, 2008] Rychtarikova M., Vermeira G., Domeckac M. (2008). "The Application of the Soundscape Approach in the Evaluation of the Urban Public Spaces". Acoustic '08. Paris.
- [Schafer, 1977] Schafer Raymond Murray (1977). The tuning of the world. Random House.
- [Schulte-Fortkamp, 2007a] Schulte-Fortkamp, B., (2007). Integrating the soundscape in the community noise area. 19th International Congress on Acoustics (ICA). Madrid, Spain.
- [Schulte-Fortkamp, 2007b] Schulte-Fortkamp, Brigitte; Genuit, Klaus; Fiebig, André. (2007). "Perception of product sound quality and sound quality in soundscapes". 19th International Congress on Acoustics. (ICA). Madrid, Spain.
- [Semidor, 2005] Semidor, Catherine. (2005). "Characterization of urban soundscape using psychoacoustic criteria". Internoise 2005. Rio de Janeiro.
- [Semidor, 2007] Semidor, C.; Barlet, A.; Chartier, F. (2007). "Soundscape approach as a tool for urban design" Second part: "Frequentation, use and sound environment perception in four cities in Europe: Barcelona, Bristol, Brussels and Genoa". European Commission DG Research.
- [Sommerhoff, 2004] Sommerhoff J., Recuero M., Suarez E., 2004. Community noise survey of the city of Valdivia, Chile. Applied Acoustics, vol 65, pp 643–656.
- [Suarez Silva, 2002] Suárez, E., Recuero, M. 2002. Metodologías Simplificadas para Estudios en Acústica Ambiental: Aplicación en la Isla

de Menorca-Tesis Doctoral. Programa de Doctorado en Ingeniería Acústica, Departamento de Mecánica y Fabricación, E.T.S. de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, España.

[Suarez, 2000] Suárez E., Recuero M. (2000). Análisis Comparativo Sobre Programas Computacionales de Predicción de Ruido en Exteriores. Memorias II Congreso Iberoamericano de Acústica, Tecniacústica 2000, Madrid, España.

[Szeremeta, 2009] Szeremeta B., Zannin P., (2009). Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. Science of the Total Environment, 407, pp 6143-6149.

[Verkeyn, 2004] Verkeyn, Andy (2004) Fuzzy modeling of noise annoyance. Tesis Doctoral. Universidad de Gent. Bélgica.

[Viollon, 2002] Viollon S.; Lavandier C.; Drake C., (2002). Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment. Applied Acoustics, Volume 63, Number 5, 493-511.

[Voss, 1978] Voss, R.F.; Clarke, J. (1978) "1/f noise in music: music from 1/f noise". Journal of Acoustic Society of America. 63 (1). pp 258-263.

[Yang, 2005] Yang, W, Kang, J (2005). "Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces". Applied Acoustics 66, pp 211-229.

[Yang, Kang; 2005] Yang, W., Kang, J., (2005). Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces. Applied Acoustics, volume 66, pp 211-229.

[Yu, Kang, 2008] Yu, Lei; Kang, Jian. (2008). "Effects of social, demographical and behavioral factors on the sound level evaluation in urban open

-
- spaces". Journal of Acoustic Society of America. 123 (2), February 2008. pp 772-783.
- [Zadeh, 1965] Zadeh, L. A. (1965) "Fuzzy sets". Information and control. Vol 8. pp. 338 – 353.
- [Zaheeruddin, 2003] Zaheeruddin, Singh G. V., Jain V. K. (2003). Fuzzy Modelling of Human Work Efficiency in Noisy Environment. The IEEE International Conference on Fuzzy Systems. 2003.
- [Zaheeruddin, 2006] Zaheeruddin, Jain V. K, Singh G. V. (2006). A Fuzzy Model for Noise-Induced Annoyance. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans, Vol. 36, No. 4, July 2006 697
- [Zaheeruddin, 2008] Zaheeruddin, Jain V.K., (2008). An expert system for predicting the effects of speech interference due to noise pollution on humans using fuzzy approach. Expert Systems with Applications 35 (2008) 1978–1988
- [Zannin, 2003] Zannin P., Calixto A., Diniz F., Ferreira J., 2003. 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, volume 23, pp 245-255
- [Zhang, 2007] Zhang, Mei; Kang, Jian . (2007). "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.

[Zwicker, Terhardt, 1980] Zwicker E., Terhardt E. (1980). “Analytical expressions for critical-band rate and critical bandwidth as a function of frequency”. Journal of Acoustics Society of America, 68(5) nov. 1980. pp. 1523-1525.