

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería

**Tesis Doctoral**



**Acústica Ambiental y el Paradigma del Paisaje Sonoro:  
Investigación exploratoria en áreas verdes  
y otros espacios urbanos**

Autor:

**Pablo KOGAN**

Director:

Jorge P. ARENAS

Marzo de 2018



*Tesis Doctoral:*

**Acústica Ambiental y el Paradigma del Paisaje Sonoro:  
Investigación exploratoria en áreas verdes  
y otros espacios urbanos**

*por*

**Pablo KOGAN**

INGENIERO ACÚSTICO  
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL

*Director:*

**Jorge P. ARENAS**

INGENIERO ACÚSTICO  
MAGÍSTER EN FÍSICA  
DOCTOR EN INGENIERÍA MECÁNICA  
Director del Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile

*Comisión Asesora:*

Dr. Mg. Ing. Jorge P. ARENAS

**Dra. Claudia ARIAS**

Investigadora del CONICET,  
Directora del CINTRA (UTN-FRC, UA CONICET),  
Docente UNC

**Dr. Ing. Carlos Marcelo GARCÍA RODRÍGUEZ**

Investigador del CONICET,  
Director del CETA, FCFE y N, UNC.

*Lugar de trabajo:*

**Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA)**  
U.A. CONICET, UTN-FRC, Córdoba, Argentina.

Esta Tesis fue presentada a la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba para cumplimentar los requerimientos de obtención del grado académico de Doctor en Ciencias de la Ingeniería.

Córdoba, Argentina, Marzo de 2018.

Doctorado en Ciencias de la Ingeniería  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN)  
Universidad Nacional de Córdoba  
Córdoba, Argentina, 2017.  
Resoluciones FCEFyN: N° 133 – T – 2013 y N°761– T – 2013  
Expediente FCEFyN: 00048053/2012  
Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias  
de la Universidad Tecnológica Nacional (Resoluciones 806/11 y 499/16.)  
Versión evaluada de la Tesis: 9/2017  
Edición final del documento de Tesis: 6/2018.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA  
Facultad de Cs. Exactas, Físicas y Naturales

**ACTA DE EXAMENES**

Libro: 00001 Acta: 04246 Hoja 01/01  
LLAMADO: 1 26/03/2018  
CATEDRA - MESA:

D1002 TESIS DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA

NUMERO	APELLIDO Y NOMBRE	DOCUMENTO INGRESO COND.	NOTA	FIRMA
24515851	KOGAN, Pablo	DNI: 24515851 2013 T	Aprobado	

GARCÍA RODRÍGUEZ, Carlos Marcelo - EGUJA, Manuel - ROLLA BERTOLI, Stelamaris - REYNA, Santiago M. - M

Observaciones:

Dra. Graciele Corral Briones  
Directora Alternativa  
Doctorado en Ciencias  
de la Ingeniería  
F.C.E.F. y N. - U.N.C.

Córdoba, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Certifico que la/s firma/s que ha/n sido puesta/s en la presente Acta pertenece/n a: CARLOS MARCELO GARCIA

Inscriptos: 1 Ausentes: 0 Examinados: 1 Reprobados: 0 Aprobados: 1  
19/03/2018 12:12:09

Libro/Acta: 0000104246 Hoja: 01/01



## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Declaro que el contenido de la presente Tesis Doctoral correspondiente a la Carrera de Doctorado en Ciencias de la Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, es original y que toda vez que se incluyeron contenidos de otros autores su fuente fue citada.

Esta Tesis fue realizada en el marco del Proyecto “Investigación del Paisaje Sonoro mediante Herramientas de Información Geográfica” (PID UTN 1694) desarrollado por el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), Unidad Asociada al CONICET, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina.

Parte del contenido del presente documento fue publicado y/o presentado en las instancias que se indican en el Anexo “Producción científica derivada de la elaboración de la presente Tesis e investigación conexas”, página 253.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Pablo Kogan', is written over a horizontal line. The signature is stylized and somewhat cursive.

Pablo Kogan  
DNI 24.515.851  
Córdoba, mayo de 2018.









*A Juan Salvador*



## RESUMEN

El *Paradigma del Paisaje Sonoro (PPS)* concibe al sonido ambiental como un recurso, cuya gestión puede generar beneficios en salud pública, ambientales, urbanísticos, culturales y sociales. Los sonidos positivos para una comunidad son denominados *activos sonoros*. Esta concepción representa un cambio paradigmático en la Acústica Ambiental, la que clásicamente considera al sonido en la ciudad como un contaminante físico o *pasivo sonoro*. Este paradigma aborda el estudio del sonido ambiental como un *Sistema Complejo*, en el que interactúan múltiples variables de diferente naturaleza y el cual debe ser tratado de modo interdisciplinario. Según la Norma ISO 12913-1:2014, el *Paisaje Sonoro* se define como "el ambiente acústico tal como es percibido, experimentado y/o entendido por las personas en contexto". De este modo, el ser humano (en esta Tesis denominado *interactor*) tiene un lugar central para el PPS.

Este trabajo tiene el objetivo de aportar métodos y criterios técnicos que contribuyan a operacionalizar la instauración del PPS en la Acústica Ambiental.

En primer lugar, se identifican las múltiples dimensiones intervinientes en el Paisaje Sonoro y se propone un modelo conceptual que las agrupa en tres *entidades*: *Ambiente (A)*, *Ambiente Acústico (AA)* y *Ambiente Experimentado (AE)*. Cada entidad contiene a su vez dos subgrupos de dimensiones, denominados *componentes*.

Se elabora una metodología para la adquisición sincronizada de datos multidimensionales del Paisaje Sonoro correspondientes a las tres entidades, la cual se denomina *Metodología Zamba (MZ)*. La MZ emplea técnicas articuladas que comprenden mediciones acústicas, grabaciones de audio, fotografía, video y cuestionarios. Los datos adquiridos se procesan mediante Análisis Multivariado y Sistemas de Información Geográfica.

La MZ se aplicó en 30 ambientes públicos de cuatro ciudades: Córdoba y Rosario de Argentina, Lund de Suecia y Valdivia de Chile; comprendiendo un total de 174 AA y 580 AE adquiridos. Estos ambientes incluyen áreas verdes, campus universitarios, plazas, fuentes de agua, espacios culturales, vías de tráfico y calles peatonales. Se seleccionaron ocho ambientes de la ciudad de Córdoba para analizar sus respectivos paisajes sonoros (tres parques, tres plazas, una intersección de avenidas y un espacio cultural).

Se presentan los resultados de las variables escogidas del Paisaje Sonoro para cada uno de los ambientes seleccionados. Las principales variables del Paisaje Sonoro en estos ambientes se comparan y se agrupan según sus similitudes multivariadas, resultando en dos conglomerados significativamente diferentes entre sí: ambientes "céntricos" y ambientes "no céntricos".

Se analiza la incidencia de los sonidos naturales y del ruido de tráfico en el Paisaje Sonoro. A tal fin, se agrupan las variables estudiadas de acuerdo con tres

criterios: i) cercanía - lejanía a las vías de tráfico; ii) parques - no parques; iii) predominio de sonidos naturales escuchados – predominio de ruido de tráfico escuchado. Los tres criterios mostraron diferencias significativas entre grupos, confirmando el rol clave que cumplen los sonidos naturales en los ambientes acústicos urbanos.

Se evalúan los efectos nocivos del ruido sobre la salud que pueden tener lugar frente a los niveles sonoros medidos en cada uno de los ocho ambientes. Se discute respecto de la *estabilidad* del Paisaje Sonoro y se contrasta un ambiente *estable* con uno *inestable*. Se propone un índice para clasificar los paisajes sonoros según el tipo fuente sonora escuchada en forma predominante, el cual se denominó *Índice Verde*. Se discute sobre la influencia de las fuentes de agua y la música acústica en el Paisaje Sonoro urbano.

Se define y desarrolla el concepto de *Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS)*. Se propone un criterio para identificar un AARS y categorizarlo de acuerdo a su calidad. Se identificaron AARS entre los ambientes en los que se aplicó la MZ en las cuatro ciudades mencionadas y se evaluaron sus calidades. Se discute respecto de la gestión de los AARS. Se aborda la temática del diseño del Paisaje Sonoro urbano y se emiten sugerencias al respecto mediante *Preguntas Orientadoras del Diseño (POD)*. Por último, se brindan recomendaciones específicas para el diseño de AARS y se proponen rumbos para el trabajo futuro en la temática.

## ABSTRACT

The *Soundscape Paradigm (SSP)* considers environmental sound as a resource, whose management can make public health, environmental, urbanistic, cultural and social benefits. This conception represents a paradigm shift in Environmental Acoustics, which classically considers sound in the city as a pollutant. This paradigm is dealt with the study of environmental sound as a *Complex System*, in which multiple variables of different nature interact and which must be approached by interdisciplinary teams. According to ISO 12913-1: 2014, *Soundscape* is defined as the "acoustic environment as perceived or experienced and/or understood by people, in context". In this way, the human being (called *interactor* in this thesis) has a key role in the SSP.

This work aims to provide methods and technical criteria that contribute to make the establishment of the SSP operational in Environmental Acoustics.

In the first place, the multiple dimensions of the Soundscape are identified and then a conceptual model is proposed that classifies them into three main entities: *Environment (A)*, *Acoustic Environment (AE)* and *Experienced Environment (EE)*. Each entity contains, in turn, two subgroups of dimensions, called components.

A comprehensive methodology for multidimensional and synchronic data collection in soundscape corresponding to the three entities is developed. This methodology is called the *Zamba Methodology (ZM)*. The ZM uses articulated techniques that include acoustic measurements, audio recordings, photography, video, and questionnaires. The collected data are processed using Multivariate Analysis and Geographic Information Systems.

The ZM was applied at 30 public environments in four cities: Cordoba and Rosario in Argentina, Lund in Sweden, and Valdivia in Chile. A total of 174 AE and 580 EE were collected. These environments included green areas, university campuses, squares, fountains, cultural spaces, roads, and pedestrian streets. Soundscapes of eight environments of Córdoba were selected for their corresponding analysis (three parks, three squares, a main crossroad, and a fountain in town).

The results of the selected Soundscape variables are presented for each of the evaluated environments. The main variables of the Soundscape in these environments are compared and grouped according to their multivariate similarities, resulting in two significantly different clusters: "centric" environments and "non-centric" environments.

The incidence of natural sounds and traffic noise in the Soundscape is analysed. To this aim, the studied variables are grouped according to three criteria: i) nearness to roads, ii) parks - not parks, and iii) perceived predominance of natural sounds - traffic noise. The three criteria exhibited significant differences between groups, confirming the key role played by natural sounds in urban acoustic environments.

The adverse effects of noise on health that may potentially arise with the sound levels measured at each environment are reviewed. The *stability* of the Soundscape is discussed and a *stable* environment is contrasted with an *unstable* one. An index called the *Green Soundscape Index (GSI)* is proposed to classify soundscapes according to the type of sound source heard predominantly. The influence of fountains and music in the urban Soundscape is also discussed.

The concept of *Healthy Soundscape (HSS)* is defined and developed. A criterion is proposed to identify a HSS and categorize it according to its quality. Some HSSs were identified among the environments in which the ZM was applied at the four mentioned cities and their quality were evaluated. Discussion and some suggestions on the management and design of Soundscapes are given, using *Design-Orienting Questions*. Finally, specific recommendations are provided for the design of HSSs and directions are proposed for further work on the subject.



## RESUMO

O *Paradigma da Paisagem Sonora (PPS)* concebe o som ambiental como um recurso, sendo que a gestão pode gerar benefícios em saúde pública, ambientais, urbanísticos, culturais e sociais. Os sons positivos para uma comunidade são denominados como ativos sonoros. Essa concepção representa uma mudança paradigmática na Acústica Ambiental, a qual classicamente considera ao som da cidade como um contaminante físico ou passivo sonoro. Este paradigma considera o estudo do som ambiental como um *Sistema Complexo*, onde interagem multiplicidade de variáveis de diferente natureza, devendo se tratar de forma interdisciplinar. Segundo a norma ISO 12913-1:2014, a *Paisagem Sonora* é definida como “o ambiente acústico tal como é percebido, experimentado e/ou entendido pelas pessoas num contexto”. Desse modo, o ser humano (nesta Tese denominado *interator*) tem um lugar central para o PPS.

Este trabalho tem por objetivo fornecer métodos e critérios técnicos que contribuam em operacionalizar o estabelecimento do PPS na Acústica Ambiental.

Em primeiro lugar, identificam-se as várias dimensões interveniente na Paisagem Sonora, e é proposto um modelo conceitual que agrupa elas em três entidades: *Ambiente (A)*, *Ambiente Acústico (AA)* y *Ambiente Experimentado (AE)*. Cada entidade contém na sua vez dois subgrupos de dimensões chamadas componentes.

Se elabora uma metodologia para a aquisição sincronizada de dados multidimensionais da Paisagem Sonora que correspondem às três entidades, a qual é chamada *Metodologia Zamba (MZ)*. La MZ utiliza técnicas articuladas que incluem ensaios experimentais acústicos, gravações de áudio, fotografia, vídeo e questionários.

A MZ foi aplicada em 30 ambientes públicos de quatro cidades: Córdoba e Rosario da Argentina, Lund de Suécia e Valdivia do Chile, abrangendo um total de 174 AA e 580 AE adquiridos. Estes ambientes incluem áreas verdes, campus universitários, praças, fontes de água, espaços culturais, rotas de tráfego e ruas para pedestres. Foram selecionados oito ambientes da cidade de Córdoba para analisar as suas respectivas paisagens sonoras (três parques, três praças, uma interseção de avenidas e um espaço cultural).

Se apresentam os resultados das variáveis escolhidas da Paisagem Sonora para cada um dos ambientes selecionados. As principais variáveis do Paisagem Sonora nesses ambientes são comparadas e agrupadas de acordo com suas similaridades multivariadas, dando como resultado em dois conglomerados significativamente diferentes um do outro: ambientes “cêntricos” e ambientes “não cêntricos”.

Se analisa a incidência dos sons naturais e do ruído de tráfego na Paisagem Sonora. Para esse fim, agrupam-se as variáveis estudadas segundo três critérios: i) proximidade - afastamento às ruas de tráfego, ii) parques - não parques, iii) predominância de sons naturais escutados - predominância do ruído de tráfego escutado. Os três critérios mostraram diferenças significativas entre grupos, conferindo assim o papel-chave que cumprem os sons naturais nos ambientes acústicos urbanos.

Se avaliam os efeitos nocivos do ruído sobre a saúde que podem ter lugar frente aos níveis sonoros medidos em cada um dos oito ambientes. É discutido ao respeito da *estabilidade* da Paisagem Sonora e é contrastado um ambiente *estável* com um ambiente *instável*. É proposto um índice para classificar as paisagens sonoras segundo o tipo de fonte escutada predominantemente, a qual foi definida como *Índice Verde (IV)*. A influência de fontes de água e música acústica na paisagem sonora urbana é discutida.

É definido e desenvolvido o conceito *Ambiente Acústico Renovador da Saúde (AARS)*. É proposto um critério para identificar um AARS e categorizá-lo segundo a sua qualidade. Identificaram-se AARS entre os ambientes nos quais foi aplicada a MZ nas quatro cidades mencionadas e suas qualidades foram avaliadas. É discutido sobre a gestão dos AARS. Trata-se a temática do desenho da Paisagem Sonora urbana e são feitas sugestões ao respeito por meio de *Perguntas Orientadoras do Desenho (POD)*. Finalmente, se fornecem recomendações específicas para o desenho de AARS e são propostas direções para o trabalho futuro do tema.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

Introducción	25
Estructura de la Tesis	28
<b>PARTE I: Marco Referencial “El Paisaje Sonoro”</b>	<b>29</b>
1. La Acústica Ambiental	33
1.1. La Acústica y la Acústica Ambiental	33
1.2. Indicadores de medición	35
1.3. El instrumental de medición	37
2. El Paradigma de la Contaminación Acústica	39
2.1. El ruido como contaminante físico	40
2.2. Efectos nocivos del ruido sobre la salud	41
2.3. Mapas de ruido	42
2.4. Limitaciones del paradigma de la Contaminación Acústica	43
2.4.1. El fracaso de las políticas de mitigación del ruido	44
3. El Paradigma del Paisaje Sonoro	47
3.1. Los primeros antecedentes	48
3.2. El sonido como recurso	49
3.3. Lugar del ser humano	49
3.3.1. Los interactores del Paisaje Sonoro	50
3.3.2. Definición de Paisaje Sonoro de acuerdo a ISO	50
3.4. Marca sonora y activo sonoro: ejemplos	50
3.5. El Paisaje Sonoro como un Sistema Complejo	51
3.6. Herramientas para la investigación del Paisaje Sonoro	53
3.7. Necesidad de abordajes interdisciplinarios	54
3.7.1. El rol de las Ciencias de la Ingeniería	55
3.8. Gestión del Paisaje Sonoro urbano	55
3.8.1. Aplicaciones de la gestión	56
3.9. Beneficios para la salud y el bienestar	57
3.9.1. Rol del Paisaje Sonoro y la formación de hábitos	57
3.9.2. Beneficios psico-fisiológicos	58
3.9.3. Áreas verdes y renovación de la salud	59
3.10. Diseño del Paisaje Sonoro urbano	60
3.10.1. Fuentes sonoras y expectativas acústicas	61
3.10.2. Los sonidos naturales	62
3.10.3. El agua como elemento de diseño	63
3.10.4. La música, ¿mejora el Paisaje Sonoro?	64
3.10.5. Consideraciones sobre la edificación	64
3.10.6. Paisajes sonoros asistidos electro-acústicamente	65
3.10.7. La práctica del diseño	66
3.11. El contexto internacional	68

4.	Antecedentes específicos y áreas de vacancia	71
4.1.	Metodologías de adquisición de datos	71
4.2.	Indicadores objetivos	74
4.3.	Modelos perceptuales y calidad del Paisaje Sonoro	77
4.4.	Análisis espacial multidimensional	80
	<b>OBJETIVOS DE LA TESIS</b>	<b>85</b>
	<b>PARTE II: METODOLOGÍA</b>	<b>87</b>
5.	Las Dimensiones del Paisaje Sonoro: Modelo conceptual	91
5.1.	El Ambiente (A)	92
5.2.	El Ambiente Acústico (AA)	92
5.3.	El Ambiente Experimentado (AE)	93
6.	Adquisición multidimensional de datos: Metodología “Zamba”	95
6.1.	Técnicas de adquisición	95
6.1.1.	Adquisición de datos del Ambiente	95
6.1.1.1.	Video	95
6.1.1.2.	Fotografía	95
6.1.1.3.	Información general del ambiente	95
6.1.2.	Adquisición de datos del Ambiente Acústico	96
6.1.2.1.	Mediciones acústicas	96
6.1.2.2.	Grabaciones de audio	96
6.1.3.	Adquisición de datos del Ambiente Experimentado	97
6.1.3.1.	Cuestionario	98
6.2.	Procedimiento para la adquisición sincronizada de datos	99
6.2.1.	Localización de los instrumentos	99
6.2.2.	Registro de las mediciones	100
6.3.	Instrumental empleado	101
7.	Aplicación: Ambientes y variables de análisis	103
7.1.	La muestra de adquisición	103
7.2.	Selección de una sub-muestra para el análisis	104
7.2.1.	Sondeos preliminares	105
7.2.2.	Selección de la estrategia FL	105
7.2.3.	Selección de variables	105
7.3.	Ambientes analizados	106
7.3.1.	Paseo de Sobremonte (SO)	106
7.3.2.	Plaza Italia (PI)	108
7.3.3.	“Fuente del Perdón” (PO)	109
7.3.4.	Paseo del Buen Pastor (BP)	111
7.3.5.	Plaza Infantil de Parque Las Tejas (TE)	112
7.3.6.	Parque de “Brujas” (BR)	114
7.3.7.	“Bosquecito de Psicología” (BO)	115
7.3.8.	Plaza Seca (PS)	117
7.4.	Los interactores	119
7.5.	Variables de análisis	119

7.5.1. Ambiente Acústico	119
7.5.2. Ambiente Experimentado	120
7.5.3. Propiedades de las variables empleadas	123
8. Procesamiento de los datos adquiridos	125
8.1. Datos disgregados	126
8.1.1. Codificación y registro	126
8.1.2. Audio y mediciones acústicas	128
8.1.3. Respuestas al cuestionario	128
8.1.4. Estadística descriptiva	128
8.2. Datos articulados	129
8.2.1. Georreferenciación	129
8.2.2. Confección de tablas y capas vectoriales temáticas	129
8.2.3. Capas de ambientes y posiciones de medición	130
8.2.4. Análisis espacial	130
8.2.5. Estadística multivariada	131
8.2.6. Visualización espacial de resultados	131
<b>PARTE III: RESULTADOS y ANÁLISIS</b>	<b>133</b>
9. Caracterización del Paisaje Sonoro en los ambientes	137
9.1. Paseo de Sobremonte	137
9.2. Plaza Italia	144
9.3. “Fuente del Perdón”	152
9.4. Paseo del Buen Pastor	157
9.5. Plaza Infantil de Parque Las Tejas	162
9.6. Parque de “Brujas”	166
9.7. “Bosquecito de Psicología”	170
9.8. Plaza Seca	177
10. Síntesis comparativa y agrupamientos de los ambientes	181
10.1. Síntesis comparativa	181
10.1.1. Ambientes Acústicos	181
10.1.2. Ambientes Experimentados	182
10.2. Agrupamiento de Ambientes según el Paisaje Sonoro	187
10.2.1. Comparación del AA y el AE entre conglomerados	189
11. Incidencia de los sonidos naturales en el Paisaje Sonoro	191
11.1. Criterio 1: Posiciones cercanas y lejanas a las vías de tráfico	191
11.2. Criterio 2: Áreas verdes y fuera de ellas	197
11.3. Criterio 3: Predominio perceptual de fuentes sonoras	201
<b>PARTE FINAL: DISCUSIÓN y CONCLUSIONES</b>	<b>207</b>
12. Sobre los ambientes evaluados	211
12.1. Altos niveles sonoros en el centro de Córdoba	211
12.2. Potenciales efectos nocivos del ruido	212
12.3. Valoración del Paisaje Sonoro por parte de la población	213

12.4. Agrupamiento de ambientes de acuerdo al Paisaje Sonoro	214
12.5. Influencia de otras variables y factores	214
12.6. Estabilidad del Paisaje Sonoro	217
13. Sonidos naturales vs. ruido de tráfico	219
13.1. Dos familias de ambientes	219
13.2. El Índice Verde	220
13.3. Rol del agua	222
14. Ambientes Acústicos Renovadores de la Salud (AARS)	227
14.1. Fundamentos para identificar AARS	228
14.2. Criterio práctico para identificar y clasificar AARS	229
14.3. AARS identificados	231
14.4. Importancia de los AARS en la Universidad	238
14.5. Gestión de AARS	238
15. Orientaciones para el diseño del Paisaje Sonoro	241
15.1. Preguntas Orientadoras del Diseño (POD)	241
15.2. Diseño de AARS	242
<b>Conclusiones</b>	245
Trabajo Futuro	247
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	251
<b>ANEXO:</b> Producción derivada de la elaboración de la presente Tesis	253
<b>REFERENCIAS</b>	257

*“El hombre se entra en la multitud por ahogar el clamor de su propio silencio”*

*Rabindranath Tagore*





## INTRODUCCIÓN

Las *ondas acústicas* son una forma de energía generada por superficies vibrantes con propiedades específicas, denominadas *fuentes sonoras*. Estas ondas requieren de un *medio elástico* para su *propagación* y consisten en oscilaciones sucesivas de las partículas constitutivas del medio. Por otra parte, las ondas acústicas posibilitan la transmisión de información, la que se codifica mediante la *forma de onda* momento a momento. De este modo, la forma de onda informa respecto de las fuentes sonoras que las originan. Por ejemplo, la mayor parte de las ondas que generan los elefantes suelen tener mayor *longitud de onda* y estabilidad temporal que las vocalizaciones producidas por gran parte de las aves. Si se hila más fino en esta idea, se observará que ambas especies pueden reconocer diferentes mensajes acústicos e identificar la emisión vocal de distintos individuos, dependiendo de la variación temporal de la forma de onda (Brown et al., 2016).

Los seres vivos que poseen la capacidad de percibir sonido reciben información de las ondas acústicas, las que pueden ser *transducidas* a otras formas de energía. De este modo, el sonido informa al individuo sobre la presencia de seres vivos, así como de las características del ambiente y elementos que lo componen (ya que éstos modifican la forma de onda). Para los seres que cuentan con las capacidades tanto de percibir como de emitir sonidos, las ondas acústicas pueden constituir un soporte para la *comunicación*. Tanto la información sobre el ambiente contenida en las ondas acústicas como el empleo del sonido para la comunicación entre los seres representan mecanismos fundamentales para la vida en el planeta (Brown et al., 2016). Estos mecanismos, originados en especies predecesoras al ser humano, están presentes tanto en el medio terrestre, como en el aéreo y el acuático (Curtis & Schnek, 2008). La comunicación, a su vez, es la base de la interacción entre los seres (Hauser, 1996). En esta Tesis, los individuos capaces de interactuar acústicamente con su ambiente, o sea, capaces de emitir sonidos (ya sea vocalmente o no) en función de lo que perciben del medio, son denominados *interactores*. Este trabajo se concentra en interactores humanos.

Las emisiones sonoras generadas por los interactores realimentan el *ambiente acústico* y son parte constitutiva del mismo. De este modo, los ambientes acústicos representan sistemas vivos, complejos y dinámicos en los que se realimentan mutuamente los seres y su medio (el que a su vez está formado por otros seres). La información inherente a las fuentes sonoras percibida por un interactivo humano en un ambiente dado se encuentra condicionada por factores individuales. Estos factores están relacionados a la interpretación del estímulo acústico recibido por cada persona (lo cual depende de aspectos vinculados tanto al estado de la misma, como a las experiencias previas). Una misma fuente sonora presente en el ambiente puede tener significados e interpretaciones muy distintas para dos interactores (Guillén & López Barrio, 2007; Hiss, 1990; Kawai et al, 2004; Miyara et al., 2014).

El *Paisaje Sonoro* se define como *el ambiente acústico del modo en que es percibido, experimentado y/o comprendido por las personas en su contexto* (ISO, 2014). Esta concepción involucra múltiples dimensiones interrelacionadas,

correspondientes tanto al ambiente, como al individuo y su relación con éste. La multiplicidad de estas dimensiones, sus distintas naturalezas, sus interacciones y su transformación en el tiempo, hacen que el Paisaje Sonoro sea considerado un *Sistema Complejo (SC)*. Como tal, sus elementos forman una unidad organizada y no pueden ser aislados entre sí para su comprensión, sino que deben estudiarse en forma acoplada. El SC del Paisaje Sonoro involucra diferentes dominios del conocimiento y debe ser abordado en forma interdisciplinaria (Davies et al., 2013; García, 2006).

Esta visión sistémica del Paisaje Sonoro representa un cambio de paradigma respecto de la concepción que se tenía de los ambientes acústicos exteriores, cuyo estudio es incumbencia de la Acústica Ambiental. Hasta hace pocos años, esta rama de la Acústica estuvo centrada exclusivamente en el *Paradigma de la Contaminación Acústica* en las ciudades, el que considera al sonido ambiental como un *contaminante físico* que debe ser reducido idealmente hasta “el silencio” (Cowan, 1993). Este enfoque clásico de la Acústica Ambiental se basa principalmente en mediciones de niveles sonoros, los que son cotejados con valores de referencia. Esta práctica presupone que todos los sonidos ambientales por debajo de estos valores límite (ya sean normativos, legales o sugeridos) son admisibles, mientras que aquellos sonidos que los superan son inadmisibles o perjudiciales (Berglund et al., 1999). Sin embargo, esta visión del sonido ambiental, la que está basada sólo en su energía, ha tenido considerables limitaciones. Estas limitaciones radican en que la energía acústica de las ondas, por sí sola, no informa sobre las características del sonido relacionadas a su fuente, su significado y otros aspectos del sonido que condicionan su percepción.

A nivel de gestión ambiental, las limitaciones del Paradigma de la Contaminación Acústica se manifiestan en el fracaso de políticas de mitigación del ruido implementadas. Algunos países invirtieron onerosas partidas presupuestarias con el fin de reducir los niveles sonoros en las ciudades. No obstante haberse logrado técnicamente este objetivo en varios casos, no se generaron los beneficios sociales esperados asociados a estas acciones (European Environment Agency, 2014; Raimbault & Dubois, 2005; Rilett, 1995).

En respuesta a estos fracasos de la Acústica Ambiental en materia de gestión de la Contaminación Acústica, emerge el *Paradigma del Paisaje Sonoro (PPS)*. Este paradigma concibe al sonido ambiental como un recurso, el que puede ser gestionado y diseñado para obtener beneficios sociales, ambientales, culturales y urbanísticos. El PPS propone la optimización del sonido en el territorio, buscando la comprensión de los significados que tienen para la población los ambientes acústicos y las fuentes sonoras que los componen. Por medio de la gestión y el diseño del Paisaje Sonoro es posible concebir ambientes acústicos que favorezcan el bienestar y la salud pública. Sin embargo, la complejidad del Paisaje Sonoro imprime desafíos para su investigación y gestión. Esta es una de las razones por las cuales hasta el día de hoy existen áreas de vacancia en la temática.

Esta Tesis fue desarrollada en el marco de un Proyecto<sup>1</sup> desarrollado en el Centro de Investigación y Transferencia en Acústica (CINTRA), Unidad Asociada al CONICET perteneciente a la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina. En este Proyecto se midieron múltiples variables del Paisaje Sonoro en 30 ambientes públicos correspondientes a las ciudades de Córdoba, Rosario, Lund (Suecia) y Valdivia (Chile). Los ambientes correspondientes a Lund se evaluaron en el marco de la Beca Arcoiris de la Comisión Europea<sup>2</sup>.

Los ambientes evaluados incluyeron áreas verdes y otros espacios urbanos, como vías de tráfico vehicular, calles peatonales, plazas y espacios culturales. Estos ambientes se ubican en campus universitarios, zonas recreativas, áreas céntricas, comerciales y residenciales; algunos de ellos contando con fuentes de agua.

En este trabajo se abordan y definen conceptos relacionados al Paisaje Sonoro. Se propone un modelo conceptual que agrupa las dimensiones del PS en tres *entidades: Ambiente, Ambiente Acústico y Ambiente Experimentado*. Se elabora una metodología de adquisición sincronizada de datos multidimensionales del Paisaje Sonoro, la que se basa en técnicas articuladas para obtener los datos correspondientes a las tres entidades. Esta metodología se denominó Zamba y comprende mediciones acústicas, grabaciones de audio, fotografía, video y cuestionarios. El análisis de los datos adquiridos se realiza mediante Análisis Multivariado y Sistemas de Información Geográfica.

Se seleccionaron ocho de los ambientes evaluados para realizar los análisis incluidos en esta Tesis, tres parques, tres plazas, una vía de tráfico y un espacio cultural, correspondientes a la ciudad de Córdoba. Se identificaron dos tipos de ambientes urbanos, aquellos en los que predomina el ruido de tráfico y aquellos en los que predominan los sonidos naturales. Se propone un índice para su clasificación, denominado Índice Verde. Se analiza el rol que cumplen los sonidos del agua, otros sonidos naturales y la música en los ambientes acústicos urbanos. Se estudian las características que deben tener los ambientes acústicos para favorecer el bienestar y la salud poblacional, definiéndose e identificándose *Ambientes Acústicos Renovadores de la Salud*. Se aborda la gestión y el diseño del Paisaje Sonoro urbano y se proponen criterios en este sentido.

---

<sup>1</sup> PID 1694 "Investigación del Paisaje Sonoro mediante Herramientas de Información Geográfica", 2013-2016, CINTRA UA CONICET, UTN-FRC.

<sup>2</sup> Erasmus Mundus Action 2, Lot 16A, European Commission.

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

El cuerpo de la presente Tesis Doctoral está organizada en cuatro partes. Cada parte se organiza en capítulos, secciones y apartados.

En la Parte I se desarrolla el marco teórico de la Tesis, es especial en lo que respecta al Paradigma del Paisaje Sonoro, sus fundamentos, características, gestión e implicancias. También se revisan las áreas de vacancia para plantear los objetivos del trabajo.

En la Parte II del documento se desarrolla la metodología propuesta para la adquisición de datos del Paisaje Sonoro. Esta metodología incluye la identificación y organización de las múltiples dimensiones involucradas, el desarrollo de técnicas de adquisición de datos in situ y un procedimiento para articularlas. Se indican los ambientes donde se aplicó la metodología descrita y se seleccionan algunos de ellos para el análisis. Se presentan los ambientes escogidos y se definen las variables empleadas para su análisis. Por último, se describen los procesos y técnicas aplicadas a los datos adquiridos.

En Parte III se presentan los resultados de las variables del Paisaje Sonoro consideradas en los ocho ambientes seleccionados de la ciudad de Córdoba, los que son agrupados consecuentemente. Posteriormente, se estudia la incidencia de los sonidos naturales en el Paisaje Sonoro de acuerdo a tres criterios.

En la Parte Final de la Tesis se discute sobre los paisajes sonoros evaluados, su complejidad y factores de influencia. Se aborda el rol de los sonidos naturales en contraposición al ruido de tráfico. Se revisa y ejemplifica la influencia que tienen los sonidos provenientes del agua en el contexto urbano. Se definen los Ambientes Acústicos Renovadores de la Salud (AARS) y se propone un criterio para identificarlos. Se identifican los ambientes acústicos medidos que califican como AARS y se brindan orientaciones para su gestión y diseño. Se puntualizan las principales conclusiones del trabajo y se plantean rumbos de trabajo futuro.

# PARTE I

## MARCO REFERENCIAL

### “El Paisaje Sonoro”

*Parte del contenido del Marco Referencial fue publicado en:*

*Kogan, P. (2012a). El Paradigma del Paisaje Sonoro. In M. Orozco & A. González (Eds.), Ruido en ciudades latinoamericanas: bases para su gestión (pp. 125–136). Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara / Saulo A. Cortés Arévalo Orgánica Editores. ISBN 978-607-8113-12-5.*

*Verzini, A. M., & Kogan, P. (2013). Un abordaje para el estudio del Paisaje Sonoro. Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento, 2013, Suplemento (Julio), 441–443, Córdoba. ISSN 1852-4206.*

*Kogan, P. (2012b). Paisaje Sonoro: ¿una metamorfosis de la acústica ambiental? Revista SONAC, Ingeniería de Sonido y Acústica, UDLA, Quito. ISSN: 1390-6348.*



*“No entiendes realmente algo a menos que seas capaz de explicárselo a tu abuela”*

*Albert Einstein*

La Parte I de la Tesis comprende el marco conceptual y teórico de conocimiento necesario para referenciar y contextualizar el presente trabajo. En primer lugar, se ubica disciplinariamente a la temática, para lo cual se reseñan las incumbencias de la Acústica y de la Acústica Ambiental. Se revisan los principales indicadores frecuentemente empleados para medir el sonido ambiental, así como el instrumental con que esto se realiza. Se abordan los dos paradigmas de la Acústica Ambiental, la Contaminación Acústica y el Paisaje Sonoro. En primera instancia, se trata la problemática del ruido urbano, las características del ruido como contaminante, sus efectos nocivos sobre la salud y el mapeo del ruido y se exponen las limitaciones del paradigma de la Contaminación Acústica.

Se abordan los fundamentos del paradigma del Paisaje Sonoro, el que considera al sonido como un recurso. Se repasan los primeros antecedentes en la temática, se discute sobre el lugar que el ser humano adquiere de acuerdo a este paradigma y se revisa la definición de Paisaje Sonoro de acuerdo a la reciente norma ISO de Paisaje Sonoro. Se tratan los conceptos de marca sonora y activo sonoro y se ejemplifica. Posteriormente, se argumenta la concepción del Paisaje Sonoro como Sistema Complejo, las herramientas para su investigación, la necesidad de equipos interdisciplinarios y el rol de las Ciencias de la Ingeniería en los mismos.

Se plantea la gestión del Paisaje Sonoro urbano y sus aplicaciones. Se revisan los potenciales beneficios para la salud y el bienestar del Paisaje Sonoro y la importancia de las áreas verdes y los sonidos naturales en la salud pública. Se aborda la temática del diseño del Paisaje Sonoro en ambientes urbanos. En este sentido, se revisan algunos antecedentes y aspectos vinculados al diseño, como las fuentes sonoras, las expectativas acústicas de la población, el rol del agua, otros sonidos y la música. Por último, se reseña la situación internacional en la temática y las redes de cooperación creadas.

Se revisan los antecedentes científicos específicos en las temáticas del Paisaje Sonoro abordadas en la presente Tesis y las áreas de vacancia relacionadas a las mismas, como las metodologías de adquisición de datos, los indicadores objetivos del Paisaje Sonoro, los modelos perceptuales y de calidad del Paisaje Sonoro y el análisis espacial multidimensional.

Debido al carácter vacante de varias de las temáticas abordadas respecto del paradigma del Paisaje Sonoro, en algunas de ellas fue necesario definir nuevos términos (o proponer su equivalente en idioma español).





## 1. LA ACÚSTICA AMBIENTAL

En este Capítulo se resumen las incumbencias y campos de acción de la Acústica y de la Acústica Ambiental, se definen los principales indicadores de medición en Acústica Ambiental y se describe el instrumental para la medición.

### 1.1. LA ACÚSTICA Y LA ACÚSTICA AMBIENTAL

La Acústica es la ciencia que estudia al sonido y sus aplicaciones. Una cualidad a destacar de la Acústica es su naturaleza objetiva-subjetiva. Los fundamentos de la Acústica descansan sobre sólidos pilares matemáticos y físicos, los que, por la complejidad del fenómeno sonoro, muchas veces deben ser considerablemente simplificados (Crocker, 1997; Fahy, 2000). Por otra parte, el fin último de muchos de los desarrollos acústicos es la percepción sonora (Basso, 2006; Moore, 2004). La Acústica navega, entonces, entre las frías aguas de las ecuaciones diferenciales y las aguas turbulentas de la mente humana. Debido a que el sonido es un fenómeno físico omnipresente en nuestro planeta, la Acústica es una ciencia inherentemente transversal a muchas otras disciplinas (Lindsay, 1980) .

A su vez, la Acústica se compone de varias áreas de estudio, algunas de las cuales son: Acústica de Recintos, Acústica Ambiental, Control de Ruido, Acústica Edilicia, Acústica Laboral e Industrial, Vibraciones, Ultrasonido, Electroacústica, Audio, Procesamiento Digital de Señales de Audio, Instrumentación y Metrología Acústica, Acústica de las Comunicaciones, Bioacústica, Acústica Fisiológica, Psicoacústica, Acústica Atmosférica, Acústica Subacuática, Acústica Sísmica, Acústica Musical, Producción y percepción del Habla, Acústica Forense, Acústica Virtual, Foto-acústica, Termoacústica y Acústica Cuántica, entre otras (Crocker & Raichel, 1998; Lindsay, 1980; Martin, 1996). La figura 1 muestra cómo se ramificaba la Acústica y vinculaba con otras disciplinas ya en la década del 60 (Lindsay, 1964), la cual se ha diversificado y complejizado en las última décadas. Cada una de las sub-disciplinas de la Acústica tiene sus propios fundamentos, autores de referencia, métodos y bibliografía asociados (Crocker, 1997).



La Acústica Ambiental, como rama de la Acústica, se aboca al estudio de la generación, propagación, recepción, evaluación, consecuencias, gestión, optimización, mitigación y diseño del sonido en espacios abiertos. Algunas de las prácticas más corrientes de la Acústica Ambiental están relacionadas con el ruido, el cual se definirá en el próximo capítulo.

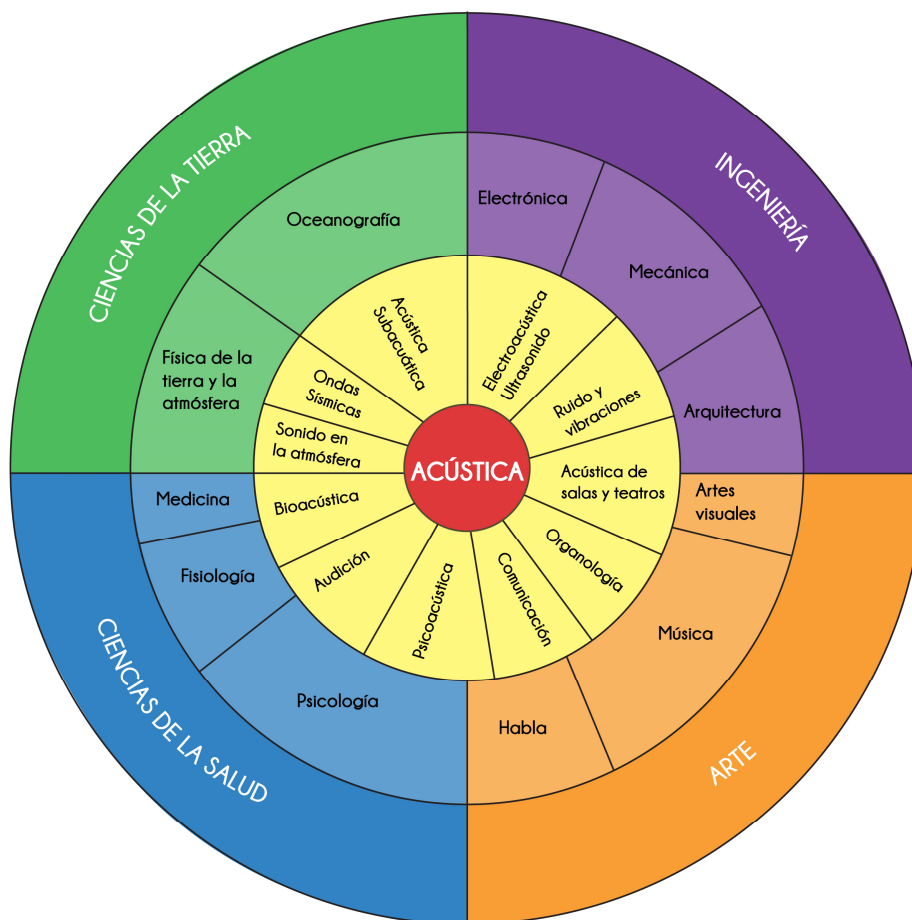


Figura 1: Adaptación de la rueda de Lindsay de las áreas de la Acústica en relación a otras disciplinas (Lindsay, 1964).

Estas prácticas incluyen la medición del ruido en áreas urbanas, la construcción de mapas de ruido de ciudades, el modelamiento de la emisión, propagación y recepción sonora en espacios abiertos, la elaboración y evaluación de indicadores del ruido, el estudio de los efectos del ruido comunitario, diseño e implementación de técnicas de mitigación del ruido ambiental (como barreras acústicas en carreteras), los procedimientos de gestión del ruido urbano, la legislación y normativas sobre emisión e inmisión de ruido en el ámbito comunitario, la zonificación acústica (ordenamiento territorial), la evaluación y regulación del ruido generado por el tráfico rodado, aéreo y acuático (fuentes móviles), el estudio de impacto acústico sobre una comunidad de establecimientos industriales, comerciales y de ocio (fuentes fijas) (Ambiente, 1995; Cowan, 1993; European Parliament and the Council, 2002; Kephelopoulos et al., 2014; Kotzen & English, 2009; Murphy & King, 2014).

Este conjunto de prácticas, métodos, procedimientos, instrumentos, normas y léxico forman parte de lo que en este trabajo se denomina Paradigma de la Contaminación Acústica.

Durante los últimos años, la Acústica Ambiental ha empezado a incorporar concepciones, métodos, prácticas del Paisaje Sonoro (Vogiatzis & Remy, 2014). Estas prácticas van un paso más allá de las prácticas convencionales de evaluación y mitigación del ruido, buscando identificar y gestionar aquellos sonidos positivos para la comunidad. Este nuevo enfoque está abriendo nuevas puertas en la Acústica Ambiental, como la del diseño de ambientes acústicos urbanos en los que no sólo se persigue mitigar aquellos ruidos negativos para la población, sino que se busca favorecer aquellos sonidos positivos (cuya presencia puede, a su vez, reducir el efecto nocivo de los primeros). Este nuevo abordaje comprende una visión más centrada en las personas y forma parte del Paradigma del Paisaje Sonoro, el cual será desarrollado en el Capítulo 3.

## 1.2. INDICADORES DE MEDICIÓN

Clásicamente, la Acústica Ambiental, por medio de diferentes técnicas y procedimientos, ha provisto de herramientas para la gestión del ruido en las ciudades, la que usualmente se basa en evaluaciones del sonido ambiental medido. A lo largo del desarrollo de la Acústica, se han definido numerosos indicadores que permiten medir distintas propiedades físicas del sonido, tales como su energía, su espectro de frecuencias y su dinámica temporal. La Acústica Ambiental adoptó y adaptó algunos de estos indicadores y desarrolló otros.

La mayor parte de los indicadores acústicos se basan en el *nivel de presión sonora* (abreviado también como *nivel sonoro*, *NPS* o *Lp*). El NPS implica una relación logarítmica entre la presión sonora cuadrática y una presión cuadrática de referencia y su resultado es expresado en decibeles (dB).

$$NPS(t) = 10 \cdot \log_{10} \frac{p(t)^2}{p_0^2} \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

donde  $p$  representa la presión sonora instantánea y  $p_0$  la presión de referencia. En el aire:  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$  (Beranek, 1986).

El indicador más empleado en Acústica Ambiental, y que da cuenta del promedio energético temporal del sonido, es el *nivel sonoro continuo equivalente* (*Leq*). El *Leq* se define como el nivel sonoro que tendría un sonido constante de modo de contener igual energía en el mismo período de tiempo que el sonido medido.

$$Leq = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \cdot \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right] \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

donde  $T$  representa el período de medición.

Para la medición de eventos sonoros aislados (como el paso de un avión o una motocicleta), usualmente se emplea el *nivel de exposición* o *SEL* (“*Single Event Level*”). El SEL es el nivel sonoro que, si se mantuviese constante durante 1 segundo, tendría la misma energía que el evento sonoro medido.

$$SEL = 10 \cdot \log \left[ \int_{t_1}^{t_2} \frac{1}{T_{ref}} \cdot 10^{\frac{Lp(t)}{10}} dt \right] \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

donde  $t_1$  y  $t_2$  representan el tiempo de inicio y de finalización de la medición del evento sonoro, respectivamente, y  $T_{ref}$  es el tiempo de referencia de 1 s.

Por otro lado, se han definido los niveles máximos, mínimos, percentiles y Clima de Ruido (CR), del siguiente modo:

*Nivel máximo ( $L_{max}$ ):* Nivel sonoro instantáneo más alto que se registra durante el período de medición (dB).

*Nivel mínimo ( $L_{min}$ ):* Menor nivel sonoro instantáneo que se registra durante el período de medición (dB).

*Percentiles ( $L_{x\%}$ ):* Nivel sonoro que es superado un porcentaje “x” del tiempo de medición. Cuanto más chico es el porcentaje de tiempo, más alto será el nivel a superar. Por ejemplo, el  $L_{90}$  es el nivel sonoro que fue superado el 90 % del tiempo de medición, por lo cual se suele emplear para registrar el ruido de fondo existente. Por el contrario, el  $L_{10}$  registrará un nivel que incluirá sólo los eventos más sonoros, los cuales en total estuvieron presentes tan sólo el 10% del tiempo de medición (dB).

*Clima de ruido (CR):* Da cuenta de la fluctuación del sonido en el período de medición. Usualmente, el CR se emplea en complemento con el nivel sonoro promedio ( $L_{eq}$ ).

$$CR = L_{10} - L_{90} \quad (\text{dB}) \quad (4)$$

Para la obtención de los niveles sonoros (1) y de los niveles sonoros equivalentes (2) se realiza una suma energética de las diferentes componentes espectrales de la señal acústica, las que usualmente se organizan en bandas de frecuencia de octava o tercio de octava. Esta suma energética de todas las bandas de frecuencia suele realizarse por el instrumental y permite la obtención de un número único. La utilización de números únicos ofrece ventajas operacionales, como por ejemplo en el establecimiento de límites normativos. El número único para los niveles sonoros puede obtenerse de un modo “neutro” (lineal) o bien ponderando la energía de cada banda de frecuencia. Usualmente, estas bandas son ponderadas con filtros que emulan la sensibilidad del oído humano a la frecuencia (Gelfand, 2009). En la primera mitad del siglo XX se han trazado las *curvas de ponderación espectral* “A”, “B” y “C”, las que simulan la respuesta en frecuencia del oído para niveles sonoros bajos, medios y altos, respectivamente (Beranek, 1986). De estas tres curvas, se ha generalizado especialmente el uso de la “A”, a pesar de que su representatividad ha sido cuestionada debido a que no representa adecuadamente los efectos del ruido en

el ser humano cuando los niveles sonoros superan los 90 dB<sup>3</sup>. Los NPS sonoros ponderados son identificados con el nombre de la ponderación a continuación de la abreviación del decibel, por ejemplo “dBA”.

Adicionalmente a los indicadores acústicos descritos, existen varios otros que son específicos para determinados usos o bien son empleados regionalmente. Algunos de ellos, además de cuantificar propiedades físicas, también buscan relacionar las magnitudes sonoras con su percepción por parte del hombre. Estos indicadores se conocen como indicadores psicoacústicos y las principales variables que clásicamente los originan son la *sonoridad* (percepción del nivel de presión sonora), la *altura* (percepción de la frecuencia sonora), la *duración subjetiva* y el *timbre* (Fastl & Zwicker, 2007). La variable psicoacústica más cuantificada es la sonoridad, la que se mide en *sonos* en base a *curvas isofónicas* en función de la frecuencia obtenidas empíricamente para distintos niveles de presión sonora de inmisión (Fletcher & Munson, 1933). Mediante estas curvas se obtiene un *nivel de sonoridad*, el que se mide en *fonos* y es coincidente con el nivel de presión sonora en la frecuencia de 1000 Hz.

### 1.3. EL INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN

El instrumento para medir el sonido ambiental es el *medidor de nivel de presión sonora*, también llamado *sonómetro* (no sólo se emplea en la Acústica Ambiental sino que también en varias otras áreas de la Acústica). Este equipo está dotado de un micrófono, un preamplificador, un circuito electrónico que procesa los datos adquiridos, puertos de entrada y salida y un sistema de comando y visualización (figura 2).

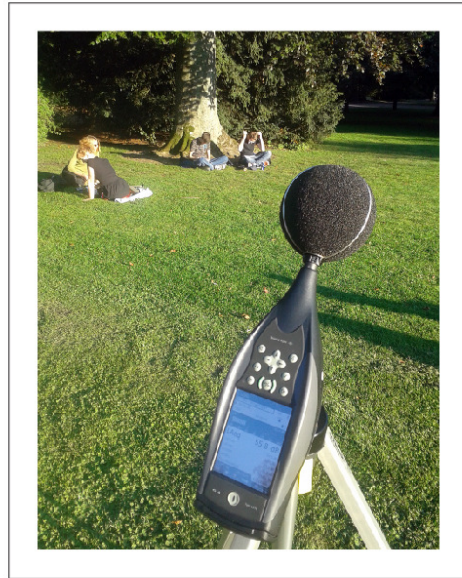
El micrófono de un sonómetro es omnidireccional, a fin de que la posición del instrumento no altere la medición. Su respuesta en frecuencia idealmente debe ser plana, con el objeto de que el peso relativo de cada componente espectral del sonido medido no sea modificado durante la transducción sonora. Los sonómetros se clasifican en *Clase 1, 2 y 3*, dependiendo de su precisión respecto a la desviación de los valores medidos para cada banda de frecuencia (IEC, 2013; IRAM, 1988).

Los sonómetros pueden realizar mediciones empleando distintos *tiempos de respuesta (t<sub>r</sub>)* (IEC, 2013; IRAM, 1988) durante el cual toman cada muestra de presión sonora. Las respuestas empleadas son “*Slow*” (t<sub>r</sub> = 1 s), “*Fast*” (t<sub>r</sub> = 125 ms), “*Impulse*” (t<sub>r</sub> = 35 ms) y “*Peak*” (t<sub>r</sub> < 100 µs) (Fahy & Walker, 1998; IEC, 2013; IRAM, 1988). El tiempo de respuesta debe escogerse en función de la naturaleza de los sonidos a medir, siendo *Slow (S)* y *Fast (F)* las que brindan mayor estabilidad en la medición y las más empleadas en Acústica Ambiental. Estos instrumentos también permiten ponderar espectralmente las mediciones de acuerdo a distintos filtros, siendo las ponderaciones *A, C* y *lineal* las más utilizadas.

---

<sup>3</sup> Este tema fue abordado previamente en “Análisis de la Eficiencia de la Ponderación A para evaluar efectos del ruido en el ser humano” y trabajos relacionados (Kogan, 2004; Kogan et al., 2008; Kogan et al., 2003; Kogan & Arenas, 2004; Kogan et al., 2012).

Los sonómetros, para poder emplearse adecuadamente, deben ser calibrados antes de realizar una medición, la cual también debe verificarse al término de la medición. Dicha calibración, se realiza por medio de un *calibrador* que emite un tono de referencia a una frecuencia y nivel sonoro patrones. Adicionalmente, tanto el sonómetro como el calibrador deben ser contrastados y calibrados en forma periódica (usualmente anualmente) empleando patrones de trazabilidad internacional (IRAM, 1988, 1992).



*Figura 2: Sonómetro utilizado en el trabajo de campo de esta Tesis.*

Actualmente, algunos modelos de sonómetros integran varias aplicaciones útiles para la metrología acústica, como el análisis espectral, la obtención de tiempos de reverberación, la medición simultánea de varios indicadores acústicos con diferentes ponderaciones espectrales y tiempos de respuesta, y el registro de la evolución temporal de estos indicadores, entre otros (Peters, 2013).

## 2. EL PARADIGMA DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

El crecimiento demográfico, la industrialización, la conglomeración en los núcleos urbanos y el aumento de la movilidad de las personas son factores que provocaron que en el siglo XX se hayan elevado considerablemente los niveles sonoros en las ciudades (Murphy & King, 2014; Skinner & Grimwood, 2005). Esta forma de contaminación provoca efectos nocivos sobre la salud de la población (Berglund & Lindvall, 1995). Por lo general, las fuentes sonoras causantes de la contaminación acústica no pueden ser controladas por los afectados y en su mayoría estas fuentes son de origen tecnológico, especialmente provenientes del tráfico vehicular y de la actividad industrial, o bien se deben a alguna forma de actividad humana (Cowan, 1993).

La Organización Mundial de la Salud estimó que al menos un millón de años de vida saludable se pierden cada año como consecuencia del ruido de tráfico (WHO, 2011). También estimó que el costo económico de la contaminación acústica ambiental es entre el 0,2 y el 2 % del producto bruto interno de los estados (European Union, 1996). En la Comunidad Europea, se estima que el costo total anual en materia de salud generado por la contaminación acústica generada por el tráfico rodado y los trenes es 40 billones de euros (European Environment Agency, 2014).

Para esta problemática, se han tomado diversas medidas políticas, económicas, tecnológicas y sociales para luchar contra la contaminación acústica. Algunas de estas acciones incluyeron la redacción de normativa que establece procedimientos de medición y análisis del ruido, la elaboración de legislación que regula los máximos niveles sonoros admisibles en diferentes ámbitos y define las sanciones pertinentes; la creación de mecanismos de fiscalización; la ampliación de los organismos y recursos para la investigación en materia de ruido; la creación de espacios de debate e intercambio para los distintos actores de las disciplinas relacionadas con la contaminación acústica; el desarrollo de nuevas tecnologías, el trazado de mapas de ruido; entre otros (Ambiente, 1995; Berglund, Lindvall, Schwela, & Team, 1999; European Parliament and the Council, 2002; ISO 1996-1, 2003; Kephelopoulos et al., 2014; Kotzen & English, 2009).

Hoy en día se sabe que las prácticas de evaluación y mitigación del ruido urbano no son suficientes para enfrentar la complejidad de la problemática. El conjunto de prácticas, técnicas, métodos, instrumentos y normativas para evaluar y mitigar el ruido forman parte del "Paradigma de la Contaminación Acústica". Este paradigma ha surgido en la primera mitad del siglo XX con el advenimiento de los medidores de nivel sonoro y considera al ruido como un contaminante físico, procurando su máxima reducción posible (Brown, 2010).

## 2.1. EL RUIDO COMO CONTAMINANTE FÍSICO

Se definirá el término *ruido* desde la perspectiva de la Acústica Ambiental, ya que diferentes ramas de la Acústica, así como otras áreas del conocimiento tienen otras acepciones para el término (Serra et al., 2015).

El ruido es un contaminante físico que posee características peculiares. En primera instancia, a diferencia de otros contaminantes, no deja residuos sólidos, líquidos o gaseosos. En segunda instancia, que el ruido sea considerado contaminante o no tiene una fuerte dependencia subjetiva. Por ejemplo y en contraste, una emanación gaseosa tóxica provocará un efecto negativo en todos los seres vivos que se encuentren a su alcance. Sin embargo, el ruido no se comporta de la misma manera. Para ejemplificar la característica subjetiva del ruido respecto de otros contaminantes, pensemos en la música emitida por un concierto en un espacio público. Ésta podría ser disfrutada por los espectadores sin ocasionarle necesariamente efectos adversos, y al mismo tiempo operar como agente generador de estrés o contaminante para los vecinos en las inmediaciones que no desean escucharla (Miyara, 2004).

Frecuentemente, en Acústica Ambiental se define al ruido simplemente como un sonido no deseado. Si bien esta definición es práctica y aplicable en gran parte de los casos, en este trabajo amplía la definición de *ruido a sonido no deseado o que provoca efectos adversos sobre la salud*. Esta definición contempla por un lado el hecho de que varios efectos nocivos del sonido pasan inadvertidos por el individuo afectado y por el otro que algunos sonidos deseados de escucharse pueden causar daños o lesiones. De este modo, basta con que se dé una sola de ambas condiciones para que los sonidos puedan clasificarse como ruidos.

El carácter subjetivo del ruido se manifiesta claramente en la música escuchada por una persona e indeseada para otra, para la primera implica sonidos deseados mientras que para la segunda representa ruido. Escuchar música mediante dispositivos portátiles con auriculares refleja un caso particular, ya que es deseado por el individuo que la escucha, pero a la vez le puede generar daños auditivos si esta práctica no es realizada responsablemente. De acuerdo a la definición de ruido brindada, a pesar de que se trate de un sonido deseado por quien lo escucha, si los niveles sonoros emitidos por los auriculares y el tiempo de uso superan los límites saludables, la señal musical emitida podrá ser considerada como ruido, ya que producirá efectos adversos sobre la salud<sup>4</sup>.

Un criterio similar podría aplicarse a los sonidos que producen efectos fisiológicos extra-auditivos nocivos que se producen de forma inadvertida para el individuo (como por ejemplo las alteraciones sobre el sistema nervioso autónomo). Otro caso particular de ruido lo conforman las ondas acústicas que no son escuchadas por el individuo pero que de todos modos pueden producir efectos adversos en la salud, como es el caso de algunos infrasonidos<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Este concepto fue abordado previamente en "Evaluación de los hábitos de uso de reproductores portátiles de música por adolescentes" (Kogan, Mauro, & Sosa, 2009).

<sup>5</sup> Tratado anteriormente en "Extra-auditory physiological impacts of low frequency noise on humans and the A-weighting network" (Kogan, Arenas, Perotti, & Otermin, 2012).



A pesar de la subjetividad de este contaminante, es frecuente denominar “ruido” a aquellos sonidos que suelen ser “molestos” para la mayor parte de las personas, como por ejemplo el tráfico rodado o los sonidos emitidos por maquinarias (Berglund & Lindvall, 1995). El empleo de este término tiene gran aceptación, de modo que se usa para denominar a aquellos sonidos indeseados o nocivos para la mayoría de las personas (Cowan, 1993; Murphy & King, 2014). En oposición, el término “ruido” no se emplea para algunos tipos de sonidos que usualmente son considerados inocuos (o incluso favorables) para la salud, como es el caso de aquellos provenientes de fuentes naturales (De Coensel, Vanwetswinkel, & Botteldooren, 2011).

No sólo los seres humanos se ven afectados por la contaminación acústica, sino que también la fauna. Muchas especies animales poseen códigos de comunicación basados en la acústica, de los que depende su reproducción, alimentación y hábitat. Estos mecanismos biológicos pueden verse afectados por la generación de ruido de origen antropogénico (Bottalico, 2016; Brown et al., 2016; Luo et al., 2015; Polak et al., 2013; Senzaki et al., 2016; Wiącek & Polak, 2015; Wiseman, 2015).

A pesar de los avances en la lucha contra el ruido, éste sigue siendo un contaminante ampliamente difundido en las ciudades. Los efectos nocivos de este contaminante sobre la salud humana son alarmantes y aún están muy poco difundidos (Berglund et al., 1999).

## **2.2. EFECTOS NOCIVOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD**

Los efectos del ruido en el ser humano pueden clasificarse en efectos auditivos, efectos fisiológicos extra-auditivos y efectos psicosociales<sup>6</sup>. Estos efectos pueden ser leves o severos y ser advertidos o inadvertidos por las personas que las padecen. La consecuencia más directa y cuantificada de la exposición al ruido es la muerte de células ciliadas de la cóclea, la que en el caso del ser humano es irreversible y conlleva la pérdida de capacidades auditivas. Debido a que los mecanismos fisiológicos auditivos que nos protegen del ruido no son suficientes para inhibir completamente la acción perjudicial del mismo, la prevención de la exposición representa un rol central en la salud pública (Gelfand, 2009).

Algunas consecuencias psico-sociales que pueden ocasionarse frecuentemente como consecuencia de la exposición al ruido son: la caída del rendimiento en ciertas tareas cognitivas y de coordinación motriz, interferencia en la comunicación, deterioro de la calidad del sueño, estrés, molestia y cambios en el humor (Berglund & Lindvall, 1995; Kryter, 1994; Kujala & Brattico, 2009; Nordic Council of Ministers, 1997; Waye, 2004).

Entre los efectos y patologías fisiológicas extra-auditivas que podrían tener lugar en presencia del ruido se encuentran: las alteraciones cardiovasculares,

---

<sup>6</sup> Esta clasificación fue propuesta y desarrollada por el autor en “Análisis de la Eficiencia de la Ponderación “A” para Evaluar Efectos del Ruido en el Ser Humano” y en trabajos posteriores (Kogan, 2004; Kogan, Arenas, & Caspers, 2008; Kogan & Arenas, 2004; Kogan et al., 2012).

respiratorias, endocrinas e inmunológicas, problemas sobre el equilibrio y resonancias en los órganos (Berglund & Lindvall, 1995; Cowan, 2016; Davies & Kamp, 2012; Griffin, 2012; Kryter, 1994; Martinho Pimenta & Castelo Branco, 1999; Ward, 1997).

Cada uno de estos efectos nocivos del ruido puede desencadenarse a distintos umbrales de niveles sonoros, para diferentes frecuencias sonoras y tiempos de exposición, siendo los efectos psicosociales los que presentan umbrales más bajos (Berglund & Lindvall, 1995).

La Organización Mundial de la Salud alerta respecto de los niveles sonoros ambientales por sobre 55 dBA, debido a los potenciales efectos indeseados que pueden tener lugar sobre este *valor guía* (Berglund et al., 1999). En el ámbito comunitario, los niveles deberían ser menores durante la noche para favorecer el adecuado descanso de la población. La Comunidad Europea fija límites para el ruido ambiental para el período nocturno que se encuentran entre 40 y 62 dBA, dependiendo del país (Kim & Berg, 2010).

### **2.3. MAPAS DE RUIDO**

Los mapas de ruido son herramientas para el diagnóstico de los niveles sonoros a los que está expuesta la población de una determinada localidad. Estas herramientas permiten evaluar si los niveles sonoros en las distintas zonas se encuentra dentro de los límites legales o bajo los valores guía recomendados por organismos internacionales. Estos valores guía se han fijado en función de estudios que consideran los efectos nocivos que el ruido puede provocar en la población para diferentes umbrales sonoros (Berglund et al., 1999). El indicador acústico más empleado en la elaboración de mapas de ruido es el nivel sonoro continuo equivalente (Leq) con ponderación espectral A (Peretti & Licitra, 2001).

Existen diferentes técnicas para elaborar mapas de ruido. Clásicamente, los mapas de ruido basados en mediciones acústicas suelen dividir la zona de interés en cuadrantes, para cada uno de los cuales se obtiene el nivel sonoro. En general, esta práctica se realiza en distintas franjas horarias. Otra variedad de mapas de ruido son los llamados mapas estratégicos, que buscan reducir los puntos de medición (debido a su elevado costo), optimizándolos espacialmente. Por ejemplo, un mapa estratégico considera que los niveles sonoros en las áreas cercanas a una misma distancia a lo largo de una autopista de flujo vehicular estable tendrán poca variación entre sí, por lo que reduce los puntos de medición en función de esta condición (Murphy & King, 2010).

Actualmente, la mayor parte de los mapas de ruido se elaboran principalmente mediante modelamientos computacionales. Existen programas comerciales que permiten incorporar la geometría espacial del área urbana de estudio y algunas características de las fuentes sonoras (principalmente el tráfico rodado) y estiman los niveles sonoros que se generarán en su entorno (Kliučininkas & Šaliūnas, 2016; Pinto & Mardones, 2009; Suárez & Barros, 2014). Esta práctica, si bien puede reducir los costos del mapeo de ruido, debe ser cautelosamente aplicada a fin de obtener resultados fiables. La confiabilidad de los resultados modelados depende, entre otros

factores, de la correcta selección y ajuste del modelo, de la calibración mediante mediciones in situ, y del grado de exactitud y desviación de los parámetros de entrada cargados (Garg & Maji, 2014; Pérez et al., 2016).

## **2.4. LIMITACIONES DEL PARADIGMA DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**

Más allá de las particularidades e imprecisiones que cada método de evaluación del ruido pueda tener, no puede desconocerse que los sonidos presentes en el ambiente interactúan con los seres humanos de un modo mucho más complejo que lo que pueden informar los indicadores acústicos, ya sean estos medidos o modelados (Ando & Pompoli, 2002; Fastl & Zwicker, 2007). No obstante los avances en la Acústica, tanto en lo que respecta a la cuantificación de las propiedades de las ondas como en cuanto a la Psicoacústica, el paradigma de la Contaminación Acústica deja aspectos irresueltos en lo que concierne a la relación del ser humano con su ambiente acústico. La incidencia del sonido ambiental en una persona depende de más factores que de las propiedades físicas de la señal acústica. Tampoco alcanza con considerar la respuesta auditiva del individuo. Existen factores individuales que pueden tener fuerte incidencia en la manera en que un sonido o conjunto de ellos influye en una persona.

Entre estos factores individuales se encuentran: las preferencias sonoras del individuo, su salud, estado de ánimo, edad, memoria auditiva, el significado que tiene para el individuo el sonido escuchado, las expectativas acústicas que tiene sobre el ambiente en que se encuentra, la relación entre lo que escucha y lo que perciben los otros sentidos, lo previsible del sonido, la posibilidad de retirarse del ambiente en que está o controlar lo que escucha, entre varias otras (Ando & Pompoli, 2002; Belojevic et al., 2003; Fields, 1993; Fujii et al., 2002; Jeon et al., 2011; Kim et al., 2015; López-Pacheco et al., 2014; Miyara et al., 2014; Steffens et al., 2017; van Kamp et al., 2012; Yu & Kang, 2010).

Por consiguiente, cuando el estudio de un ambiente acústico tiene como fin conocer la incidencia del mismo sobre las personas, se necesita más información que los indicadores acústicos. Un ejemplo de ello es el sonido de una caudalosa fuente de agua en una plaza. Este sonido es agradable para muchas personas, además, debido a su riqueza espectral y contenido energético, podría operar como enmascarante de ruidos indeseados. Si esta fuente sonora fuese evaluada sólo con el criterio normativo de los niveles sonoros (comúnmente empleado), dependiendo de las condiciones, la fuente podría ser considerada como emisora de “ruido” excesivo, a pesar de estar causando efectos favorables en la población (Jeon et al., 2012; Nilsson et al., 2010; Watts et al., 2009; You et al., 2010).

El paradigma de la Contaminación Acústica tiene un enfoque reduccionista respecto de la interacción del sonido con el ser humano en el ambiente. Este enfoque podría ser de utilidad en algunos casos (e.g. cuando se realiza análisis comparativos a gran escala), sin embargo no da cuenta de la complejidad subyacente al problema.

### 2.4.1. El fracaso de las políticas de mitigación del ruido

Durante finales del siglo XX y los primeros años del siglo XXI, se han puesto en acción diversas políticas internacionales en materia de ruido urbano (Ambiente, 1995; Berglund & Lindvall, 1995; Berglund et al., 1999; Commission, 2000; Cowan, 1993; European Parliament and the Council, 2002; European Union, 1996; Kephelopoulos et al., 2014; Kotzen & English, 2009; Murphy & King, 2014; Skinner & Grimwood, 2005). Estas políticas perseguían, en primera instancia, homogeneizar los criterios para la medición del ruido y diagnosticar los niveles sonoros y el estado de la contaminación acústica en las diferentes localidades. En segunda instancia, se trazaron planes de mitigación del ruido. Estas acciones han representado costos onerosos para los estados involucrados (European Environment Agency, 2014; Royal HaskoningDHV, 2013; Rilett, 1995; Schwela, 2010; Thorne & Shepherd, 2013; Vogiatzis & Remy, 2014).

En el caso de la Comunidad Europea, los objetivos de mapeo fueron fijados de modo de poder ser alcanzados a lo largo de los años en función de las distintas escalas de ciudades (Chung & To, 2011; European Parliament and the Council, 2002; Kephelopoulos et al., 2014). Los planes de mitigación también se basaron en objetivos de reducción de los niveles sonoros de inmisión en forma escalonada en función del tiempo (European Parliament and the Council, 2002; Kephelopoulos et al., 2014). La principal visión de estas políticas internacionales relacionadas a la Acústica Ambiental fue reducir los niveles sonoros urbanos tanto como fuera posible. Sus acciones operaban por medio de diferentes técnicas y procedimientos para la gestión y mitigación del ruido en las ciudades. Algunas de estas acciones representaron desafíos no sólo muy costosos, sino que también difíciles de implementar (Commission, 2000; European Union, 1996; Kassomenos, Vogiatzis, & Coelho, 2014; Schwela, 2010).

A pesar de las dificultades mencionadas, hubo objetivos de reducción de los niveles sonoros que fueron alcanzados (European Environment Agency, 2014; Kephelopoulos et al., 2014; R. Kim & Berg, 2010). Sin embargo, los beneficios sociales de las acciones implementadas han sido menores. De este modo, los elevados costos invertidos en las políticas de mitigación del ruido no han redundado de la manera esperada en el bienestar percibido por parte de la población (Alves, Scheuren, & Altreuther, 2016; Brown, 2015; Raimbault & Dubois, 2005; Soundscape-COST, 2013). Las causas de este virtual fracaso residen, por un lado, en lo ambicioso de la empresa y, por el otro, en que la naturaleza de la percepción sonora hace difícil alcanzar beneficios sociales apreciables sólo por medio de la reducción de unos pocos decibeles a lo largo de varios años.

Algunos de los mecanismos psicológicos y perceptuales presumiblemente relacionados a que estos beneficios no sean apreciables por las personas son estudiados por la Psicoacústica (Fastl & Zwicker, 2007; Moore, 2004). La sonoridad se percibe en términos relativos, contrastando el sonido escuchado con otro sonido de referencia. En este sentido, las personas experimentan un fenómeno de habituación al sonido basado en la memoria auditiva, la que opera principalmente en el corto plazo (Basso, 2006). De este modo, la reducción paulatina del nivel sonoro de unos pocos

decibeles a lo largo de varios años no es reconocida por las personas (especialmente cuando se trata de las mismas fuentes sonoras) (Floud et al., 2013; Hammer et al., 2014; Sunde et al., 2016; Weyde et al., 2017).



### 3. EL PARADIGMA DEL PAISAJE SONORO

El cambio de milenio trajo de la mano la intensificación de la investigación del Paisaje Sonoro (“Soundscape”). Este incremento fue contemporáneo al virtual fracaso de los planes de mitigación del ruido urbano en países desarrollados. Como se expuso en la sección precedente, reducir los niveles sonoros en las ciudades no siempre es factible, sus costos son muy altos y, lo que es más importante, esta acción no siempre satisface a la población o incrementa su calidad de vida (Chung & To, 2011; European Environment Agency, 2014; Jeon et al, 2011). Esta es una de las causas por las cuales durante los últimos años se ha comenzado a gestar un progresivo cambio de paradigma en la concepción del ruido comunitario. En este contexto emerge el paradigma del Paisaje Sonoro (PPS), el cual propone soluciones innovadoras a la problemática del ruido en la ciudad (Brown, 2011; Raimbault & Dubois, 2005).

El PPS concibe al ambiente acústico en un sentido *sistémico* y es cauteloso de los aspectos humanos involucrados. Este paradigma, a diferencia del paradigma de la Contaminación Acústica, no fija al individuo como un receptor pasivo del ruido, sino que lo considera como parte activa y constituyente de su ambiente. Por otra parte, el paradigma del Paisaje Sonoro, a diferencia de su predecesor, no considera al sonido ambiental un contaminante físico por definición ni persigue el silencio como el fin ideal. El PPS reconoce la necesidad del sonido en la vida y el valor que éste puede tener en la sociedad, considerándolo como un *recurso*.

De este modo, el paradigma del Paisaje Sonoro apunta a la gestión y optimización del sonido en el espacio urbano, no sólo mitigando el ruido, sino que también promoviendo aquellas fuentes sonoras positivas para la sociedad, el ambiente, la salud pública y la cultura.

En el Paisaje Sonoro (PS) intervienen múltiples variables, correspondientes al *ambiente*, al *ambiente acústico* y al *ambiente experimentado* por las personas. Este último a su vez se ve condicionado por factores individuales. Las variables del PS están interrelacionadas y son dinámicas en el tiempo. El PPS cubre la multidimensionalidad y considera al Paisaje Sonoro como un Sistema Complejo.

Si bien puede estudiarse del Paisaje Sonoro de ambientes naturales, rurales o urbanos, lo que en términos genéricos se denominará *Paisaje Sonoro Ambiental*, el principal ámbito de interés línea de trabajo es la ciudad. De esta manera, el *Paisaje Sonoro Urbano* puede considerarse un caso particular de *Paisaje Sonoro Ambiental*.

El paradigma del Paisaje Sonoro implica el desarrollo de nuevos conceptos, métodos, técnicas, herramientas, procedimientos y normativas, cuya complejidad requiere ser abordada en forma interdisciplinaria (Kuhn, 2011; García, 2006). La investigación del Paisaje Sonoro conforma una nueva herramienta cuya ulterior gestión contribuye a mejorar la calidad de vida de la población, permitiendo remediar ambientes acústicos existentes y diseñar la acústica de nuevos espacios urbanos.

### 3.1. LOS PRIMEROS ANTECEDENTES

Los antecedentes del Paisaje Sonoro se remiten a finales de la década del 60, cuando el canadiense Murray Schafer llevó a cabo un proyecto titulado “The World Soundscape Project” en la Universidad Simon Fraser. Este proyecto proponía realizar registros sistemáticos de audio de diferentes ambientes, permitiendo así “perpetuar” ambientes sonoros que inevitablemente cambiarían con la industrialización y el desarrollo tecnológico. La primera publicación de Schafer data de 1969 y se titula “The New Soundcape” (Schafer, 1969). Schafer, junto con Barry Truax desarrollaron el concepto de “ecología acústica” y continuaron trabajando en esa línea (Schafer, 1977, 1993; Truax, 1978). En 1993 se creó una asociación llamada World Forum for Acoustic Ecology (WFAE).

En 1992, Carles et al. realizan una primera publicación sobre cómo la congruencia entre el sonido y el paisaje influye en las preferencias de la gente en espacios naturales, espacios verdes urbanos y paisajes culturales (Carles et al., 1992, 1999).

En 1994, Brown y Rutherford publican las primeras investigaciones sobre la influencia que tiene la inclusión del sonido del agua como elemento de diseño de los ambientes sonoros urbanos (Brown & Rutherford, 1994).

En el año 2000, el WFAE lanza la revista “Soundscape: The Journal of the Acoustic Ecology”. En los primeros volúmenes, Vicki Reed, académica de la misma Universidad que Murray Schafer, fundamenta el carácter complejo del Paisaje Sonoro y la necesidad de estudiarlo como una unidad (“when the soundscape is reduced to the sum of its pieces, it is easy to lose sight of the complexity of the puzzle”) (Reed, 2000).

En 2001, Detlev Ipsen de la Universidad de Kassel desarrolla el concepto de complejidad del Paisaje Sonoro y lo relaciona con la motivación que experimentan las personas, proponiendo tres componentes estructurales respecto de la percepción de los ambientes sonoros: foco, contexto y conocimiento (Ipsen, 2001).

En 2002, Brigitte Schulte-Fortkamp de la Universidad Técnica de Berlín advierte sobre la necesidad de nuevos enfoques y procedimientos interdisciplinarios en la acústica ambiental que favorezcan el bienestar y la salud pública, y señala que estos enfoques deben estar centrados en las personas (Schulte-Fortkamp, 2002).

A partir del comienzo de este siglo las publicaciones científicas en materia de Paisaje Sonoro se han multiplicado y diversificado, muchas de las cuales serán revisadas a lo largo de la presente Tesis.



### 3.2 EL SONIDO COMO RECURSO

El paradigma del Paisaje Sonoro considera al sonido como un *recurso* a gestionar y no sólo como un *contaminante físico* que debería ser indefectiblemente mitigado. Lex Brown, urbanista australiano, señala que el silencio no es un aspecto central en las preferencias sonoras de las personas que se encuentran al aire libre. El investigador afirma que estas preferencias están más vinculadas, por un lado a la congruencia entre el paisaje visual y sonoro y, por el otro, a que los sonidos deseados de oír no sean enmascarados por aquellos sonidos indeseados (Brown, 2011).

La concepción del sonido como recurso brinda la base para la gestión de qué sonidos promover, preservar, modificar o atenuar, dónde y cuándo. Estas acciones representan instrumentos que pueden ser usados en pos de la salud y bienestar de la población, su cultura y ambiente (Brown, 2010). En este sentido, el enfoque del Paisaje Sonoro, lejos de oponerse a los objetivos de la lucha contra la contaminación acústica, potencia sus alcances y facilita su ejecución (Vogiatzis & Remy, 2014).

### 3.3 LUGAR DEL SER HUMANO

De acuerdo con el paradigma del Paisaje Sonoro, las personas y el ambiente acústico son nutridos mutuamente. En este sentido, el carácter complejo del Paisaje Sonoro se manifiesta en que los seres y el medio ambiente están en constante interacción entre sí, representando una dupla acoplada (Beer, 2000). Esta concepción supone una visión integral para el abordaje de la acústica en los ambientes abiertos, en los cuales no es suficiente caracterizar el Paisaje Sonoro sólo mediante mediciones físicas o simulaciones computacionales. La investigación de acuerdo al PPS, además de las técnicas objetivas convencionalmente empleadas por la Acústica Ambiental, integra herramientas de análisis subjetivo y cualitativo. La complementariedad de estas técnicas permite obtener mejores aproximaciones para la completa evaluación del ambiente acústico y sus interacciones con el hombre.

El PPS considera central la percepción del ser humano, alineando incluso el desarrollo y aplicación de tecnologías en función de la misma. Desde la óptica del PPS, la percepción que tienen las personas del ambiente “hace” al Paisaje Sonoro (el que no puede ser concebido sin esta percepción). La percepción y experiencia que tienen las personas está condicionada por factores individuales relacionados con el ambiente, entre los que se encuentran: la familiaridad, las actividades desarrolladas, las expectativas acústicas y la afinidad social. Estos factores individuales relacionados al ambiente se ven a su vez influenciados por aspectos intrínsecos a las personas, como la cultura, las características de su lugar de procedencia, el estado de ánimo, la sensibilidad al ruido, la normalidad de su audición, y las preferencias sonoras, entre otras. Todos estos factores forman parte de la experiencia del Paisaje Sonoro e influyen en su evaluación.

De esta manera, el ser humano se encuentra en el centro del PPS y los métodos para el estudio del Paisaje Sonoro tienen que estar relacionados tanto con el ambiente, como con la experiencia del mismo y con la mente de las personas (Schulte-Fortkamp & Fiebig, 2011).

### 3.3.1 Los Interactores del Paisaje Sonoro

En esta investigación, los individuos que componen el Paisaje Sonoro ambiental se denominan *interactores del Paisaje Sonoro*, abreviado como *interactores*<sup>7</sup>. Los interactores son todos aquellos seres competentes para interactuar acústicamente con el ambiente, es decir, capaces de emitir sonidos (ya sea vocales o no) como una reacción a su percepción sensorial o en función de otros procesos inherentes al individuo. De acuerdo a esta concepción, los animales y algunos insectos también pueden ser considerados interactores (Wiseman, 2015). Sin embargo, en esta Tesis se empleará el término interactores solamente para referirse a los seres humanos.

### 3.3.2 Definición de Paisaje Sonoro de acuerdo a ISO

De acuerdo con la Norma ISO 12913-1:2014, el *Paisaje Sonoro* es definido como *el ambiente acústico tal como es percibido, experimentado y/o entendido por las personas en el contexto* (ISO, 2014).

Esta norma también define el *ambiente acústico* como *el sonido producido por todas las fuentes sonoras modificado físicamente por el ambiente*.

En la definición de Paisaje Sonoro se manifiesta el lugar central que tiene el ser humano respecto de esta problemática. Por otra parte, esta definición también refleja la complejidad del PS. La “percepción”, “experimentación” y “entendimiento” del ambiente acústico por parte de las personas representan dimensiones que no pueden abordarse sólo desde la Acústica Ambiental.

### 3.4 MARCA SONORA Y ACTIVO SONORO: Ejemplos.

En las ciudades, además de los ruidos o *pasivos sonoros*, también existen sonidos que son positivos para la comunidad, estos sonidos pueden considerarse *activos sonoros* (Bravo, 2012). Los activos sonoros pueden tener valor ambiental, sanitario, social, urbanístico, cultural, histórico, patrimonial o cívico. Por otra parte, las *marcas sonoras* (“soundmarks”) son sonidos característicos que se identifican con un ambiente o una cultura (Schafer, 1993).

Dependiendo del contexto, algunos ejemplos de marcas sonoras podrían ser: las campanas de una iglesia, el pasar del tren o su bocina, el cántico o instrumento musical característico de un rubro de vendedores ambulantes (como el “chiflo” que utiliza el afilador de cuchillos en Argentina y España), las voces del gentío en los mercados, el paso del tranvía (por ejemplo en Córdoba, Valparaíso y San Francisco, CA), las motos de escape libre (Córdoba), las pequeñas motos de “delivery” (en algunos barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires), los golpeteos de las embarcaciones y sonidos típicos de los puertos, el mar en algunas zonas costeras, un salto de agua o una fuente, el canto de algunas aves, la música ejecutada o

---

<sup>7</sup> Término derivado de conversación privada (Hermida & Kogan, 2015).

reproducida habitualmente en un sitio, algunos rituales sonoros periódicos tradicionales (como la sirena en los cuarteles de bomberos en Chile todos los mediodías o el cañonazo de las 21 hrs. en La Habana), entre otros.

Muchas de estas marcas sonoras pueden ser consideradas activos sonoros, ya que representan sonidos, no sólo característicos, sino que con valor positivo para una cultura. Sin embargo, algunas marcas sonoras pueden constituir pasivos sonoros, ya que, a pesar de ser característicos, son indeseados o generan efectos nocivos para la salud (constituyéndose en “ruidos”). Los activos sonoros también los pueden constituir ambientes acústicos completos positivos para la comunidad, por ejemplo que favorezcan los estados y procesos emocionales y cognitivos deseados, como podría ser el caso de un parque que presenta niveles sonoros bajos y dominancia de sonidos naturales (Andringa & Lanser, 2013; van Kamp et al., 2016).

### 3.5 EL PAISAJE SONORO COMO SISTEMA COMPLEJO

De acuerdo a Morin (2008), la complejidad de un sistema reside en la imposibilidad de simplificarlo. Rolando García (2006) postula que un *Sistema Complejo (SC)* es un *recorte de la realidad* (la que también es compleja), en el que sus elementos no son separables y, por lo tanto, no pueden ser estudiados aisladamente. Más aún, este autor sostiene que los elementos de un SC son *interdefinibles*, o sea que se definen mutuamente y cada uno de ellos no puede ser definido sin los otros elementos. Los elementos de un sistema constituyen *subsistemas* (que muchas veces son, a su vez, unidades complejas). En un sistema complejo coexisten subsistemas de distinta naturaleza que pertenecen a diferentes dominios del conocimiento. La complejidad de un sistema radica en la heterogeneidad de naturalezas de sus subsistemas, pero, más aún, en las *interacciones* de estos subsistemas.

Los sistemas complejos involucran fenómenos y estos fenómenos tienen escalas, las que, aunque diferentes entre sí, interactúan. Lo mismo puede decirse de los respectivos subsistemas y procesos internos del sistema. Los subsistemas y sus interacciones determinan la *estructura* del sistema, la que concierne a las relaciones entre “el todo” y las partes. La transformación en el tiempo de esta estructura representa la *dinámica* del sistema (García, 2006).

Por tratarse de un recorte de la realidad, un Sistema Complejo tiene límites, o sea que existe un “afuera” y un “adentro”, lo cual, en las primeras aproximaciones al estudio del SC puede ser difícil de definir en forma precisa. Sin embargo, establecer los límites del sistema resulta necesario para poder acotar el objeto de estudio. A través de los límites, circulan flujos entre el sistema y el exterior, los que se rigen por cierta *velocidad de cambio*. Esta velocidad de cambio de los flujos alterará la dinámica del sistema en función de las escalas temporales de los fenómenos involucrados (García, 2006).

Los SC pueden encontrarse en distintos campos del conocimiento, sin embargo el estudio de estos sistemas implicó el desarrollo de nuevos enfoques, métodos y

herramientas, dando lugar al surgimiento de las Ciencias de la Complejidad (Maldonado, 2005).



El Paisaje Sonoro involucra distintos subsistemas, procesos, fenómenos y dimensiones que pertenecen a diferentes dominios e interactúan entre sí. Por otro lado, los componentes del Paisaje Sonoro son interdefinibles y no pueden ser comprendidos aisladamente. La estructura del PS se transforma en el tiempo, imprimiéndole al sistema una dinámica que muchas veces es difícil de prever (Davies et al., 2013; De Coensel, 2005; Pijanowski et al., 2011). La evolución en el tiempo del Sistema de PS puede mostrar características más bien de *estabilidad* o de *inestabilidad*.

Aquellos paisajes sonoros que sólo experimentan cambios menores o que presentan patrones periódicos previsibles en el tiempo (ya sea horarios, diarios, semanales, estacionales), son denominados *estables*. Aquellos paisajes sonoros que se transforman de modo sustancial a lo largo del tiempo y que su dinámica no responde a patrones predecibles son denominados *inestables*.

El Paisaje Sonoro está relacionado con procesos ambientales, físicos, biológicos, urbanos, sociales, culturales, psicológicos, políticos, económicos y tecnológicos (Brown, 2014; Raimbault & Dubois, 2005). De acuerdo al enfoque de García (2006), para considerar al PS como sistema complejo, es necesario “recortarlo” estableciendo límites con el exterior. Estos límites pueden ser de distinta índole y su definición permite circunscribir a los subsistemas interiores, sus interacciones y procesos. El establecimiento de límites permite además conocer aquello que queda afuera del objeto de estudio.

Los elementos, fenómenos y procesos involucrados en el Sistema de PS pertenecen a los dominios del *ambiente*, el *ambiente acústico* y el *ambiente experimentado*. Estos dominios tienen escalas temporo-espaciales diferentes, así como estructura y límites propios, los que a su vez se van transformando.

Los límites del ambiente son físicos y geográficos. Los límites del ambiente acústico varían en el tiempo y están dados por lo medible objetivamente del sonido. Los límites del ambiente experimentado (o “vivencia del ambiente”) son híbridos. Por un lado, están dados por la presencia corporal del interactivo en el ambiente, el alcance y sensibilidad de sus sentidos. En cuanto a los aspectos individuales que afectan la experiencia del PS (ver 3.3), las causas y desarrollo de los mismos en la vida del interactivo se pueden ubicar del otro lado de los límites propuestos para el Sistema del PS, siendo parte del “afuera”.

A fin de sintetizar el “adentro” del SC, se podría decir que **el Paisaje Sonoro tiene que ver con lo que está sucediendo en un ambiente y sus intermediaciones, así como con lo que sucede en otros lugares y puede ser escuchado en el ambiente, o bien genera sonidos en el mismo**. De este modo se puede decir que el Paisaje Sonoro “está sucediendo” en cada momento.

### 3.6 HERRAMIENTAS PARA LA INVESTIGACIÓN DEL PAISAJE SONORO

El Paisaje Sonoro, al ser considerado un Sistema Complejo, requiere de herramientas metodológicas que respeten su naturaleza para poder ser investigado apropiadamente. Estas herramientas deben permitir la medición y análisis de múltiples variables de distinto tipo, así como sus interacciones.

En primera instancia, es necesario aplicar procedimientos y técnicas de adquisición multidimensional de datos del PS. Éstos deberían permitir adquirir datos de diferentes dominios. Además, debido a que las interacciones entre los distintos elementos de los dominios suceden en forma contemporánea, es conveniente recoger en forma simultánea los datos correspondientes a las diferentes dimensiones. De este modo, se requiere la aplicación de técnicas paralelas que permitan adquirir el “dato complejo”.

Una vez capitalizada la adquisición multidimensional y simultánea de datos del PS, los mismos deben ser procesados de modo tal de no embestir con su carácter sistémico. Es de esperar que se deban producir algunas disgregaciones de elementos o variables para su análisis, sin embargo estos procesos deben realizarse cautelosamente para no ocasionar disociaciones irreparables. El proceso de disgregación de variables para su análisis siempre debe tener en cuenta su interdependencia sistémica y permitir la integración de las mismas (retornando al “todo”). La medida en que esta disgregación puede efectuarse depende de la escala temporal y espacial con que se esté mirando los fenómenos.

Por ejemplo, si se desea conocer si en una esquina hay en términos medios más energía acústica que otra a lo largo de un año, bastaría con tomar una muestra representativa de mediciones del Leq en distintos días y horarios a lo largo del año en ambas esquinas, promediarlas, comparar las medias y ver si existen diferencias significativas entre ellas. En este caso la variable “energía acústica” está disgregada del Sistema de PS, sin embargo para dicho objetivo esto sería admisible. Esta práctica corresponde a un enfoque reduccionista de la Acústica Ambiental.

Pero si lo que se deseara fuera conocer la relación entre las fuentes sonoras presentes en un ambiente durante una hora y la experiencia que tienen las personas en este ambiente, no sería plausible considerar la energía acústica en forma disociada de las fuentes sonoras presentes ni de la percepción de las personas sobre las mismas, así como tampoco sería apropiado fragmentar la simultaneidad de estos fenómenos. En este caso las interacciones entre variables pertenecientes a diferentes dominios son constitutivas del Sistema de PS bajo análisis.

De este modo, las herramientas metodológicas empleadas para el análisis de los datos del PS deben permitir la articulación de múltiples variables de diferente naturaleza. Algunas de estas herramientas son las *redes neuronales artificiales* (Lagrange et al., 2015; Yu & Kang, 2009; Soeta & Ando, 2015), *algoritmos evolutivos* (Fornari et al., 2008), *lógica difusa* (Maristany et al., 2016), *modelos mixtos* (Balzarini et al., 2001), *geoestadística* (Webster & Oliver, 2001), *análisis multivariado* (Balzarini

et al., 2015; Deng et al., 2015) y *sistemas de información geográfica* (Ge et al., 2009; Hong & Jeon, 2017; Liu et al., 2013; Olaya, 2011), entre otros.

### **3.7. NECESIDAD DE ABORDAJES INTERDISCIPLINARIOS**

Un problema complejo, debido a que involucra diferentes dominios del conocimiento e interacciones entre los mismos, debe ser abordado en forma interdisciplinaria. Una sola disciplina no puede proveer de soluciones integrales a un problema complejo, ya que éste último la excede. Las soluciones a problemas complejos requieren que se aborden los mismos como una unidad, en la que sus subsistemas no pueden ser aislados de su contexto (García, 2006).

El enfoque sistémico que requiere un problema complejo para su abordaje se erige en base a múltiples miradas desde diferentes disciplinas, tanto en lo concerniente a la comprensión del problema, como a la construcción de posibles soluciones. Más aún, dichas soluciones no pueden componerse de la suma de aportes independientes provenientes de las distintas disciplinas (lo cual representaría un abordaje *multidisciplinario* en vez de interdisciplinario), sino que deben partir de un marco conceptual en común. Así, los integrantes de las distintas disciplinas que integran el equipo construyen juntos un enfoque común sobre el problema y sobre su solución (Bammer, 2013; Craig & Roten, 2010; García, 2006; VVAA, 2005). Como se ha mencionado en la sección previa, el Paisaje Sonoro representa un ejemplo de problemática compleja, por lo que requiere ser abordado en forma interdisciplinaria.

De este modo, el Paisaje Sonoro representa un nuevo campo de estudio que integra a la ingeniería con ciencias, disciplinas y prácticas concernientes al urbanismo, biología, ambiente, salud pública, psicología (y otras ciencias de la salud), arquitectura, paisajismo, ordenamiento territorial y gestión pública, transporte, economía, estadística, demografía, sociología, clima, arte, entre otras.

El abordaje interdisciplinario necesario para el estudio del Paisaje Sonoro enriquece a la Acústica Ambiental, proveyéndole de nuevos puntos de vista, métodos, técnicas y herramientas. De esta manera, por medio de las investigaciones en Paisaje Sonoro, la Acústica Ambiental amplía sus horizontes, traspasando los límites de prácticas clásicas, como las mediciones acústicas y las modelaciones del ruido urbano.

Por otra parte, el Paisaje Sonoro está presente en todas las regiones, por lo que se requiere no sólo de métodos interdisciplinarios para su abordaje, sino que también trans-culturales. Esto le imprime el desafío a los métodos de preservar los rasgos particulares de cada región y al mismo tiempo estos métodos tengan validez universal.

### 3.7.1 El rol de las Ciencias de la Ingeniería

Los ingenieros y científicos de la ingeniería cumplen un papel central en la conformación de equipos interdisciplinarios de trabajo, ya que su formación los dota de capacidades organizativas, de planificación y gestión. Estas aptitudes son fundamentales para la diagramación del trabajo y la consecución de metas. Si los ingenieros y científicos de la ingeniería complementan su formación con teorías, técnicas y entrenamiento interdisciplinario, estarán mejor preparados para la coordinación y articulación de equipos interdisciplinarios. Esto es de gran importancia para el progreso en materia de Paisaje Sonoro y se ve favorecido si el profesional de la Ingeniería además, cuenta con aptitudes para el trabajo socio-ambiental (Craig & Roten, 2010; Culligan & Peña-Mora, 2010).

**Uno de los principales ejes de acción de la Ingeniería es la generación de procedimientos, métodos, normas, herramientas y tecnologías para la investigación, remediación y diseño del Paisaje Sonoro.**

Algunos frentes de acción específicos lo constituyen el procesamiento de señales acústicas, el modelamiento, la generación de indicadores, la optimización de técnicas de medición y el desarrollo de sistemas integrados de gestión del PS.

En particular, se requiere esfuerzo de ingenieros por obtener tecnologías, procesos e indicadores que permitan el reconocimiento automático de las fuentes sonoras presentes en un ambiente, sus localizaciones, características y dinámica (Bunting & Chesmore, 2013; López-Pacheco et al., 2014; Torija et al., 2014; Yang & Kang, 2014). El hecho de poder medir estos aspectos del ambiente acústico representa el punto de partida para la generación de modelos predictivos del Paisaje Sonoro (Yu & Kang, 2009).

### 3.8. GESTIÓN DEL PAISAJE SONORO URBANO

El estudio del Paisaje Sonoro (PS) proporciona distintas informaciones sobre los ambientes acústicos y su percepción por parte de la población. En primer lugar, da a conocer indicadores acústicos, permitiendo diagnosticar el grado de contaminación acústica y la aplicación de criterios guía o normativos. En segundo lugar, permite comprender las percepciones de los ciudadanos, sus problemáticas, conflictos y preferencias respecto del ambiente acústico. En tercer lugar, permite identificar y clasificar los sonidos presentes en el ambiente y da cuenta de sus impactos (o potenciales impactos) en la salud y en el bienestar de la población, ya sea de forma positiva o negativa. En cuarto lugar, brinda la posibilidad de identificar y caracterizar *marcas sonoras y activos sonoros*.

La documentación, organización y sistematización de esta información representa una herramienta de gran utilidad para las prácticas de gestión del ambiente urbano, pudiendo tener importantes implicancias en la calidad de vida de la población. La investigación conforma la base para la gestión de las fuentes sonoras en la ciudad, posibilitando preservar aquellas que son de interés y mitigar, regular o reubicar

aquellas con impactos negativos sobre la salud pública (Andringa et al., 2013; Berglund et al., 1999).

La gestión del PS adquiere mayor alcance y sostenibilidad cuando se articula con prácticas de gestión de otros aspectos del ambiente, concibiendo a éste como una unidad (Newell & Roberts, 2016). La articulación de estas prácticas requiere del trabajo interdisciplinario y puede apoyarse en herramientas tecnológicas que facilitan la integración de las múltiples variables y sus interacciones, como los Sistemas de Información Geográfica.

La gestión del Paisaje Sonoro está íntimamente ligada a la planificación urbana, la cual considera, por un lado, la remediación de ambientes existentes y, por el otro, el diseño de futuros ambientes (Brown, 2014).

Por otra parte, la adecuada gestión del ambiente acústico, requiere de la articulación de diferentes estamentos de la sociedad: la ciudadanía, la administración pública, la universidad y la empresa. En Europa, ya se han implementado dos proyectos a gran escala sobre la investigación y planificación del Paisaje Sonoro que articulan distintos estamentos; uno de ellos se denomina “Soundscape of European Cities and Landscapes” y es una acción de la Comisión Europea “COST Action” que se llevó a cabo entre 2009 y 2013 (Soundscape-COST, 2013); el otro es el Proyecto SONORUS, enmarcado en el Programa Marie Curie (FP7) de la Comisión Europea, desarrollado en el período 2013-2016.

### **3.8.1 Aplicaciones de la gestión**

La gestión del Paisaje Sonoro puede favorecer de diferentes modos a la sociedad. Algunas aplicaciones derivadas de dicha gestión son: los estudios de impacto ambiental, la remediación de ambientes acústicos urbanos, la salud pública, el bienestar social, la planificación urbana, desarrollo socio-demográfico, el diseño y gestión de paisajes urbanos y áreas verdes, y la legislación ambiental, entre otros.

En este sentido, la gestión del PS puede ser empleada como herramienta para la preservación del medio ambiente, brindando información útil respecto de las interacciones entre el sonido y el entorno natural. Por ejemplo, por medio de la gestión del Paisaje Sonoro ambiental podría protegerse a la avifauna que emite sonidos con significancias ecológicas y que al mismo tiempo es vulnerable al ruido de origen antrópico (Wiseman, 2015).

Otra arista de aplicación de la gestión del PS es la economía, ya que el estudio de los impactos y beneficios de las fuentes sonoras en la ciudad aporta datos útiles para la cuantificación de costos y beneficios socio-económicos de emprendimientos, especialmente cuando estos emprendimientos son potenciales generadores de ruido o susceptibles al mismo (Bravo-Moncayo et al., 2017). La valorización socio-económica del sonido en el territorio contribuye a áreas como la recreación, el turismo y la construcción (Azqueta Oyarzun, 1994).



La gestión interdisciplinaria del Paisaje Sonoro representa una herramienta clave para la planificación urbana y el desarrollo sostenible del ambiente construido. Por medio de la investigación aplicada de los paisajes sonoros se puede aportar a prácticas de ordenamiento territorial y zonificación urbana, gestión del transporte, áreas verdes y zonas de esparcimiento, entre otras. Por otra parte, el Paisaje Sonoro representa un fértil e incipiente campo de estudio para el diseño de espacios urbanos más saludables para la población.

### **3.9 BENEFICIOS PARA LA SALUD Y EL BIENESTAR DE LA POBLACIÓN**

El Paisaje Sonoro (PS) tiene gran incidencia en la salud y el bienestar de la población, muchas veces de modo poco conocido por la administración pública y la ciudadanía.

En la sección 2.2 se sintetizaron los efectos nocivos sobre la salud que puede tener el ruido. Sin embargo, el PS también puede generar importantes beneficios a la salud pública. Estos beneficios pueden ser de orden comportamental, psicológico, fisiológico cognitivo y emocional.

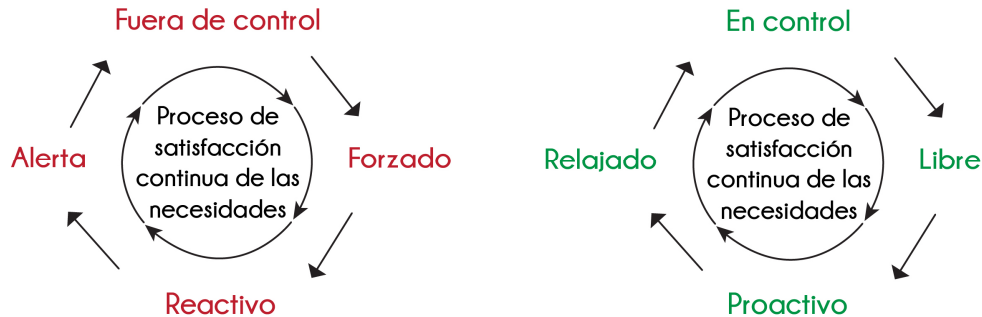
#### **3.9.1 Rol del Paisaje Sonoro en la formación de hábitos**

Los hábitos saludables están orientados principalmente a satisfacer las necesidades de cada persona. El individuo que puede desarrollar libremente sus hábitos saludables tiene mayor dominio de sí mismo. En oposición, los hábitos negativos (aquellos que conducen a consecuencias desfavorables para la persona) le restan dominio de sí mismo y lo someten a dependencias respecto del ambiente (Andringa et al., 2013).

El sonido ambiental puede favorecer u obstaculizar el desarrollo de los hábitos, lo cual depende tanto de los estímulos ambientales recibidos como de las necesidades que tiene el individuo. Si el ambiente acústico ayuda a que los hábitos positivos sean desarrollados de modo natural, se favorece que las necesidades personales sean satisfechas y que las personas estén en dominio de sí mismas. La proactividad en la satisfacción de las necesidades produce estados placenteros. Por el contrario, si los estímulos sonoros ambientales dificultan la satisfacción de las necesidades personales, éstas se vuelven un factor de presión y se hacen prominentes en la conciencia. En este caso, el individuo es inducido por el ruido a satisfacer “cuanto antes” su necesidad y no se encuentra plenamente en dominio de sí mismo (Andringa et al., 2013).

Estos procesos de satisfacción continua de necesidades son esquematizados en la figura 3. En el caso de un Paisaje Sonoro desfavorable (lado izquierdo de la figura 3), se observa que el individuo no está en dominio de sí mismo y es forzado a actuar para satisfacer sus necesidades. Lo hace en forma reactiva y esto lo lleva a un estado de alerta, por lo que continúa sin dominio de sí mismo. Si el Paisaje Sonoro es favorable éste permite el normal desarrollo de los hábitos saludables requeridos para

la satisfacción de las necesidades (lado derecho de figura 3). En este caso, la persona se encuentra en pleno dominio de sí misma, actúa y piensa con libertad, es proactiva en función de sus necesidades y se siente relajada. Este estado le brinda la posibilidad de proyectarse mentalmente hacia el futuro (Andringa & Lanser, 2013).



*Figura 3: Esquema asociado a la frustración de las necesidades individuales debido a ambientes acústicos desfavorables (izquierda) y a la satisfacción de las necesidades individuales ayudada por ambientes acústicos favorables (derecha). Adaptado de Andringa et al. (2013).*

En síntesis, **un adecuado Paisaje Sonoro favorece estados cognitivos que permiten la libre asociación y proyección de ideas, tranquilidad y calidad de vida.** Por el contrario, algunos paisajes sonoros van en desmedro de estos procesos cognitivos, frustrando al individuo de sus necesidades. Esto provoca que la persona sólo pueda ocuparse en forma apresurada de los asuntos concretos a resolver en el momento, privándolo así de la posibilidad de estados mentales reflexivos y proyectivos (Andringa et al., 2013; Andringa & Lanser, 2013).

### 3.9.2 Beneficios psico-fisiológicos

El Paisaje Sonoro podría favorecer la comunicación entre las personas, brindando un ambiente acústico que posibilite el diálogo distendido sin la presencia de ruidos enmascarantes (Kryter, 1994).

Medvedev et al. (2015) registraron una menor conductividad eléctrica de la piel y observaron efectos beneficiosos sobre el sueño ante la presencia de sonidos placenteros.

En condiciones acústicas y visuales tranquilas existe evidencia de mayor conectividad efectiva entre la corteza auditiva y la corteza prefrontal medial. La corteza prefrontal medial está asociada a comportamientos complejos cognitivamente, como la planificación, la estrategia, la toma de decisiones, la adecuada selección de conductas y su organización, la coordinación de pensamientos y acciones en función de metas personales, la supervisión de conductas en función de estados emocionales y la flexibilidad cognitiva en el seguimiento de las estrategias (Pheasant et al., 2010).

Por medio de la medición de indicadores fisiológicos, Ulrich et al. (1991) sugirieron que durante la inmersión en un ambiente con sonidos naturales se eleva la concentración y se producen estados emocionales más positivos.

Mediante la medición de la frecuencia cardíaca, la conductancia de la piel y el tiempo de tránsito del pulso, se infirió la aparición de una componente en el sistema nervioso parasimpático en ambientes naturales que no tiene lugar en ambientes urbanos. De este modo, las personas expuestas a situaciones de estrés, obtienen más rápidas y completas recuperaciones luego de percibir sonidos de un ambiente natural, respecto de las personas que estuvieron expuestas sólo a ambientes acústicos antrópicos (Ulrich et al., 1991). Estos resultados fueron confirmados por Annerstedt et al. (2013) monitoreando la actividad cardiovascular y el cortisol en saliva, mediante lo cual se halló que los sonidos de ambientes naturales activan el sistema parasimpático, funcionando así como reparadores del estrés. Medvedev et al. (2015) también hallaron que los paisajes sonoros con menos eventos reducen la frecuencia cardíaca ayudando a la recuperación del estrés.

En caso que el Paisaje Sonoro no permita que la renovación psicológica pueda tener lugar (por ejemplo impidiendo el descanso y la relajación en forma sostenida), los niveles de estrés aumentarán y las personas podrían adquirir el síndrome “burnout”. Lo cual, si es masivo, deriva en consecuencias sustanciales negativas sobre la salud de la población e implica altísimos costos económicos para el sistema de salud (European Union, 1996; Grahn & Stigsdotter, 2003).

### **3.9.3 Áreas verdes y renovación de la salud**

El Paisaje Sonoro natural tiene potencial para la *renovación de la salud* cognitiva y emocional, lo que en Ingles se conoce como “restoration” (también encontrado en la literatura como “human restoration”, “health restoration”, “psychological restoration”, “emocional restoration”, “cognitive restoration”, “stress restoration” o “restorative effects”) (Andringa & Lanser, 2013; Kaplan, 1995; Medvedev et al., 2015a; Payne, 2011; van Kamp, Klæboe, Brown, & Lercher, 2016).

Van Kamp y sus colegas (2016) distinguen entre la renovación de la salud producida en forma directa por la inmersión en un área natural y los beneficios para la salud que provee el hecho de saber que existe un área natural disponible en las inmediaciones de la vivienda.

De no contar con un el acceso a un área verde, las personas estarían constreñidas a padecer los efectos adversos del ruido (ver Sección 2.2). El ruido opera en forma invasiva y prepotente sobre las personas, las que usualmente no tienen más defensa que retirarse del ambiente ruidoso (Miyara, 2007; van Kamp et al., 2016). En este sentido, las áreas verdes son especialmente necesarias para la población que vive en zonas con gran presencia de ruido vehicular (Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007). La falta de acceso de esta población a un ambiente natural va en detrimento de la salud psíquica y puede redundar en estrés crónico (van Kamp et al., 2016; von Lindern et al., 2016).

De acuerdo con los resultados del Proyecto Europeo Phenotype, la percepción individual de la renovación de la salud se correlaciona positivamente con la valoración del Paisaje Sonoro en el ambiente que las personas frecuentan para el descanso y la recreación. En dicho Proyecto, las variables que más explicaron la renovación de la salud fueron el número total de visitas al ambiente, su calidad percibida y la importancia personal otorgada a los espacios verdes (van Kamp, et al., 2016).

El acceso a un área verde es clave cuando las personas se encuentran fatigadas por haber estado concentradas en una tarea y ya no están siendo eficientes en la misma (Booi & van den Berg, 2012). La propiedad potencial de renovación psicológica del Paisaje Sonoro, podría estar relacionado con el hecho de que las personas que pasan un tiempo en la naturaleza luego obtienen mayor concentración en sus tareas (van Kamp et al., 2016; Kaplan & Kaplan, 1989; van den Berg et al., 2003).

Además de los efectos inmediatos renovadores de la salud, existen beneficios a largo plazo derivados del acceso a ambientes naturales en el entorno cercano a la vivienda (ten Brink et al., 2016). Según la revisión bibliográfica realizada por Murel (2013), el mayor aporte de los espacios verdes urbanos al bienestar de la población es en materia de salud mental. Según van Kamp et al. (2016), hay cuatro mecanismos por los cuales el acceso a los espacios verdes promueve la salud: a) la realización de actividad física, b) la interacción social, c) la relajación, y d) la reducción de los niveles de contaminación acústica y del aire. En forma complementaria a estos mecanismos, Murel destaca la importancia del contacto con la naturaleza, la valoración positiva del área y el confort térmico brindado por los espacios verdes (Murel, 2013).

### **3.10 DISEÑO DEL PAISAJE SONORO**

Debido al aumento de la urbanización y al crecimiento de la densidad poblacional en las ciudades, es frecuente que la edificación avance sobre áreas de uso público y que estas áreas, muchas veces reducidas, sean usadas cada vez por más personas. Desde la perspectiva del paradigma del Paisaje Sonoro (PPS), este crecimiento redundaría por un lado en que tiende a haber cada vez más sonidos de diferente tipo simultáneamente en los mismos ambientes y, por el otro, en el incremento de la relación entre sonidos antrópicos respecto de los sonidos naturales. En este sentido, el creciente acceso a tecnologías de uso personal que generan emisiones acústicas hace que gran parte de los sonidos antrópicos sean mecánicos o tecnológicos. Por otra parte, el ambiente acústico en las áreas públicas es altamente dependiente de las actividades realizadas por la población en cada momento, tanto en el ambiente en cuestión como en sus inmediaciones (Meng & Kang, 2016; van Kempen et al., 2014).

Si los ambientes acústicos saludables no cuentan con una adecuada política de protección y gestión, los factores mencionados seguramente irán en detrimento de la disponibilidad de estos ambientes por parte de los ciudadanos, ya que quedarían librados al devenir de la expansión urbano-demográfica. Esto provocaría que puedan ir perdiendo su condición de saludables, impactando así negativamente en la salud

pública de la población. En este sentido, tanto la gestión del Paisaje Sonoro urbano como su diseño, representan herramientas incipientes con gran potencialidad para disponer de ambientes acústicos que promuevan la calidad de vida en las ciudades, regulando los niveles de estrés y reduciendo los efectos nocivos del ruido sobre la salud poblacional (Andringa et al., 2013; Coelho, 2010; Brown, 2011; Grahn & Stigsdotter, 2003; Raimbault & Dubois, 2005).

El diseño del Paisaje Sonoro representa un campo muy reciente que permite proyectar la acústica ambiental en espacios abiertos. De este modo, pueden diseñarse ambientes acústicos urbanos que permiten el desarrollo de actividades específicas en cada ambiente (Nielbo et al., 2013).

Los beneficios para la salud y el bienestar de la población configuran un punto de partida para el diseño de nuevos paisajes sonoros urbanos y para la remediación de los existentes. De este modo, los paisajes sonoros pueden ser diseñados, no sólo para ofrecer ambientes acústicos coherentes con las actividades a desarrollarse, incrementar el bienestar y calidad de vida de los ciudadanos, sino que también para minimizar los efectos nocivos del ruido, favorecer el equilibrio psicológico y regular el estrés de la población (Andringa et al., 2013; Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007).

El diseño del Paisaje Sonoro brinda la posibilidad de aplicar a casos concretos los aprendizajes sobre el Paisaje Sonoro adquiridos durante las investigaciones de los últimos años. Se trata de una práctica creativa que no sólo requiere sólidos fundamentos teóricos, sino que también de trabajo interdisciplinario. La interdisciplina en el proceso de diseño brinda viabilidad y sostenibilidad a su producto. Algunos de los profesionales con los que podría resultar favorable articular el diseño del PS son: urbanistas, ingenieros (acústicos, ambientales, civiles, viales), arquitectos, paisajistas, artistas, diseñadores industriales, biólogos, ecólogos, zoólogos, botánicos y sociólogos.

Podría pensarse que el fin último de las investigaciones del Paisaje Sonoro reside justamente en poder diseñar la acústica de nuestras ciudades.

### **3.10.1 Fuentes sonoras y expectativas acústicas**

Las fuentes sonoras representan la constitución de un ambiente acústico y el PPS pone especial atención a las fuentes sonoras y su percepción (Brown, 2010). Las fuentes sonoras percibidas, la dominancia y la valoración de ellas, representan aspectos fundamentales para comprender un Paisaje Sonoro. Es más, la percepción de las fuentes sonoras y su valoración pueden ser predictores de la calidad del Paisaje Sonoro (Marry & Defrance, 2013; van Kamp et al., 2016).

Las fuentes sonoras presentes en los ambientes urbanos pueden tener efectos de distinta índole sobre las personas que las perciben. Estos efectos dependen de factores acústicos, ambientales y personales (Jeon, Lee, & Hong, 2011; Meng & Kang, 2016; van Kamp et al., 2012). No obstante las variaciones individuales y contextuales, algunos tipos de fuentes sonoras se asumen como favorables, mientras que otras fuentes sonoras se asumen como negativas. Por ejemplo, muchos de los sonidos

provenientes de fuentes naturales suelen generar efectos positivos en la salud (De Coensel et al., 2011; Payne, 2013; Tse et al., 2012; van Kamp, van Kempen, et al., 2016). También pueden generar efectos favorables los sonidos de personas que se encuentran alegres (Andringa & Lanser, 2013). En contraste, los sonidos provenientes del tráfico vehicular y de la construcción suelen ser considerados como negativos, generan efectos adversos sobre la salud de las personas (Berglund & Lindvall, 1995; Carvalho & Cleto, 2014; González, 2012; von Lindern et al., 2016).

Cada ambiente público cumple determinadas funciones para la comunidad. Estas funciones y los usos que se le dé al ambiente generan expectativas respecto de qué tipos de sonidos se podrían percibir en el mismo y cuáles sonidos no serían pertinentes de escuchar. De esta manera, los *sonidos esperados* son función de las *expectativas acústicas* sobre el ambiente (Bruce & Davies, 2014). Por ejemplo, en el campus de una universidad las expectativas acústicas podrían estar orientadas a favorecer el estudio y el pensamiento reflexivo. En este caso, los sonidos esperados podrían ser aquellos que favorecen la concentración, como por ejemplo algunos tipos de sonidos naturales (Andringa & Lanser, 2013).

### **3.10.2 Los sonidos naturales**

Es sabido que los paisajes sonoros naturales son favorables para el bienestar de las personas. Por ejemplo, aquellos ambientes en los que dominan los sonidos de aves, agua y hojas movidas por el viento pueden favorecer la relajación y brindar otros beneficios cognitivos y emocionales (Andringa & Lanser, 2013; Jeon et al., 2010; Payne, 2011; Tse et al., 2012; van Kamp et al., 2016).

De acuerdo al experimento audiovisual realizado por Pheasant et al. (2010), la proporción de sonidos naturales presentes en un ambiente y los niveles sonoros máximos alcanzados son aspectos clave en la percepción de la tranquilidad de los ambientes. En el modelo de índice de tranquilidad desarrollado por estos investigadores, la sonoridad de los sonidos de origen mecánico tiene un peso negativo, mientras que la sonoridad de los sonidos de origen biológico tiene un peso positivo. Los sonidos naturales que más aportaron al índice de tranquilidad fueron aquellos provenientes del agua (principalmente escenas en el mar) y de jardines.

Un grupo de investigadores de ingeniería de la Universidad Politécnica de Hong Kong conducidos por Man Sze Tse, estudiaron la percepción del Paisaje Sonoro en 4 parques urbanos por parte de 732 ciudadanos y hallaron que el sonido ambiental que más contribuyó al incremento del confort acústico fue la brisa del viento (Tse et al., 2012).

Posteriormente, Pheasant y Watts (2015) hallaron que el término “wildness” es un mejor descriptor que “tranquility”, ya que representa un constructo cognitivo que se relaciona simultáneamente con lo natural, lo remoto y con la ausencia de sonidos de origen mecánico. Según una encuesta realizada en Amsterdam en 2016, algunos aspectos propios de los ambientes que son considerados como tranquilos por la población son: la presencia de verde y agua, el adecuado mantenimiento, los colores, los olores y la espaciosidad (Booi & van den Berg, 2012; van Kamp, Klæboe, et al.,

2016). Por otro lado, la presencia de sonidos naturales puede reducir la sonoridad percibida del ruido de tráfico e incrementar el agrado del Paisaje Sonoro. De Coensel y su equipo (2011) encontraron que el sonido de agua puede ser más eficiente en la reducción de la sonoridad del tráfico, mientras que el canto de aves puede incrementar el agrado.

En este sentido, **las áreas verdes urbanas con dominancia de sonidos naturales, cumplen un rol de gran importancia en la percepción del espacio urbano y en la salud de la población.**

### **3.10.3 El agua como elemento de diseño**

El agua, en tanto elemento vital, originario de la vida y compositivo de la misma, también ofrece grandes beneficios en términos de Paisaje Sonoro. Los sonidos provenientes del movimiento del agua pueden tener efectos favorables para la salud psíquica, el bienestar y la concentración (Jeon et al., 2012; Tedja & Tsaih, 2015; Watts et al., 2009). Estos efectos favorables son complementados con los producidos por otras percepciones sensoriales simultáneas a la audición, como la información visual, olfativa y térmica proveniente del agua (Galbrun & Calarco, 2014; Jeon, Lee, Hong, et al., 2011; Tedja & Tsaih, 2015).

De este modo, la cercanía a cuerpos y cursos de agua como la costa del mar, lagos, ríos y arroyos, así como la proximidad a caídas de agua como cascadas, lluvia y fuentes de agua, pueden ayudar a generar estados psicológicos favorables. En una encuesta realizada en Sheffield, Reino Unido, los sonidos del agua fueron considerados los preferidos dentro del Paisaje Sonoro (Kang, 2012).

Yong Jeon y sus colegas han estado estudiando las preferencias sonoras de los habitantes de Seúl, tanto en terreno como por medio de experiencias psicoacústicas en laboratorio, enfocándose en el enmascaramiento que produce el sonido de fuentes, arroyos y caídas de agua respecto de los ruidos de la construcción y del transporte urbano. Estos investigadores hallaron que el sonido del agua favorece la percepción del ambiente acústico cuando los niveles sonoros del agua son similares o levemente inferiores a los generados por las demás fuentes urbanas (Jeon et al., 2010, 2012).

De este modo, el agua se transforma en un elemento clave para el diseño del Paisaje Sonoro, ya que su presencia en ambientes urbanos puede producir mejoras sustanciales en la valoración del Paisaje Sonoro (Brown & Rutherford, 1994; Jambrošić et al., 2013; Jeon et al., 2010; Yang & Kang, 2013b). Diseñando las características físicas de las estructuras que alberguen al agua y su movimiento, es factible generar variadas propiedades de emisión acústica. En este sentido, existen experiencias de diseño de fuentes de agua y otras instalaciones con agua en diferentes tipos de ambientes que persiguieron objetivos acústicos (Galbrun & Ali, 2013; Ma, 2012; Jeon et al., 2012; Kang, 2012; Semidor & Venot-Gbedji, 2009). En el ámbito urbano, un objetivo acústico frecuente es el enmascaramiento del ruido vehicular. Este enmascaramiento, adicionalmente a su efecto espectral, brinda

beneficios cognitivos que no pueden ser explicados sólo desde la perspectiva de la Ingeniería (Tedja & Tsaih, 2015).

Algunas de las variables que son susceptibles de diseño para obtener distintos resultados en el campo acústico (especialmente en cuanto a los niveles de presión sonora, el espectro y la dinámica del sonido emitido), son: la altura de caída del agua, el caudal, la velocidad de flujo, la pendiente de escurrimiento, la cantidad de chorros de agua y su presión de expulsión, la distancia recorrida por el agua en el aire y el tipo de superficie sobre la que impacta (Galbrun & Calarco, 2014; Jeon et al., 2012; Minorikawa et al., 2004; Soundscape-COST, 2013; Yang & Kang, 2013a). Estos factores de diseño deben ser articulados con otros aspectos medioambientales, estéticos, funcionales, arquitectónicos y urbanísticos (Galbrun & Calarco, 2014; Puyana Romero et al., 2016; Ren & Kang, 2015).

#### **3.10.4 La música, ¿mejora el Paisaje Sonoro?**

La música está asociada al arte y a las emociones humanas, por lo que su presencia en el Paisaje Sonoro ambiental puede modificarle de muy diferentes maneras (Truax, 2016). Por un lado, la música puede mejorar la valoración de ambientes acústicos desfavorables, por ejemplo, aquellos dominados por ruido vehicular (Christidis, 2010; Jambrošić et al., 2013; Steele et al., 2015). Por otro lado, la música también puede deteriorar paisajes sonoros favorables, como aquellos dominados por los sonidos naturales (Payne, 2011; Steele et al., 2015).

Algunos de los factores que inciden en que la música tenga efectos positivos o negativos sobre el Paisaje Sonoro son: el tipo de ambiente, su estado, las fuentes sonoras presentes, el día y horario, el tipo de música, la fuente generadora de la música (en vivo, reproducción amplificada, teléfono celular, vehículo, etc.), las actividades que se encuentran desarrollando las personas en el ambiente, la cultura, las preferencias y otros factores propios de los individuos que se encuentran presentes en el ambiente (Kreutzfeldt, 2010; McKay, 2007; Prato, 1984).

Meng y Kang (2016) investigaron cómo las actividades humanas generadoras de sonidos musicales y no musicales pueden influir en el confort acústico y en el comportamiento de las personas en un ambiente urbano. Los científicos encontraron que la valoración de la música en el Paisaje Sonoro se modifica si en la vía pública hay un grupo de al menos seis personas reunidas en torno a la música, si los interactores están sentados (o sólo pasando por el ambiente), si se trata de residentes o visitantes y también de acuerdo a su nivel socioeconómico.

#### **3.10.5 Consideraciones sobre la edificación**

El diseño del Paisaje Sonoro está relacionado con la edificación. Esta práctica debiera articularse con la morfología y arquitectura urbana, no sólo por su funcionalidad y estética, sino porque éstas también pueden ser diseñadas en función del bienestar de la población (Margaritis & Kang, 2017).



Pheasant y sus colegas encontraron que al incorporar información visual a las escenas auditivas los índices de tranquilidad se modificaban, destacando la importancia de la integración y coherencia auditiva y visual de los ambientes urbanos (Pheasant et al., 2010).

Lindal y Hartig (2013) hallaron que algunos atributos de la edificación, como la altura y la variedad arquitectónica tienen incidencia en el estado psicológico de la población.

Hao et al. (2015) estudiaron cómo la morfología urbana puede favorecer la sonoridad del canto de las aves para enriquecer el Paisaje Sonoro.

### **3.10.6 Paisajes sonoros asistidos electro-acústicamente**

En conocimiento de los beneficios para la salud y el bienestar que pueden generar los paisajes sonoros naturales, se han realizado algunos experimentos para recrear artificialmente ambientes acústicos naturales mediante técnicas electroacústicas. Estas pruebas por lo general buscan incrementar la presencia de sonidos naturales en ambientes en los que los mismos son escasos o bien son enmascarados por otras fuentes sonoras. Algunos de estos experimentos se llevaron a cabo en ambientes públicos, en los que se introdujeron altoparlantes (en general escondidos) y mediante ellos se reprodujeron sonidos de fuentes naturales, como agua corriendo y canto de aves (Coelho, 2010; Licitra, 2012; Licitra et al., 2010; Luzzi et al., 2010).

A pesar de estos experimentos, existen interrogantes epistémicos y éticos sin responder que ponen en duda que esta práctica pueda convertirse en un campo que aporte al medio ambiente y al bienestar social. Algunas preguntas a las que se enfrenta la práctica del diseño electroacústico de paisajes sonoros ambientales son: ¿Es posible decir que una fuente sonora natural al ser reproducida electroacústicamente sigue siendo natural? ¿Los efectos beneficiosos de un Paisaje Sonoro natural siguen siendo tales al estar ausentes las fuentes sonoras que los originan y ser reproducidos por altavoces? ¿Es éticamente lícito “hacer creer” a las personas que las fuentes sonoras naturales están presentes mientras que sólo se trata de un circuito eléctrico y unos cuantos transductores? ¿o es acaso un modo de argucia frente a la ciudadanía? ¿No podría pensarse que la generación artificial de paisajes sonoros “naturales” representa una postura que elude la tarea de introducción y protección de ambientes naturales que contengan árboles, aves y agua reales?

Al respecto de estas preguntas, hay estudios que destacan la importancia que tiene estar inmerso en ambientes naturales reales y la experiencia de la percepción multisensorial a fin de poder obtener beneficios para la salud (Jeon et al., 2011; Kaplan, 1995; Medvedev et al., 2015; Murel, 2013; Payne, 2011; Pheasant et al., 2010; Ulrich et al., 1991). Estos estudios, entre otros, responden parcialmente a algunas de las interrogantes planteadas. Un caso específico en el que es evidente que el sonido artificial no puede suplir al Paisaje Sonoro real es el de los ambientes que contienen agua (Galbrun & Calarco, 2014; Ren & Kang, 2015). ¿Podría acaso suponerse que la reproducción electroacústica de sonidos provenientes de movimiento de agua puede

suplir el hecho de ver el agua, olerla, o percibir en la piel el microclima térmico generado alrededor de la misma?

Es evidente que el diseño de paisajes sonoros “naturales” mediante la implementación de técnicas electroacústicas no reemplaza al Paisaje Sonoro natural y que su fundamentación para poder ser aplicado en ambientes públicos y abiertos es controversial. No obstante, la generación electroacústica de ambientes acústicos puede representar una herramienta de utilidad en otros contextos, especialmente en ambientes cerrados (especialmente cuando se trata de la reproducción de música).

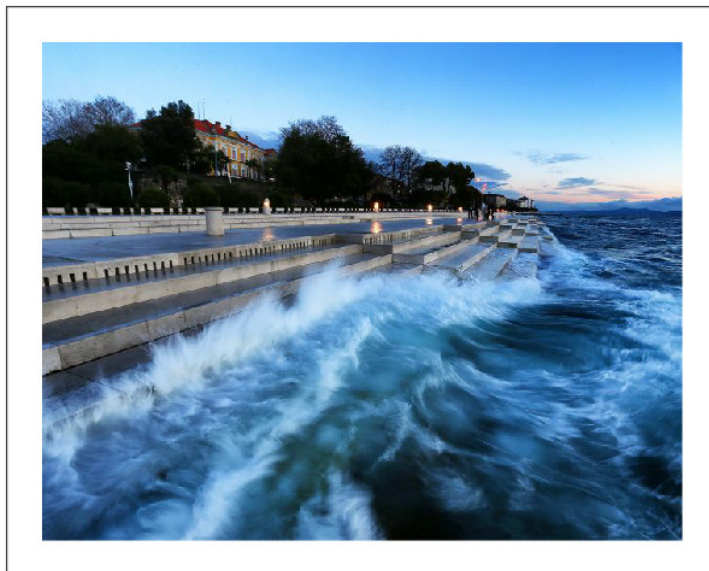
### **3.10.7 La práctica del diseño**

Existen algunas experiencias al respecto. En la plaza cultural Shenzhen Dongmen en China, en la que mediante el uso de vegetación y coherencia de color combinados con facilidades para sentarse empleando diseños simples y en función de la ubicación de las fuentes sonoras, lograron incrementar el confort del Paisaje Sonoro (Yu, Kang, & Liu, 2014).

Zhang y sus colaboradores (2011) confeccionaron un mapa cognitivo que incluye trayectorias peatonales y áreas de mayor y menor preferencia sonora por parte de los habitantes ribereños al Río Haihe en la ciudad de Tianjin, China. En función de los datos perceptuales recogidos los autores diseñaron el Paisaje Sonoro en un área verde urbana, en la que sugirieron incorporar sonidos de agua para darle una impresión más “viva y activa” al entorno acústico, el que había sido juzgado por los habitantes como demasiado monótono. Como fruto de este estudio, en la plaza Jinwan de esta zona costera de China luego se incorporaron fuentes de agua, una pared de agua, un corredor con campanas de viento y varias áreas de vegetación (Ma & Zhang, 2012).

En la plaza central de Malmö, Suecia, se construyó una zona protegida del ruido vehicular circundante que está recubierta de vegetación (Cerwén, 2016).

En el paseo de la costanera en la ciudad de Zadar, Croacia, se instaló un “órgano de mar”, el que emite diferentes notas musicales a medida que el mar ingresa en su interior (figura 4) (Jambrošić et al., 2013).



*Figura 4: Órgano de Mar en Zadar, Croacia  
(<http://www.zadarskilist.hr>)*

El diseño del Paisaje Sonoro se realiza en función de los objetivos que se trazan para el mismo. Brown (2011) propuso un procedimiento básico como guía para abordar el diseño de paisajes sonoros en ambientes abiertos:

- Definir el ambiente de interés y el contexto (gente, actividades, horarios, expectativas, motivaciones).
- Establecer los objetivos acústicos.
- Definir los sonidos deseados e indeseados.
- Por medio de la gestión o el diseño lograr enmascarar los sonidos indeseados por medio de aquellos deseados o bien asegurarse que los sonidos indeseados no enmascaren a aquellos deseados.

Existen modelos perceptuales que permiten comprender cómo la población evalúa, juzga o experimenta los paisajes sonoros. Estos modelos permiten clasificar los diferentes ambientes acústicos de acuerdo a variados atributos perceptuales. De acuerdo a la bibliografía técnica, algunos de estos atributos perceptuales son: calmo, monótono, estimulante, placentero, molesto, vibrante, amigable, silencioso, confortable, agitado, potente, puro, liviano, aburrido, pesado, oscuro, claro, sorprendente, dinámico y rítmico (Axelsson et al., 2010; Cain et al., 2013; Guillén & López Barrio, 2007; Kang, 2007; Kawai et al., 2004; Raimbault et al., 2003; Västfjäll et al., 2003; Viollon & Lavandier, 2000; Zeitler & Hellbrück, 2001).

Estos modelos perceptuales que han sido desarrollados durante los últimos años, aunque no fueran concebidos explícitamente a tal fin, representan potenciales herramientas para el diseño de nuevos paisajes sonoros. Esta herramienta puede ser empleada mediante procesos del tipo “ingeniería inversa”. Para ello es preciso

contar con bases de datos de estudios del Paisaje Sonoro en los que hayan sido aplicados los modelos perceptuales y contar con información detallada sobre los ambientes acústicos (idealmente mediante grabaciones de audio) de los mismos ambientes y momentos en que estos modelos fueron aplicados. Este cruce de información podría “iluminar” la composición que tendría que tener un ambiente acústico para generar determinados efectos perceptuales y favorecer el desarrollo de actividades específicas en el ambiente.

El término en Inglés “*affordance*” se refiere a las actividades que un ambiente acústico dado “invita” a realizar a la personas (Andringa & Lanser, 2013; Nielbo et al., 2013). Cada tipo de actividad que las personas realizan en un ambiente público puede ser favorecida o desfavorecida según el Paisaje Sonoro. Por ejemplo, un ambiente acústico con niveles sonoros bajos y dominancia de sonidos naturales puede invitar a la relajación y a la lectura; mientras que un ambiente acústico en el que dominan las voces, las risas y/o la música podría invitar a la socialización.

### **3.11 EL CONTEXTO INTERNACIONAL**

En Europa se han estado estableciendo redes de cooperación en materia de Paisaje Sonoro, lo que ha sido plasmado el año 2009 por medio de la creación del Proyecto “COST Action TD0804” de la Comunidad Europea, titulado “Soundscape of European Cities and Landscapes”. Esta red fue integrada por 21 países de la Comunidad Europea, junto con Australia y Nueva Zelanda. Su principal objetivo fue afianzar la ciencia que sustenta la investigación en Paisaje Sonoro y promover que este campo del conocimiento vaya mucho más allá de su estado actual, coordinando esfuerzos internacionales e interdisciplinarios. Esta acción favoreció la inclusión del Paisaje Sonoro en legislaciones, políticas y prácticas destinadas a preservar y mejorar el medio ambiente acústico (Kang, Chourmouziadou, Sakantamis, Wang, & Hao, 2013).

Sonus, un Proyecto de la Comisión Europea más reciente (2013-2016), se conformó por una red de jóvenes científicos ubicados en distintos organismos académicos y compañías y apuntó al desarrollo de nuevo conocimiento para la planificación acústica de las ciudades y el diseño del Paisaje Sonoro.

En el Congreso Nº 162 de la “Acoustical Society of América” realizado en San Diego en 2011 se realizó una sesión técnica denominada “Networking in Soundscapes - Establishing a Worldwide Collaboration”. La misma fue abierta con la conferencia invitada de Östen Axelsson, titulada “Progress in soundscape research requires a common agenda” (Axelsson, 2011).



En América Latina, los ambientes acústicos urbanos en general presentan diferencias apreciables respecto de gran parte de las ciudades europeas. Estas diferencias, que se manifiestan tanto en las mediciones físicas como en las evaluaciones perceptuales y están dadas por diversos factores, entre los que priman los de origen cultural, organizativo y tecnológico. Existe una necesidad urgente de estudio y gestión del Paisaje Sonoro en las urbes latinoamericanas, esta necesidad se

basa principalmente en la gran incidencia que tiene el Paisaje Sonoro en la calidad de vida de la población. Esta necesidad no sólo es expresada por investigadores de la región, sino que también por científicos de los países desarrollados, como lo han manifestado los reconocidos investigadores suecos Östen Axelsson y Birgitta Berglund en su conferencia invitada titulada "Soundscape management urgently needed in developing countries" en el Congreso Internoise 2010 de Lisboa, el que tuvo como eje temático "Ruido y Sustentabilidad" (Axelsson et al., 2010). Podría decirse que en América Latina la investigación del Paisaje Sonoro conforma un área de vacancia, ya que son muy pocos los estudios realizados de acuerdo a este paradigma en la región no están articulados entre sí.

Un punto a considerar es que los estudios de Paisaje Sonoro realizados en otras regiones no son sencillos de extrapolar a la realidad de América Latina y de Argentina en particular. Las diferencias entre los paisajes sonoros de diferentes ciudades del mundo se manifiestan por un lado en los hábitos de la población en torno al ruido y en los sonidos característicos de cada cultura y, por el otro, en las propiedades físicas de las fuentes sonoras (que presentan diferentes contenidos energéticos, espectrales y temporales en sus emisiones). Estas diferencias también están presentes entre las distintas regiones y países dentro de Latinoamérica (e incluso dentro de Argentina). Naturalmente, las diferencias dentro de la región suelen ser menores frente a culturas de otras regiones del mundo (Bello, 2003).

La relevancia de la investigación del Paisaje Sonoro, sus variados abordajes disciplinarios posibles y sus diferencias culturales, requieren que se armonicen léxicos, métodos y procedimientos (Kuhn, 2011). Como producto de esta necesidad, el Grupo de Trabajo ISO/TC 43/SC 1/WG 54 está desarrollando las normas ISO 12913 "Series on Soundscape". En 2014, se publicó la primera parte: ISO 12913-1:2014 "Acoustics - Soundscape - Part 1: Definition and conceptual framework" (ISO, 2014). Actualmente, se está trabajando en la segunda parte: ISO/CD 12913-2 "Acoustics - Soundscape - Part 2: Data collection" (Schulte-Forkamp, 2016).

Los factores mencionados sugieren multiplicar los esfuerzos para la investigación del Paisaje Sonoro en América Latina, la adaptación de métodos y normas a las particularidades de la región y la participación en redes de cooperación, regionales e internacionales.



## 4. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS y ÁREAS DE VACANCIA

En este capítulo se revisan los antecedentes científicos directamente relacionados con los tópicos empíricos desarrollados en esta Tesis (y que no fueron revisados en el Capítulo 3), y se indican los aspectos vacantes respecto de los mismos.

### 4.1. METODOLOGÍAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

En las investigaciones del Paisaje Sonoro (PS) se han aplicado variadas metodologías en lo que respecta a la adquisición de datos (Aletta et al., 2016), las que comprenden diferentes técnicas y herramientas.

La adquisición de datos del PS puede realizarse in situ o en laboratorio. Las metodologías in situ (o *de campo*), son aquellas de mayor interés para el presente trabajo. Muchas de las investigaciones adquieren datos de campo por medio de lo que se denomina *caminata sonora* (“*soundwalk*”, abreviado como *SW*). Una caminata sonora consiste esencialmente en una trayectoria peatonal llevada a cabo por los interactores, los que escuchan con atención los diferentes sonidos ambientales. Durante una caminata sonora puede evaluarse el PS de varios ambientes, así como el recorrido entre ellos. Esta estrategia de adquisición de datos del ambiente experimentado (AE) usualmente se complementa con alguna herramienta de registro, como grabaciones de audio, mediciones acústicas o cuestionarios.

Durante los últimos años, diferentes variantes de caminatas sonoras se han aplicado para escuchar, comprender y/o analizar los paisajes sonoros urbanos (Adams et al., 2008; Berglund & Nilsson, 2006; Bruce & Davies, 2014; Davies et al., 2013; Jeon et al., 2013; Jeon et al., 2010; Nilsson et al., 2012; Semidor, 2006; Turra et al., 2016; Zhang et al., 2011).

Por otra parte, una proporción menor de las investigaciones de campo se basaron en estrategias de adquisición de datos del AE en *posiciones fijas* (FL). Algunas de estas investigaciones fueron realizadas con individuos (interactores) introducidos al ambiente (*exógenos*) por los investigadores, mientras que otras han sido aplicadas con individuos que se encontraban espontáneamente en el ambiente (*endógenos*).



Entre las investigaciones realizadas con interactores exógenos a los ambientes evaluados, se destacan las siguientes.

Ge et al. (2009) desarrollaron un procedimiento para la adquisición y análisis de datos, al que denominaron “*soundscapography*”. Se recogieron los datos objetivos y subjetivos del Paisaje Sonoro dentro de un área urbana de Saga, Japón, la que fue dividida en grillas de dos tamaños de cuadrantes (25 m x 25 m para las mediciones

acústicas y 50 m x 50 m para las encuestas). Las evaluaciones subjetivas se realizaron con un grupo seleccionado previamente (exógeno), centrándose en las preferencias sonoras y congruencia del Paisaje Sonoro con el ambiente.

Kim et al. (2015) también aplicaron un muestreo basado en una retícula de 118 cuadrantes de 150 m x 150 m con individuos llevados al ambiente. En cada uno de los cuadrantes aplicaron una encuesta para evaluar el Paisaje Sonoro y realizaron grabaciones de audio binaural.

Marry y Defrance (2013) realizaron un estudio en tres plazas francesas aplicando una metodología novedosa. Trabajaron con 29 individuos exógenos remunerados, con los cuales se aplicó la metodología en los tres ambientes en dos estaciones del año. Cada participante respondió individualmente un cuestionario y luego tomó dos fotografías (con la consigna de que éstas representen globalmente el ambiente). Se conformaron tres grupos focales que discutieron respecto del ambiente y su valoración. Los participantes fueron distribuidos en los grupos de acuerdo a su tipo de vivienda: casa, edificio colectivo desde hace tiempo y edificio colectivo recientemente. Se midieron los niveles sonoros equivalentes durante 5 minutos el mismo día de la semana en otra semana de la misma la estación. Días más tarde, se realizaron entrevistas individuales con cada participante (ex situ) en las que se apelaba a su memoria respecto de los ambientes. A cada participante se le solicitó que comente las fotografías tomadas, que realice cinco dibujos (sobre el ambiente acústico de cada plaza, sobre el ambiente acústico ideal de una plaza pública y otro sobre el peor ambiente acústico que se imaginan para una plaza pública), y finalmente que ordenen las 3 plazas de acuerdo a la calidad de los sonidos ambientales.



A continuación se señalan algunos trabajos que fueron realizados con interactores endógenos al ambiente. Esta metodología es la de mayor interés para la presente Tesis.

Raimbault (2006) evaluó el Paisaje Sonoro en siete ambientes de Lyon y Nantes, mediante 296 encuestas. Estas encuestas fueron aplicadas a transeúntes y habitantes del entorno. En un estudio previo, Raimbault junto con otros investigadores franceses aplicaron una metodología similar mientras realizaban grabaciones sonoras, a partir de las cuales calcularon parámetros acústicos (Raimbault et al., 2003).

Nilsson y Berglund evaluaron la calidad sonora en parques de Estocolmo por medio de encuestas a individuos que se encontraban en el ambiente y aplicando mediciones de niveles de presión sonora (Nilsson y Berglund, 2006).

De Coensel y Botteldooren (2006) evaluaron el Paisaje Sonoro en 2 áreas tranquilas de Ghent, Bélgica. Para ello aplicaron una encuesta de diferenciales semánticos a 200 visitantes de las áreas en forma posterior a que ellos realizaron sus actividades recreativas en el área. Los resultados de estas encuestas fueron comparados con mediciones de percentiles sonoros, y descriptores de centro de gravedad espectral y semejanza con la música.



Brambilla y Maffei (2006) relevaron datos del Paisaje Sonoro en tres parques de Napoles, para luego realizar experimentos en laboratorio. Para ello realizaron mediciones acústicas in situ de 15 minutos y se tomó nota de los sonidos presentes durante dicho período. Durante las mediciones se encuestaron a personas que pasaban casualmente cerca del punto de medición y luego de finalizados los 15 minutos se les retiró el cuestionario.

Jeon y colaboradores midieron el  $Leq_A$  de 3 minutos en 10 sitios de Seul, mientras los individuos del ambiente (300 en total) respondían un cuestionario en silencio (Jeon, Lee, Hong, y Cabrera, 2011).

Tse et al. investigaron el Paisaje Sonoro en cuatro parques urbanos de Hong Kong mediante 595 cuestionarios a visitantes del área seleccionados al azar, al mismo tiempo que registraban el  $Leq_A$ , niveles percentiles y grabaciones de audio (Tse et al., 2012).

Torija et al. (2013) evaluaron el Paisaje Sonoro en 41 ubicaciones, con distintos usos, de la ciudad de Granada, España. Para ello encuestaron a 570 ciudadanos que se encontraban casualmente en los sitios de estudio y realizaron mediciones acústicas (de las cuales obtuvieron parámetros energéticos, espectrales y de dispersión) en tres períodos de 15 minutos, durante la evaluación subjetiva en cada ubicación (la que tomó entre 1 h 40 m y 2 h 30 m).

Brambilla et al. realizaron entrevistas cara a cara a visitantes en parques de Italia mientras tomaban mediciones acústicas (Brambilla, Gallo, Verónica, y Zambon, 2013).

Jambrošić et al. (2013) realizaron evaluaciones perceptuales a 167 transeúntes y realizaron grabaciones monoaurales y binaurales en 5 ambientes distintos entre sí en la ciudad costera de Zadar, Croacia. A partir de las grabaciones (que no fueron realizadas en forma simultánea con las encuestas) calcularon descriptores objetivos de energía acústica, contenido espectral, fluctuación de la señal y propiedades tonales.



Los trabajos de investigación realizados por lo general se centran en el estudio de un ambiente o un tipo de ambiente específico. La mayor parte de los ambientes de estudio del Paisaje Sonoro han estado constituidos por parques o plazas, aunque también ha habido investigaciones centradas en áreas recreativas, fuentes de agua, vías urbanas y peatonales.

Sin embargo, son pocos los trabajos de investigación in situ del Paisaje Sonoro que aplicaron una misma metodología para el estudio de un gran número de ambientes de diferente tipo. Algunos proyectos extensos, como The World Soundscape Project, Soundscape of European Cities and Landscapes y Sonorus (Alves et al., 2016; Schafer, 1993; Soundscape-COST, 2013) efectivamente han

adquirido datos del Paisaje Sonoro de muchos ambientes diferentes. No obstante, estas adquisiciones por lo general no fueron guiadas por metodologías integrales y sistematizadas de captura de múltiples variables, sino que más buscaron dar respuestas puntuales a los sucesivos objetos de estudio.

La naturaleza compleja del Paisaje Sonoro en ambientes reales aún no ha sido adecuadamente canalizada en metodologías de campo integrales y sistematizadas que permitan adquirir las múltiples variables de análisis en forma simultánea. Si bien la práctica de repetir la adquisición de datos del Paisaje Sonoro en diferentes momentos puede proporcionar información sobre la dinámica a largo plazo de determinadas variables en un ambiente, ésta no informa de manera transversal sobre el conjunto de interacciones que tienen lugar en un momento específico. Para dar cuenta de la complejidad momento a momento del Paisaje Sonoro se requiere adquirir sus múltiples dimensiones en forma simultánea.

A pesar de las grandes ventajas que puede brindar por la medición simultánea de múltiples variables del Paisaje Sonoro, este proceso involucra un trabajo de campo extenso y preciso. Si este proceso debe ser repetido en numerosos ambientes puede tener altos costos (especialmente temporales). Es razonable pensar que los elevados costos de llevar a cabo grandes campañas de medición hayan representado un obstáculo para el desarrollo y aplicación de este tipo de metodologías. Esta falta de sistematizaciones metodológicas para la medición integral del Paisaje Sonoro ocasiona que la investigación en esta temática se base en métodos disímiles, parciales y muchas veces aislados entre sí. Esto puede dificultar los análisis comparativos del PS (ya sean éstos transversales, longitudinales, espaciales o transculturales). En cuanto a la declaración de Axelsson (2011) mencionada en la Sección 3.11 (“Progress in soundscape research requires a common agenda”), sin duda esta agenda debe comenzar por establecer métodos comparables.

## **4.2. INDICADORES OBJETIVOS**

El Paisaje Sonoro Ambiental, por tratarse de un área de investigación incipiente y compleja, aún no cuenta con indicadores específicos globalmente aceptados por la comunidad científica. Sin embargo, se han estado desarrollando y evaluando diferentes indicadores que persiguen representar y sintetizar algunos aspectos del Paisaje Sonoro. Estos indicadores provienen de otras ramas de la Acústica. Algunos de ellos derivan de la Psicoacústica, otros se originan en la Acústica de Recintos y en el procesamiento digital de señales musicales.

Los indicadores objetivos desarrollados hasta el momento no brindan correlaciones significativas con la percepción del Paisaje Sonoro. Al respecto, Jambrošić et al. (2013) sugirieron incluir el contexto en el desarrollo de indicadores del Paisaje Sonoro, especialmente en lo referente a las expectativas de las personas sobre el ambiente. También se investigan combinaciones de los indicadores a fin de lograr mayores ajustes de los mismos (De Coensel & Botteldooren, 2006; Yu & Kang, 2010; Puyana Romero et al., 2016).

Algunos de los indicadores existentes buscan dar cuenta de la calidad del Paisaje Sonoro, lo que al día de hoy sólo fue alcanzado satisfactoriamente mediante mediciones subjetivas. No obstante la falta de ajuste de estos indicadores objetivos, se revisan algunos antecedentes de su aplicación al Paisaje Sonoro.



La áreas de la acústica Psicoacústica y “Sound Quality” han desarrollado indicadores objetivos que persiguen describir determinadas características de la percepción humana del sonido (Fastl & Zwicker, 2007). Recientemente, algunos de estos indicadores han sido aplicados para la evaluación de los paisajes sonoros urbanos.

Rychtáriková y Vermeir (2013) proponen la categorización de los paisajes sonoros en base a un conjunto de indicadores psicocústicos objetivos que pueden obtenerse de grabaciones de audio binaural. Los indicadores empleados son “*fluctuation strength*” (mide la fluctuación de la envolvente temporal de la señal en muy baja frecuencia), “*roughness*” (mide la fluctuación de la envolvente temporal de la señal en frecuencias menos bajas, lo cual suele ser percibido como “rugosidad”) y “*sharpness*” (evalúa qué tan alto en frecuencia se encuentra en centro de gravedad espectral de la señal).

Yang y Kang (2013) aplicaron indicadores psicoacústicos para reconocer automáticamente distintos tipos de fuentes sonoras naturales y urbanas. Los indicadores que emplearon son “*loudness*” (percepción de la energía acústica o *sonoridad*), “*tonality*” (tonalidad, informa si la señal acústica se compone principalmente de tonos o bien de sonidos de banda ancha), además de “*fluctuation strength*”, “*roughness*” y “*sharpness*”, siendo los últimos 4 los que mayor información aportaron a fines de reconocer las fuentes sonoras.

Maristany, Recuero López y Asensio Rivera (2016) aplicaron “*loudness*”, “*sharpness*” and “*roughness*” para obtener una medida de calidad de los paisajes sonoros por medio de lógica difusa, siendo los primeros dos los que más se ajustaron al análisis realizado.



El investigador japonés Yoichi Ando propuso una serie de descriptores derivados de las funciones de *autocorrelación (ACF)* y *correlación cruzada interaural (IACF)* de las señales acústicas, para ser aplicados originalmente en la Acústica de Recintos (Ando, 1985, 1998). Durante los últimos años, se intentó aplicar algunos de estos descriptores en el campo de la Acústica Ambiental (Ando, 2010; Soeta & Ando, 2015).

Según los autores, los factores extraídos de la ACF están relacionados con las sensaciones primarias como sonoridad, altura y timbre, así como también con aspectos de las señales como tonalidad y fluctuación de la altura. Presuntamente, estas sensaciones estarían relacionadas con la molestia experimentada por el ruido

ambiental y con el rendimiento en tareas mentales en presencia del mismo (Ando & Pompoli, 2002; Fujii et al., 2002).

Por otra parte, la IACF compara las señales acústicas obtenidas en cada oído, permitiendo obtener indicadores que son de relevancia en la percepción espacial del sonido, como lo es el *índice interaural de correlación cruzada (IACC)*. Este indicador mide el grado de similitud de las señales acústicas que llegan a ambos oídos y es ampliamente utilizado en la Acústica de Recintos, especialmente de teatros (Ando, 1998; ISO, 2009). De la IACF se pueden obtener también otros descriptores que se relacionan con la habilidad de localizar la fuente sonora en el plano horizontal y con el ancho aparente de la fuente sonora en un recinto. Estos descriptores también podrían brindar información espacial respecto del sonido ambiental (Ando & Pompoli, 2002; Fujii et al., 2002; Soeta & Ando, 2015).

Rychtáriková y Vermeir (2013) definieron un indicador denominado “*urban interaural level difference*” (*uILD2*), el cual refleja la diferencia de nivel sonoro entre ambos oídos.



De Coensel y Botteldooren (2007) re-abordaron el hallazgo de Voss y Clark de la década del 70 que indica que las señales musicales tienen en general una estructura temporal común, la cual se manifiesta mediante un patrón particular que se puede observar en el dominio de la frecuencia (Voss & Clarke, 1975, 1978). De Coensel y Betteldooren aplicaron esta teoría al estudio de los paisajes sonoros, proponiendo un indicador denominado *semejanza con la música* (“*music-likeness*” o *ML*) que toma valores comprendidos entre 0 (mínima semejanza con la música) y 1 (máxima semejanza con la música).

Más recientemente, Chen y Zhao (2013), verificaron el cumplimiento de la teoría de Voss y Clark en otros géneros musicales y propusieron optimizar el método de cálculo del ML.

Pese a las reiteradas búsquedas de indicadores, la complejidad de la temática aún no permite contar con indicadores o índices objetivos que brinden que se correlacionen fuertemente con la valoración subjetiva del PS, que permitan prescindir de datos perceptuales en la alimentación de los modelos de PS y que permitan diferenciar eficientemente las fuentes sonoras en un ambiente urbano (Aletta et al., 2016; Axelsson et al., 2013; Bunting & Chesmore, 2013; Goubin et al., 2016; Deng et al., 2015; Lagrange et al., 2015; Yu et al., 2009; Torija et al., 2014; Yang & Kang, 2014).

### 4.3 MODELOS PERCEPTUALES y CALIDAD DEL PAISAJE SONORO

El análisis subjetivo del Paisaje Sonoro es susceptible de ser procesado por técnicas cuantitativas en base a herramientas que operan con variables continuas. Estas posibilidades metodológicas han dado lugar al desarrollo de modelos perceptuales estadísticos que se fundamentan en el álgebra lineal multidimensional.

Se han propuesto diferentes modelos con el objetivo de representar los principales aspectos perceptuales del Paisaje Sonoro (De Coensel & Botteldooren, 2006).

En 2000, Viollon y Lavandier destacaron cuatro factores que fueron los que mejor describieron la variabilidad en las evaluaciones perceptuales multidimensionales que realizaron en diferentes ambientes urbanos. Estos factores son “affective impressions (pleasant, comfortable, friendly, silent)”; “activity due to sound presence of human beings”, “auditory expectations” y “quality of auditory information (informative, clear)” (Viollon & Lavandier, 2000).

Zeitler y Hellbrück (2001) propusieron 4 ejes para el estudio de la percepción de los ambientes acústicos: “evaluation (unpleasant vs. pleasant, ugly vs. beautiful, calming vs. agitating, boring vs. exciting, pure vs. impure, soft vs. hard)”; “timbre (dark vs. light, low vs. high, muffled vs. shrill, dull vs. sharp, light vs. heavy)”; “power (weak vs. strong, soft vs. loud, flat vs. rumbling)” y “temporal change (unsteady vs. steady, smooth vs. rough)”.

Västfjäll et al. (2003) distinguieron seis factores de influencia en la percepción de los ambientes sonoros: “(un)pleasantness”, “(un)natural (surprising)”, “time variation (rhythmic, reverberant, pulsating)”, “spatial impression”, “mechanical (artificial)” y “time stability (continuous)”.

Raimbault et al. (2003) identificaron 3 aspectos perceptuales centrales: “assessment (pleasant vs. unpleasant)” que fue relacionado con la sonoridad; “sound dynamics (steady vs. unsteady)” y “spatial dimensión”. Posteriormente, Raimbault (2006) señala la diferencia entre la escucha holística del ambiente y la escucha descriptiva. Según el autor, mediante esta última es posible discriminar, por ejemplo, las fuentes sonoras presentes.

Kawai et al. identificaron tres factores principales en la estructura personal de evaluación del Paisaje Sonoro: “preference”, “activity” y “sense of daily life” (Kawai et al., 2004).

Kang (2007) sintetiza la percepción en cuatro componentes: “relaxation”, “communication”, “spatially” y “dynamics”.

Guillén y López Barrio (2007) obtuvieron tres dimensiones relevantes que explican dos tercios de la varianza total: “emotional evaluation and strength”, “activity” y “clarity”.

Cain, Jennings y Poxon (2013) explican la mayor parte de la variabilidad total de los datos por medio de dos componentes principales: “calmness” and “vibrancy”.



Durante los últimos años, también se han realizado diferentes aproximaciones para obtener la evaluación de la calidad del Paisaje Sonoro. Yu y Kang (2009) modelaron el confort acústico por medio de una red neuronal artificial en la que consideraron diversos factores físicos, demográficos, sociales, comportamentales y psicológicos con el objetivo de obtener una medida de la calidad del Paisaje Sonoro.

Jeon et al. (2010) estudiaron la calidad de los paisajes sonoros urbanos que contienen sonidos de agua empleando escalas tipo Lickert para confort, agrado y molestia.

Brambilla, Gallo, & Zambon (2013) investigaron la calidad sonora en parques italianos por medio de entrevistas que calificaban la calidad percibida de diferentes aspectos del ambiente: vegetación, pureza del aire, limpieza, seguridad, tranquilidad y la calidad global percibida.

Tse et al. (2012) analizaron la calidad del Paisaje Sonoro en parques mediante la aplicación de cuestionarios a fin de obtener las respuestas psicológicas a diferentes tipos de sonidos naturales. Posteriormente, los autores aplicaron técnicas de análisis multivariado para establecer relaciones entre el confort acústico y algunos factores de influencia, como la aceptabilidad del ambiente, el confort visual, la preferencia de permanecer o no en el área debido al Paisaje Sonoro y el Leq, entre otros.

Ricciardi et al. (2015) construyeron un modelo global de calidad sonora en ambientes públicos en base a regresiones lineales múltiples y análisis de conglomerados. Este modelo considera, por un lado, indicadores acústicos ( $L_{50}$  y CR), por otro, aspectos perceptuales globales del ambiente (sonoridad, valoración visual, vivacidad, familiaridad), en tercer lugar, la sonoridad percibida de distintas fuentes sonoras urbanas y, por último, la dominancia en el tiempo de los distintos tipos de fuentes sonoras. Los autores obtuvieron una correlación de 72 % entre el descriptor de calidad sonora propuesto y las variables dependientes para el caso de la ciudad de París, mientras que de sólo un 61 % en la ciudad de Milán.

Maristany et al. (2016) aplicaron un modelo de lógica difusa combinando descriptores acústicos y psicoacústicos para representar la calidad del Paisaje Sonoro.



Axelsson, Nilsson, y Berglund desarrollaron investigación de base para la elaboración de un protocolo de calidad del Paisaje Sonoro (Axelsson et al., 2005; Axelsson et al., 2009; Berglund & Nilsson, 2006; Nilsson & Berglund, 2006). Estas bases metodológicas se consolidaron con la publicación en “The Journal of the Acoustical Society of America” de un modelo perceptual de componentes principales del Paisaje Sonoro (Axelsson, Nilsson, & Berglund, 2010). Este modelo consideró

originalmente 116 variables perceptuales del Paisaje Sonoro, las que se redujeron mediante *análisis de componentes principales (ACP)* a tres variables sintéticas que se denominaron “pleasantness”, “eventfulness” y “familiarity”. Estas componentes principales explican el 50 %, el 18 % y el 6 % de la varianza total de los datos, respectivamente.

El modelo desarrollado constituye la base del protocolo de calidad del Paisaje Sonoro mencionado, el cual fue denominado *Protocolo Sueco de Calidad del Paisaje Sonoro (“Swedish Soundscape-Quality Protocol” o PSPS)*. De este modo, el PSPS se estructura mediante un modelo bidimensional orto-normal que considera las dos principales componentes, *Agrado* (“pleasantness”) y *Actividad* (“eventfulness” o presencia de eventos sonoros). Los cuatro cuadrantes formados por las dos componentes principales se denominan *Estimulante* (Cuadrante I), *Caótico* (Cuadrante II), *Monótono* (Cuadrante III) y *Calmo* (Cuadrante IV) (Axelsson et al., 2013). Estos cuadrantes permiten clasificar a los paisajes sonoros evaluados (ver figura 5). Luego de su construcción, el PSPS fue discutido y validado (Axelsson, 2015; Axelsson et al., 2012a, 2012b).

La Norma ISO 12913-2, actualmente en elaboración, sobre Paisaje Sonoro plantea realizar evaluaciones de calidad del Paisaje Sonoro en base al PSPS (Schulte-Forkamp, 2016).

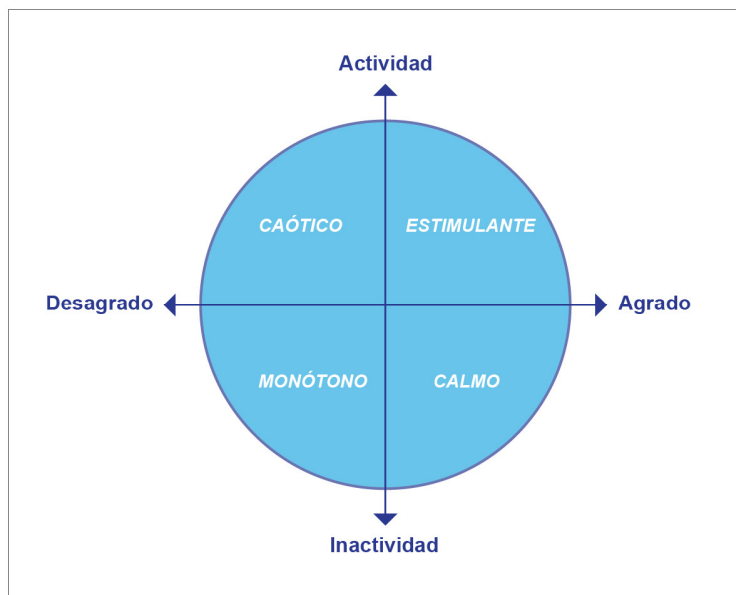


Figura 5: Modelo Perceptual del Protocolo Sueco de Calidad del Paisaje Sonoro (adaptado de Axelsson et al., 2012a).

#### 4.4. ANÁLISIS ESPACIAL MULTIDIMENSIONAL DEL PAISAJE SONORO

Las herramientas más empleadas hoy en día para realizar análisis espaciales son los Sistemas de Información Geográfica (GIS), lo cual se debe a su capacidad de manejo de múltiples datos, su potencia y versatilidad (Olaya, 2011).

Los antecedentes específicos del empleo de GIS al estudio del Paisaje Sonoro son pocos y bastante recientes, a diferencia de su uso para la evaluación del ruido urbano, de lo que sí existen mayores antecedentes (Chung & To, 2011; Eriksson et al., 2010; Fujimoto et al., 2010; Hoar et al., 2003; Shilton, 2003; Stapelfeldt & Jellyman, 2003; Stoter et al., 2008; Zacharias et al., 2003).

Ge et al. (2009) aplicaron un GIS para el estudio del Paisaje Sonoro en un área de la ciudad de Saga, Japón, la que dividieron en retículas regulares. A partir de mediciones acústicas y encuestas, en las que evaluaron las preferencias sonoras y la congruencia del Paisaje Sonoro, alimentaron un GIS para establecer correlaciones con parámetros espaciales urbanos.

Liu et al. (2013) emplearon un GIS para estudiar la variación espacial y temporal de la sonoridad y cómo ésta se relaciona con el paisaje urbano. A tal fin, categorizaron el área de estudio en 23 zonas correspondientes a 17 usos de suelo distintos en Rostock, Alemania. El GIS les permitió relacionar la sonoridad de las diferentes fuentes sonoras percibidas (agrupados en sonidos antrópicos, biológicos y "geo") con índices que informan respecto del tipo de cobertura terrestre (vegetación, densidad de construcción, densidad de carreteras, morfología del paisaje, entre otros). Los investigadores obtuvieron mapas de sonoridad para ocho períodos del día.

Hong y Jeon (2014) aplicaron un GIS para estudiar algunos aspectos del Paisaje Sonoro en Seúl, Corea. Los investigadores dividieron un área urbana en una cuadrícula de 118 cuadrantes de 150 m x 150 m. En cada cuadrante realizaron grabaciones binaurales de 5 minutos y una encuesta sobre los tipos de fuentes sonoras presentes, así como una evaluación del Paisaje Sonoro. Estos relevamientos los realizaron en tres períodos del día y luego, para cada uno de ellos, mapearon con colores el grado de dominancia de cada tipo de fuente sonora presente en el área. El estudio les permitió asociar la percepción de las distintas fuentes sonoras con los niveles sonoros equivalentes y con aspectos urbanísticos, como el porcentaje de superficie edificada y la concentración de vías de tránsito.

Aletta et al. (2015) caracterizaron el Paisaje Sonoro en un área céntrica de Brighton, Inglaterra, antes de ser reciclada a un área verde. Para ello, emplearon un GIS con el que interpolaron y visualizaron distintos atributos perceptuales del entorno y las diferentes actividades realizadas por la población en el mismo. Aletta & Kang (2015) emplearon un GIS para distinguir mapas de Paisaje Sonoro (calidad subjetiva y coherencia) de mapas de ruido (niveles sonoros) y mapas de sonido (fuentes sonoras) en Brighton y Hove, Inglaterra.

En 2017, nuevamente Hong y Jeon emplearon un GIS para visualizar los datos relevados del Paisaje Sonoro y lo relacionaron con la cobertura del suelo en Seúl,



Corea. Para ello clasificaron las fuentes sonoras en naturales, humanas y tráfico y estudiaron las correlaciones de la percepción de las mismas y del Leq respecto a índices de área edificada, de suelo desnudo y de superficie ocupada por vías de tráfico rodado (Hong & Jeon, 2017).



El uso de GIS para la visualización de variables del Paisaje Sonoro, su análisis y mapeo constituye un área de desarrollo incipiente. Aunque estos trabajos han considerado variables concernientes al Paisaje Sonoro, la cantidad de dimensiones incluidas en los análisis espaciales por lo general ha estado limitada en función de las técnicas de adquisición de datos empleadas. Esta limitación implica que la representación en GIS de la naturaleza multidimensional del Paisaje Sonoro urbano sigue siendo un área poco explorada.



*"Se necesita tanto valor para intentar y fallar, como para intentar y triunfar"*

*Anne Morrow*



## **OBJETIVOS DE LA TESIS**

### **OBJETIVOS GENERALES**

- 1) Contribuir a consolidar la instauración del Paradigma del Paisaje Sonoro para la evaluación y gestión de ambientes acústicos abiertos.
- 2) Desarrollar una metodología para la investigación del Paisaje Sonoro en ambientes públicos urbanos, de acuerdo a la concepción sistémica y multidimensional fundacional de este paradigma.
- 3) Caracterizar el Paisaje Sonoro en ambientes reales aplicando la metodología desarrollada.
- 4) Estudiar el rol que tienen las áreas verdes y los sonidos naturales en el Paisaje Sonoro urbano y proponer criterios para su gestión.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Identificar las dimensiones involucradas en la problemática y agruparlas de acuerdo a su naturaleza.
- b) Organizar la medición de las múltiples variables del Paisaje Sonoro mediante diferentes técnicas de adquisición de datos y articularlas mediante un procedimiento único.
- c) Aplicar el procedimiento de adquisición de datos desarrollado en diferentes tipos de ambientes urbanos.
- e) Caracterizar el Paisaje Sonoro en áreas verdes y otros ambientes específicos de la ciudad de Córdoba.
- f) Clasificar los ambientes evaluados de acuerdo a su Paisaje Sonoro.
- g) Determinar la incidencia que tiene la presencia de sonidos naturales sobre las principales variables del Paisaje Sonoro.
- h) Desarrollar un criterio para evaluar si un ambiente acústico puede ser favorable para la salud poblacional y aplicar este criterio en los ambientes estudiados.
- i) Brindar recomendaciones para la gestión y el diseño del Paisaje Sonoro urbano.



## PARTE II

# METODOLOGÍA

*El contenido de los capítulos 5 y 6 de esta Parte fue publicado en:*

*Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., & Hinalaf, M. (2017). A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape. Science of The Total Environment, 580, 1068–1077. ISSN 0048-9697.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.061>*

*Parte del contenido del capítulo 7 de esta Parte fue publicado en:*

*Kogan, P., Bard, D., Arenas, M., Miyara, F., Pérez Villalobo, J., & Turra, B. (2013). Early identification of urban locations towards soundscape analysis. Proc. 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Innsbruck. ISBN 978-1-63266-267-5.*

*Kogan, P., Miyara, F., Arenas, J. P., & Arias, C. (2013). Soundscape Approach: A Preliminary Exploration of the Urban Study Sites. In Proceedings of the 40th Italian Annual Conference on Acoustics (AIA), 39th German Annual Conference on Acoustics (DAGA), combined with European Acoustics Association (EAA) Euroregio. Merano: EAA.*

*Los ambientes donde se aplicó la metodología presentada en esta Parte que corresponden a la ciudad de Lund, Suecia fueron medidos en el marco de la Beca Arcoiris para desarrollar parte del Doctorado en Lund University, correspondiente al Programa Erasmus Mundus Action 2 Lot 16A de la Comisión Europea.*





*"El mundo que hemos creado es un proceso de nuestro pensamiento.  
No se puede cambiar sin cambiar nuestra forma de pensar"*

*"Si buscas resultados distintos, no hagas siempre lo mismo"*

*Albert Einstein*

Como se ha discutido en la Parte I, el Paisaje Sonoro (PS) representa un Sistema Complejo, el cual contiene variables de distinta naturaleza interactuando entre sí, de modo dinámico, continuo y amorfo. En este sentido, los ambientes reales representan la fuente más completa y genuina para comprender los fenómenos y procesos involucrados en contexto.

No obstante, la mayor parte de las investigaciones realizadas hasta el momento fueron desarrolladas principalmente en laboratorio, mientras que una menor proporción fueron basadas en adquisición de datos in situ. Como se revisó previamente, los trabajos de campo realizados por lo general involucraron un número reducido de variables. Para tener en cuenta la complejidad del PS se requiere adquirir las múltiples dimensiones en forma simultánea, la que posibilita el estudio de las interacciones que tienen lugar entre el interactor y el ambiente, los que constituyen una dupla acoplada e indivisible. Para un interactor dado, los demás interactores forman parte del ambiente. Por otra parte, según el paradigma del Paisaje Sonoro, la medición de variables físicas del ambiente debería ser servicial a la presencia de interactores en el mismo (ISO, 2014; Kang, 2007; Schulte-Fortkamp, 2002; Truax, 1999).

El enfoque de esta investigación apunta hacia dicho objetivo, partiendo de la premisa de que se necesitan metodologías que respeten el carácter sistémico del PS. Para lograr una profunda comprensión del tema, sus elementos no deberían aislarse entre sí para ser estudiados, ya que su riqueza radica, precisamente, en las intrincadas interacciones entre sus elementos. La metodología de investigación descrita en esta Parte II de la Tesis fue planteada de acuerdo a las premisas mencionadas y consta de cuatro fases: identificación de dimensiones del PS y agrupamiento; adquisición de datos; descripción de los ambientes y variables de análisis; y procesamiento de los datos adquiridos.

En la primera fase, se representa al Paisaje Sonoro mediante un modelo conceptual de tres dominios o *entidades*: *Ambiente*, *Ambiente Acústico (AA)* y *Ambiente Experimentado (AE)*. Estas entidades contienen las múltiples variables y dimensiones involucradas en el PS. De acuerdo a este modelo, el Paisaje Sonoro emerge del encuentro de las tres entidades. Las variables contenidas en cada entidad fueron organizadas en subgrupos temáticos denominados *componentes*.

En la segunda fase, se desarrolló una metodología que permite la adquisición de datos multidimensionales y simultáneos del Paisaje Sonoro en ambientes reales. El

potencial alcance de aplicación de esta metodología es todo ambiente donde hay al menos una persona (*interactor*) dispuesta a participar. Sin embargo, a fines de esta investigación, el alcance fue restringido a ambientes urbanos públicos y abiertos. La metodología de adquisición de datos consiste de técnicas complementarias y sincrónicas que se aplican siguiendo un procedimiento que las articula.

Estas técnicas incluyen mediciones acústicas, grabaciones de audio, video, fotografía y cuestionarios. La adquisición de datos del AE puede realizarse tanto mediante la *estrategia de posiciones fijas (FL)*, como a través de la *estrategia de caminata sonora (SW)* (ver Sección 4.1). Esta metodología de adquisición de datos multidimensionales y sincrónicas del Paisaje Sonoro se denominó *Metodología Zamba (MZ)* y fue aplicada en 30 ambientes correspondientes a cuatro ciudades: Córdoba, Rosario, Lund (Suecia) y Valdivia (Chile).

Estos ambientes incluyeron áreas verdes y otros espacios urbanos, como plazas, vías de tráfico, calles peatonales y espacios culturales. Estos ambientes están ubicados en campus universitarios, zonas recreativas, residenciales, céntricas y comerciales, y algunos de ellos cuentan con fuente/s de agua. Dentro de estos ambientes se consideró un total de 123 posiciones de medición, en las que se adquirieron datos correspondientes a 174 ambientes acústicos y a 580 ambientes experimentados. La muestra total de ambientes, AA y AE que se adquirió se denomina *muestra de adquisición*.

La tercera fase metodológica corresponde a la descripción de los ambientes y variables de análisis. De la muestra de adquisición se seleccionó una sub-muestra para el análisis y la presentación de sus resultados en la presente Tesis, la cual se denominó *muestra de análisis*. La muestra de análisis corresponde a ocho ambientes de la ciudad de Córdoba. La selección de los ambientes se realizó de modo de contar con una muestra lo suficientemente heterogénea de ambientes circunscritos a una misma área geográfica, y coherentes entre sí en cuanto a la estrategia de adquisición de datos del AE aplicada. Para realizar el análisis de estos ambientes se seleccionaron variables del AA y del AE en función de su capacidad de síntesis de los aspectos fundamentales del Paisaje Sonoro.

La cuarta fase comprende el procesamiento de los datos adquiridos. En primera instancia, se procesó los datos y archivos adquiridos en forma disgregada, se los editó, codificó, organizó, categorizó, se calcularon indicadores y se procesó estadísticamente cada variable para describir su comportamiento.

En segunda instancia, se aplicaron herramientas metodológicas para el manejo y análisis de la información en forma articulada de las distintas variables, componentes y entidades. Las herramientas principales empleadas para el análisis de los datos fueron Sistemas de Información Geográfica (GIS) y Análisis Multivariado (MVA). Mediante la primera se geo-referenciaron todas las variables adquiridas, se confeccionaron capas temáticas, se aplicaron geo-procesos y análisis espaciales. El MVA se empleó para el estudio de las relaciones entre variables y para la determinación de aquellas de mayor capacidad de explicación de la varianza de los datos.

## 5. LAS DIMENSIONES DEL PAISAJE SONORO: MODELO CONCEPTUAL

El Paisaje Sonoro (PS) puede representarse por medio de 3 entidades: *Ambiente (A)*, *Ambiente Acústico (AA)* y *Ambiente Experimentado (AE)*. Estas entidades contienen las múltiples dimensiones del Paisaje Sonoro. Este modelo conceptual plantea que el Paisaje Sonoro emerge, como una unidad compleja, del encuentro entre las tres entidades. Este modelo se representa en el esquema de la figura 6.

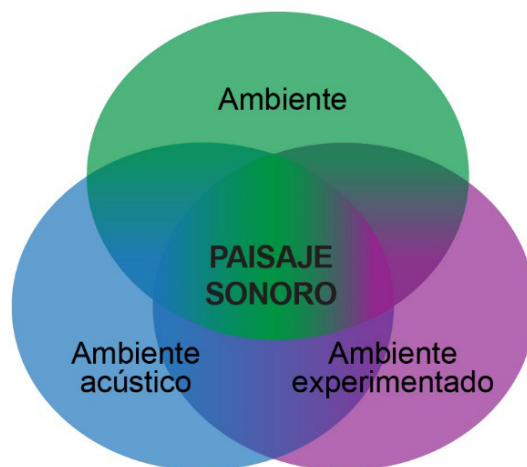


Figura 6: Esquema conceptual del Paisaje Sonoro.

Cada entidad está integrada a su vez por dos *componentes*, las que representan grupos de dimensiones organizadas según su naturaleza temática. Este esquema representa un acercamiento taxonómico a la multidimensionalidad del Paisaje Sonoro.

La Entidad Ambiente representa el espacio físico, circunscrito a límites geográficos. En general, un ambiente se diferencia de su entorno por aspectos relacionados con su identidad, función, usos, morfología, jurisdicción o condiciones. El ambiente incluye características estables y transitorias.

La Entidad Ambiente Acústico (AE) representa el campo acústico y sus propiedades. Estas propiedades aluden a las fuentes sonoras presentes, a la energía acústica, al contenido espectral, dinámica temporal, distribución espacial y otras características físicas del sonido.

La Entidad Ambiente Experimentado (AE) representa la experiencia del ambiente que tienen los interactores. Esta entidad comprende, por un lado, la relación interactor-ambiente (como familiaridad, expectativas, percepción sonora y valoración del ambiente). Por el otro, incluye los factores inherentes al individuo que pueden

influir en la experiencia del ambiente (como la sensibilidad auditiva, perfil sociodemográfico y estado de ánimo).

## 5.1 EL AMBIENTE

La Entidad Ambiente está formada por dos componentes, las *Características Estables* y las *Características Transitorias*.

*Características Estables (EST)*: Características y rasgos distintivos del ambiente. Estas características permanecen aproximadamente estables en el tiempo (o bien cambian de modo cíclico y predecible). Estas características incluyen la delimitación geográfica, la morfología, la vegetación (presencia, distribución y tipo), espaciosidad, características urbanas, arquitectónicas, infraestructura, instalaciones, facilidades, uso del suelo, funciones establecidas para el ambiente, aspectos administrativos y de jurisprudencia y tipo de intermediaciones.

*Características Transitorias (TRS)*: Características del ambiente variables el tiempo y estado del mismo en el momento de la adquisición de datos. Estas circunstancias incluyen la afluencia social, actividades realizadas, eventos, clima, calidad del aire, limpieza, presencia de animales, entre otros.

## 5.2 EL AMBIENTE ACÚSTICO

La Entidad Ambiente Acústico (AA) comprende tanto la *emisión acústica* generada por las fuentes sonoras, como la *inmisión acústica* derivada de la misma en las posiciones receptoras. La emisión acústica puede tener lugar dentro o fuera del ambiente (donde se encuentren las fuentes sonoras), mientras que la inmisión tiene lugar dentro de ambiente evaluado.

*Emisión Acústica (EMA)*: Fuentes sonoras presentes en el ambiente, características, ubicación, movimiento y variaciones temporales de las mismas.

*Inmisión Acústica (INA)*: Campo acústico medido en cada posición receptora dentro del ambiente. Comprende la energía acústica media, la dispersión temporal de esta energía, sus máximos y mínimos, contenido espectral, estructura temporal fina, diferencias interaurales de las ondas acústicas y todo descriptor objetivo del sonido en las posiciones de recepción.

### 5.3 EL AMBIENTE EXPERIMENTADO

La Entidad Ambiente Experimentado (AE) comprende, por una parte, la experiencia directa que tiene el interactor en el ambiente y, por otra, los factores individuales que condicionan esta experiencia. De este modo, las dos componentes que integran el AE son la relación *interactor-ambiente* y los *factores individuales*.

*Interactor-Ambiente (RIA)*: Representa los aspectos subjetivos que relacionan al interactor con el ambiente. La componente RIA comprende:

- La familiaridad del interactor con el ambiente, hábitos de visita, motivaciones para asistir y actividades realizadas en el mismo.
- Expectativas acústicas sobre el ambiente.
- La percepción de las fuentes sonoras y de su grado de dominancia en el Paisaje Sonoro.
- La valoración y calificación del Paisaje Sonoro.
- La valoración visual y olfativa del ambiente.

*Factores Individuales (FIN)*: Comprende los factores inherentes al individuo que pueden influir en la experiencia del ambiente. Estos factores incluyen información sociodemográfica (cultura, nivel educativo, ocupación, edad, sexo, lugar de procedencia, tipo de vivienda); perfil auditivo (salud auditiva, sensibilidad al ruido y a la música, condiciones acústicas en su vivienda, sonidos y paisajes sonoros de preferencia); estado emocional y físico.



## 6. ADQUISICIÓN DE DATOS

### “*Metodología Zamba para la adquisición sincronizada de datos multidimensionales del Paisaje Sonoro*”

#### 6.1 TÉCNICAS DE ADQUISICIÓN

Las múltiples dimensiones del Paisaje Sonoro contenidas en las entidades y componentes previamente definidas, se organizaron en diferentes técnicas para poder ser adquiridas in situ. Estas técnicas, complementarias y sincronizadas, incluyen mediciones acústicas, grabaciones de audio, fotografía, video y cuestionarios.

##### 6.1.1 Adquisición de datos del Ambiente

###### Video

Esta técnica permite la adquisición de datos de las componentes Características Estables (EST) y Estado Transitorio (TRS).

Se realizó un video de 360º durante cada medición multidimensional realizada. La duración de cada video fue de un minuto y se realizó en forma simultánea con las mediciones acústicas, las grabaciones de audio y el cuestionario.

###### Fotografía

Esta técnica permite la adquisición de datos correspondientes a las componentes EST y TRS. Se realizaron varias fotografías durante cada medición. Estas fotografías muestran la ubicación de los interactores en el ambiente, las características y condiciones del ambiente y la disposición del instrumental respecto del ambiente y de los interactores.

###### Información general del ambiente

La información general sobre el ambiente se obtuvo de diferentes fuentes, incluyendo cartografía, servicios en línea, observación in situ, encuestas y comunicación con interactores. La información meteorológica se obtuvo de servicios en línea para cada período de medición. Se generó un formulario para asistir el trabajo de campo, denominado *planilla de campo*. Este formulario se completó in situ con los datos del trabajo diario realizado (incluyendo datos de calibración, códigos de encuestas, posiciones, estado del ambiente y notas tomadas durante las mediciones).

## 6.1.2 Adquisición de datos del Ambiente Acústico

### Mediciones acústicas

Las mediciones acústicas se realizan mediante sonómetros analizadores de espectro Tipo 1 o Tipo 2 (ver Sección 1.3) ubicados preferentemente a la altura de los oídos de los interactores (figura 7 y en Sección 6.2 se brindan más detalles respecto de la ubicación del instrumental). Los sonómetros emplearon micrófonos de condensador omnidireccionales. Se utilizó la ponderación espectral A para los niveles sonoros globales y no se utilizó ponderación para las mediciones espectrales en tercio de octava. El tiempo de respuesta empleado fue "slow" (ver Sección 1.3). El período de integración para cada medición se normalizó en cinco minutos (Szeremeta & Trombetta-Zannin, 2009). Esta técnica permite la adquisición de datos correspondientes a la Componente Inmisión Acústica (INA).

### Grabaciones de audio

Se aplicaron dos técnicas de grabación de audio, denominadas Audio B y Audio S.

El Audio B es una grabación binaural calibrada que utiliza micrófonos "electret" de tipo intra-auricular (integrados con auriculares que permiten monitorear simultáneamente la grabación). Estos micrófonos son dispuestos dentro del pabellón auditivo de un integrante del equipo de investigación (figura 7 y más detalles en Sección 6.2).



*Figura 7: Mediciones acústicas y grabaciones de audio B y S.*

El Audio S es una grabación monoaural de calidad de medición (micrófono de condensador omnidireccional y de respuesta plana incorporado con el sonómetro). Los archivos de audio se obtuvieron en formato ".wav" con una resolución de 24 bits y una



frecuencia de muestreo de 48 kHz. La duración de la grabación de audio fue de cinco minutos, coincidiendo su inicio y final con las mediciones acústicas.

Las grabaciones de audio se tomaron preferentemente a una altura similar a la de los oídos de los interactores y permiten adquirir datos de la Componente INA.

### 6.1.3 Adquisición de datos del Ambiente Experimentado

Las posibles metodologías de adquisición de datos del ambiente experimentado (AE) se clasificaron de acuerdo a los siguientes criterios:

Situación: Lugar donde se realiza la adquisición de datos del AE, el que puede ser *in situ* o *ex situ*. La primera evalúa el Paisaje Sonoro en el ambiente real, mientras que la segunda se realiza fuera de contexto (usualmente en laboratorio).

Tipo de participantes: Los participantes que aportan datos del AE a la investigación pueden ser *endógenos* o *exógenos* al ambiente. Los participantes endógenos son aquellos que se encontraban espontáneamente en el ambiente en el momento de la evaluación, mientras que los participantes exógenos son introducidos en el ambiente a fines de la investigación. Aquellos participantes que experimentan el ambiente *in situ* son considerados *interactores* del Paisaje Sonoro (ver 3.3.1).

Momento: El ambiente experimentado puede ser evaluado en el *tiempo real* o bien en forma *extemporánea*.

Tipo de experiencia: La experiencia del ambiente puede ser *genuina*, *adaptada*, *emulada* o *recordada*. Una experiencia *genuina* es aquella que tiene lugar en contexto (espacial y temporal) por parte de los interactores que se encuentran espontáneamente en un ambiente (endógenos). Una experiencia ambiental *adaptada* es aquella que sucede *in situ* y en tiempo real pero los interactores fueron introducidos en el ambiente a fines de la investigación (exógenos). Una experiencia *emulada* es aquella en que los participantes simulan la experiencia del ambiente (usualmente tiene lugar en laboratorio y se emplean grabaciones de audio, fotografía y/o video). Una experiencia *recordada* es aquella en la que se evoca una experiencia del ambiente pasada.

Estrategia: La estrategia de adquisición de datos del ambiente experimentado puede ser *posiciones fijas (FL)* o bien *caminata sonora (SW)*. Una caminata sonora consiste en una trayectoria llevada a cabo por los interactores (exógenos), los que escuchan con atención los sonidos presentes durante el recorrido y sus paradas (ver Sección 4.1).

La Tabla 1 sintetiza los criterios de clasificación descritos. Como se puede observar, las metodologías *in situ* pueden ser aplicadas tanto con interactores endógenos como con interactores exógenos al ambiente. La estrategia FL puede ser aplicada tanto con interactores exógenos como endógenos al ambiente, mientras que la estrategia SW puede ser aplicada sólo con interactores exógenos al ambiente.

Tabla 1: Criterios de clasificación de las metodologías de adquisición de datos del ambiente experimentado. Los tipos de participantes indicados con (\*) pueden considerarse “interactores”.

Situación	Tipo de participantes	Momento	Tipo de experiencia	Estrategia
IN SITU	endógenos*	tiempo real	genuina	FL
	exógenos*	tiempo real	adaptada	FL SW
EX SITU	exógenos	extemporáneo	emulada	-
			recordada	-

La metodología de adquisición de datos del ambiente experimentado aplicada en esta investigación fue in situ y en tiempo real. Esta metodología fue aplicada tanto con interactores endógenos como exógenos al ambiente, según el ambiente. En el caso de interactores endógenos se aplicó la estrategia FL (lo que implica una experiencia genuina). En el caso de interactores exógenos (experiencia adaptada), se aplicaron las estrategias FL y SW, dependiendo del ambiente.

La estrategia de adquisición de datos del AE y el tipo de participantes fueron escogidas en función de las características (estables y transitorias) del ambiente evaluado (en especial en lo referente a la disponibilidad de interactores endógenos al mismo). En algunos ambientes fueron aplicadas ambas estrategias. Toda vez que fue posible, se privilegió la aplicación de la estrategia FL y con interactores endógenos, ya que esta decisión metodológica representa la condición de menor intervención de la realidad.

### Cuestionario

Para la evaluación del ambiente acústico, se pidió a los interactores que respondan un cuestionario en forma individual y, preferiblemente, en silencio. El cuestionario es anónimo e incluye dos partes, A y B. La parte A comprende las preguntas asociadas a los factores individuales del interactor (Componente FIN). La parte B incluye las preguntas relacionadas con la experiencia que está teniendo el interactor en el ambiente (Componente RIA). Las restantes técnicas descritas para la adquisición de datos del PS (mediciones acústicas, grabaciones de audio, fotografía y video) son sincronizadas con la parte B del cuestionario.

El cuestionario fue diseñado para ser auto-explicativo a fin de minimizar dudas por parte de los interactores (lo cual para ser respondidas podría introducir sonidos indeseados en los registros de audio). El cuestionario también incluyó campos abiertos para facilitar que los interactores justifiquen o amplíen sus respuestas.

## 6.2. PROCEDIMIENTO PARA LA ADQUISICIÓN SINCRONIZADA DE DATOS MULTIDIMENSIONALES<sup>8</sup>

El procedimiento de campo para la aplicación de la Metodología Zamba (MZ) de acuerdo a la estrategia “posiciones fijas” (FL) de adquisición de datos del AE se esquematiza en la figura 8.

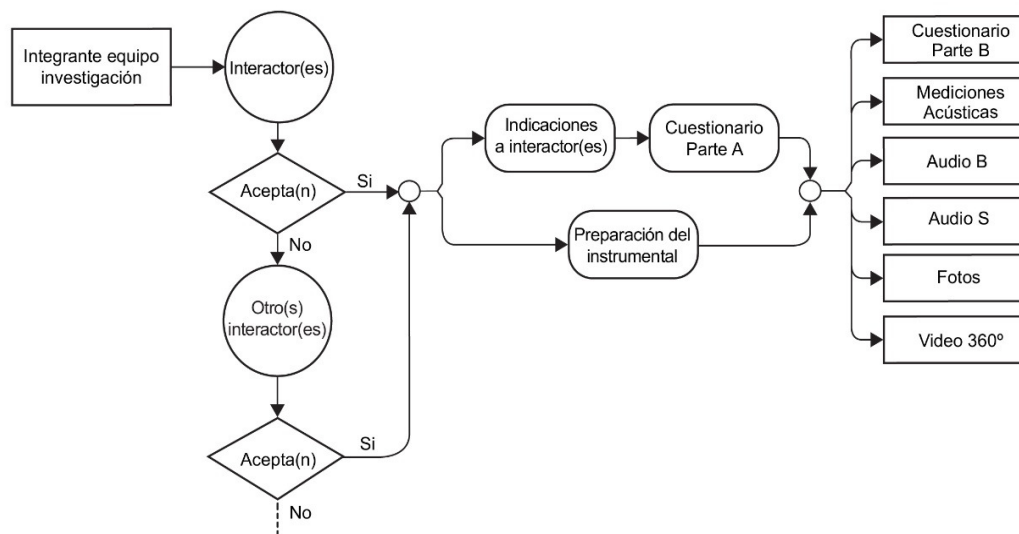


Figura 8: Procedimiento in situ para la aplicación de la Metodología Zamba de adquisición multidimensional y sincronizada de datos del Paisaje Sonoro mediante la estrategia FL.

Al arribar al ambiente se preparan y calibran los instrumentos de medición. Como se representa en la figura 8, un integrante del equipo de investigación (IEI) identifica a un interactor (o a un pequeño grupo de interactores) en el ambiente de interés, se acerca y lo invita a participar de la investigación. Si el interactor acepta, se le da las instrucciones, mientras otro IEI dispone el instrumental de medición en una ubicación próxima al interactor y se prepara para realizar los registros. En el momento en que el interactor comienza a responder a la Parte B del cuestionario, los instrumentos empiezan a registrar en forma sincronizada. Si el interactor declina participar, entonces un IEI busca a otro interactor y repite el procedimiento.

### 6.2.1 Localización de los instrumentos

El instrumental de medición se dispone preferentemente a la altura de los oídos del interactor y en una posición detrás de su campo visual (a fin de no distraerlo y para que el IEI pueda ver qué parte del cuestionario está siendo respondida). La distancia entre el instrumental y el interactor está comprendida entre 1 y 2 m, dependiendo de

<sup>8</sup> Se incluyó una guía detallada para replicar el procedimiento en “[A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape](#)” (Kogan et al., 2017).

las características del ambiente, del número de interactores y de sus ubicaciones. Una distancia demasiado pequeña puede generarle incomodidades al interactor y registrar demasiados sonidos inherentes a la aplicación del cuestionario (indeseados en la medición). Por otra parte, una distancia demasiado grande implicaría registrar un AA muy diferente al correspondiente a la ubicación del interactor. Las distancias más pequeñas se prefieren en campos acústicos que experimentan grandes modificaciones espaciales. El IEI que realiza las grabaciones del Audio B orienta su cabeza en la misma dirección que lo hace el interactor (a fin de registrar un AA lo más similar posible al que recibe el interactor).

La figura 9 muestra la disposición sugerida del instrumental y de los IEI.

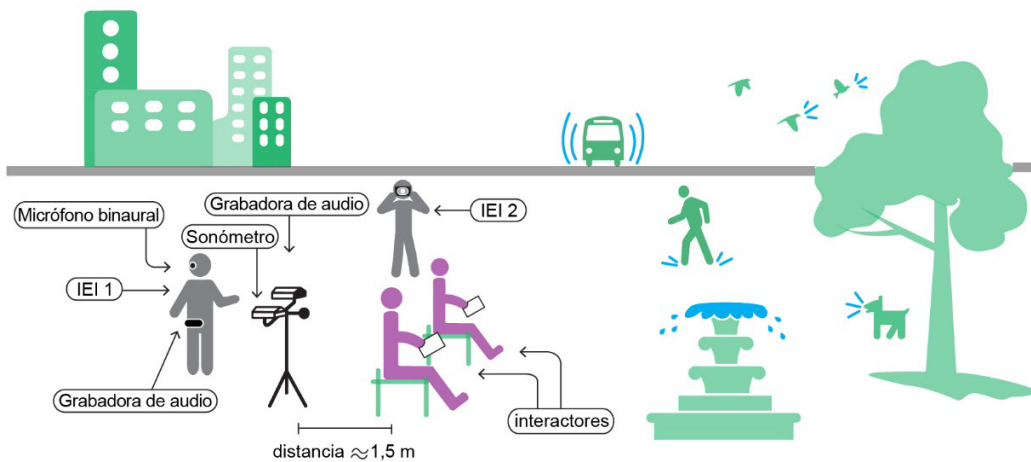


Figura 9: Esquema que muestra la disposición del instrumental y ubicación de los integrantes del equipo de investigación (IEI) respecto de los interactores en el ambiente evaluado.

### 6.2.1 Registro de las mediciones

Cuando se cumplen los cinco minutos de las mediciones acústicas y de la grabación de audio, un IEI completa la planilla de campo con la información relacionada a las adquisiciones simultaneas realizadas (códigos de los interactores, posiciones, nombre de los archivos grabados, valores de los principales indicadores acústicos medidos y comentarios respecto de la medición). Se chequea que cada cuestionario haya sido correctamente respondido y se le asigna un código alfanumérico.

Al final de la última medición realizada, se verifica la calibración del sonómetro, se comprueba que se cuente con la totalidad los datos (códigos de posiciones y de cuestionarios, archivos digitales guardados correctamente y planilla de campo completa).

### 6.3. INSTRUMENTAL EMPLEADO

A continuación se detalla el instrumental empleado para la adquisición de datos in situ.

Sonómetros y analizadores de espectro:

- Brüel & Kjær 2250 y 2270 Clase 1
- Norsonic Nor140 Clase 1
- Rion NL 31 Clase 1
- Svantek 943 B Class 2.

Micrófonos:

- Brüel & Kjær Type 4189, Type 4231 y Type 4964 (infrasonido)
- Svantek SV-MI17
- Roland CS-10EM.

Calibradores:

- Brüel & Kjær Type 4231
- Quest QC-10.

Grabadoras de audio de estado sólido:

- TASCAM DR-100MK II
- Zoom H1 y H4N.

Camaras:

- Nikon Coolpix S5200
- Camcorder JVC
- Camcorder Mini DV MD80
- Samsung S3.

Accesorios:

- Domo de protección para mediciones infrasónicas Brüel & Kjær Type UA-2133
- Trípodes, adaptadores y conectores varios.



## 7. APLICACIÓN: AMBIENTES Y VARIABLES DE ANÁLISIS

### 7.1 LA MUESTRA DE ADQUISICIÓN

La Metodología Zamba fue aplicada en 30 ambientes urbanos correspondientes a cuatro ciudades: Córdoba, Rosario, Lund (Suecia) y Valdivia (Chile). En la tabla 2 se indican los ambientes de aplicación de la metodología, la cantidad ambientes acústicos (AA) y de ambientes experimentados (AE) adquiridos en cada uno de ellos, así como la estrategia de adquisición del AE aplicada.

*Tabla 2: Ambientes donde se aplicó la Metodología Zamba para la adquisición de datos del Paisaje Sonoro. Para cada ambiente se indica su tipo, la ciudad donde se encuentra, la cantidad de ambientes acústicos (AA) y de ambientes experimentados (AE) adquiridos y la/s estrategia/s de adquisición datos del AE aplicada/s.*

Tipo	Ciudad	ID	Ambiente	AA	AE	Estrat. adquis. AE
Parque	Córdoba	AT	"Parque detrás del Teatrino" (UNC)	1	71	SW
		BO	"Bosquecito de Psicología"	17	78	Ambas
		BR	Parque de "Brujas"	3	16	Ambas
		PT	Laguna de los Patos	2	7	Ambas
		TE	Plaza Infantil de Parque Las Tejas	3	11	FL
		TO	Parque Las Tejas Oeste	1	4	SW
	Lund	FL	City park fountain 2	3	4	FL
		FP	City park fountain 1	9	20	FL
	Rosario	RR	Parque Nacional a la Bandera	1	10	SW
	Valdivia	JB	Jardin Botánico	6	17	FL
Plaza	Córdoba	BE	Plaza Vicerrectora Dra. Hebe Goldenhersch	1	4	SW
		PA	Plaza Cuarto Centenario	1	5	SW
		PI	Plaza Italia	39	87	Ambas
		PS	Plaza Seca	3	18	FL
		PU	Patio del Estudiante (UTN)	3	42	SW
		SO	Paseo de Sobremonte	12	26	FL
	Lund	CA	Cathedral Square	2	9	FL
		FE	Lund Station Square	17	21	FL
		FT	Grand Hotel Square	4	6	FL
		FU	Lundagard square	14	28	FL
	Rosario	RF	Plaza Barranca de las Ceibas	1	10	SW
Vía de tráfico	Córdoba	EC	Av Valparaíso, Facultad Cs. Económicas (UNC)	1	4	SW
		IT	Ituzaingo al 1050	1	2	SW
		PO	Bv. San Juan y V. Sarsfield ("Fuente del Perdón")	5	13	Ambas
Vía peatonal	Córdoba	CS	Caseros al 51 (Puerta Aula Magna Fac. Derecho)	2	6	FL
	Lund	Li	Lilla Fiskaregatan	4	8	FL
		ST	Knut Den Stores Torg	7	10	FL
Rosario	RP	San Martin y Córdoba	1	11	SW	
Espacio cultural	Córdoba	BP	Paseo del Buen Pastor	9	22	Ambas
	Rosario	RC	Puerta del Centro Cultural Fontanarrosa	1	10	SW

Los ambientes se identifican mediante un código de dos letras y están agrupados según su tipo y la ciudad donde se encuentran.

Como puede observarse, la MZ se aplicó en diferentes tipos de ambientes urbanos, los cuales se clasifican en *parques, plazas, vías de tráfico, vías peatonales y espacios culturales*.

La mayor parte de los ambientes corresponden a Córdoba y la estrategia más aplicada fue FL. El total de AA medidos fue 174 y el total de AE adquiridos 580. Por otra parte, varios de los ambientes escogidos cuentan con la presencia de fuentes de agua (o bien pequeña laguna o río). Esta característica de los ambientes fue considerada debido a los antecedentes bibliográficos respecto de su influencia positiva sobre el Paisaje Sonoro (ver Apartado 3.10.3).

## 7.2 SELECCIÓN DE UNA SUB-MUESTRA PARA EL ANÁLISIS

A fines de contar con un número de ambientes que sea viable de ser estudiados en el marco de esta Tesis, se seleccionaron algunos de ellos para ser analizados. Para ello se consideró que los mismos se encuentren circunscritos dentro de una misma área geográfica y que correspondan a la misma cultura. Por este motivo, se optó por ambientes correspondientes a una misma ciudad<sup>9</sup>. Se escogió Córdoba ya que en ella se cuenta con la mayor cantidad y variedad de ambientes medidos. Por otra parte, se trata de la ciudad donde se desarrolla la presente Tesis, lo cual ofrece ventajas operativas.

Para la selección de los ambientes se tuvieron en cuenta los sondeos preliminares realizados (los que se describen en el apartado siguiente). Por otro lado, se procuró contar con ambientes de diferente tipo y que exista un balance entre ambientes céntricos y áreas verdes.

La selección de ambientes se realizó de modo de mantener la coherencia en cuanto a la estrategia de adquisición de datos del AE aplicada, por lo que sólo se consideraron los ambientes en los que se aplicó la estrategia FL. Entre la totalidad de los ambientes de Córdoba en los que se aplicó la estrategia FL, se seleccionó aquellos en los que se adquirieron como mínimo dos AA y 10 AE. A fines de analizar el Paisaje Sonoro en estos ambientes, se seleccionaron las variables del AA y del AE que ofrecen mayor capacidad explicativa del Paisaje Sonoro. De este modo, la *muestra de análisis* quedó compuesta por ocho ambientes, 61 AA y 203 AE.

---

<sup>9</sup> Un análisis comparativo entre ambientes de dos culturas diferentes (argentina y sueca) fue presentado en “¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del agua en el paisaje sonoro urbano” (Kogan et al., 2014).



### **7.2.1 Sondeos preliminares**

Se llevaron a cabo sondeos preliminares en ambientes de la ciudad de Córdoba. Estos sondeos se realizaron durante el año 2012 e incluyeron 11 ambientes, 17 posiciones de medición, 33 ambientes acústicos y 86 cuestionarios a interactores endógenos. Estos sondeos preliminares no fueron incluidos en la tabla 2 ni considerados para el análisis presentado en esta Tesis. En todos los ambientes se aplicó la estrategia FL, se realizó mediciones acústicas y se tomó registros audiovisuales. El cuestionario aplicado, distinto al de la Metodología Zamba, indagaba principalmente sobre la familiaridad del interactivo con el ambiente y sus hábitos de visita al mismo, la opinión sobre la dinámica diaria, semanal y estacional que el interactivo tiene respecto del ambiente, las fuentes sonoras escuchadas habitualmente en el mismo, la existencia de marcas sonoras, y se pedía realizar una valoración global del Paisaje Sonoro de ese momento<sup>10</sup>.

Estos relevamientos permitieron ajustar la metodología de campo, evaluar la dinámica de los ambientes y considerar sus particularidades. Este proceso representó un punto de partida en pos de la elección de los ambientes y momentos para aplicar ulteriormente la MZ.

### **7.2.2 Selección de la estrategia FL**

De las dos estrategias de adquisición de datos del ambiente experimentado que se aplicaron (ver 6.1.3), posiciones fijas (FL) y caminata sonora (SW)<sup>11</sup>, se escogió la primera de ellas para realizar los análisis del Paisaje Sonoro.

Esta elección se debe a que la estrategia FL puede ser aplicada con individuos endógenos al ambiente, siendo la estrategia más fiel a las condiciones reales en la experimentación del ambiente. Por otra parte, FL es la estrategia que fue aplicada en más cantidad de ambientes de Córdoba y representa la mayor parte de los datos adquiridos. De este modo, en los ambientes seleccionados en los que se aplicaron ambas estrategias (ver tabla 2), se consideraron para el análisis solamente los datos correspondientes a la estrategia FL.

### **7.2.3 Selección de variables**

Como se vio en el Capítulo 5, las múltiples dimensiones del Paisaje Sonoro fueron agrupadas en entidades y en componentes. Estas dimensiones fueron adquiridas mediante la Metodología Zamba (MZ) en diferentes ambientes urbanos. La MZ, basada en el modelo conceptual multidimensional descrito, brinda la posibilidad de abordaje sistémico e interdisciplinario para el estudio del Paisaje Sonoro (ver secciones 3.5 y 3.7).

---

<sup>10</sup> Resultados de los sondeos preliminares presentados en "Early identification of urban locations towards soundscape analysis" (Kogan et al., 2013).

<sup>11</sup> Parte de los resultados de los ambientes evaluados con la estrategia SW fueron incluidos en "Una caminata sonora en la ciudad de Rosario, Argentina" (Turra et al, 2016).

Parte de las componentes definidas (ver secciones 5.1 a 5.3) contienen dimensiones vinculadas a disciplinas sociales, ciencias de la salud, urbanismo y otras disciplinas. En función del alcance y características propias de una tesis (instancia académica unipersonal enmarcada en una disciplina) y en concordancia con los objetivos particulares de esta Tesis y su viabilidad, se escogieron las dimensiones que se considerarán para el análisis. Estas dimensiones son reflejadas en variables que cuentan con altas capacidades explicativas de la variabilidad de los datos del Paisaje Sonoro, de acuerdo a lo evaluado tanto en el presente trabajo como en investigaciones previas (Aletta et al., 2016; Axelsson, 2015; Axelsson & Nilsson, 2010; Axelsson et al., 2010; Nilsson et al., 2012; Nilsson et al., 2007; Yang & Kang, 2013).

Algunas de las dimensiones adquiridas que no fueron utilizadas para los análisis centrales de esta Tesis, de todos modos son discutidas en la Parte Final, o bien fueron consideradas en otros informes o instancias<sup>12</sup>.

### 7.3 AMBIENTES ANALIZADOS

Como resultado del proceso de selección descrito, se consideraron 8 ambientes de Córdoba para el análisis. A continuación se presentan los ambientes seleccionados, se indican las posiciones dentro de cada uno de ellos donde se aplicó la Metodología Zamba, y se señalan los días y horarios en que ésta fue aplicada (los cuales se denominaron *instancias de medición*).

#### 7.3.1 Paseo de Sobremonte (SO)

Se trata de una plaza céntrica rodeada de edificios públicos que cuenta con una gran fuente de agua ubicada en el centro, la que emite múltiples chorros finos de agua. Es lindera con vías de tráfico, dos de las cuales con circulación de transporte colectivo (Caseros y 27 de Abril). La figura 10 muestra fotografías de este ambiente.

Se realizaron mediciones en 7 posiciones, se adquirieron 12 ambientes acústicos (AA) y 26 ambientes experimentados (AE), en 3 instancias correspondientes a distintas fechas (ver tabla 3). Durante todas las mediciones realizadas la fuente de agua se encontraba activa.

Tabla 3: *Instancias de medición en Paseo de Sobremonte.*

Instancia	Día	Fecha	Hora inicio	Hora fin
I	jueves	10/10/2013	16:43	18:08
II	viernes	18/10/2013	18:35	18:40
III	viernes	25/10/2013	11:56	13:54

<sup>12</sup> “Análisis multivariado del Paisaje Sonoro en espacios urbanos estratégicos de Córdoba (Argentina) y Lund (Suecia)”; “Paisaje Sonoro en ambientes de la Ciudad de Córdoba, Argentina” y otros trabajos (Kogan, 2015a, 2015b, 2016; Kogan & Espinosa, 2016; Zeballos, 2016).



Figura 10: Paseo de Sobremonte (SO).

La figura 11 muestra el emplazamiento del ambiente y la ubicación de las posiciones de medición dentro del mismo.

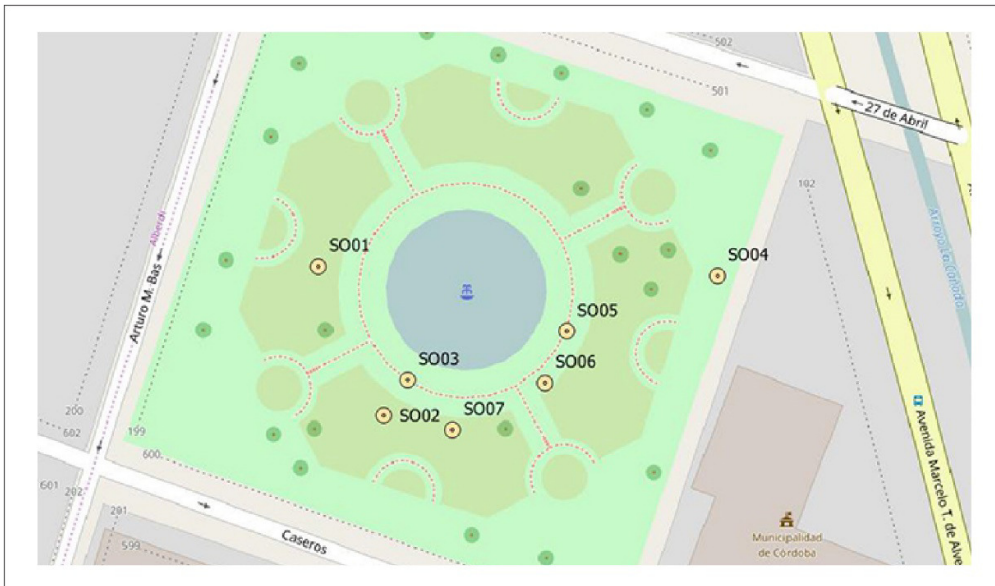


Figura 11: Emplazamiento y posiciones de medición en Paseo de Sobremonte.

### 7.3.2 Plaza Italia (PI)

Pequeña plaza de perímetro triangular ubicada en el centro de Córdoba, lindera con dos vías de tráfico claves, una de las cuales con importante circulación de transporte público (27 de Abril), y la otra una avenida (Marcelo T. de Alvear) que bordea la “Cañada”, la que contiene un afluente del Río Suquía y tiene importancia ambiental e histórica para la ciudad.

La Plaza Italia también es lindera con una vía peatonal (Ayacucho), la que cuenta con locales gastronómicos. Este ambiente cuenta con plataformas escalonadas en forma de terrazas que son usadas por los visitantes para sentarse. Además, tiene tres fuentes de agua con delgados chorros y caídas de agua, las que alimentan un estanque central a la plaza. La figura 12 muestra fotografías de este ambiente.



Figura 12: Plaza Italia (PI).

Se realizaron mediciones en 12 posiciones, se adquirieron 13 AA y 31 AE a lo largo de cuatro instancias (ver tabla 4).

Tabla 4: Instancias de medición en Plaza Italia.

Instancia	Día	Fecha	Hora inicio	Hora fin
I	jueves	10/10/2013	18:27	18:54
II	viernes	18/10/2013	16:42	18:10
III	miércoles	07/10/2015	17:24	18:50
IV	miércoles	11/11/2015	16:19	18:09

Las fuentes de agua presentes en el ambiente se encontraban funcionando durante la Instancia I y parte de las instancias II y III. La figura 13 muestra el emplazamiento de Plaza Italia y las posiciones de medición.

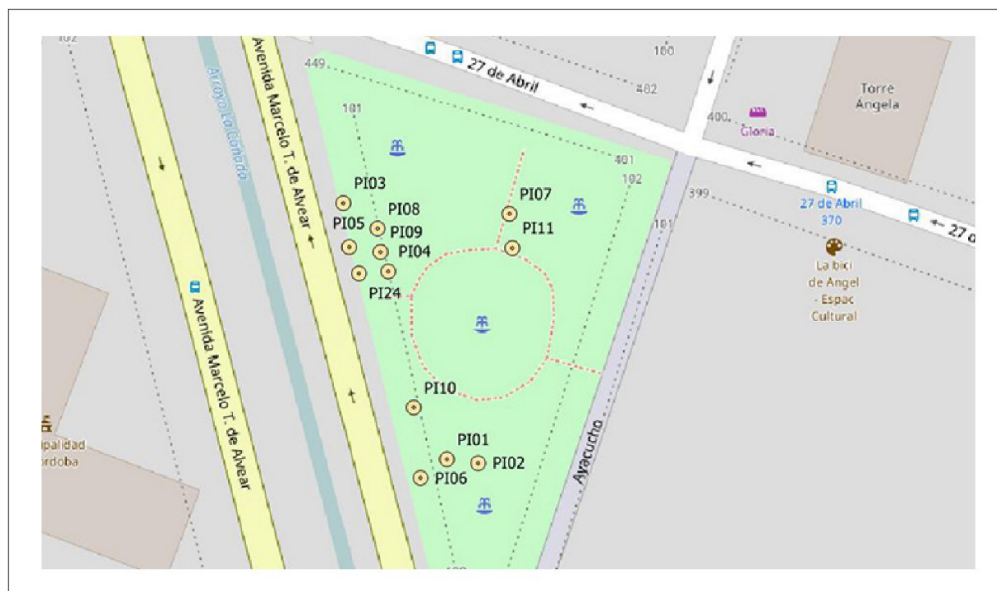


Figura 13: Emplazamiento de Plaza Italia y posiciones de medición.

### 7.3.3 “Fuente del Perdón” (PO)

Se trata de una caudalosa fuente de agua dispuesta en el medio de la intersección de tres avenidas neurálgicas del centro de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield, Bv. San Juan y Av. Hipólito Yrigoyen (figura 14). Este ambiente representa un lugar emblemático de la ciudad, ya que es un punto de encuentro social característico, en el que frecuentemente convergen distinto tipo de manifestaciones.

En este ambiente se consideraron dos posiciones de medición, en las que se adquirieron cuatro AA y 10 AE. Las adquisiciones de datos se realizaron en dos instancias, correspondientes al viernes 28/06/2013 entre las 18:20 y las 18:50 hrs. (Instancia I) y al miércoles 28/08/2013 entre las 15:50 y las 16:10 hrs. (Instancia II). La fuente de agua se encontraba funcionando durante ambas instancias de medición.



Figura 14: “Fuente del Perdón” durante la aplicación de la Metodología Zamba para la adquisición de datos del Paisaje Sonoro.

La figura 15 muestra la ubicación del ambiente y de las posiciones de medición.

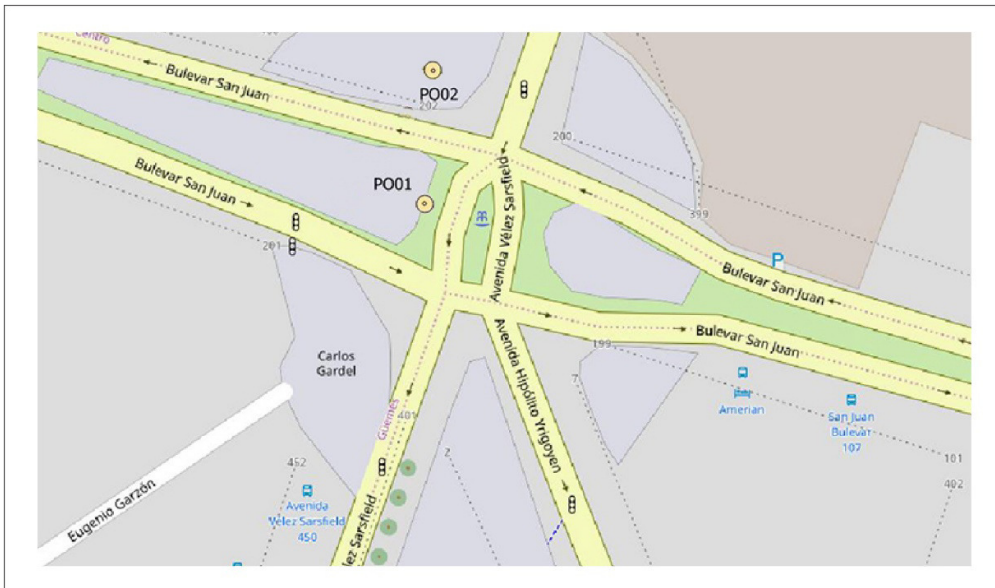


Figura 15: Ubicación de la “Fuente del Perdón” y posiciones de medición.

### 7.3.4 Paseo del Buen Pastor (BP)

Se trata de un centro cultural y espacio recreativo que cuenta con una moderna fuente de agua, la que tiene una caída en forma de lámina y algunos chorros verticales (figura 16). Luego del atardecer, en esta fuente se realiza un espectáculo de “aguas danzantes” con música reproducida (mediante un sistema electroacústico instalado), el que dura entre 10 y 15 minutos y se repite al comienzo de cada hora.

Este espacio cultural fue restaurado para tal fin luego de cerrarse una cárcel de mujeres allí ubicada anteriormente. El Paseo del Buen Pastor se emplaza en un barrio residencial y comercial (Nueva Córdoba), circundado por tres calles de flujos vehiculares moderados (San Lorenzo, Buenos Aires e Independencia) y una avenida (Hipólito Yrigoyen).



*Figura 16: Paseo del Buen Pastor durante la aplicación de la Metodología Zamba para la adquisición de datos del Paisaje Sonoro.*

Se realizaron mediciones en cinco posiciones, se adquirieron ocho AA y 21 AE en dos instancias, el viernes 28/06/2013 entre las 17 y las 18 hrs. (Instancia I) y el miércoles 28/08/2013 entre las 14:45 y las 15:45 hrs. (Instancia II). La figura 17 muestra el emplazamiento del ambiente y la ubicación de las posiciones de medición. La fuente de agua se encontraba funcionando durante la totalidad de las mediciones realizadas.

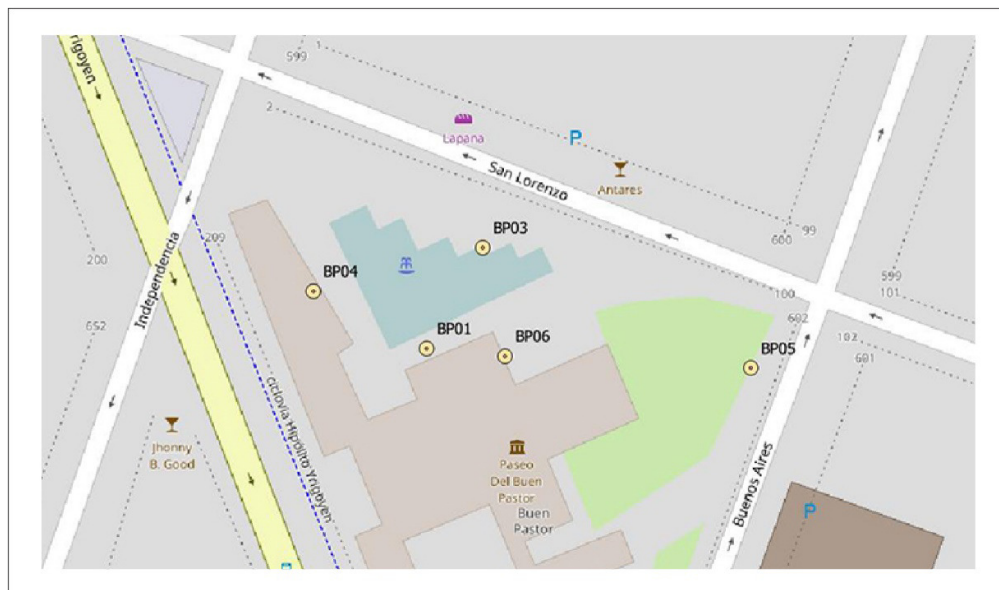


Figura 17: Emplazamiento del Paseo del Buen Pastor y posiciones de medición

### 7.3.5 Plaza Infantil del Parque Las Tejas (TE)

Se trata de una zona del Parque Las Tejas que contiene una plaza con juegos infantiles (figura 18). Cuenta con suelo de tierra, algo de césped, cemento y algunos árboles. El Parque Las Tejas se encuentra en una zona residencial y bordeado por una avenida de alto flujo (Concepción Arenal) y dos calles de menor flujo (Chile y Chacabuco), siendo también lindero con otras áreas verdes. Este ambiente también se denominará *Plaza Infantil Tejas*.

Se realizaron mediciones en tres posiciones, se adquirieron tres AA y 11 AE. Las mediciones se realizaron el día viernes 18/09/2015 entre las 16:45 y las 17:30. La figura 19 muestra la ubicación de las posiciones de medición en el ambiente.





Figura 18: Plaza Infantil del Parque Las Tejas.

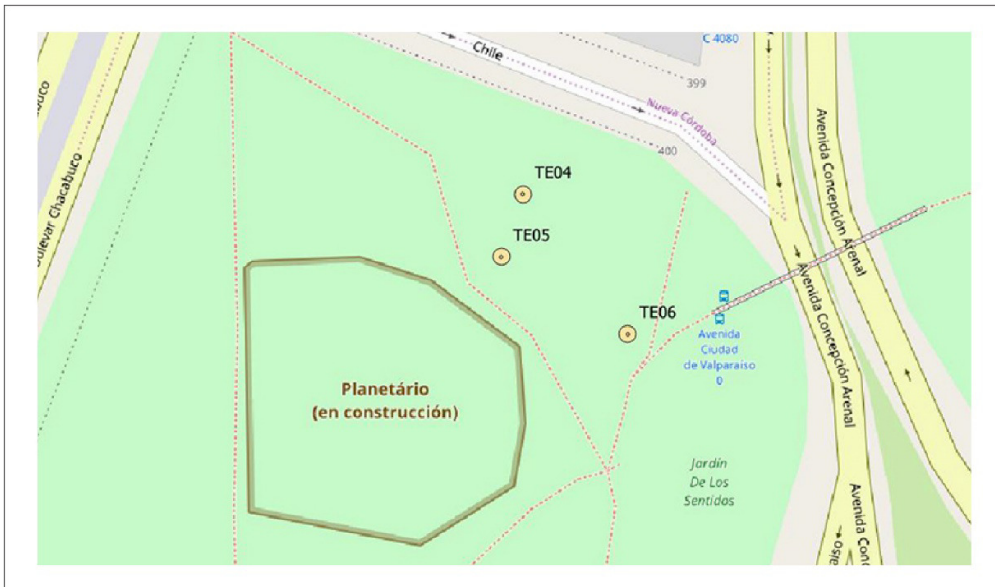


Figura 19: Posiciones de medición en Plaza Infantil del Parque Las Tejas.

### 7.3.6 Parque de “Brujas” (BR)

Este ambiente corresponde a un área verde dentro de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Este ambiente cuenta con pendientes, vistas panorámicas y algunos árboles dispersos. Es principalmente frecuentado por estudiantes universitarios, aunque no exclusivamente, ya que se trata de un espacio público de libre acceso lindero con un área urbana (ver figura 20). Su denominación se debe a un antiguo edificio universitario denominado “Pabellón de las Brujas” de estilo colonial inglés, actualmente dependencia de la Facultad de Artes y la Facultad de Filosofía de la UNC.



*Figura 20: Parque de “Brujas” (BR).*

En este ambiente se midió en dos posiciones, en las que se adquirieron dos AA y 12 AE. Las mediciones tuvieron lugar el día miércoles 16/09/2015 entre las 17:15 y las 17:45 hrs. La figura 21 muestra la ubicación de las posiciones de medición en el ambiente evaluado.

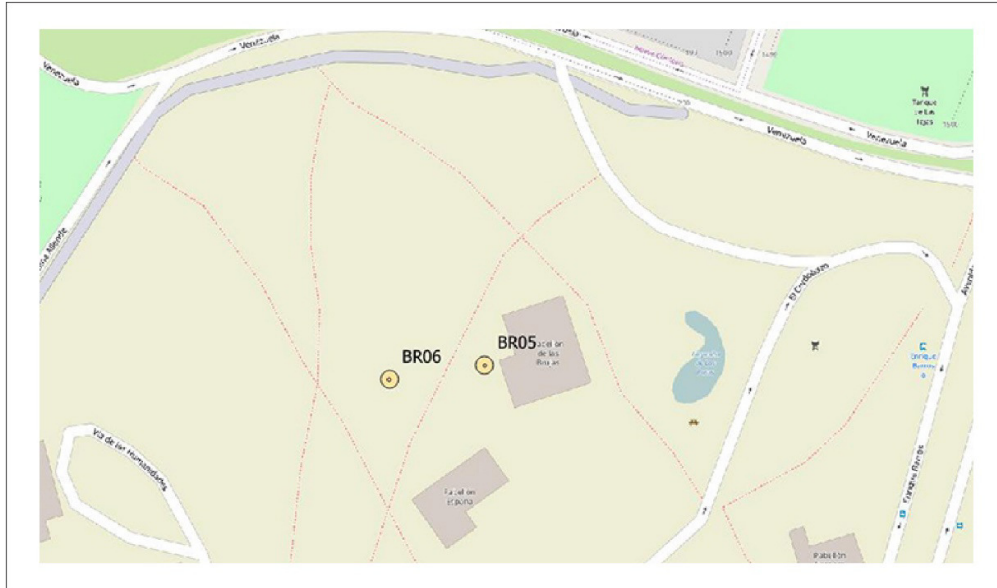


Figura 21: Posiciones de medición en Parque de “Brujas”.

### 7.3.7 Bosquecito de Psicología (BO)

El “Bosquecito de Psicología” (BO) representa un área verde dentro del Campus de la UNC. Se trata de un área con césped y algunos árboles, emplazado entre edificios universitarios y un espacio abierto usado como estacionamiento. Es un ambiente frecuentado por estudiantes, los que suelen sentarse sobre el césped a estudiar o a distenderse entre sus horas de clases (figura 22).

Se realizaron mediciones en seis posiciones, se adquirieron 16 AA y 74 AE, a lo largo de cuatro instancias (ver tabla 5).

Tabla 5: Instancias de medición en “Bosquecito de Psicología” (BO).

Instancia	Día	Fecha	Hora inicio	Hora fin
I	jueves	06/08/2015	17:13	17:41
II	miércoles	19/08/2015	17:25	17:57
III	jueves	27/08/2015	17:29	18:11
IV	jueves	03/09/2015	16:20	18:10



Figura 22: "Bosquecito de Psicología" (BO).

La figura 23 muestra la ubicación de las posiciones de medición en el ambiente evaluado.

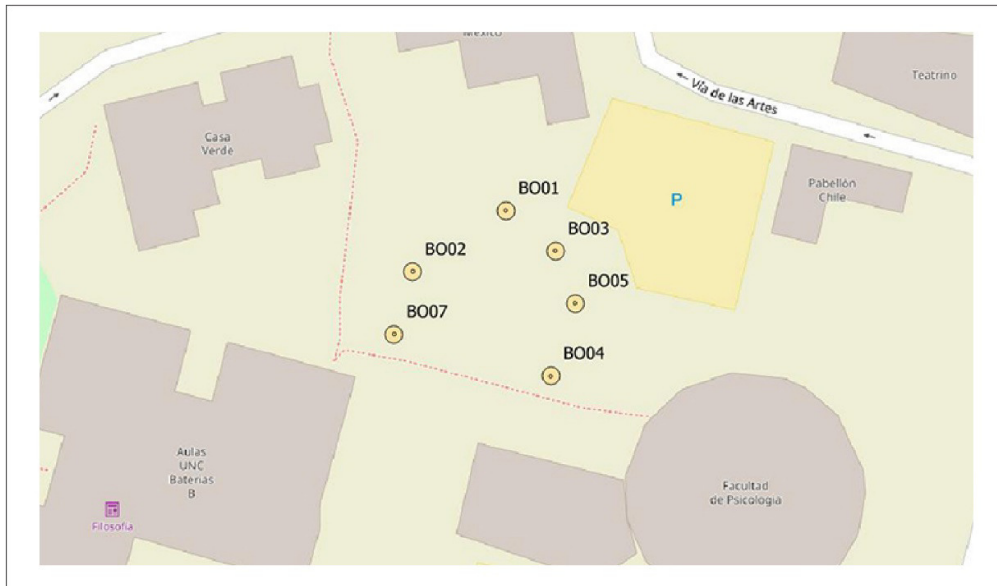


Figura 23: Posiciones de medición en "Bosquecito de Psicología".

### 7.3.8 Plaza Seca (PS)

Explanada ubicada en el Campus de la UNC. Este ambiente cuenta con mesas y bancos y es frecuentado por estudiantes. Se emplaza entre edificios de aulas, áreas verdes y vías vehiculares internas a la Ciudad Universitaria (figura 24).



Figura 24: Plaza Seca (PS).

Se realizaron mediciones en dos posiciones, se adquirieron tres AA y 18 AE en 3 instancias (ver tabla 6).

Tabla 6: Instancias de medición en Plaza Seca

Instancia	Día	Fecha	Hora inicio	Hora fin
I	jueves	06/08/2015	17:55	18:00
II	miércoles	19/08/2015	18:19	18:24
III	miércoles	16/09/2015	16:40	16:45

La figura 25 muestra el emplazamiento de la Plaza Seca y las posiciones de medición.

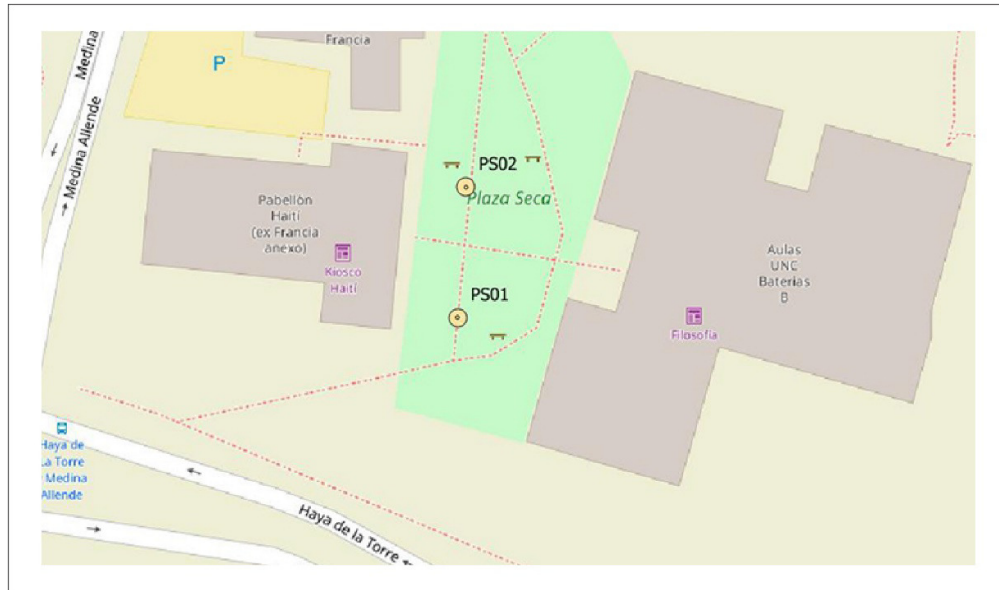


Figura 25: Emplazamiento de la Plaza Seca y posiciones de medición.

#### 7.4 LOS INTERACTORES

Los interactores participaron de la evaluación del Paisaje Sonoro en los ambientes mediante la realización de un cuestionario que permitió adquirir datos de cada ambiente experimentado (ver Apartado 3.3.1 y Sección 5.3). Estos interactores se encontraban espontáneamente en cada ambiente evaluado en el momento de realización de las mediciones (endógenos, según fue definido en el Apartado 6.1.3).

En total participaron 203 interactores, 131 de sexo femenino y 72 de sexo masculino. Las edades estuvieron comprendidas entre 14 y 49 años, con una media de 22,3 años (edades en el momento de la participación de cada uno). La figura 26 muestra la distribución de los interactores por edades.

Para la obtención un AE correspondiente a cada AA, se promediaron los AE adquiridos en forma simultánea en cada posición de medición (en función de las respuestas al cuestionario que brindaron los interactores).

### **Edades de los interactores**

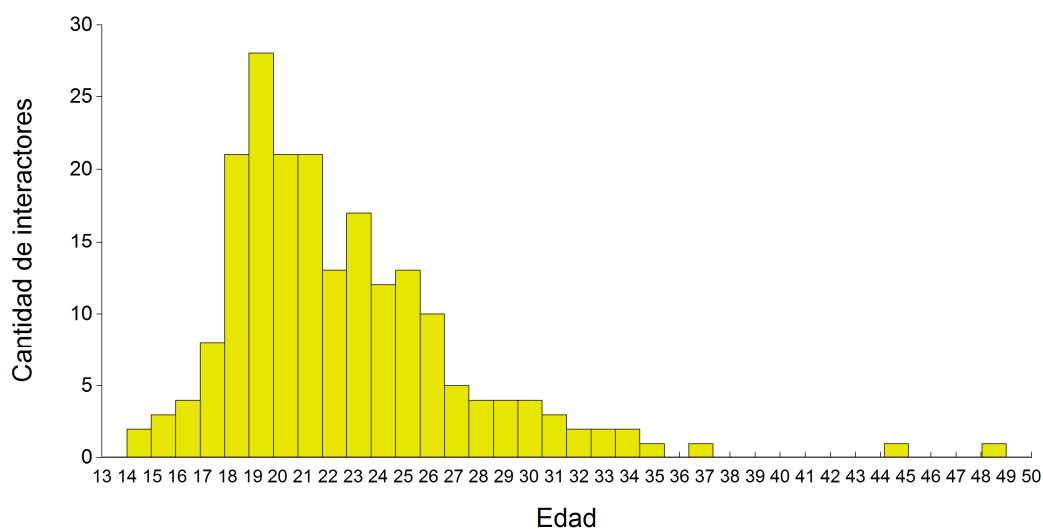


Figura 26: Distribución de la variable edad de los interactores.

## **7.5 VARIABLES DE ANÁLISIS**

Entre las componentes adquiridas mediante la Metodología Zamba, las dos componentes que se utilizaron para el análisis fueron Inmisión Acústica (INA), correspondiente a la Entidad Ambiente Acústico (AA); e Interactor-Ambiente (RIA), correspondiente a la Entidad Ambiente Experimentado (AE) (ver 5.2 y 5.3).

A continuación se indican las variables de análisis empleadas correspondientes a estas dos componentes.

### **7.5.1 Ambiente Acústico (Componente INA)**

- *Leq*: Nivel Sonoro Continuo Equivalente
- *Lmax*: Nivel Sonoro Instantáneo Máximo
- *Lmin*: Nivel Sonoro Instantáneo Mínimo
- *CR*: Clima de Ruido

Estas variables corresponden a indicadores acústicos que fueron definidos en la Sección 1.2. Todos los indicadores se obtuvieron mediante mediciones acústicas realizadas durante un período de integración de 5 minutos, las que fueron ponderadas espectralmente con la Curva A y utilizaron el tiempo de respuesta Slow (ver Sección 1.3).

## 7.5.2 Ambiente Experimentado (Componente RIA)

- *FSE: Fuentes sonoras escuchadas*
- *VG: Valoración Global del Paisaje Sonoro*
- *Agrado: Primera componente del Modelo Perceptual*
- *Actividad: Segunda componente del Modelo Perceptual*
- *EXA: Expectativas Acústicas.*

Las variables Agrado y Actividad son las que alimentan el Modelo Perceptual para la Valoración Cualitativa del Paisaje Sonoro (Axelsson et al., 2010; Axelsson et al., 2012a) que se revisó en la Sección 4.3.

Las preguntas de la Parte B del cuestionario (ver Apartado 6.1.3) que permiten adquirir los datos correspondientes a la componente RIA son:

### Fuentes sonoras escuchadas (FSE)

*“¿En qué medida oye en este momento los siguientes tipos de sonidos? Por favor indique una opción por cada tipo de sonido.”*

Esta pregunta apunta a identificar qué tipos de fuentes sonoras entre los siguientes se perciben en el ambiente en el momento de la evaluación y en qué medida:

*Ruido de tráfico (FSE<sub>T</sub>)*

*Sonidos naturales (FSE<sub>N</sub>)*

*Sonidos de personas (FSE<sub>P</sub>)*

*Otros (FSE<sub>O</sub>)*

Las respuestas a cada FSE se obtienen mediante una escala de Likert de 5 puntos: *Nada (1), Un poco (2), Moderado (3), Mucho (4), Completamente dominante (5)* (Axelsson & Nilsson, 2010; Axelsson et al., 2009, 2012a).

### Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG)

*“De manera global, ¿cómo describiría el entorno sonoro que lo rodea?”*

Esta pregunta califica de modo global como es valorado el Paisaje Sonoro por el interactor en el momento y lugar de evaluación (Axelsson et al., 2009, 2012a; Axelsson et al., 2012b). Las respuestas corresponden a una escala de Likert de 5 puntos: *Muy malo (1), Malo (2), Ni malo ni bueno (3), Bueno (4), Muy bueno (5)*.

### Agrado y Actividad

Variabes basadas en el *Modelo Perceptual* desarrollado por Axelsson et al. (2010) para caracterizar la calidad del Paisaje Sonoro (ver Sección 4.3). Este modelo fue obtenido mediante análisis multivariado de componentes principales (ACP), en el cual los ejes ortonormales que explican la mayor variabilidad de los datos se denominan Agrado (o “pleasantness”, correspondiente a las abscisas y constituido por



el semieje negativo “molesto” y el semieje positivo “placentero”) y Actividad (o “eventfulness”, eje de ordenadas formado por el semieje negativo “sin eventos sonoros” y el semieje positivo “con eventos sonoros”).

En base a este modelo perceptual, se desarrolló el Protocolo Sueco de Calidad del Paisaje Sonoro (PSPS), mediante el cual cada Paisaje Sonoro puede ser clasificado dentro de un espacio bidimensional definido por los ejes *Agrado* y *Actividad* (Axelsson et al., 2009, 2012b, 2012a). Los cuadrantes formados por estos ejes se denominan *Estimulante (I)*, *Caótico (II)*, *Monótono (III)* y *Calmo (IV)* (ver figura 5 de Sección 4.3).

Cada Paisaje Sonoro evaluado puede ubicarse en el plano del PSPS mediante un cálculo basado en los ocho atributos perceptuales de respuesta a la pregunta indicada a continuación.

“¿En qué medida acuerda con los siguientes 8 enunciados sobre cómo usted experimenta el presente ambiente sonoro que lo rodea?”

- A: Placentero
- B: Caótico
- C: Excitante
- D: Sin eventos sonoros
- E: Calmo
- F: Molesto
- G: Con eventos sonoros
- H: Monótono.

La calificación de cada atributo perceptual (A a H), se realiza mediante una escala de Likert de 5 puntos: *Totalmente de acuerdo (1)*, *Bastante de acuerdo (0,5)*, *Ni de acuerdo ni en desacuerdo (0)*, *Bastante en desacuerdo (-0,5)*, *Totalmente en desacuerdo (-1)*.

En base a estas respuestas, se calcula el valor de las variables *Agrado* y *Actividad*.

$$Agrado = \frac{\sqrt{2} \cdot (A-F) + (E-B) + (C-H)}{4 + \sqrt{8}} \quad (5)$$

$$Actividad = \frac{\sqrt{2} \cdot (G-D) - (E-B) + (C-H)}{4 + \sqrt{8}} \quad (6)$$

Los valores máximos y mínimos que pueden alcanzar las variables *Agrado* y *Actividad* son:

$$Agrado_{MÁXIMO} = \frac{\sqrt{2} \cdot [1 - (-1)] + [1 - (-1)] + [1 - (-1)]}{4 + \sqrt{8}} = 1$$

$$Agrado_{MÍNIMO} = \frac{\sqrt{2} \cdot (-1-1) + (-1-1) + (-1-1)}{4 + \sqrt{8}} = -1$$

Por lo tanto,

$$-1 \leq Agrado \leq 1$$

y

$$Actividad_{MÁXIMA} = \frac{\sqrt{2} \cdot [1 - (-1)] - [(-1) - 1] + [1 - (-1)]}{4 + \sqrt{8}} = 1$$

$$Actividad_{MÍNIMA} = \frac{\sqrt{2} \cdot (-1-1) - [1 - (-1)] + (-1-1)}{4 + \sqrt{8}} = -1$$

Por lo tanto,

$$-1 \leq Actividad \leq 1$$

### Expectativas Acústicas (EXA)

“¿Encuentra el presente entorno sonoro acorde con este lugar?”

Esta pregunta se responde en forma binaria, con *sí* o *no*. En caso de que la respuesta sea negativa, se formula adicionalmente la pregunta: *¿por qué?*

De este modo el interactor puede expresar si el Paisaje Sonoro percibido se ajusta a las expectativas que tiene respecto del ambiente y, en caso de no ser así, cuál es la causa de ello (Axelsson, 2015; Axelsson et al., 2012a, 2012b; Bruce & Davies, 2014).

### 7.5.3 Propiedades de las variables empleadas

La tabla 7 indica las propiedades de las variables utilizadas en el análisis, incluyendo la fuente del dato, el tipo de variables, las categorías de respuesta, la unidad en que se mide, el rango de valores que puede adoptar y las referencias bibliográficas al respecto.

Tabla 7: Propiedades de las variables de análisis.

Comp.	Variable	Fuente	Tipo de variable	Categ.	Unid.	Rango	Referencias
INA	Leq	medición acústica	cuantitativa continua	-	dBA	30 a 90	Gerges & Arenas, 2004
	Lmax	medición acústica		-	dBA	50 a 110	Harris, 1998
	Lmin	medición acústica		-	dBA	20 a 80	Harris, 1998
	CR	medido y calculado		-	dB	0 a 50	Tripathy, 2011
RIA	FSE <sub>T</sub>	cuestionario	categórica tratada como cuantitativa	5	-	1 a 5	Axelsson et al., 2009, 2010, 2012a
	FSE <sub>N</sub>	cuestionario					
	FSE <sub>P</sub>	cuestionario					
	FSE <sub>O</sub>	cuestionario					
	VG	cuestionario	categórica tratada como cuantitativa	5	-	1 a 5	Axelsson et al., 2009, 2012b, 2012a
	Agrado	cuestionario y calculado	cuantitativa continua	-	-	-1 a 1	
	Actividad						
EXA	cuestionario	binaria	2	-	-	Axelsson, 2015; Bruce & Davies, 2014	

Como se observa en la tabla 7, se emplearon variables de distinta naturaleza. Las variables correspondientes a la Componente INA son de tipo *instrumental* y *continuas*. Las variables FSE y VG son *categóricas* tratadas como *enteras ordinales*, de modo de poder operar con ellas cuantitativamente. Las variables Agrado y Actividad adoptan valores reales comprendidos entre -1 y 1. La variable Expectativas Acústicas (EXA) se trata como *binaria* (y en caso de respuesta negativa su fundamentación se trata como variable *alfanumérica*).



## 8. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS ADQUIRIDOS

El tratamiento de los datos se realizó de acuerdo al marco epistémico del paradigma del Paisaje Sonoro (PPS) desarrollado en la Parte I de esta Tesis. Este considera al Paisaje Sonoro (PS) un Sistema Complejo, cuyos elementos no pueden aislarse entre sí para comprender los fenómenos involucrados. Como se desarrolló en el Capítulo 5, el PS está compuesto de múltiples dimensiones de diferente naturaleza interactuando, las que se agruparon en tres entidades: Ambiente (A), Ambiente Acústico (AA) y Ambiente Experimentado (AE).

En consecuencia, cada aplicación de la Metodología Zamba (o *medición multidimensional*) genera un set de datos adquiridos del A, del AA y del AE. De acuerdo al PPS, este set de datos debería ser tratado como una Unidad.

Cada AA adquirido está asociado a uno o varios AE, dependiendo de la cantidad de interactores que hayan respondido simultáneamente el cuestionario del AE. De este modo, los AE adquiridos en forma simultánea son indivisibles entre sí y, en pos de mantener el enfoque sistémico, tampoco deberían ser separados de su respectivo AA. No obstante, en casos en que se desea comparar globalmente los ambientes o bien representar la distribución espacial de una variable, el AA y el AE pueden separarse. Sin embargo, esta separación supone una visión reduccionista distante del enfoque sistémico del PPS.

En este capítulo se detallan las técnicas y herramientas empleadas para procesar los datos multidimensionales adquiridos mediante la Metodología Zamba. En la primera sección se indican los procesos realizados a los datos adquiridos en forma disgregada. En segunda sección se indican los procesos que integran y articulan las diferentes dimensiones analizadas. Estos procesos articulados se centraron principalmente en la estadística multivariada y en herramientas de información geográfica.

Para todos los procesos de los datos se prefirió, siempre que resultó factible, la utilización de programas computacionales uso libre, entre los que se encuentran: Quantum GIS 2.14, Octave 2.0.0, Audacity 2.1.2 y LibreOffice3.4.6.2. Para los procesamientos estadísticos se utilizó el programa InfoStat 2015 (Di Rienzo et al., 2015).

## **8.1 DATOS DISGREGADOS**

Esta sección incluye los procesos realizados a los datos correspondientes a las entidades Ambiente, Ambiente Acústico y Ambiente Experimentado, en forma diferenciada.

### **8.1.1 Codificación y registro**

Todos los datos adquiridos fueron codificados para su clasificación, ordenamiento y registro. Se desarrolló una nomenclatura para la codificación, la cual a los archivos adquiridos de mediciones acústicas, grabaciones de audio, video y fotografía, así como a los ambientes, posiciones de medición e interactores.

#### Ambientes y posiciones de medición

Los ambientes fueron identificados por dos letras y las posiciones de medición dentro de cada ambiente por dos números a continuación de los dos caracteres del ambiente. De este modo, mediante cuatro caracteres se identifica la ubicación exacta en el mapa, la cual fue georreferenciada. Por ejemplo, BP03 corresponde a tercera posiciones de medición en el ambiente Paseo del Buen Pastor (BP).

#### Cuestionarios

Se aplicó un código alfanumérico de 5 caracteres para la codificación de los cuestionarios. Los dos primeros caracteres corresponden a la ciudad y los restantes al número de ambiente experimentado (AE) asociado al cuestionario. Los AE fueron codificados ordinalmente en forma cronológica de su adquisición.

#### Archivos audiovisuales

Los archivos audiovisuales adquiridos fueron codificados de modo de identificar al ambiente, la posición de medición, los AE que se adquirieron en forma simultánea a la adquisición del AA y el número de repetición del registro audiovisual en cuestión (ver figura 27).

Este código cuenta con 15 caracteres, enlazando el código de ambiente y posición con el código del cuestionario y cinco caracteres adicionales, los cuales representan la cantidad de AE simultáneos adquiridos y el número de repetición. Esta nomenclatura se aplicó a todos los tipos de archivos adquiridos: mediciones acústicas, grabaciones de audio, video y fotografía.

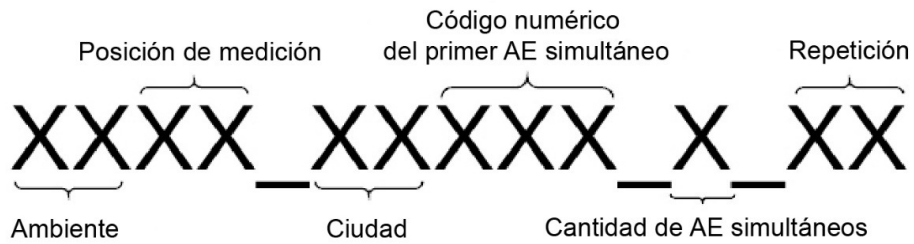


Figura 27: Código de 15 caracteres para identificar los archivos de mediciones acústicas, grabaciones de audio, video y fotografía.

En el caso de archivos de audio, el último carácter indica el tipo de técnica de grabación aplicada, donde la letra B se utiliza para binaural y S para la grabación realizada con el SLM (ver Apartado 6.1.2).

Por ejemplo, el código PI02\_CO151\_2\_1B corresponde a una grabación en la posición 02 de PI (Plaza Italia). Durante esta aplicación de la MZ se adquirieron 2 AE, CO151 y el siguiente (CO152). Además, se trata de la primera toma<sup>13</sup> (1) de una grabación binaural (B).

#### Almacenamiento de los datos

Luego de codificados, los archivos de audio, mediciones, fotografía y video fueron dispuestos en carpetas (en disco duro local sobre Linux con respaldo en servidor) organizadas de acuerdo a las siguientes jerarquías: ciudad, ambiente, fecha, tipo de archivo.

Todos los datos adquiridos fueron transcritos en una base de datos generada en una planilla del cálculo de (665 filas x 149 columnas), la que contiene en sus filas los AE (casos) y en sus columnas los datos, variables, indicadores, índices e informaciones complementarias. Se optó por la organización de los datos en función de los AE, ya que representan un "N" mayor que los ambientes y que los AA. De este modo, los ambientes y AA fueron repetidos para todos los casos correspondientes.

<sup>13</sup> En el caso de las grabaciones de audio y mediciones acústicas no corresponden repeticiones pero sí en la fotografía y el video.

### **8.1.2 Audio y mediciones acústicas**

Las mediciones acústicas se descargaron de los sonómetros mediante los programas computacionales provistos por los fabricantes del instrumental empleado (*Brüel & Kjær: Software de Registro BZ-7225 y de pos-procesado Measurement Partner Suite BZ-5503; Norsonic: Nor1020 NorXfer*). Los indicadores acústicos fueron exportados a una planilla de cálculo, en la cual se obtuvieron los descriptores e índices no provistos por el fabricante.

Las grabaciones de audio fueron normalizadas en sus niveles de ganancia y en su duración. Posteriormente, se aplicaron los procesos requeridos a las señales de audio para la obtención de descriptores asociados a la Componente INA (ver 5.2). Estos procesos fueron realizados mediante los programas computacionales Audacity 2.1.0 y GNU Octave 4.0.0.

### **8.1.3 Respuestas al cuestionario**

Los datos adquiridos de los AE fueron transcritos a una planilla de cálculo de acuerdo a la codificación de las preguntas, categorías las respuestas y valores asociados a estas categorías (según se describió en la Sección 7.5).

Las variables categóricas que pueden tratarse como variables enteras ordinales (ver tabla 7) fueron transcritas a la computadora con su valor numérico correspondiente. Las variables categóricas que no pueden ser tratadas ordinalmente fueron ingresadas como categorías. Las variables alfanuméricas fueron transcritas del modo en que fueron completadas.

### **8.1.4 Estadística descriptiva**

Se calcularon medidas resumen para las variables ordinales reales y enteras. Las variables categóricas que pueden ser tratadas ordinalmente fueron reclasificadas como variables continuas. Se obtuvieron los siguientes estadísticos: media, desviación estándar (D.E.), mínimo, máximo, mediana, coeficiente de variación (C.V.) y cuartiles, dependiendo de la variable.

Las variables categóricas fueron procesadas mediante tablas de frecuencia y se obtuvieron frecuencias relativas y absolutas, de acuerdo a diferentes criterios de clasificación.

Para el cálculo de los estadísticos correspondientes a las variables del AE se empleó la base de datos mencionada en 8.1.1, la que tiene los AE por filas. Para el cálculo de los estadísticos del AA, se confeccionó una tabla que tiene por filas cada medición multidimensional (cada una de las cuales corresponde a un único AA).

Para la obtención de un valor de AE representativo de cada medición multidimensional, se promediaron los AE que fueron adquiridos simultáneamente en la misma posición.



Para la obtención de los AA y AE por instancia dentro de cada ambiente, se promediaron por un lado los AA y, por el otro, los AE en forma directa, cada cual con su respectivo N. El mismo procedimiento se aplicó para la obtención de los resultados por ambiente.

Las comparaciones entre las variables de grupos diferentes (clasificados según diferentes criterios) se realizaron mediante pruebas t cuando se compararon dos grupos y mediante pruebas “post host” Tukey cuando se trató de más de dos grupos.

Los procesos estadísticos fueron realizados mediante el programa computacional Infostat 2015p (Di Rienzo et al., 2015).

## **8.2. DATOS ARTICULADOS**

En esta sección se informan en primera instancia los procesos realizados que permiten interrelacionar ambientes y posiciones de medición, como la georreferenciación, la confección de capas GIS, la aplicación de filtros dentro de estas capas y la visualización espacial de los resultados.

En segunda instancia, se detallan los métodos empleados que permiten interrelacionar variables pertenecientes a diferentes componentes y entidades, como la estadística multivariada y los geo-procesos entre capas.

### **8.2.1 Georreferenciación**

Todos los datos adquiridos fueron georreferenciados en función de la posición en la que fueron adquiridos. Este proceso se realizó de acuerdo a la Proyección POSGAR 2007 Argentina faja 4 de las coordenadas originalmente correspondientes al Sistema de Referencia Terrestre (WGS84). La proyección escogida opera en base a coordenadas planas y es pertinente a la región del geoide donde se encuentra la ciudad de Córdoba. La georreferenciación se realizó mediante el programa Quantum GIS.

### **8.2.2 Confección de tablas y capas vectoriales temáticas**

Los datos adquiridos y descriptores calculados fueron organizados en tablas temáticas. Los estadísticos considerados para la confección de las tablas comprenden la media, desviación estándar, máximos, mínimos y frecuencias absolutas y relativas, dependiendo de la naturaleza de cada variable.

En las tablas, las filas corresponden a las posiciones de medición georreferenciadas y las columnas a las variables y sus estadísticos. Para la generación de tablas se empleó el programa de procesamiento estadístico Infostat y planillas de cálculo auxiliares. Las tablas fueron generadas en formato de datos separados por comas (CSV) para permitir su importación desde el GIS. Cada tabla temática alimenta una capa vectorial distinta del Sistema de Información Geográfica del Paisaje Sonoro.

### 8.2.3 Capas de ambientes y posiciones de medición

Se construyó una capa vectorial de polígonos que incluye los ambientes considerados en Córdoba. Para ello, se utilizaron como referencias un mapa en línea (OpenStreetMap) y una capa vectorial que contiene los ejes urbanos de Córdoba (también en POSGAR 2007 Argentina faja 4). En base a ello, se trazaron los polígonos correspondientes al perímetro de cada ambiente. Por otro lado, se construyó una capa vectorial de puntos que incluye todas las posiciones de medición que se circunscriben dentro de su respectivo polígono de ambiente.

### 8.2.4 Análisis espacial

Las consultas realizadas dentro de cada capa del en GIS de Paisaje Sonoro fueron, por un lado, de tipo *condición* (e.g. “donde se ubican las posiciones que cumplen con determinada condición”). Estas consultas se realizaron mediante operadores lógicos. El resultado de cada una de estas consultas permitió seleccionar las posiciones que cumplen con cada condición y generar nuevas capas a partir de las posiciones seleccionadas. Se aplicaron estadísticos espaciales, selecciones por expresión, cortes de áreas geográficas y procesos de “*buffer*” o *zona de influencia*.

Por otra parte, se aplicaron geo-procesos entre capas: intersección de capas, unión de capas y diferencia geométrica. Los resultados de los geo-procesos generaron nuevas capas.

#### Determinación de la distancia de referencia a las vías de tráfico

Para poder comparar los resultados de las variables del AA y del AE entre las posiciones cercanas y lejanas a las vías de tráfico, se fijó una distancia de referencia. Esta distancia fue adoptada de acuerdo a un criterio de decaimiento energético con la distancia. Para lo cual se calculó la distancia a la cual la energía acústica de una fuente puntual en campo libre decae hasta una milésima parte de la energía que tenía a 1 m de la fuente sonora.

A partir de la ecuación de decaimiento del nivel de presión sonora (NPS) con la distancia (Gerges & Arenas, 2004):

$$NPS_1 - NPS_2 = 10 \cdot \log_{10} \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad [\text{dB}] \quad (7)$$

donde:

$r_1$  es una distancia de referencia

$r_2$  es la distancia a la fuente sonora

$NPS_1$  es el nivel de presión sonora en  $r_1$

$NPS_2$  es el nivel de presión sonora en  $r_2$

Si se considera  $r_1=1\text{m}$  y, como la energía acústica es dependiente de la presión sonora cuadrática, a partir de (1) de la Sección 1.2 se tiene:

$$\frac{p_1^2}{p_2^2} = \frac{10^{NPS_1/10}}{10^{NPS_2/10}} = 1000 \quad (8)$$

y se obtiene

$$NPS_1 - NPS_2 = 30 \text{ dB} \quad (9)$$

Reemplazando (9) en (7) se obtiene  $r_2=31,6$  m

El valor obtenido de  $r_2$  se adoptó como distancia de separación entre ambos grupos. La zona que queda comprendida a menos de esa distancia de las vías de tráfico se denomina *zona de influencia* (del ruido de tráfico).

Esta distancia permite separar las posiciones de medición en dos grupos: aquellas posiciones que quedan dentro de la zona de influencia (grupo A) y aquellas que quedan fuera de la misma (grupo B). El criterio energético adoptado para fijar una distancia límite sólo debe tomarse como una referencia que permite generar ambos grupos. Este criterio supone la propagación de ondas esféricas en campo libre y, en la práctica, muchas vías de tráfico no se comportan como fuentes sonoras puntuales, ni todos los ambientes urbanos pueden ser tratados mediante las ecuaciones de decaimiento de la energía acústica en campo libre.

### 8.2.5 Estadística multivariada

Se aplicó la técnica de análisis de componentes principales (ACP), se construyeron gráficos tipo “bi-plot” para comprender relaciones entre variables, entre variables y ambientes, y entre ambientes. Por otra parte, se realizaron análisis de conglomerados no jerárquicos y jerárquicos para agrupar los ambientes de acuerdo a la similitud que estos presentan en cuanto a las múltiples variables consideradas. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Infostat 2015p (Di Rienzo et al., 2015).

### 8.2.6 Visualización espacial de resultados

Cada instancia de medición en los ambientes evaluados fue representada en una capa GIS diferente. Para la visualización del resultado del AE por cada posición, se promediaron los AE adquiridos simultáneamente en esta posición. En caso de haberse realizado más de una medición multidimensional en la misma posición durante la misma instancia, se promediaron por un lado los AA y por el otro los AE (cada cual con su respectivo N) a fin de visualizarse (esto fue señalado en los casos correspondientes).

Se aplicaron escalas de visualización acorde a los rangos obtenidos para cada variable. Las escalas de visualización fueron *categorizadas* y cada intervalo dentro de la escala se representó con un color diferente. Se prefirieron los tonos verdes o azules para un extremo de la escala (aquella asociada a valores más favorables) y los tonos rojos o negros para las condiciones más desfavorables. Se procuró la coherencia

cromática en las variables respecto de los gráficos estadísticos. Se escogió la forma del símbolo y su tamaño de acuerdo a cada variable y escala de visualización.

## PARTE III

# RESULTADOS y ANÁLISIS

*Parte del contenido del Capítulo 10 fue publicado en:*

*Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., Zeballos, F., Hinalaf, M., & Pérez, J. (2016). Application of the Swedish Soundscape-Quality Protocol in one European and three Latin-American cities. In Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics, International Commission for Acoustics (ICA), Buenos Aires. ISBN 978-987-24713-6-1.*



*“Si cierras la puerta a todos los errores, dejarás fuera la verdad”*

*R. Tagore*

En la Parte III de la Tesis se presentan los resultados de las variables seleccionadas del Paisaje Sonoro para la muestra de análisis, correspondiente a ocho ambientes de la ciudad de Córdoba.

En primer término instancia se caracteriza el Paisaje Sonoro en los ambientes seleccionados. A tal fin, se presentan resultados del Ambiente Acústico (AA) y del Ambiente Experimentado (AE) y la distribución espacial de los mismos para cada ambiente. Se presentan los resultados correspondientes a cada instancia de medición.

Posteriormente, se realiza una síntesis comparativa entre los ambientes, la que incluye la comparación de los niveles sonoros equivalentes, la valoración global del Paisaje Sonoro, la clasificación de los ambientes de acuerdo al Modelo Perceptual y las fuentes sonoras percibidas en forma predominante en cada uno de ellos.

Se agruparon los ambientes de acuerdo a su semejanza multivariada, obteniéndose dos conglomerados de ambientes. Se analizan las diferencias entre las variables correspondientes de un conglomerado respecto al otro.

En segundo término, se estudia la influencia de los sonidos naturales en el Paisaje Sonoro urbano. A tal fin, se clasificaron los datos de acuerdo a tres criterios para estudiar el comportamiento de las variables entre grupos.

Como primer criterio, se agruparon las posiciones de medición cercanas a las vías de tráfico por un lado y aquellas alejadas de las mismas por el otro. Como segundo criterio, se agruparon los datos correspondientes a áreas verdes respecto de aquellos adquiridos en otros ambientes urbanos.

Como tercer criterio, las mediciones se clasificaron en tres grupos en función de la relación percibida entre sonidos naturales y ruido de tráfico. Los tres grupos corresponden a dominancia perceptual de sonidos de tráfico sobre sonidos naturales, percepción balanceada entre ambos tipos de fuentes sonoras, y dominancia perceptual de sonidos naturales sobre ruido de tráfico.





## 9. CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE SONORO EN LOS AMBIENTES

En este capítulo se presentan los resultados correspondientes a las variables del Ambiente Acústico (AA) y el Ambiente Experimentado (AE) en los ocho ambientes seleccionados de la ciudad de Córdoba. Los resultados presentados son producto de la aplicación de la Metodología Zamba para la adquisición sincronizada de datos multidimensionales del Paisaje Sonoro (ver Capítulo 6). A fines operativos, a cada aplicación de la misma se denominará *medición multidimensional* o simplemente *Medición*.

### 9.1 PASEO DE SOBREMONTA (SO)

En este ambiente se realizaron 12 mediciones en siete posiciones distribuidas en tres instancias. En las instancias I, II y III se realizaron tres, seis y tres mediciones, respectivamente. En total de interactores considerados para evaluar el Ambiente Experimentado fue 26.

#### 9.1.1 Ambiente Acústico

En este apartado se presentan los resultados de las cuatro variables del Ambiente Acústico (AA). La tabla 8 informa los niveles sonoros equivalentes ( $L_{eq}$ ), los niveles instantáneos máximos ( $L_{máx}$ ), niveles instantáneos mínimos ( $L_{mín}$ ) y el Clima de Ruido (CR) registrados en cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en la que fue realizada cada una de ellas (ver 7.3.1) y la posición del ambiente donde se realizó la medición.

Se obtuvo una media de 65,1 dBA (D.E.=3,1; n=12) para las mediciones realizadas en el ambiente. El mayor nivel equivalente registrado fue 71,0 dBA (Instancia II). Durante las mediciones que registraron los  $L_{eq}$  más altos, se constató la presencia de bombas de estruendo y una bocina intensa como producto de una manifestación en las inmediaciones (frente a la Municipalidad). El menor  $L_{eq}$  registrado fue 60,4 dBA, correspondiente a la Instancia III. Los niveles sonoros equivalentes del mayor y del menor  $L_{eq}$  registrados en el ambiente, expresada en presiones sonoras cuadráticas corresponden a 5 mPa<sup>2</sup> y 439 μPa<sup>2</sup>, respectivamente. En términos energéticos, la medición que registró el  $L_{eq}$  más alto (Medición 6) es 11,5 veces mayor que la medición que registró el  $L_{eq}$  más bajo (Medición 10) en el mismo ambiente.

El nivel instantáneo máximo más elevado fue 87,3 dBA (Medición 6), el cual se constató, mediante la edición del audio registrado, que corresponde una de las bombas de estruendo mencionadas. El nivel instantáneo mínimo más bajo que se registró fue 58,0 dBA, mientras que el  $L_{mín}$  mayor registrado fue 63,4 dBA. Es llamativa la poca variación que mostró este indicador ( $\Delta L_{mín}=5,4$  dB). Esta aparente estabilidad del  $L_{mín}$  podría estar asociada a un "piso" de ruido de fondo presente en el ambiente que impediría que el nivel sonoro instantáneo descienda. El CR medio del ambiente es 4,7 dB (D.E.=3,5; n=12), sin embargo se alcanza un máximo de 15,1 dB,

correspondiente a los acontecimientos acústicos mencionados que tuvieron lugar durante la Medición 6.

*Tabla 8: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada (en la Sección 7.3 se indican fechas y horarios de cada instancia), la posición de medición dentro del ambiente (ver mapa de posiciones en 7.3). Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>) y el Clima de Ruido (CR). El período de medición fue de 5 minutos y se empleó el tiempo de respuesta Slow (ver Secciones 1.3 y 7.5 para más detalles sobre los indicadores medidos).*

Medición Nº	Instancia	Posición	Leq (dBA)	L <sub>max</sub> (dBA)	L <sub>min</sub> (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	SO01	64,6	67,8	60,8	65,7	63,2	2,5
2	I	SO02	67,7	81,4	62,0	68,8	65,6	3,2
3	I	SO03	66,4	75,1	61,9	67,4	64,9	2,5
4	I	SO03	69,2	81,8	63,4	68,9	65,0	3,9
5	I	SO04	66,8	84,3	61,4	67,4	62,8	4,6
6	II	SO02	71,0	87,3	58,6	75,2	60,1	15,1
7	III	SO03	64,3	87,1	62,4	65,6	63,0	2,6
8	III	SO01	62,8	71,1	59,4	64,7	60,7	4,0
9	III	SO05	62,8	71,6	58,5	65,0	59,5	5,5
10	III	SO06	60,4	64,7	58,0	61,6	59,0	2,6
11	III	SO07	62,6	72,3	58,4	64,4	59,6	4,8
12	III	SO02	62,7	74,6	59,2	64,9	59,9	5,0

La figura 28 muestra los niveles sonoros medios obtenidos en cada una de las instancias. Se observa que la Instancia II presenta el nivel equivalente medio más alto, mientras que el Leq medio menor se obtuvo en la Instancia III.

La Instancia II muestra también una media muy superior del L<sub>máx</sub> y del CR respecto de las otras dos instancias. Estos resultados son concordantes con lo mencionado previamente respecto de las bombas de estruendo y bocina durante la Instancia II.

### Paseo de Sobremonte: Niveles Sonoros medios por Instancia

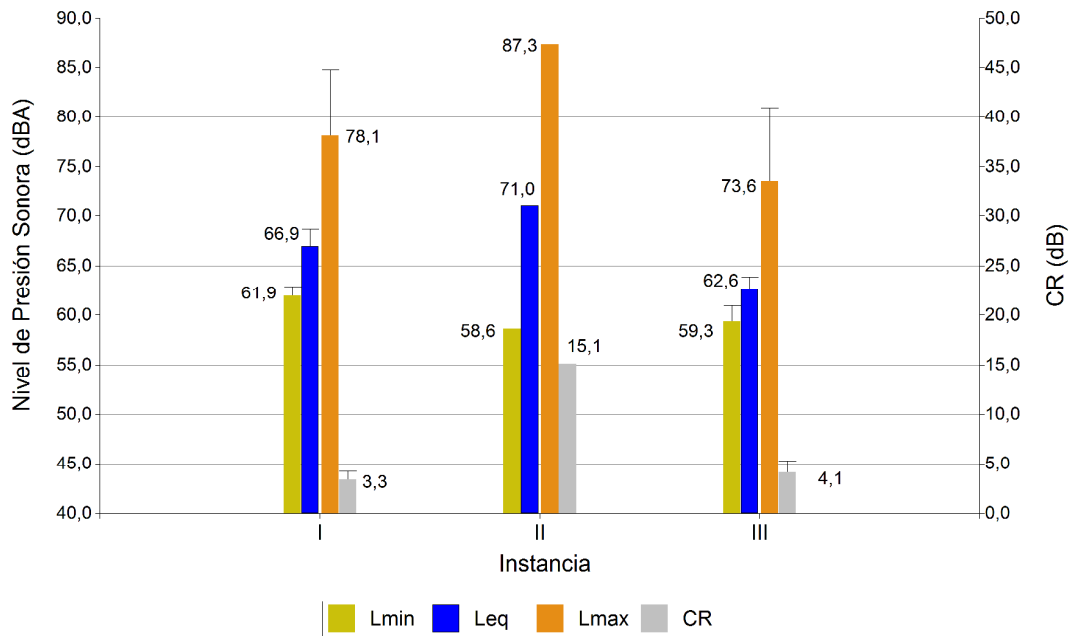


Figura 28: Niveles sonoros y Clima de Ruido medios obtenidos para las instancias I (n=5), II (n=1) y III (n=6) en Paseo de Sobremonte.

#### 9.1.2 Ambiente Experimentado

En este apartado se presentan los resultados de las variables correspondientes al Ambiente Experimentado (AE), las que comprenden las Fuentes Sonoras Escuchadas (FSE), Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), Agrado y Movimiento (ver Sección 7.5 para información sobre las variables). Estos resultados corresponden a los 31 interactores que participaron de la evaluación del AE en este ambiente.

La tabla 9 muestra los resultados medios obtenidos para las variables VG, Agrado y Actividad en cada medición. Se indica la instancia, posición, número de interactores (n), medias y desviaciones estándar.

La VG media obtenida para todas las mediciones del ambiente fue 3,3 (D.E.=1,0; n=26), lo que corresponde a la categoría “levemente bueno”. La medición que registró la máxima VG obtuvo un valor de 4,5 (bueno tendiente a “muy bueno”), mientras la más baja fue 2,5 (“malo”). La variable Agrado del Modelo Perceptual obtuvo una media de 0,13 para el ambiente (D.E.=0,37; n=26).

Estos resultados implican que, de acuerdo al Modelo Perceptual aplicado, este ambiente, en términos medios, es considerado como levemente agradable. Sin embargo, en algunas de las mediciones se obtuvieron valores medios de agrado muy positivos y en otras de ellas sucedió lo opuesto. Por otro lado, la variable Actividad del

mismo modelo alcanzó una media de 0,24 (D.E.=0,27; n=26), indicando la percepción de “actividad” acústica.

*Tabla 9: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad..*

Medición N°	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	SO01	3	3,0	2,0	-0,05	0,31	0,35	0,25
2	I	SO02	4	3,5	0,6	0,41	0,27	0,23	0,09
3	I	SO03	2	4,5	0,7	0,48	0,18	0,31	0,00
4	I	SO03	2	4,0	0,0	0,24	0,20	0,33	0,33
5	I	SO04	2	2,0	0,0	0,23	0,63	0,05	0,68
6	II	SO02	2	2,5	0,7	-0,49	0,16	0,60	0,05
7	III	SO03	2	4,0	0,0	0,26	0,03	0,11	0,03
8	III	SO01	2	3,0	0,0	-0,02	0,23	0,34	0,08
9	III	SO05	2	3,0	1,4	-0,20	0,72	0,36	0,28
10	III	SO06	2	3,0	0,0	0,22	0,13	0,02	0,38
11	III	SO07	1	3,0	0,0	-0,03	0,00	0,38	0,00
12	III	SO02	2	4,0	0,0	0,28	0,19	-0,14	0,07

La figura 29 muestra los valores medios en cada instancia de medición correspondientes a las variables Fuentes Sonoras Escuchadas (FSE) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG). Esta figura muestra, sobre el eje izquierdo, los valores medios registrados para cada instancia, correspondientes a la dominancia de los cuatro tipos de fuentes sonoras escuchadas por los interactores: tráfico, sonidos naturales, sonidos de personas y otros (ver 7.5). Sobre el eje derecho, se indica el valor de VG correspondiente a la media de cada instancia.

Se observa que las medias, tanto de las FSE como de la VG, son similares entre las instancias I y III. En éstas se perciben los cuatro tipos de fuentes sonoras en forma moderada y el Paisaje Sonoro es calificado como “levemente bueno”. Sin embargo, la Instancia II muestra una media de VG muy inferior, correspondiente a la categoría “levemente malo”. En esta instancia, a pesar de percibirse mucho sonido natural, como fue mencionado al presentarse el AA, se registraron bombas de estruendo e insistentes bocinas, lo que posiblemente se haya manifestado en el incremento percibido del ruido de tráfico y de otras fuentes sonoras, así como en la caída de VG. Los sonidos naturales en este ambiente estuvieron compuestos principalmente por los emitidos por la gran fuente de agua del centro de la plaza, lo se espera tenga una influencia positiva sobre la Valoración Global del Paisaje Sonoro (Semidor & Venot-Gbedji, 2009).

### Paseo de Sobremonte: Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global

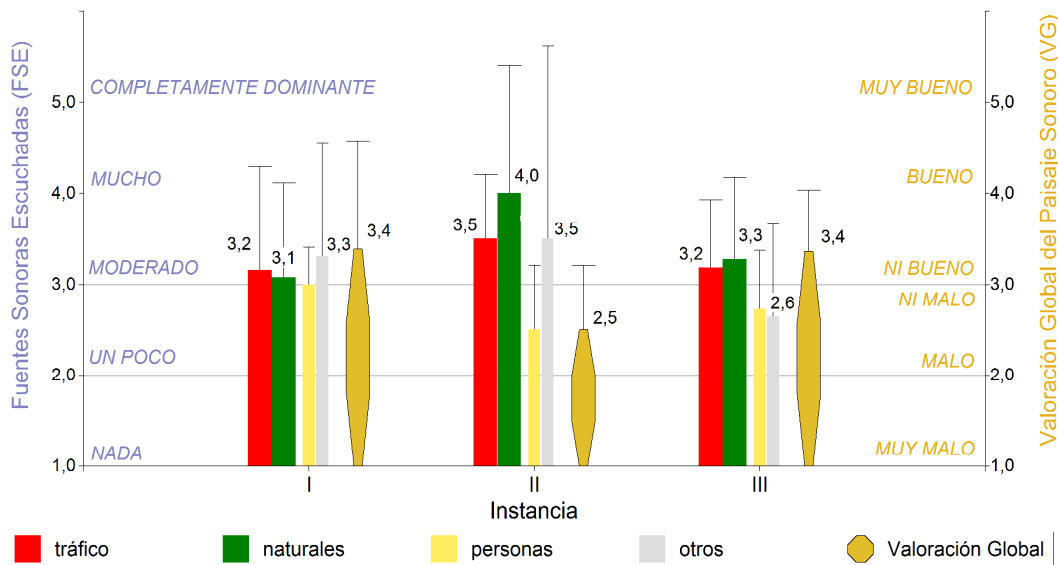


Figura 29: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en Paseo de Sobremonte. Medias y desviación estándar por cada instancia de medición: I (n=13), II (n=2) y III (n=11).

La figura 30 muestra la aplicación del Modelo Perceptual en el ambiente evaluado. Se ubican en el mismo la media de los valores obtenidos en cada medición realizada.

Se observa que siete de las doce las mediciones se encuentran sobre el semieje “Agrado” y cinco sobre semieje “Desagrado”. De las primeras, seis pertenecen al Cuadrante “Estimulante” y una al Cuadrante “Calmó”. Las cinco mediciones que se encuentran sobre el semieje “Desagrado” pertenecen al Cuadrante “Caótico” y ninguna al Cuadrante “Monótono”. El valor más positivo sobre el semieje “Agrado” (Medición 3) corresponde a la posición BO03, ubicada en el borde de la fuente de agua. La medición más negativa sobre el semieje “Desagrado” corresponde a la medición (6), durante la cual se registraron explosiones y bocinas.

Puede observarse que las mediciones 2, 6 y 12 fueron realizadas en la misma posición (SO02), sin embargo las tres se ubican en cuadrantes diferentes. Se trata de una posición que corresponde a un banco en torno a la fuente de agua (ver figura 31). Las tres mediciones fueron realizadas en instancias diferentes: la Medición 2 se encuentra en el Cuadrante “Estimulante” y fue realizada en la Instancia I (durante esta medición se registró la presencia de música electrocústica “vivaz” de fondo en el ambiente); la Medición 6 se encuentra en el Cuadrante “Caótico” y fue realizada en la Instancia II (aquella que alcanzó los mayores niveles sonoros medios y la menor Valoración Global); y la Medición 12 se encuentra en el Cuadrante “Calmó” y fue realizada en la Instancia III (aquella en la cual se registraron los niveles sonoros medios más bajos).

Estos resultados ponen en evidencia la gran variabilidad entre diferentes momentos que puede tener el Paisaje Sonoro en un mismo ambiente y posición.

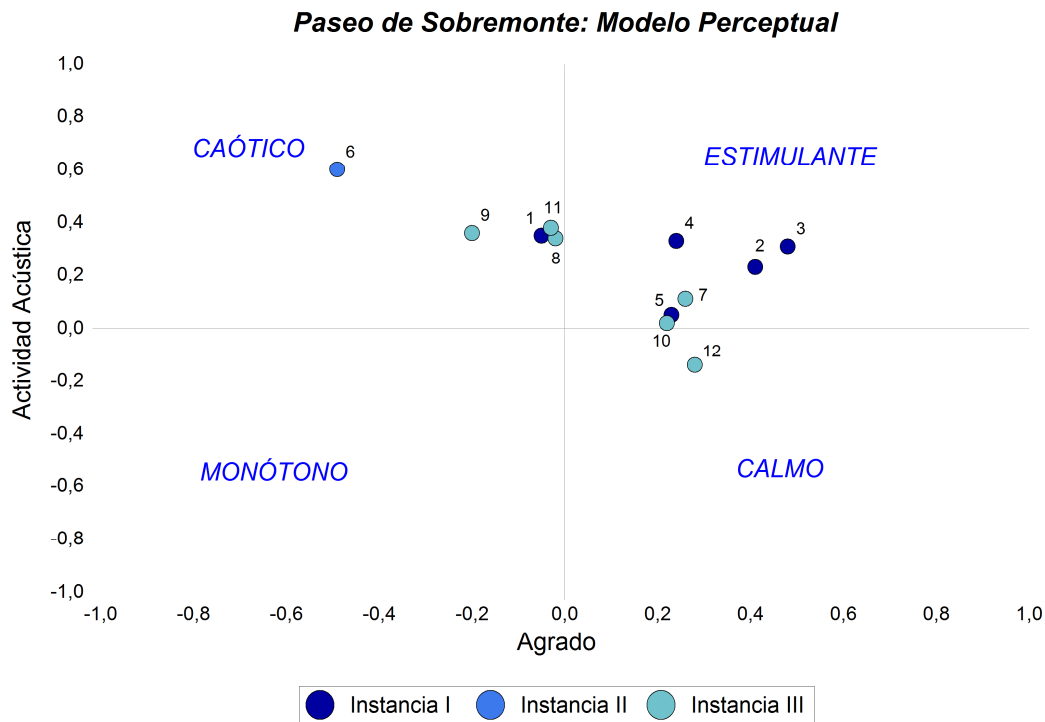


Figura 30: Modelo Perceptual (Axelsson et al., 2012) correspondiente a las mediciones realizadas en tres instancias en Paseo de Sobremonte.

### 9.1.3 Distribución Espacial por Instancias de las variables Leq y VG

La figura 31 muestra la ubicación en el ambiente evaluado de los resultados obtenidos para las variables Leq y VG, correspondientes al Ambiente Acústico y al Ambiente Experimentado, respectivamente. Se presentan los resultados de estas dos variables en forma integrada para cada una de las instancias de medición.

En la Instancia I de medición, los niveles equivalentes más altos se registran en las posiciones SO02 (67,7 dBA en la Medición 2) y SO03 (69,2 dBA en la Medición 4) (ver tabla 8). Sin embargo, notablemente, en estas dos posiciones se registran las mayores valoraciones globales de la instancia. Esto es especialmente notorio en SO03, que registra valoraciones globales correspondientes a “muy bueno” (Medición 3) y “bueno” (Medición 4) en esta instancia de medición. Esto podría explicarse en que la posición SO03 es la más cercana a la fuente de agua. En contraste, en la posición SO04, la más alejada de la fuente de agua, se obtuvo una Valoración Global correspondiente a la categoría “mala” (aun cuando en la misma el nivel sonoro equivalente fue 66,8 dBA, no superando a los mencionados). Este contraste de resultados puede observarse en el mapa de la Instancia I, correspondiente a la figura 31.

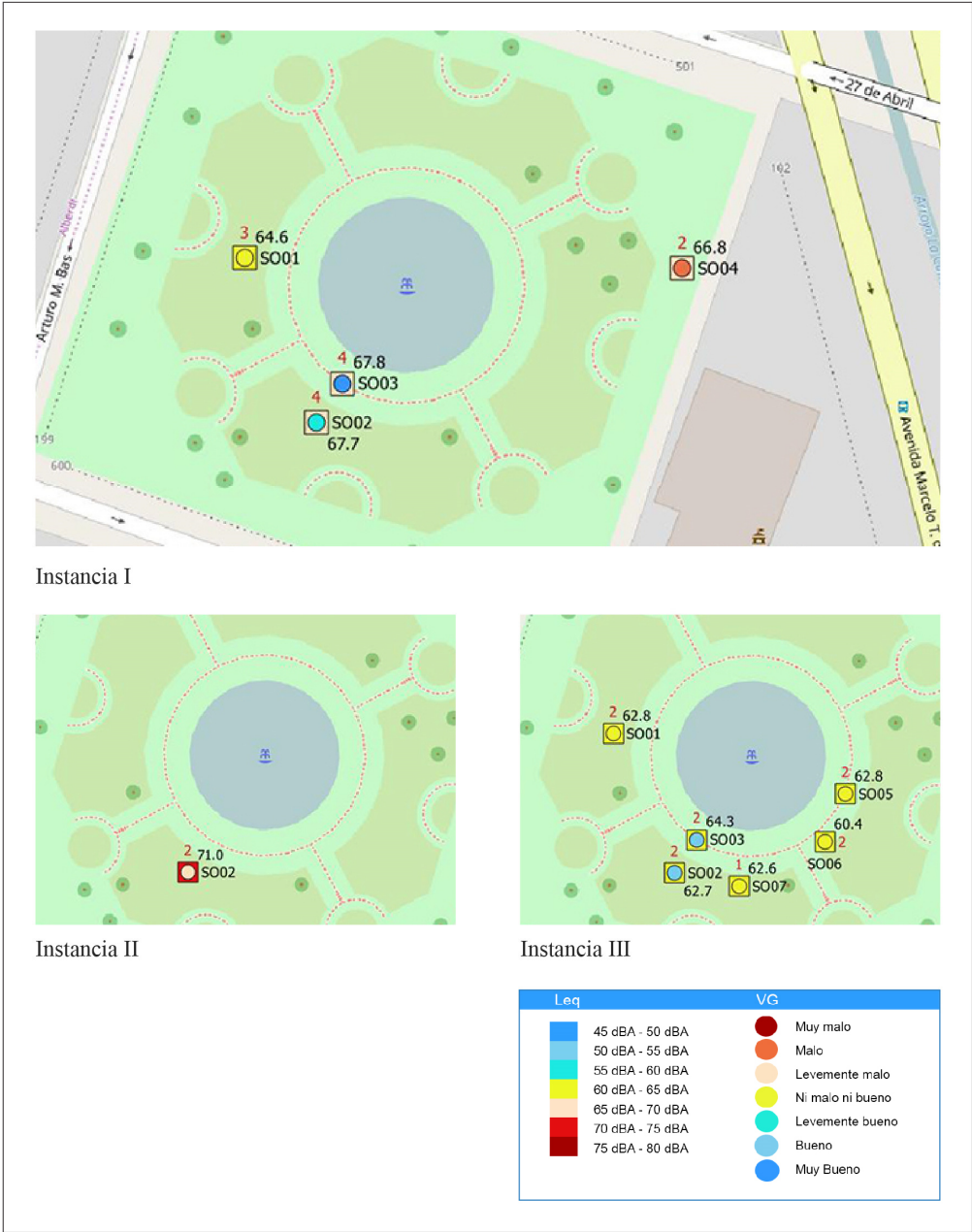


Figura 31: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en cada instancia de medición del ambiente Paseo de Sobremonte. Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. A fines de la visualización espacial de los resultados por instancias, las mediciones realizadas en la misma posición y en la misma instancia fueron promediados entre sí (caso de SO03 en Instancia I). En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

En la Instancia II se observa que la medición en S002 supera los 70 dBA y es considerada “levemente mala”.

La Instancia III, que presenta los niveles equivalentes más bajos, presenta su Leq máximo en S003. A pesar de ello, en esta posición junto a la fuente de agua, se obtuvo una Valoración Global “buena” (al igual que en S002). Las mediciones en el resto de las posiciones correspondiente a esta instancia fueron calificadas de modo neutro por los interactores.

**En términos generales, en este ambiente se percibe en forma moderada el ruido vehicular y se perciben sonidos naturales, principalmente debido a la fuente de agua. Los niveles sonoros equivalentes fluctuaron entre 60 y 70 dBA, aproximadamente.** Cuando no se registran eventos sonoros en las inmediaciones que alteren ese balance, **este ambiente ha sido considerado levemente bueno.** Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en un 81 % de los interactores (n=21).

## 9.2 PLAZA ITALIA (PI)

En este ambiente se realizaron 13 mediciones en 12 posiciones distribuidas en cuatro instancias, correspondientes a distintas fechas (ver 7.3.2). En las instancias I, II, III y IV se realizaron 3, 6, 3 y 1 medición(es), respectivamente. El total de interactores considerados para evaluar el Ambiente Experimentado fue 31.

### 9.2.1 Ambiente Acústico

En este apartado se presentan los resultados de las variables del Ambiente Acústico. La tabla 10 informa los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles máximos (Lmáx), niveles mínimos (Lmin) y el Clima de Ruido (CR) registrados en cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en la que fue realizada cada una de ellas y la posición del ambiente donde se realizó la medición.

Se obtuvo una media 69,4 dBA (D.E.=5,4; n=13) para las mediciones realizadas en el ambiente. Los mayores niveles equivalentes registrados fueron de 76,6 dBA y de 77 dBA, ambos correspondientes a la Instancia II. Durante las mediciones que registraron los Leq más altos, se constató la presencia de un martillo neumático, manifestaciones con instrumentos percutidos y el sonar insistente de bocinas. El menor Leq registrado fue 62,4 dBA, correspondiente a la Instancia III. Los niveles sonoros equivalentes del mayor y del menor Leq registrados en el ambiente, expresados en presiones sonoras cuadráticas corresponden a 20,1 mPa<sup>2</sup> y 695 μPa<sup>2</sup>, respectivamente. En términos energéticos, la medición que registró el Leq más alto (Medición 7) es **29 veces mayor** que la medición que registró el Leq más bajo (Medición 12) en el mismo ambiente.



Tabla 10: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>) y el Clima de Ruido (CR).

Medición Nº	Instancia	Posición	Leq (dBA)	L <sub>max</sub> (dBA)	L <sub>min</sub> (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	PI01	69,0	75,5	67,2	69,6	68,0	1,6
2	I	PI02	64,9	70,5	63,2	65,7	63,8	1,9
3	I	PI03	67,9	79,4	63,5	69,8	64,8	5,0
4	II	PI04	69,8	82,0	64,8	72,3	66,4	5,9
5	II	PI05	70,9	78,7	65,6	72,7	67,2	5,5
6	II	PI06	75,5	87,5	69,5	77,3	70,8	6,5
7	II	PI01	77,0	82,9	73,6	78,1	75,2	2,9
8	II	PI07	76,6	83,2	70,4	78,8	73,4	5,4
9	II	PI08	75,8	79,9	72,4	77,4	73,7	3,7
10	III	PI09	62,6	71,8	54,6	65,7	57,3	8,4
11	III	PI10	64,3	72,0	51,1	67,4	59,5	7,9
12	III	PI11	62,4	67,7	59,5	64,6	60,6	4,0
13	IV	PI24	65,2	80,6	56,9	66,6	59,4	7,2

El nivel instantáneo máximo más elevado fue 87,5 dBA, el cual se registró en la Instancia II y corresponde al mencionado martillo neumático. El nivel instantáneo mínimo más bajo que se registró fue 51,1 dBA, correspondiente a la Instancia III. No sólo los niveles sonoros presentan fluctuaciones considerables, sino que también varía el CR, presentando valores comprendidos entre 1,6 dB y 8,4 dB, con una media de 5,1 dB (D.E.=2,2, n=13).

La figura 32 muestra los niveles sonoros medios para cada instancia. Se observan fluctuaciones considerables en los niveles sonoros entre los distintos días de medición (instancias).

La Instancia II presenta niveles sonoros muy elevados y notoriamente superiores a las otras instancias. El nivel equivalente medio en esta instancia es 74,3 dBA, el nivel instantáneo máximo promedio en la instancia supera los 82 dBA y el nivel instantáneo mínimo en promedio se encuentra cercano a los 70 dBA. Esta instancia corresponde a un día viernes del mes de octubre por la tarde (en torno al horario de término de la jornada laboral). Durante esta instancia tuvieron lugar faenas de reparación en la vía pública, manifestaciones y atascamientos del tráfico vehicular. El Leq medio de esta instancia supera en 7 dB a su análogo de la Instancia I y en 11,2 dB al de la Instancia III, mientras el L<sub>máx</sub> los supera entre 7 y 12 dB y el L<sub>mín</sub> supera en 14,3 dB al registrado en la Instancia III.

La Instancia III fue la que presentó los niveles sonoros menos elevados, obteniéndose un Leq medio de 63,1 dBA, un L<sub>máx</sub> en torno a 70 dBA y un L<sub>mín</sub> de aproximadamente 55 dBA. Esta instancia corresponde a una tarde de miércoles del mes de octubre en un horario similar a la Instancia II.

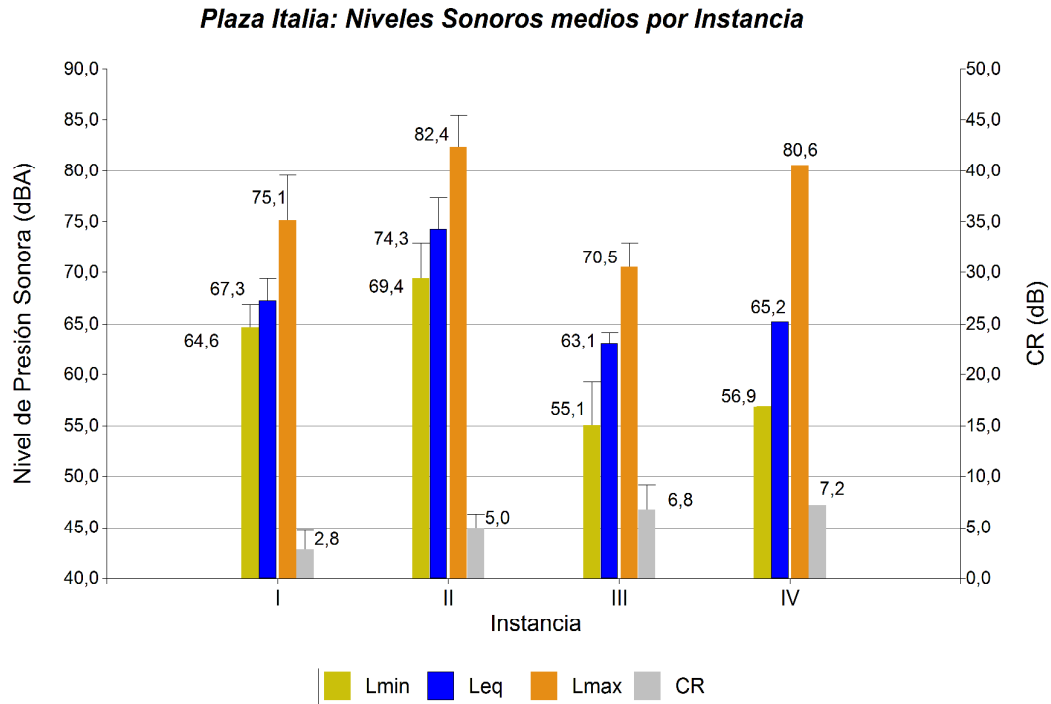


Figura 32: Niveles sonoros y Clima de Ruido medios obtenidos para las instancias I (n=3), II (n=6), III (n=3) y IV (n=1) en Plaza Italia.

El CR mostró su valor el valor superior en la Instancia IV (7,2 dB) y el valor inferior en la Instancia I (2,8 dB). En el caso de la Instancia IV, el valor elevado del CR se debió al paso de una motocicleta con escape abierto. Durante la Instancia I se encontraban activas las fuentes de agua de la plaza (las cuales generan emisiones acústicas estables en el tiempo en las posiciones cercanas y tienden a disminuir el CR).

### 9.2.2 Ambiente Experimentado

La tabla 11 muestra los resultados medios y desviaciones estándar de las variables VG, Agrado y Actividad, correspondientes a cada medición multidimensional realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que ésta fue realizada, el código de la posición, el número de interactores (n), y las medias y desviaciones estándar para cada variable.

La media obtenida de VG para el total de interactores evaluados en el ambiente fue 2,4 (D.E.=1,0; n=31), lo cual se corresponde con la categoría “malo” a “levemente malo”. La medición que registró VG más bajo fue 1,3 (“muy malo”), mientras la medición con mayor valor de VG alcanzó 3,5 (“levemente buena”). Estos resultados implican que, si bien el ambiente fue evaluado con una Valoración Global media tendiente a “malo”, esta variable presenta gran variabilidad a lo largo de las diferentes mediciones realizadas.

Tabla 11: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.

Medición N°	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	PI01	2	2,0	1,4	0,07	0,69	0,36	0,07
2	I	PI02	2	3,5	0,7	0,05	0,38	0,22	0,03
3	I	PI03	2	3,0	1,4	-0,27	0,26	0,34	0,48
4	II	PI04	2	2,5	0,7	-0,46	0,34	-0,18	0,43
5	II	PI05	3	1,3	0,6	-0,69	0,18	0,56	0,15
6	II	PI06	2	2,0	0,0	-0,68	0,15	0,44	0,28
7	II	PI01	3	2,0	1,0	-0,45	0,44	0,09	0,71
8	II	PI07	4	2,0	0,8	-0,39	0,44	0,23	0,27
9	II	PI08	2	2,0	0,0	-0,52	0,23	0,46	0,20
10	III	PI09	1	3,0	0,0	0,07	0,00	-0,18	0,00
11	III	PI10	2	3,5	0,7	0,10	0,04	-0,17	0,01
12	III	PI11	3	3,3	0,6	-0,03	0,05	-0,13	0,05
13	IV	PI24	3	2,3	1,5	-0,20	0,21	0,32	0,21

Esta dispersión de los datos del AE también se ve manifestada en las variables Agrado y Actividad. El primero registra una media de -0,27 (n=31, D.E.= 0,38), lo cual implica que en su valoración cualitativa media este ambiente se encontraría sobre el semieje “desagrado” del Modelo Perceptual. La variables Actividad registra una media de 0,20 (D.E.= 0,35; n=31), lo que significa que de acuerdo a la valoración cualitativa media este ambiente es considerado con actividad o movimiento acústico y se clasificaría dentro del Cuadrante “Caótico” del Protocolo Sueco de Calidad del Paisaje Sonoro (ver Sección 4.3).

La figura 33 muestra la Valoración Global media del Paisaje Sonoro y las Fuentes Sonoras Escuchadas (FSE) en cada instancia de medición.

Se observan notables diferencias en los valores medios de las variables graficadas para cada instancia. Estas diferencias se manifiestan tanto en FSE como en VG. Sin embargo, el tráfico vehicular fue la fuente sonora percibida con predominancia.

La Instancia I presentó una VG media que corresponde a “levemente malo”, una presencia media perceptual tendiente a “mucho” de ruido de tráfico, “moderada” de sonidos naturales y de personas, y “moderada a mucho” de otras fuentes sonoras.

### Plaza Italia: Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global del Paisaje Sonoro

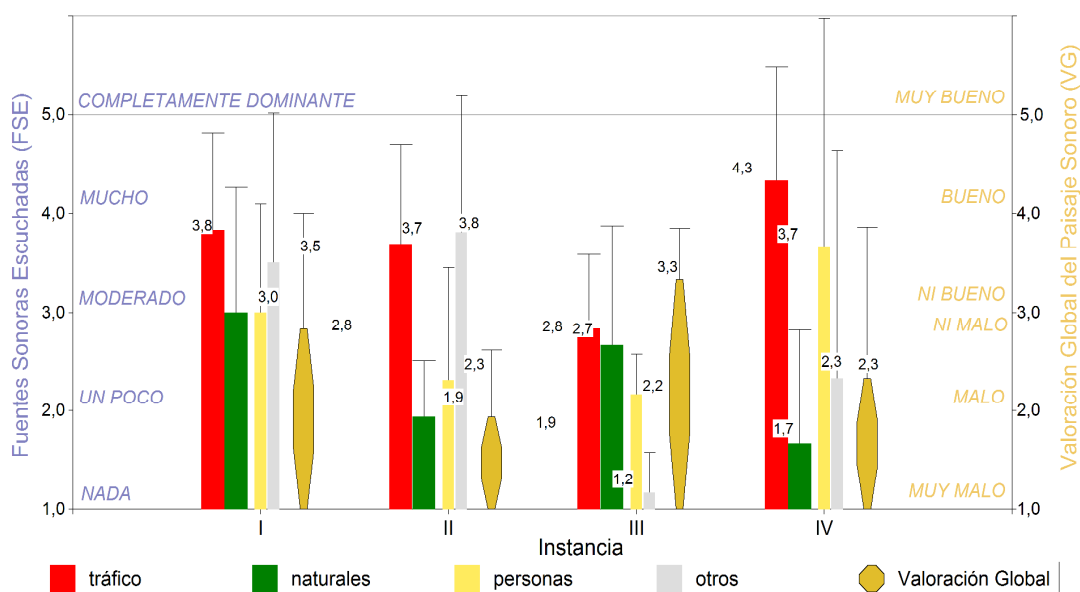


Figura 33: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en Plaza Italia. Medias y desviación estándar por cada instancia de medición: I (n=6), II (n=16), III (n=6) y IV (n=3)

La Instancia II ha sido calificada como la más negativa de las instancias, de modo más desfavorable que la categoría “mala”. La presencia perceptual media de ruido de tráfico fue similar a la registrada en la Instancia I, sin embargo disminuyeron en forma considerable los sonidos naturales percibidos, también se redujeron los sonidos de personas y se incrementaron los “otros” sonidos. Como se mencionó previamente, durante esta instancia se escuchó un martillo neumático y una manifestación (las que corresponden a la categoría “otros”). Por otro lado, en esta instancia se registraron mayores niveles sonoros que en las demás (ver figura 32).

La Instancia III muestra la única VG media favorable, la cual tiende a “levemente buena”. En esta instancia se percibió sólo en forma moderada tanto el ruido de tráfico como los sonidos naturales, “poco” el sonido de personas y prácticamente no se percibieron “otros” sonidos. Esta instancia fue en la que se registraron los niveles sonoros más bajos (ver figura 32).

La Instancia IV tuvo una VG comprendida entre “malo” y “levemente malo”, “mucho” ruido de tráfico y sonidos de personas percibidos, y “un poco” de presencia percibida de sonidos naturales y de “otros”.

**Las instancias que tuvieron la menor Valoración Global del Paisaje Sonoro coinciden con aquellas en las cuales se percibieron muy pocos sonidos naturales.**

La figura 34 muestra la aplicación del Modelo Perceptual en el ambiente.

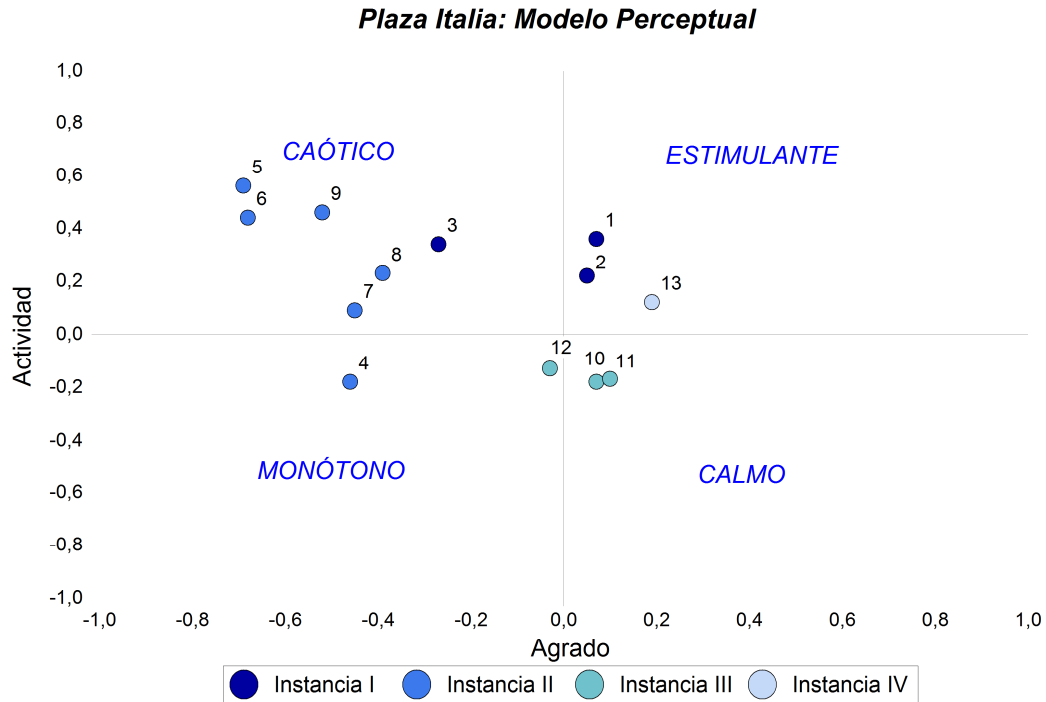


Figura 34: Modelo Perceptual de Axelsson (Axelsson et al., 2012) aplicado a las mediciones en tres instancias realizadas en Plaza Italia.

Se observa que dos tercios de las mediciones se encuentran en el semieje “Desagrado”. Seis de las doce mediciones se encuentran dentro del Cuadrante “Caótico”, dos dentro del Cuadrante “Estimulante”, dos dentro del Cuadrante “Monótono” y dos dentro del Cuadrante “Calmo”.

**Se observa que las mediciones correspondientes a cada instancia tienden a agruparse en zonas distintas del plano, lo manifiesta la variabilidad perceptual que puede ofrecer un ambiente en diferentes momentos.** La totalidad de las mediciones de la Instancia II se encuentran en el semieje “desagrado”.

### 9.2.3 Distribución Espacial por Instancias de las variables Leq y VG

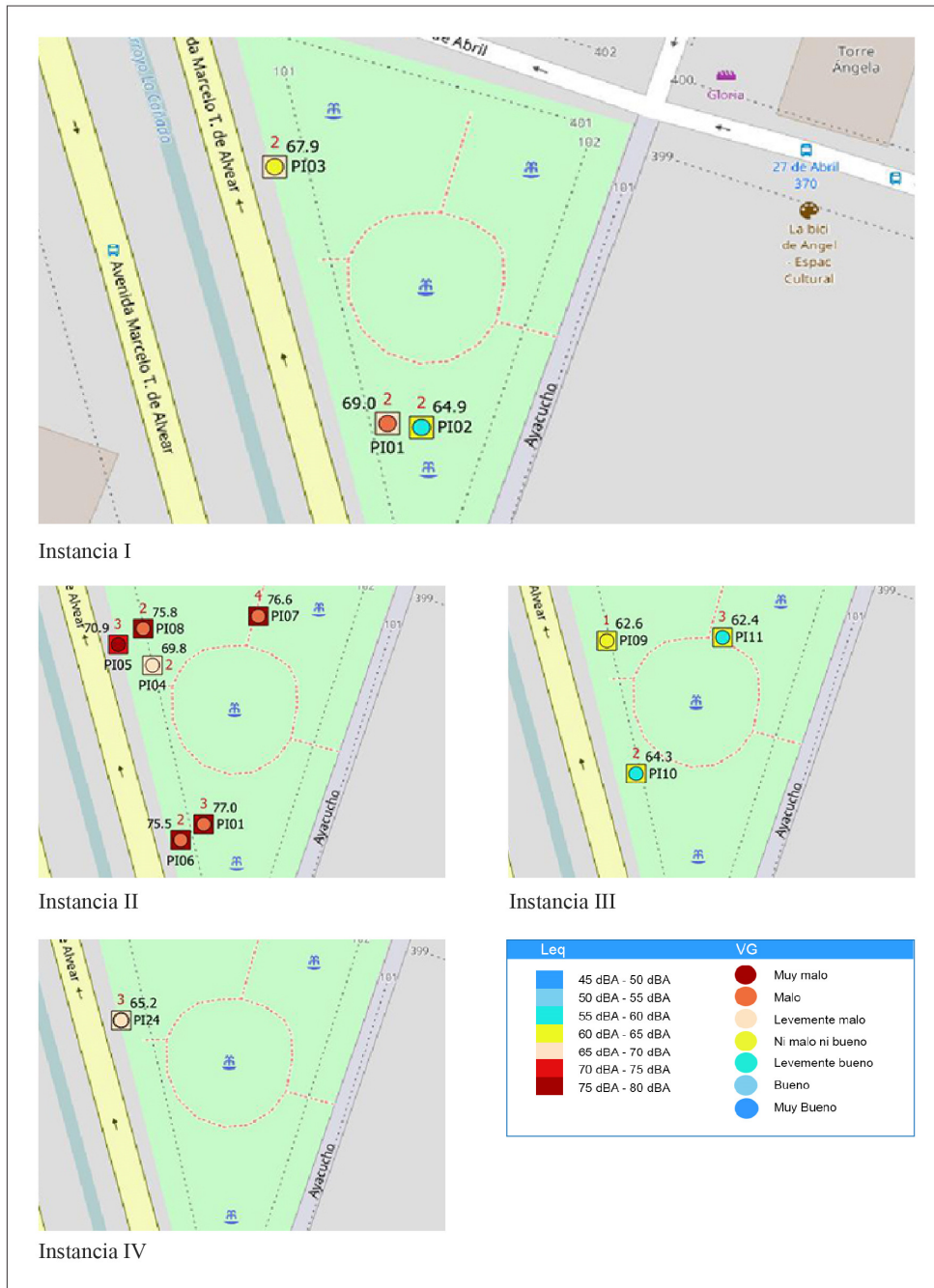


Figura 35: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en cada instancia de medición en Plaza Italia. Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

La figura 35 muestra la ubicación en el ambiente evaluado de los resultados obtenidos para las variables Leq y VG, en forma integrada y para cada una de las instancias de medición.

En la Instancia I se observa que el Leq fluctuó aproximadamente entre 65 dBA y 68 dBA en las distintas posiciones de medición, registrándose los más altos en las posiciones más cercanas a la Av. Marcelo T. de Alvear (PI01 y PI03). La Valoración Global mostró fluctuaciones mayores respecto de la posición, las que se encuentran entre las categorías “malo” y “levemente bueno”. La posición que registró menor Leq y mayor VG fue PI02, la cual se encuentra más alejada de la avenida que las demás. Por otro lado, esta posición se encuentra más cercana a una de las fuentes de agua del ambiente, las cuales se encontraban funcionando durante esta instancia.

En la Instancia II se registraron niveles equivalentes muy elevados en todas las posiciones, los que fluctuaron entre 70 dBA y 77 dBA en las seis mediciones realizadas. Las valoraciones globales fueron todas negativas, obteniéndose la más negativa (“muy mala”) en la posición PI05. Como se mencionó, durante esta instancia se registraron ruidos provenientes de un martillo neumático, tráfico rodado, bocinas de automóviles y manifestaciones.

A diferencia de las instancias previas, en la Instancia III se registraron niveles equivalentes inferiores a 65 dBA y no se obtuvieron valoraciones globales negativas. Las valoraciones globales más altas fueron obtenidas en las posiciones PI10 y PI11. Esta última posición se encuentra cercana a una de las fuentes de agua de la plaza, la que en el momento de la medición había sido recientemente puesta en funcionamiento. El efecto de la fuente de agua sobre el AA puede observarse en la reducción que experimentó el CR en la Medición 12 (4 dB) respecto de las mediciones 10 y 11 de la misma instancia (8,4 dB y 7,9 dB, respectivamente), en las que la fuente de agua aún no había sido puesta en funcionamiento. La fuente de agua no sólo influye en la dinámica temporal de los niveles sonoros durante la medición (evaluada en este caso por el CR), sino que también puede verse reflejada en el espectro acústico.

En la Instancia IV se midió en la posición PI24, la que se encuentra cercana a la Av. Marcelo T. de Alvear, registrándose valores de Leq y de VG más desfavorables que los obtenidos en la Instancia III en la posición PI09, la cual es cercana a PI24.

**En las instancias de medición presentadas, los ambientes acústicos y experimentados más desfavorables se registraron en posiciones cercanas a las vías de tráfico aledañas, las que tienen alto flujo vehicular y gran presencia de locomoción colectiva.**

Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en un 64 % de los interactores, no se vieron satisfechas en un 26% (un 10 % no respondió la pregunta) (n=31). En la Instancia II se registró sólo el 50 % de satisfacción de las expectativas acústicas (44% de no satisfacción y 6 % sin respuesta, n=16). Las instancias que alcanzaron mayor satisfacción de las expectativas acústicas fueron I y III, obteniendo en ambos casos un 83 % (n=6 cada instancia).

En términos generales, el Paisaje Sonoro en Plaza Italia presentó gran variabilidad en función del momento en que se realizaron las mediciones, pudiendo registrarse niveles sonoros equivalentes muy elevados (de hasta 77 dBA) y valoraciones subjetivas muy desfavorables.

### 9.3 “FUENTE DEL PERDÓN” (PO)

En este ambiente se realizaron 4 mediciones en 2 posiciones correspondientes a dos instancias y a un total de 10 interactores. La caudalosa fuente de agua (ver 7.3.3) se encontraba funcionando durante ambas instancias de medición.

#### 9.3.1 Ambiente Acústico

La tabla 12 y la figura 36 informan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles máximos (Lmáx), niveles mínimos (Lmín) y el Clima de Ruido (CR) registrados en cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en la que fue realizada cada una de ellas y la posición del ambiente donde se realizó la medición.

Tabla 12: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (Lmáx y Lmín) y el Clima de Ruido (CR).

Medición N°	Instancia	Posición	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	PO1	73,6	79,8	67,7	76,2	69,7	6,5
2	I	PO2	72,6	80,9	67,3	74,5	69,5	5,0
3	II	PO2	73,6	80,7	70,7	74,9	71,8	3,1
4	II	PO2	75,0	90,2	68,0	77,4	69,9	7,5

Se obtuvo una media de 73,7 dBA (D.E.=1,0; n=4) para las mediciones realizadas en el ambiente. El mayor nivel equivalentes registrado fue 75 dBA. **El nivel instantáneo máximo más elevado fue 90,2 dBA y representa el máximo nivel instantáneo registrado durante todas las mediciones correspondientes a los ocho ambientes.** El nivel instantáneo mínimo más bajo que se registró fue 67,3 dBA, mientras que el Lmín mayor registrado fue 70,7 dBA. La poca variación que mostró este indicador podría estar asociada al nivel de ruido de fondo presente en el ambiente que impediría que el nivel sonoro instantáneo descienda, lo que repercutiría también en el CR medio del ambiente que es 5,5 dB (D.E=1,9; n=4).



**"Fuente del Perdón": Niveles Sonoros medios por Instancia**

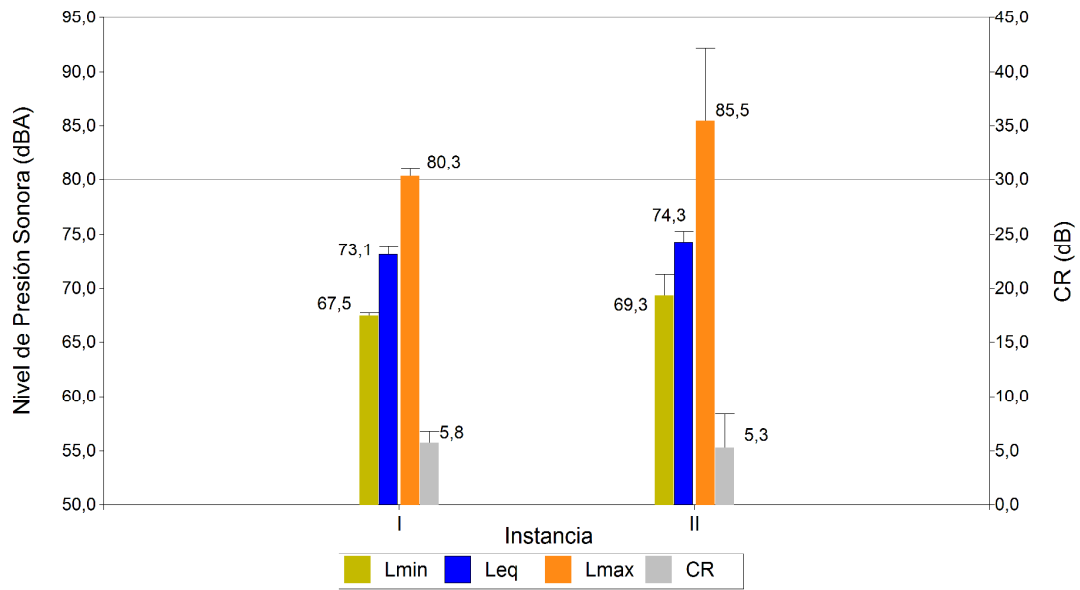


Figura 36: Niveles sonoros y Clima de Ruido medios obtenidos para las instancias I (n=2) y II (n=2) en "Fuente del Perdón".

**9.3.2 Ambiente Experimentado**

La tabla 13 muestra los resultados obtenidos para las tres variables del AE en cada medición.

Tabla 13: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.

Medición Nº	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	PO1	2	2,5	0,7	-0,51	0,13	0,22	0,07
2	I	PO2	4	2,5	1,3	-0,26	0,68	0,28	0,23
3	II	PO2	1	3,0	0,0	-0,32	0,00	-0,22	0,00
4	II	PO2	3	3,0	1,7	-0,20	0,23	0,51	0,23

La VG media obtenida en el ambiente fue 2,7 (D.E.=1,2; n=10), lo que corresponde a la categoría "levemente malo". La variable Agrado obtuvo una media de -0,3 para el ambiente (D.E.=0,4; n=10). La variable Actividad del mismo modelo alcanzó una media de 0,3 (D.E.=0,3; n=10), indicando la percepción de "actividad" acústica.

**"Fuente del Perdón": Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global**

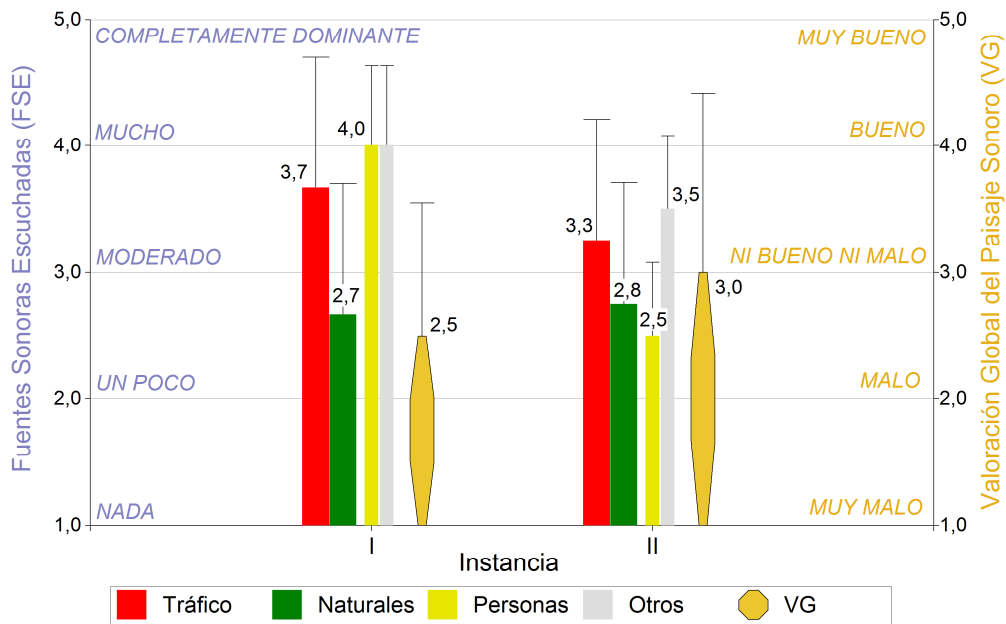


Figura 37: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en "Fuente del Perdón". Medias y desviación estándar por cada instancia de medición: I (n=6), II (n=4).

**"Fuente del Perdón": Modelo Perceptual**

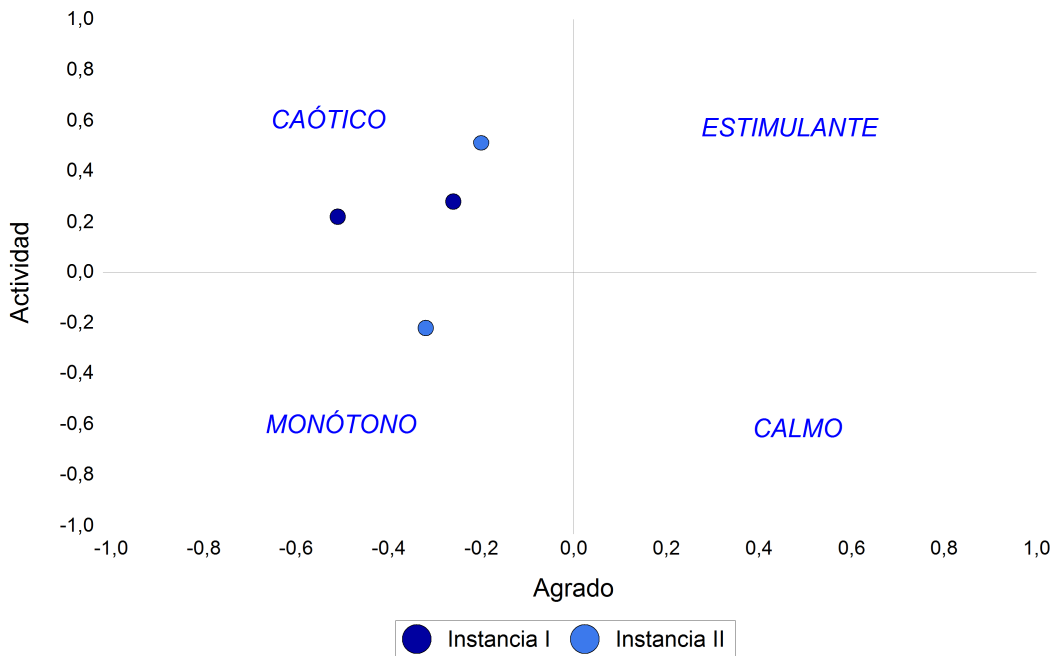


Figura 38: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones en dos instancias realizadas en "Fuente del Perdón".

La figura 37 muestra la Valoración Global media del Paisaje Sonoro y las fuentes sonoras escuchadas (FSE) en cada instancia de medición.

Se observa que en la Instancia I se percibe mucho ruido de tráfico, sonidos de personas y otros ruidos, mientras que en la Instancia II estos tres tipos de fuentes sonoras tienden a ser moderadas. Las diferencias entre ambas instancias también se manifiesta en la Valoración Global, la que es “levemente mala” en el primer caso y “ni buena ni mala” en el segundo. La presencia perceptual de sonidos naturales es muy similar y tendiente a moderada en ambas instancias (posiblemente debido al carácter estable de la emisión acústica provocado por la fuente de agua).

La figura 38 muestra la aplicación del Modelo Perceptual en el ambiente. Se observa que todas las mediciones se encuentran sobre el semieje “desagrado”, encontrándose tres de ellas dentro del Cuadrante “Caótico” (correspondientes a nueve interactores) y la restante en Cuadrante “Monótono” (correspondiente a un interactor).

### **9.3.3 Distribución por Instancias de las variables Leq y VG**

La figura 39 muestra la ubicación en el ambiente de los resultados para el Leq y la Valoración Global en ambas instancias de medición. En ambas instancias los niveles sonoros medidos fueron elevados. En la Instancia II la VG es menos desfavorable. Esto posiblemente esté relacionado a que en esta instancia los interactores percibieron menos ruido de tráfico y otros ruidos que en la Instancia I (ver figura 37).

**En términos generales, en este ambiente se registran niveles sonoros equivalentes comprendidos entre 72 y 75 dBA, lo que resulta excesivamente alto (ver Sección 2.2). Se percibe mucho ruido de tráfico e importante presencia de “otros” tipos de fuentes sonoras. A pesar de los elevados niveles de ruido medidos, el ambiente no fue valorado en forma muy negativa por los interactores, presuntamente debido a la fuente de agua, la que aporta presencia estable de sonidos naturales al ambiente.** Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en el 90 % de los interactores (10 % sin respuesta, n=10).

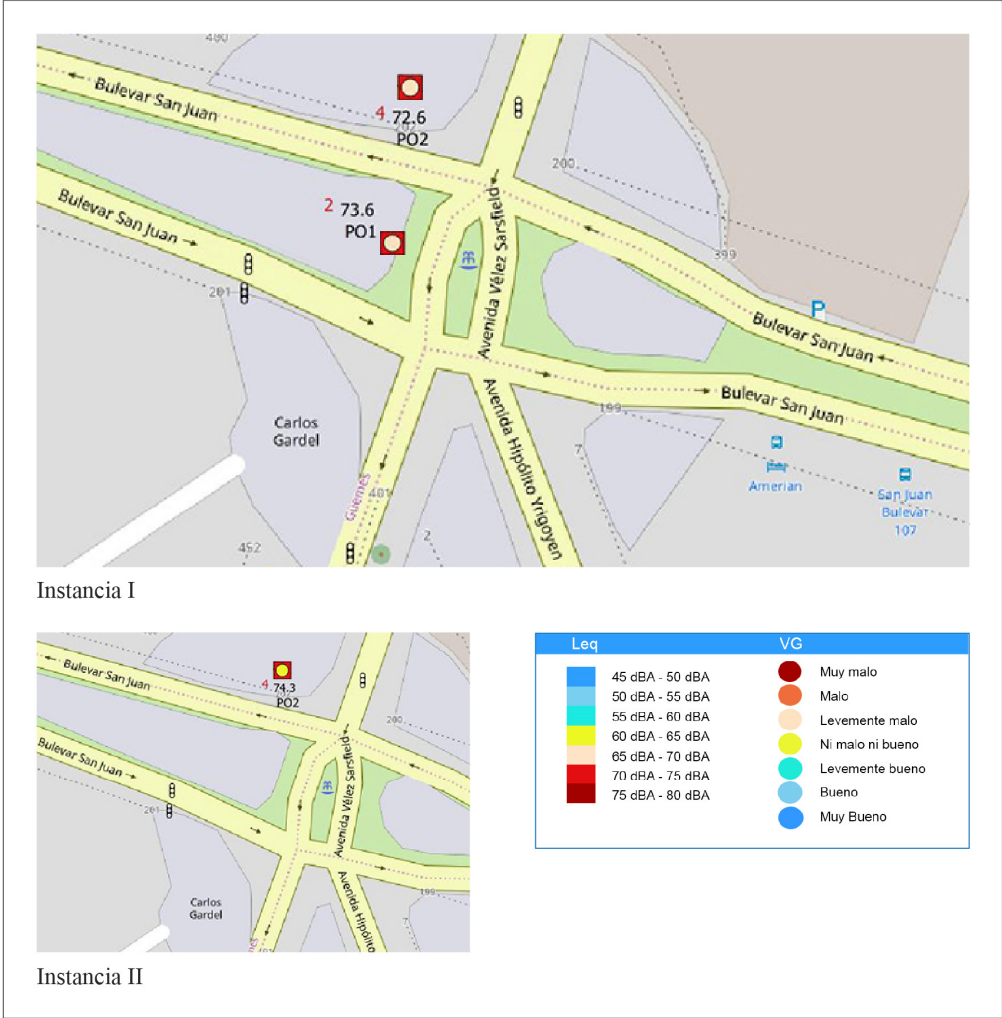


Figura 39: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en cada instancia de medición del ambiente “Fuente del Perdón”. Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. A fin de la visualización espacial de los resultados por instancias, las mediciones realizadas en la misma posición y en la misma instancia fueron promediados entre sí (fue el caso de PO2 en la Instancia II). En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

## 9.4 PASEO DEL BUEN PASTOR (BP)

En este ambiente se realizaron ocho mediciones en cinco posiciones distribuidas en dos instancias. En las instancias I y III se realizaron tres y cinco mediciones, respectivamente. Se consideró 21 interactores para evaluar el Ambiente Experimentado. La fuente de agua estuvo activa durante todas las mediciones (ver 7.3.4).

### 9.4.1 Ambiente Acústico

La tabla 14 informa los valores registrados para las cuatro variables del AA medidas en el ambiente.

*Tabla 14: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>) y el Clima de Ruido (CR).*

Medición Nº	Instancia	Posición	Leq (dBA)	L <sub>máx</sub> (dBA)	L <sub>mín</sub> (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	BP01	68,8	72,3	67,8	69,4	68,1	1,3
2	I	BP05	63,6	72,6	58,8	65,4	60,8	4,6
3	I	BP05	65,3	72,2	58,8	68,2	61,4	6,8
4	II	BP03	71,4	81,2	69,4	72,2	69,9	2,3
5	II	BP01	66,2	72,0	65,0	66,8	65,5	1,3
6	II	BP06	64,1	67,7	62,5	64,9	63,2	1,7
7	II	BP04	66,8	75,0	64,3	67,8	65,6	2,2
8	II	BP05	62,7	74,5	55,0	64,5	57,7	6,8

Se obtuvo una media 66,1 dBA (D.E.=2,9; n=8) para las mediciones realizadas en el ambiente. El mayor nivel equivalente registrado fue 71,4 dBA y el menor fue 62,7 dBA, ambos correspondientes a la Instancia II. El nivel instantáneo más elevado alcanzado fue de 81,2 dBA y el nivel instantáneo más bajo registrado fue de 55 dBA.

El CR medio fue 3,4 dB (D.E.=2,4 dB, n=8) y fluctuó entre 1,3 dB y 6,8 dB. La posición donde se registró el CR menor fue BP01 (en esta posición existe una considerable influencia de la emisión sonora estable en el tiempo generada por la caída de agua en forma de lámina de la fuente de agua). A su vez, esta posición es la que se encuentra más alejada de la vía de tráfico. En contraste, la posición que registró mayor CR fue BP05 (tanto en la Instancia I como en la II), la que se encuentra cercana a una vía vehicular y alejada de la fuente de agua (ver mapa en figura 17 o en figura 43).

En la figura 40 se observa poca variación de los niveles sonoros medios entre las dos instancias, aunque tanto el Leq como el L<sub>máx</sub> y el L<sub>mín</sub> son levemente superiores en la Instancia II. Sin embargo, en esta última el CR es menor que en la

Instancia I, lo que posiblemente se deba a la cercanía de las vías de tráfico y de las fuentes de agua de las posiciones de medición consideradas en una y otra instancia.

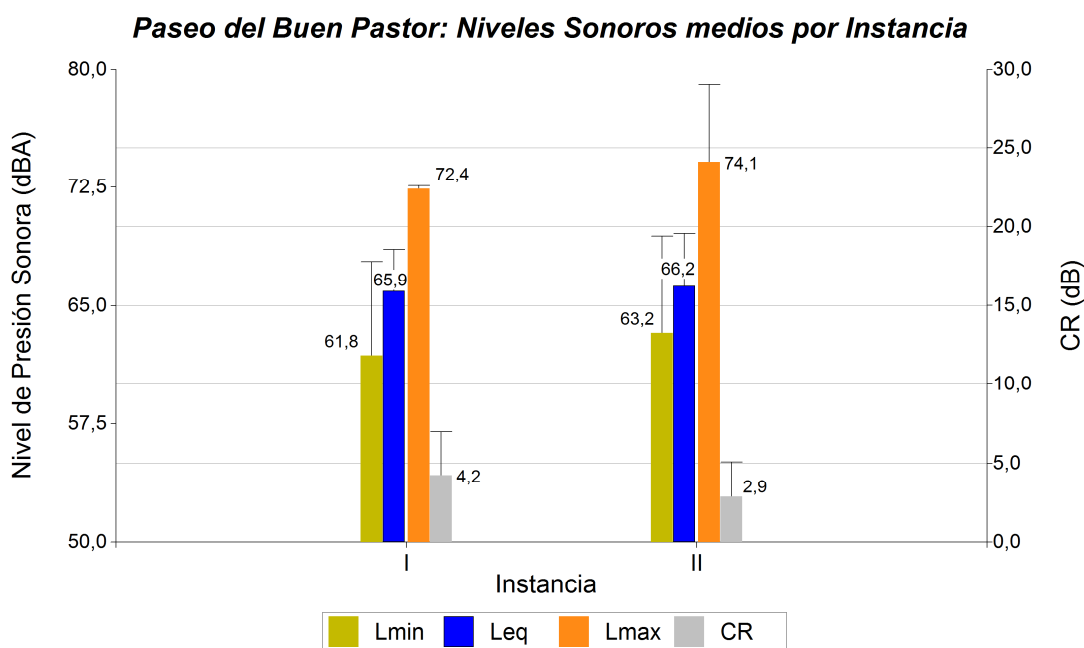


Figura 40: Niveles sonoros y Clima de Ruido medios obtenidos para las instancias I (n=3) y II (n=5) en Paseo del Buen Pastor.

#### 9.4.2 Ambiente Experimentado

La tabla 15 muestra los resultados obtenidos para las tres variables del AE en cada medición.

La VG media obtenida para todas las mediciones del ambiente fue 3,5 (D.E.=0,87; n=21), lo cual corresponde a la categoría “levemente bueno”. La medición que registró la máxima VG obtuvo un valor de 4 (“bueno”), mientras la más baja fue 2,5 (“levemente malo”). La variable Agrado obtuvo una media de 0,03 para el ambiente (D.E.=0,32; n=21) y las diferentes mediciones mostraron medias comprendidas entre -0,32 y 0,32. Estos resultados implican que, de acuerdo a la evaluación cualitativa realizada por medio de la aplicación del Modelo Perceptual en 21 interactores, este ambiente, en términos medios, es considerado como “ni agradable ni desagradable”. Sin embargo, en algunas de las mediciones se obtuvieron valores medios de Agrado notoriamente positivos y en otras sucedió lo opuesto. Por otro lado, la variable Actividad alcanzó una media de 0,17 para el ambiente (D.E.=0,31; n=21), indicando la percepción de actividad acústica.

La figura 41 muestra las medias de la Valoración Global del Paisaje Sonoro y de las fuentes sonoras escuchadas (FSE) para cada instancia de medición.

Tabla 15: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.

Medición N°	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	BP01	4	3,8	1,0	0,02	0,13	-0,04	0,08
2	I	BP05	2	4,0	0,0	0,32	0,09	0,17	0,30
3	I	BP05	2	2,5	0,7	-0,08	0,55	0,37	0,13
4	II	BP03	5	3,6	1,1	0,05	0,49	-0,01	0,40
5	II	BP01	2	3,0	1,4	0,32	0,30	0,45	0,05
6	II	BP06	1	3,0	0,0	-0,32	0,00	0,49	0,00
7	II	BP04	3	3,7	0,6	-0,10	0,04	0,19	0,43
8	II	BP05	2	3,5	0,7	-0,13	0,32	0,34	0,10

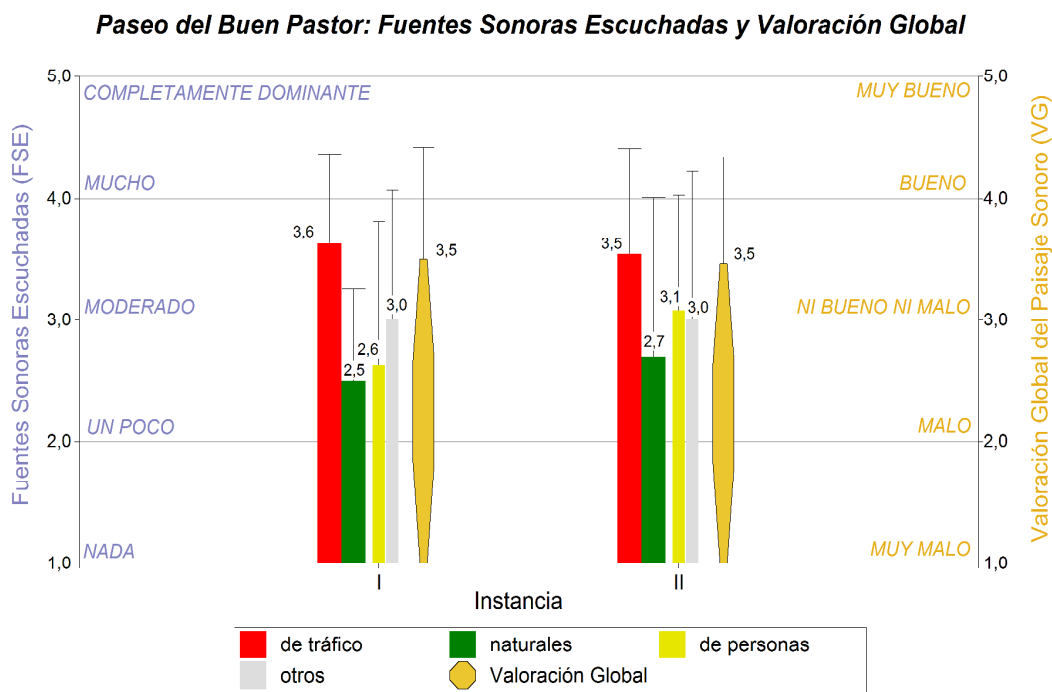


Figura 41: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en el Paseo del Buen Pastor. Medias y desviación estándar por cada instancia de medición: I (n=8) y II (n=13).

Se observa que existe muy poca variación de los valores medios graficados de VG y FSE entre las dos instancias de medición. **El ambiente fue calificado como “levemente bueno”, la fuente sonora escuchada como predominante es el tráfico y también se registró percepción de sonidos de personas, sonidos naturales y otras fuente sonoras.**

La figura 42 muestra la aplicación del Modelo Perceptual en el ambiente para las diferentes mediciones realizadas.

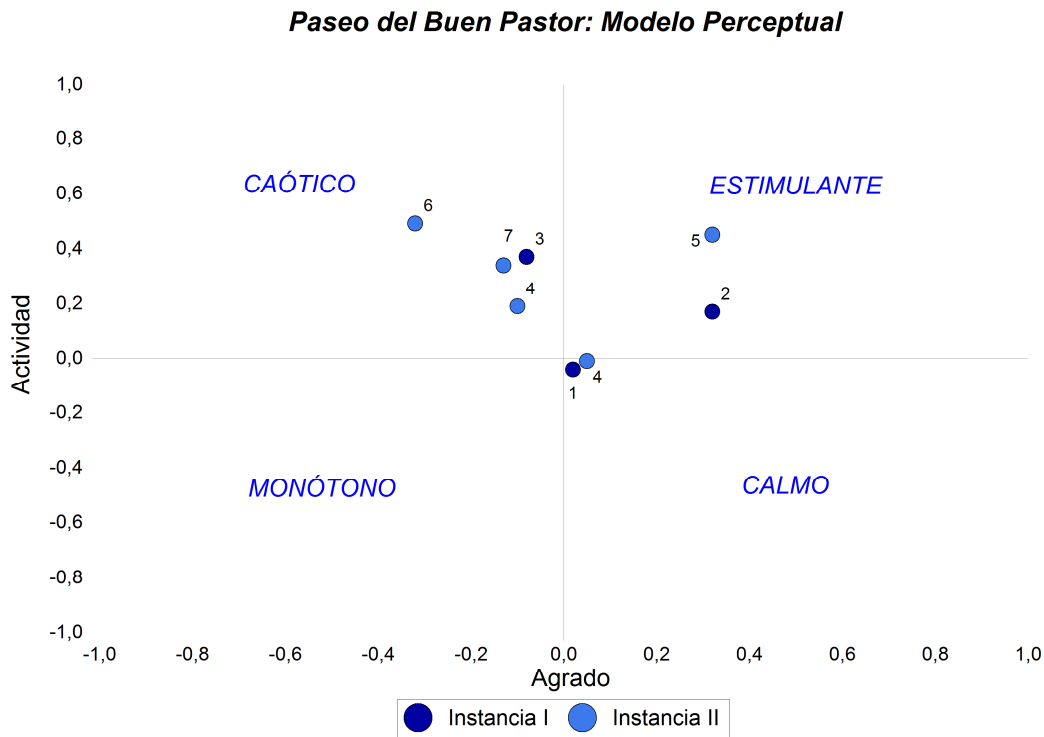


Figura 42: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones en tres instancias realizadas en Paseo del Buen Pastor.

Se observa que cuatro mediciones se encuentran sobre el semieje “agrado” y cuatro sobre el semieje “desagrado”. Estas últimas se encuentran dentro del Cuadrante “Caótico”. No se manifiesta tendencia al agrupamiento de las mediciones en el Modelo Perceptual en función de la instancia.

#### 9.4.3 Distribución Espacial por Instancias del Leq y la VG

La figura 43 muestra la ubicación en el ambiente evaluado de los resultados obtenidos para las variables Leq y VG para cada instancia de medición.

En la Instancia I se observa que los niveles equivalentes medidos fueron mayores en la posición BP01 que en BP05, sin embargo la Valoración Global también es mayor en BP01 que en BP05. La primera posición de medición se encuentra muy cercana a la fuente de agua. Por medio del registro de audio se pudo constatar predominancia del sonido del agua durante la medición). En contraste, en la posición BP05 predominan sonidos provenientes del tráfico rodado y de personas. **Este resultado puede estar sugiriendo que, si los sonidos predominantes en una zona de un ambiente provienen de la caída de agua, en esta zona se podrían obtener valoraciones subjetivas globales mayores que en zonas del ambiente más**



alejadas de la caída de agua, aun cuando en la primera se registren niveles sonoros superiores que en la segunda.

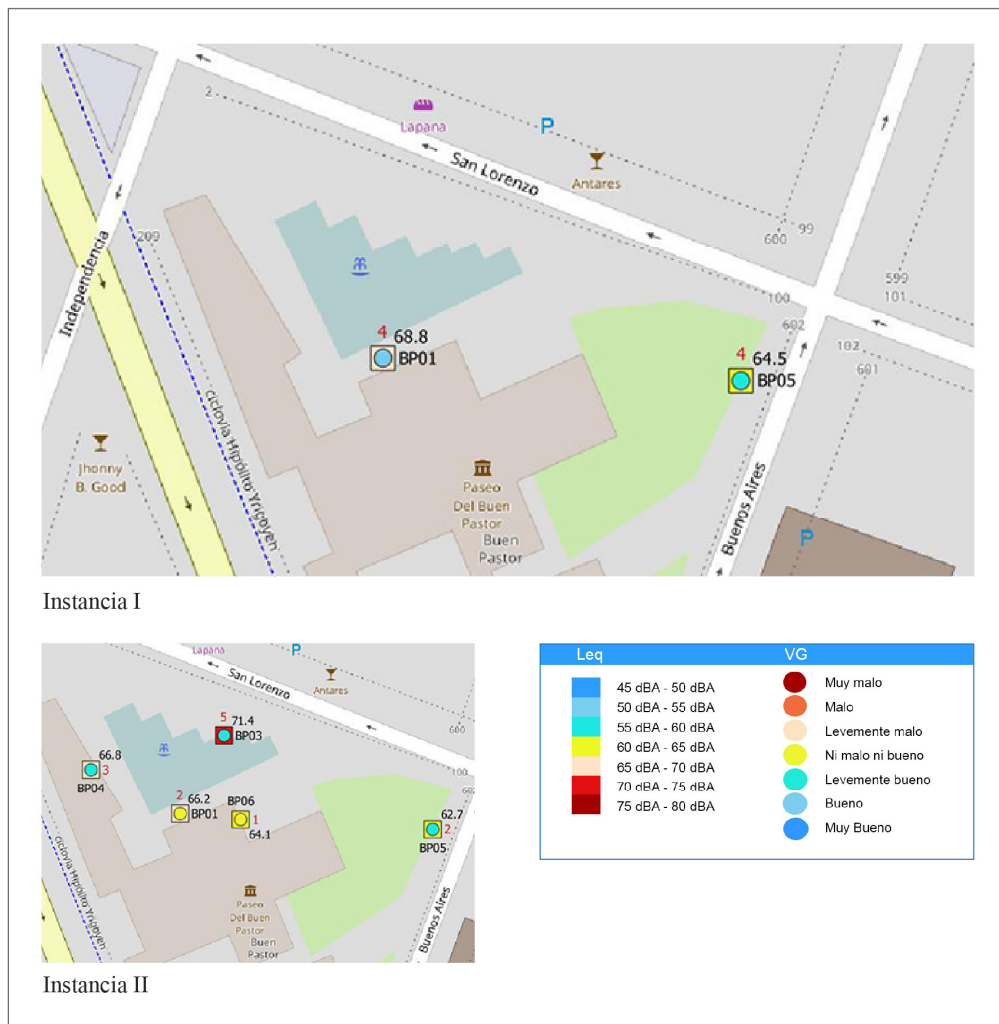


Figura 43: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en cada instancia de medición del ambiente Paseo del Buen Pastor. Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. A fin de la visualización espacial de los resultados por instancias, las mediciones realizadas en la misma posición y en la misma instancia fueron promediados entre sí (fue el caso de BP05 en la Instancia I). En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

En la Instancia II se observa que los niveles equivalentes registrados en las cuatro posiciones cercanas a la fuente son superiores a los registrados en la posición más alejada (62,7 dBA), superando los 70 dBA en la posición cercana a la calle San Lorenzo (BP03). A pesar del alto Leq registrado en la misma, la Valoración Global fue tendiente a “buena”. En esta posición se registró una considerable presencia del

sonido generado por el agua de la fuente. En las restantes posiciones en torno a la fuente se registraron Leq comprendidos entre 64 y 67 dBA y las valoraciones globales fueron neutras o levemente buenas.

**En términos generales, este ambiente presenta niveles sonoros altos (comprendidos mayormente entre 60 y 70 dBA), sin embargo, la valoración del Paisaje Sonoro en general no es desfavorable y en algunos casos es tendiente a “buena”, presuntamente debido a la presencia del sonido generado por la fuente de agua.** Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en un 86% de los interactores (9 % sin cumplirse, 5% sin respuesta, n=21). Se observa relativa estabilidad entre ambas instancias de medición consideradas.

## 9.5 PLAZA INFANTIL DE PARQUE LAS TEJAS (TE)

En este ambiente (el que también se denominará *Plaza Infantil Tejas*) se realizaron tres mediciones en tres posiciones y participaron 11 interactores. En total de interactores considerados para evaluar el Ambiente Experimentado fue 11.

### 9.5.1 Ambiente Acústico

El nivel sonoro equivalente medio obtenido en este ambiente fue 59,8 dBA (D.E.=1,0; n=3) y se observa poca fluctuación en este indicador entre cada medición (figura 44). Los niveles sonoros instantáneos oscilaron entre 51,8 dBA y 72,3 dBA (tabla 16), obteniéndose una media para el L<sub>máx</sub> de 68,5 dBA (D.E.=3,3; n=3) y para el L<sub>mín</sub> de 53,5 dBA (D.E.=1,5; n=3). El CR medio fue 6,5 dB (D.E.=1,0; n=3).

*Tabla 16: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>) y el Clima de Ruido (CR).*

Medición N°	Instancia	Posición	Leq (dBA)	L <sub>max</sub> (dBA)	L <sub>min</sub> (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	TE04	58,8	66,6	51,8	62,0	54,6	7,4
2	I	TE05	60,8	72,3	54,1	63,2	56,6	6,6
3	I	TE06	59,7	66,5	54,7	62,1	56,7	5,4

### Plaza Infantil de Parque Las Tejas: Niveles Sonoros

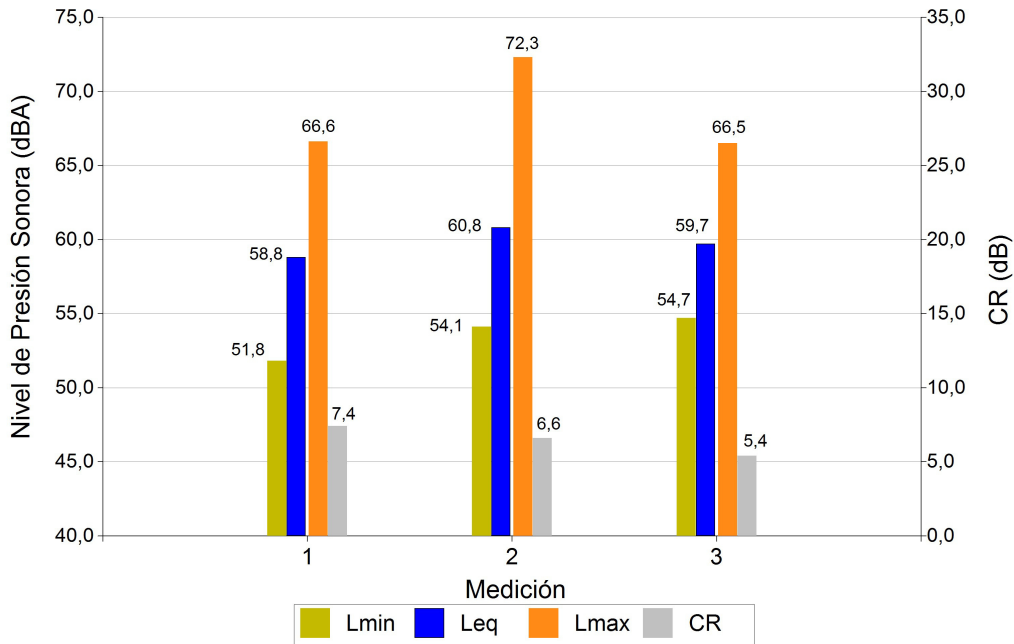


Figura 44: Niveles sonoros y Clima de Ruido en Plaza Infantil Tejas.

### 9.5.2 Ambiente Experimentado

En este ambiente se percibió en forma “moderada” tanto el ruido de tráfico como los sonidos naturales (figura 45). La Medición 1 mostró levemente mayor percepción de ruido de tráfico y menor de sonidos naturales que las restantes. Esta medición corresponde a la posición TE04, la que se encuentra cerca un borde del parque. En esta posición, la menos cercana a la plaza de juegos, se percibió “poco” sonido de personas, mientras que en TE06 estos se percibieron en forma “moderada” y en TE05 fueron percibidos en forma “completamente dominante” (figura 45). Hubo muy poca percepción de “otros” sonidos.

Tabla 17: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.

Medición N°	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	TE04	3	3,0	1,0	0,09	0,27	0,02	0,17
2	I	TE05	3	4,0	0,0	0,41	0,18	0,21	0,21
3	I	TE06	5	3,6	0,5	0,30	0,17	0,18	0,27

**Plaza Infantil Tejas: Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global**

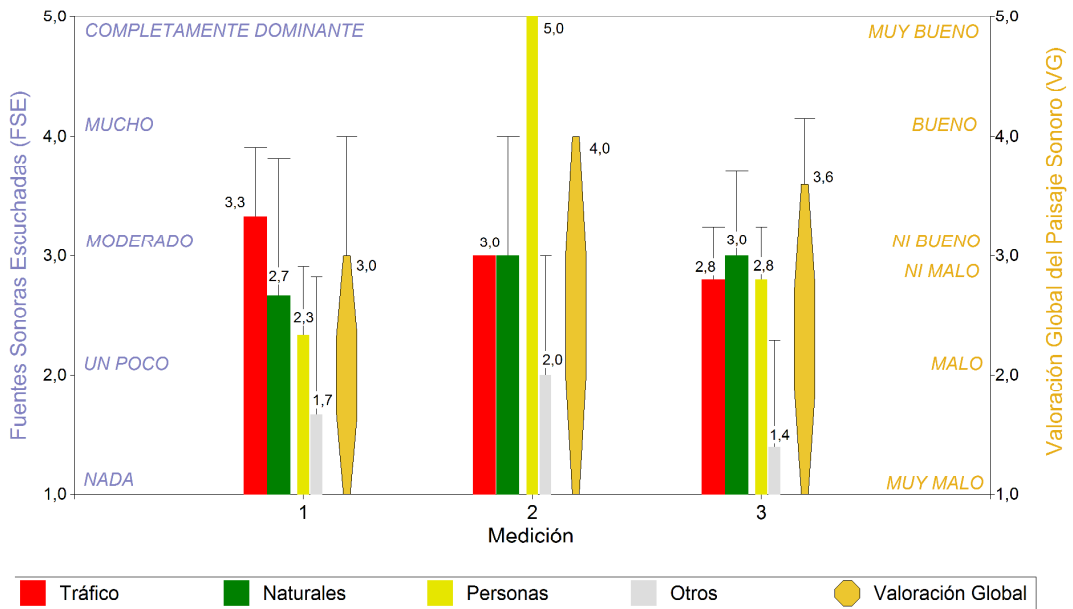


Figura 45: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en Plaza Infantil Tejas. Medias y desviación estándar (n=11).

**Plaza Infantil Tejas: Modelo Perceptual**

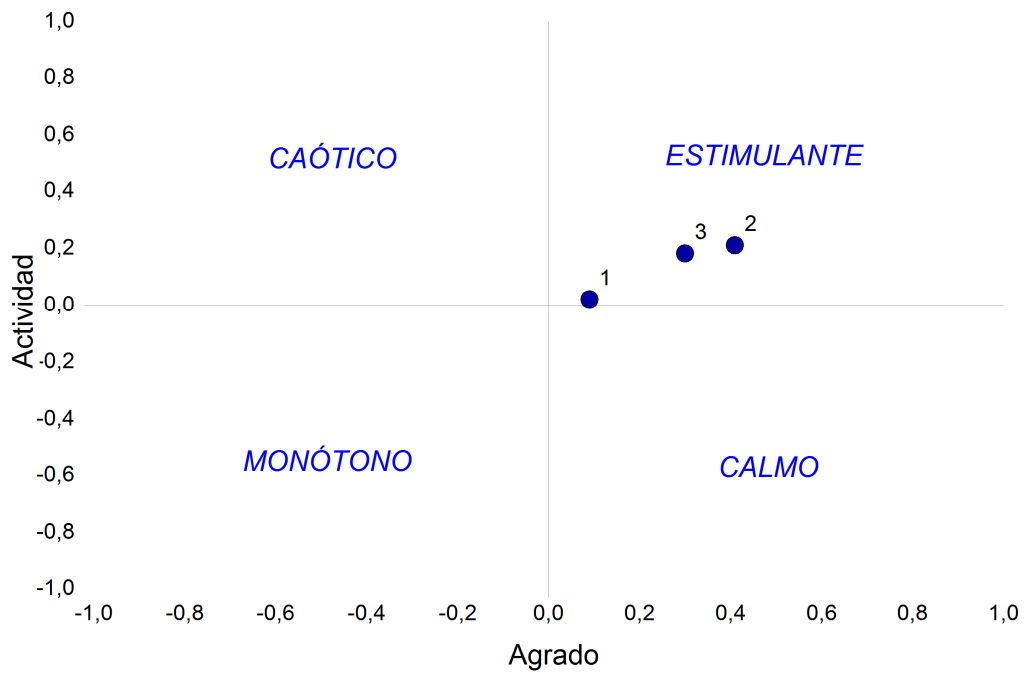


Figura 46: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones en dos instancias realizadas en Plaza Infantil Tejas.

La Valoración Global media del Paisaje Sonoro en este ambiente fue “levemente buena” y tiene su máximo en la medición realizada en la posición TE05 (posición más interior al parque).

La figura 46 muestra la aplicación del Modelo Perceptual en el ambiente. Se observa que las tres mediciones se encuentran sobre el semieje positivo de “Agrado” y pertenecen al Cuadrante “Estimulante”. La medición más positiva sobre el eje “Agrado” (Medición 2) corresponde también a la posición TE05.

### 9.5.3 Distribución Espacial de las variables Leq y VG

La figura 47 muestra la ubicación en el ambiente evaluado de los resultados obtenidos para las variables Leq y VG.

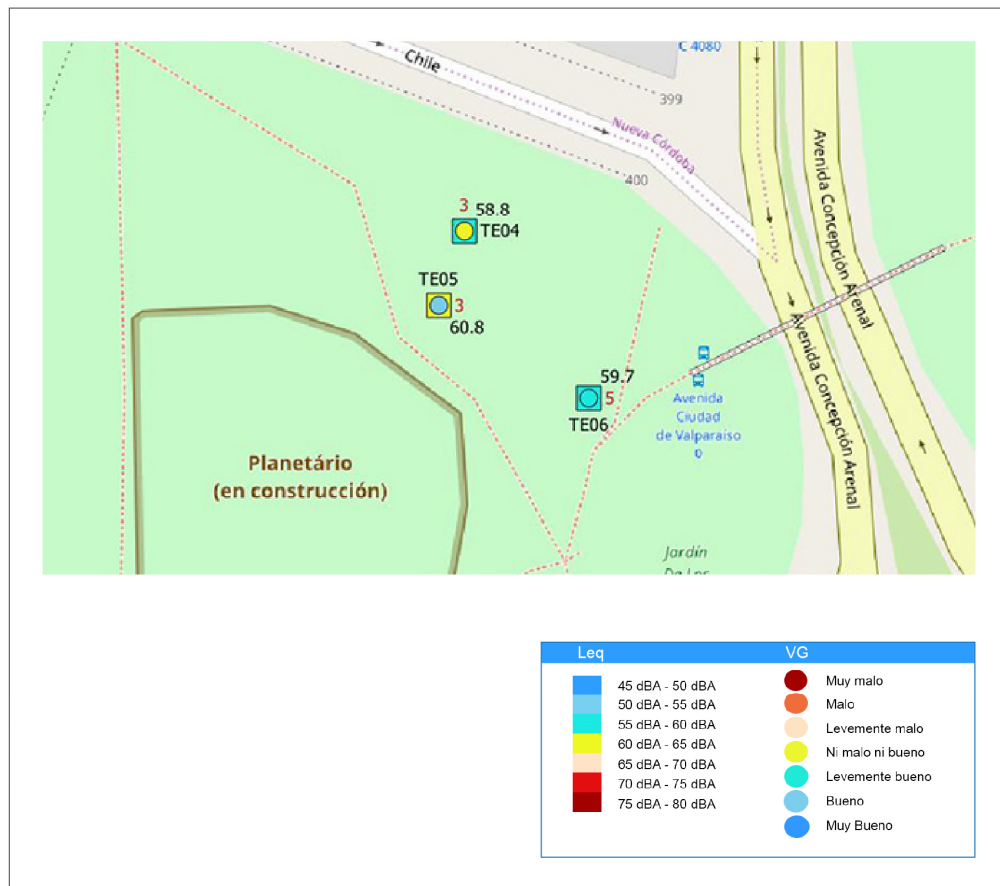


Figura 47: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en la Plaza Infantil del Parque Las Tejas. Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

Se observa poca diferencia espacial en los niveles sonoros equivalentes. La Valoración Global fue “buena” en TE05, “levemente buena” en TE06 (correspondiente a un banco familiar dentro de la Plaza Infantil) y “ni buena ni mala” en TE04 (correspondiente a bancos individuales cercanos a la calle Chile).

**En términos generales, se trata de un ambiente con un Paisaje Sonoro que fue considerado “levemente bueno”, con niveles sonoros equivalentes en torno a 60 dBA y donde se percibió ruido de tráfico en forma moderada, junto con sonidos naturales y de personas.** Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en un 91 % de los interactores (9% no cumplidas, n=11).

## 9.6 PARQUE DE “BRUJAS” (BR)

En este ambiente se realizaron dos mediciones en dos posiciones y participaron 12 interactores.

### 9.6.1 Ambiente Acústico

La tabla 18 y la figura 48 muestran los resultados de las variables del Ambiente Acústico.

*Tabla 18: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (Lmáx y Lmín) y el Clima de Ruido (CR).*

Medición Nº	Instancia	Posición	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	BR05	64,9	77,0	51,8	68,5	56,2	12,3
2	I	BR06	53,0	63,2	46,9	55,8	48,8	7,0

Se observa una diferencia cercana a 12 dB entre los niveles sonoros equivalentes y a los 14 dB entre los niveles máximos correspondientes a las dos mediciones realizadas. También se registran diferencias apreciables en el CR. Estas diferencias se deben a que la Medición 1 realizó en una posición próxima (BR05) a donde se ejecutaba música de modo espontáneo en el ambiente.

### Parque de "Brujas": Niveles Sonoros

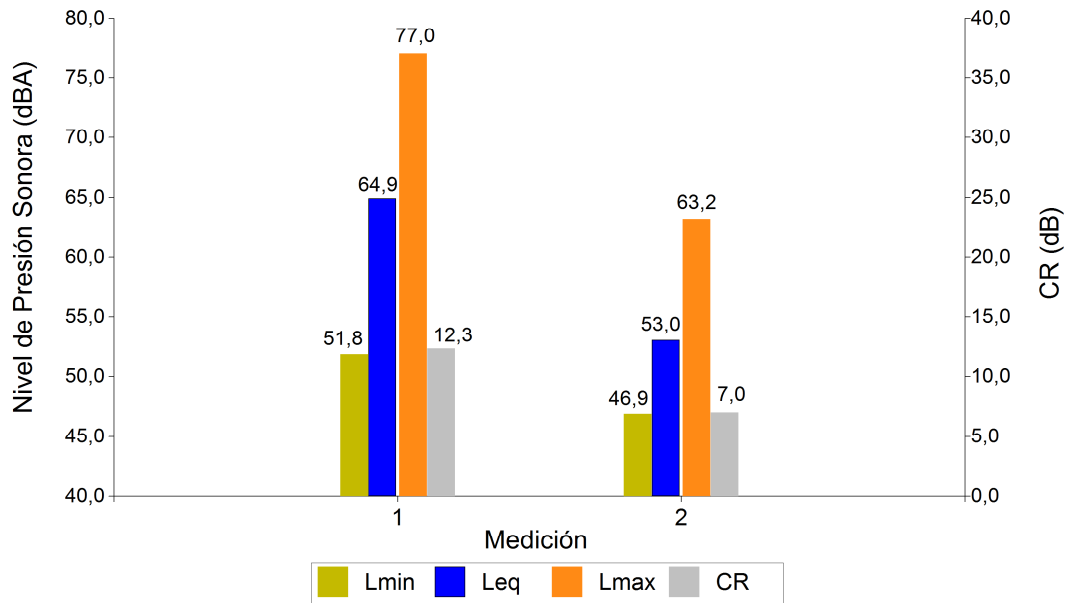


Figura 48: Niveles sonoros y Clima de Ruido medios en Parque de "Brujas" (n=2).

### 9.6.2 Ambiente Experimentado

La tabla 19 muestra los resultados obtenidos para las variables del AE en cada medición y la figura 49 muestra la media de la Valoración Global del Paisaje Sonoro y de las Fuentes Sonoras Escuchadas en cada de medición.

Tabla 19: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.

Medición N°	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	BR05	6	4,2	1,3	0,55	0,21	0,31	0,21
2	I	BR06	6	4,7	0,5	0,58	0,24	0,17	0,20

**Parque de “Brujas”: Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global**

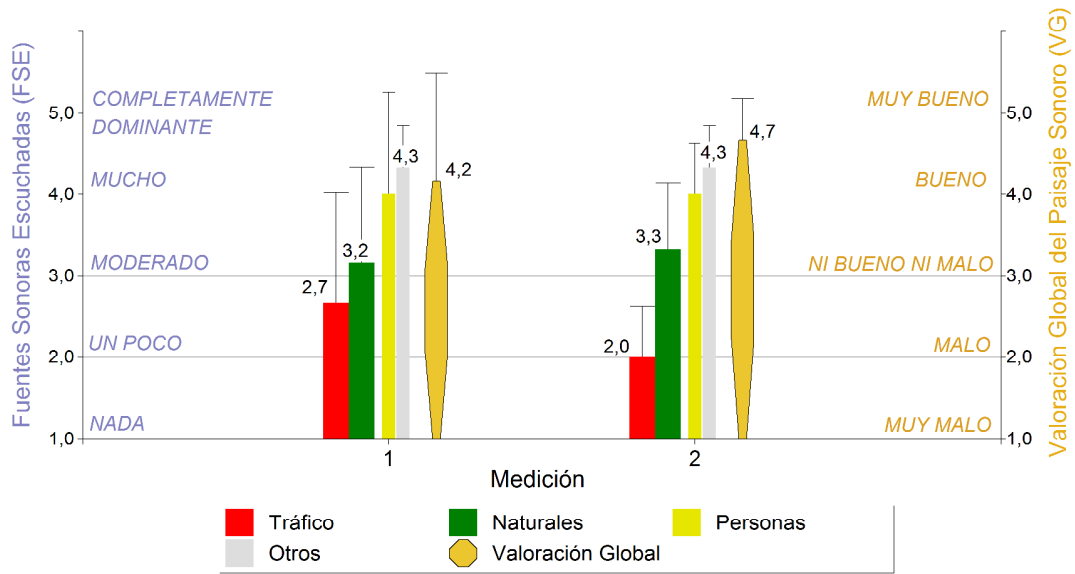


Figura 49: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en Parque de “Brujas”. Medias y desviación estándar (n=12).

**Parque de “Brujas”: Modelo Perceptual**

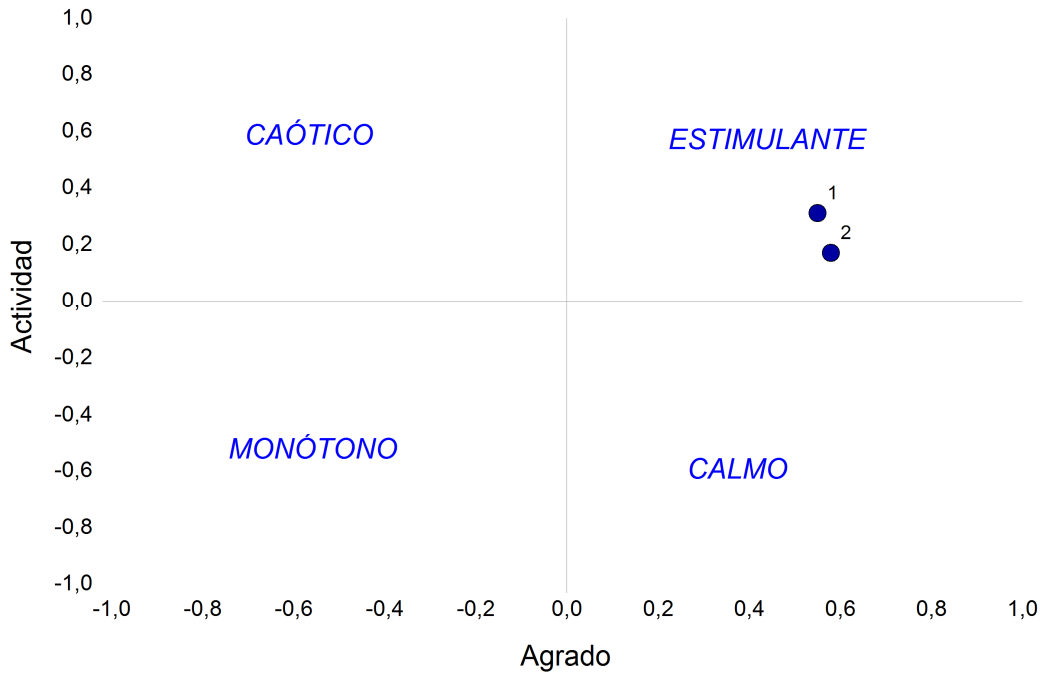


Figura 50: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones realizadas en Parque de “Brujas”.



Se observa que la fuente sonora más escuchada en ambas mediciones es “otros”, que en este caso corresponde a la música que se estaba ejecutando durante las mediciones. También se percibe “mucho” sonido de personas, sonidos naturales y “poco a moderado” ruido de tráfico. La Valoración Global fue “buena” en la Medición 1 y “muy buena” en la Medición 2, con una media de 4,4 (D.E.=1,0; n=2) correspondiente a “buena tendiente a muy buena”.

Ambas mediciones alcanzaron valores muy positivos en el eje “Agrado” y se encuentran en el Cuadrante “Estimulante” (figura 50).

### 9.6.3 Distribución Espacial de las variables Leq y VG

Se observan grandes diferencias en el Leq entre ambas posiciones de medición (figura 51). Esto se debe a lo mencionado sobre la música ejecutada cerca de la posición BR05. También se observan las diferencias espaciales en VG.

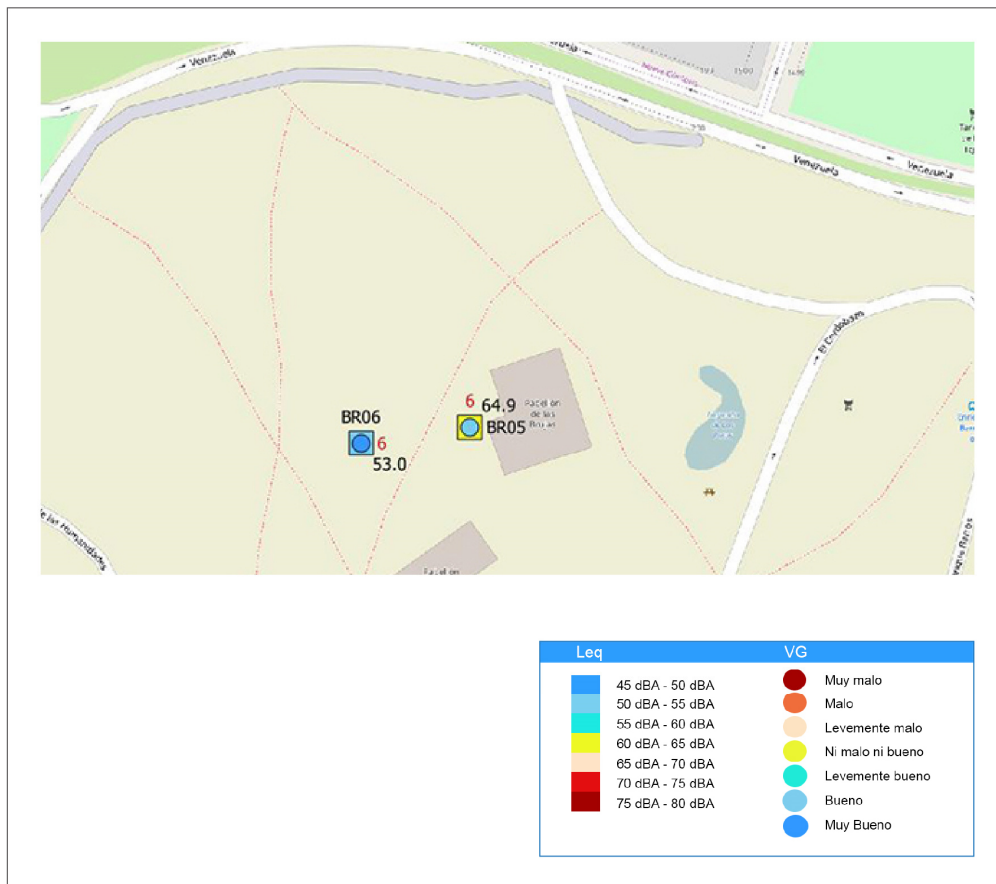


Figura 51: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en Parque de “Brujas”. Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

En términos generales, este ambiente fue calificado en forma muy positiva por los interactores. En él predominó la música espontánea en un clima distendido, lejos de las vías de tráfico y con presencia de sonidos naturales. Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en el 100 % de los interactores (n=12).

## 9.7 “BOSQUECITO DE PSICOLOGÍA” (BO)

En este ambiente se realizaron 16 mediciones en seis posiciones distribuidas en cuatro instancias. El total de interactores considerados para evaluar el Ambiente Experimentado fue 74.

### 9.7.1 Ambiente Acústico

La tabla 20 informa sobre los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles máximos (Lmáx), niveles mínimos (Lmin) y el Clima de Ruido (CR) registrados en cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que fue realizada cada medición y la posición donde se realizó una de ellas.

*Tabla 20: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (Lmáx y Lmín) y el Clima de Ruido (CR).*

Medición N°	Instancia	Posición	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	CR (dB)
1	I	BO02	48,2	62,9	43,7	4,5
2	I	BO03	50,2	59,0	44,7	6,3
3	I	BO04	49,0	61,4	44,6	5,4
4	II	BO01	51,4	63,3	46,8	4,9
5	II	BO04	52,9	59,9	48,6	4,1
6	II	BO05	54,7	71,4	49,0	4,1
7	III	BO02	54,2	64,8	48,6	6,7
8	III	BO02	53,0	66,5	48,7	5,1
9	III	BO05	57,3	64,9	50,7	8,2
10	III	BO04	57,5	69,6	51,5	7,3
11	IV	BO02	50,9	61,4	45,0	6,7
12	IV	BO07	56,6	72,2	46,9	10,5
13	IV	BO04	48,8	59,3	42,7	6,4
14	IV	BO04	49,4	57,0	44,4	5,7
15	IV	BO05	49,8	57,8	45,7	3,5
16	IV	BO07	50,8	60,1	47,3	3,9

La media obtenida para nivel sonoro equivalente para todas las mediciones fue de 52,2 dBA, el Leq máximo registrado es de 57,5 dBA y el mínimo de 48,2 dBA. En sólo tres de las 16 mediciones realizadas el Leq superó los 55 dBA, nivel sonoro

ambiental de referencia brindado por la OMS (“Guidelines for Community Noise,” 1999). El nivel instantáneo más alto registrado fue 72,2 dBA, el nivel instantáneo más bajo fue 42,7 y el CR fluctuó entre 3,5 dB y 10,5 dB.

La figura 52 muestra la media de los cuatro indicadores acústicos seleccionados para cada instancia de medición.

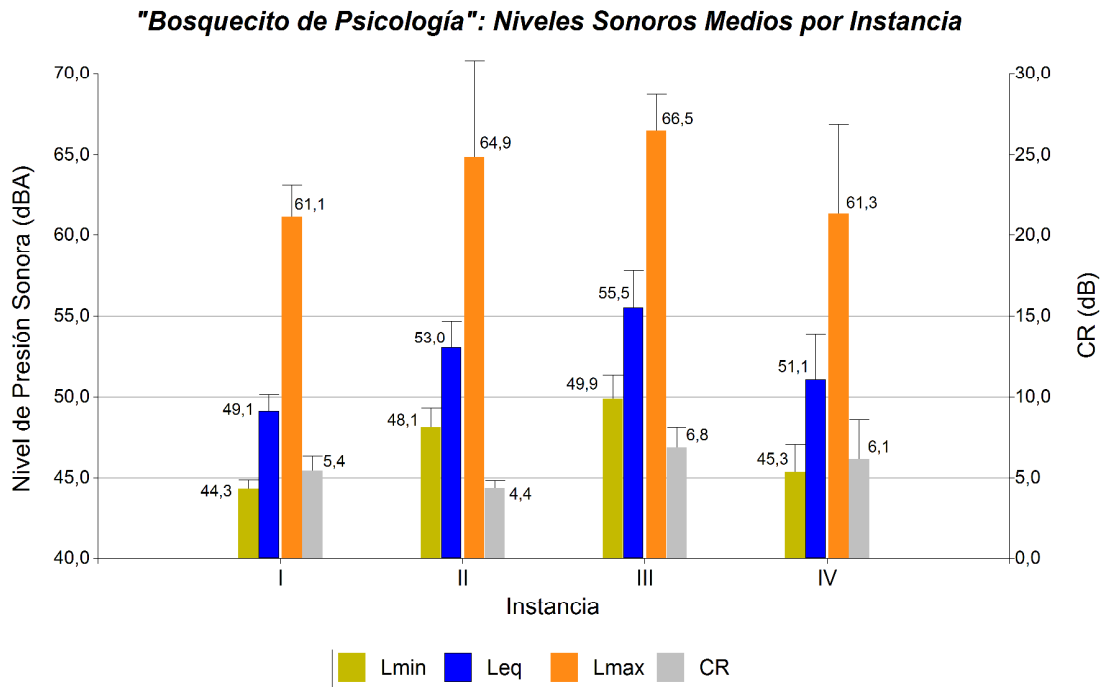


Figura 52: Niveles sonoros y Clima de Ruido medios instancias I (n=3), II (n=3), III (n=4) y IV (n=6) en “Bosquecito de Psicología”.

Se observa que los niveles equivalentes medios fluctúan entre 49,1 y 55,5 dBA para las distintas instancias de medición. Los niveles sonoros medios más altos fueron alcanzados en la Instancia III, alcanzándose un nivel instantáneo máximo de 66,5 dBA y un nivel instantáneo mínimo en torno a 50 dBA. En la franja horaria correspondiente a esta instancia hubo gran afluencia de estudiantes en el ambiente.

Los niveles medios más bajos se registraron en la Instancia I, con un Leq medio de 49,1 dBA, un Lmín medio de 44,3 dBA y un Lmáx medio de 61,1 dBA. Durante esta instancia hubo muy poca afluencia en el ambiente. El CR medio no presentó grandes fluctuaciones en su media en las distintas instancias de medición, variando entre 4,4 y 6,8 dB.

## 9.7.2 Ambiente Experimentado

La tabla 21 muestra los resultados obtenidos para las tres variables del AE en cada medición.

La media obtenida para VG es 4,1 (D.E.=0,87; n=74), superando la categoría “bueno”. La medición que registró la VG menor fue de 3,5 (“levemente bueno”) y las dos mediciones que mostraron la VG mayor obtuvieron 4,5 (“bueno a muy bueno”). Se observa, además, que la totalidad de las valoraciones globales fueron positivas.

La valoración favorable del ambiente se ve manifestada también en la variable Agrado, la que registra una media para el ambiente de 0,42 (D.E.=0,28; n=74) y presenta valores positivos en todas las mediciones (fluctuando entre 0,22 y 0,70). La variable Actividad presenta una media para el ambiente de 0,1 (D.E.=0,25; n=74), lo que implica que este ambiente es considerado con leve actividad acústica.

*Tabla 21: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.*

Medición Nº	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	BO02	2	4,0	0,0	0,43	0,29	0,41	0,10
2	I	BO03	6	3,5	1,6	0,44	0,31	0,08	0,12
3	I	BO04	4	4,0	1,2	0,34	0,30	0,09	0,17
4	II	BO01	5	4,2	0,8	0,33	0,20	0,31	0,27
5	II	BO04	5	4,2	0,4	0,55	0,09	0,06	0,23
6	II	BO05	5	4,0	0,7	0,22	0,29	0,01	0,30
7	III	BO02	3	4,0	0,0	0,70	0,23	-0,08	0,18
8	III	BO02	2	4,5	0,7	0,42	0,30	0,00	0,38
9	III	BO05	5	4,0	0,0	0,50	0,15	0,08	0,35
10	III	BO04	6	4,0	0,9	0,25	0,58	0,13	0,46
11	IV	BO02	6	4,5	0,5	0,38	0,38	0,18	0,15
12	IV	BO07	5	4,2	0,8	0,38	0,19	0,05	0,26
13	IV	BO04	3	4,3	0,6	0,39	0,06	-0,09	0,23
14	IV	BO04	7	4,0	0,6	0,49	0,19	0,15	0,20
15	IV	BO05	7	4,3	0,8	0,43	0,23	0,10	0,24
16	IV	BO07	3	4,0	1,0	0,54	0,23	0,02	0,06

En la figura 53 se grafican los valores medios registrados de FSE y de VG. Se observa que existe poca variación de la Valoración Global del Paisaje Sonoro entre las medias de las distintas instancias de medición, fluctuando entre 3,8 y 4,2. Este resultado significa que el Paisaje Sonoro de este ambiente fue evaluado en torno a la categoría “bueno” en las cuatro instancias de medición.

**"Bosquecito de Psicología": Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global**

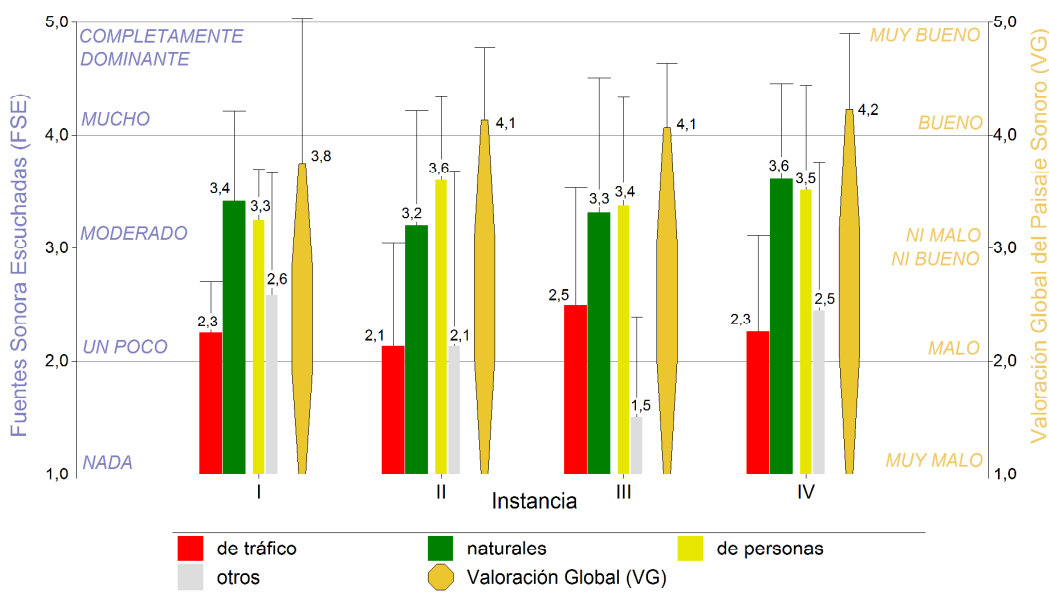


Figura 53: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en "Bosquecito de Psicología". Medias y desviación estándar por cada instancia de medición: I (n=12), II (n=15), III (n=16) y IV (n=31).

La Instancia IV, que cuenta con el mayor número de interactores (n=31), mostró una VG levemente mayor y, a su vez, en ella se registró una percepción levemente mayor de sonidos naturales que en las instancias previas. Las fuentes sonoras percibidas también mostraron relativa estabilidad entre las distintas instancias de medición. Aquellas evaluadas como predominantes fueron los sonidos naturales y los sonidos de personas. En general se percibió "poco" ruido de tráfico. La figura 54 muestra la ubicación de cada medición en el Modelo Perceptual.

Como se comentó al observar los resultados en la tabla 21, en la figura 54 se manifiesta que todas las mediciones corresponden a valores positivos del eje de agrado. La mayor parte de las mediciones se encuentran en el Cuadrante "Estimulante", mientras unas pocas corresponden a Cuadrante "Calmo". Ninguna medición calificó cualitativamente al Paisaje Sonoro sobre el semieje "desagradable" (por lo tanto tampoco en los cuadrantes "Caótico" y "Monótono").

La medición número 7 fue la que registró mayor valor (0,7) sobre el eje de Agrado. En el cuestionario aplicado durante esta medición, se registró "mucho" presencia perceptual de sonidos naturales (aspecto que además fue expresamente destacado como favorable por los interactores).

La aplicación del Modelo Perceptual muestra cohesión en los resultados obtenidos. En este sentido, las mediciones correspondientes a las diferentes instancias se encuentran entrelazadas entre sí dentro del Modelo Perceptual. **Estos**

resultados estarían asociados al carácter relativamente estable del Paisaje Sonoro a lo largo de las distintas instancias de medición del ambiente.

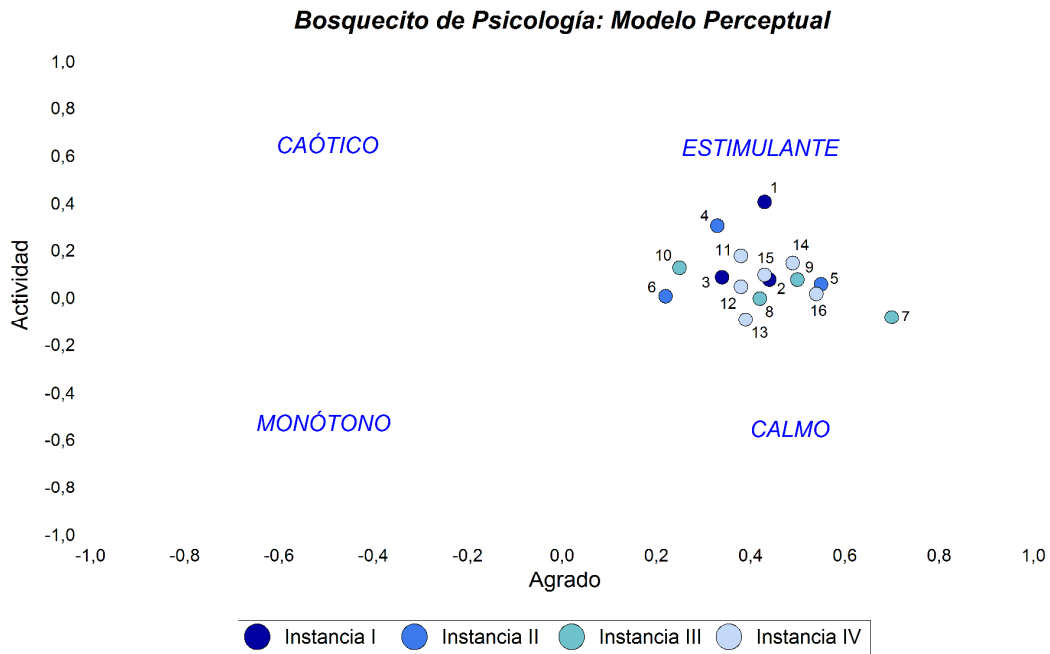


Figura 54: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones realizadas en cuatro instancias realizadas en "Bosquecito de Psicología".

### 9.7.3 Distribución Espacial por Instancias del Leq y la VG

La figura 55 muestra la ubicación en el ambiente evaluado de los resultados obtenidos para las variables Leq y VG, correspondientes al Ambiente Acústico y al Ambiente Experimentado, respectivamente. Se presentan los resultados de estas dos variables en forma integrada para cada una de las instancias de medición.

En mapa correspondiente a la Instancia I, se observa que tanto en BO02 como en BO04 los niveles equivalentes son inferiores a 50 dBA y que la Valoración Global se encuentra en la categoría "bueno". Sin embargo, en la posición BO03 se registró un Leq mayor y VG fue "levemente bueno". Esta última posición de medición es la más cercana al estacionamiento.

En la Instancia II se observa mayor homogeneidad espacial, tanto en el Leq como en VG.

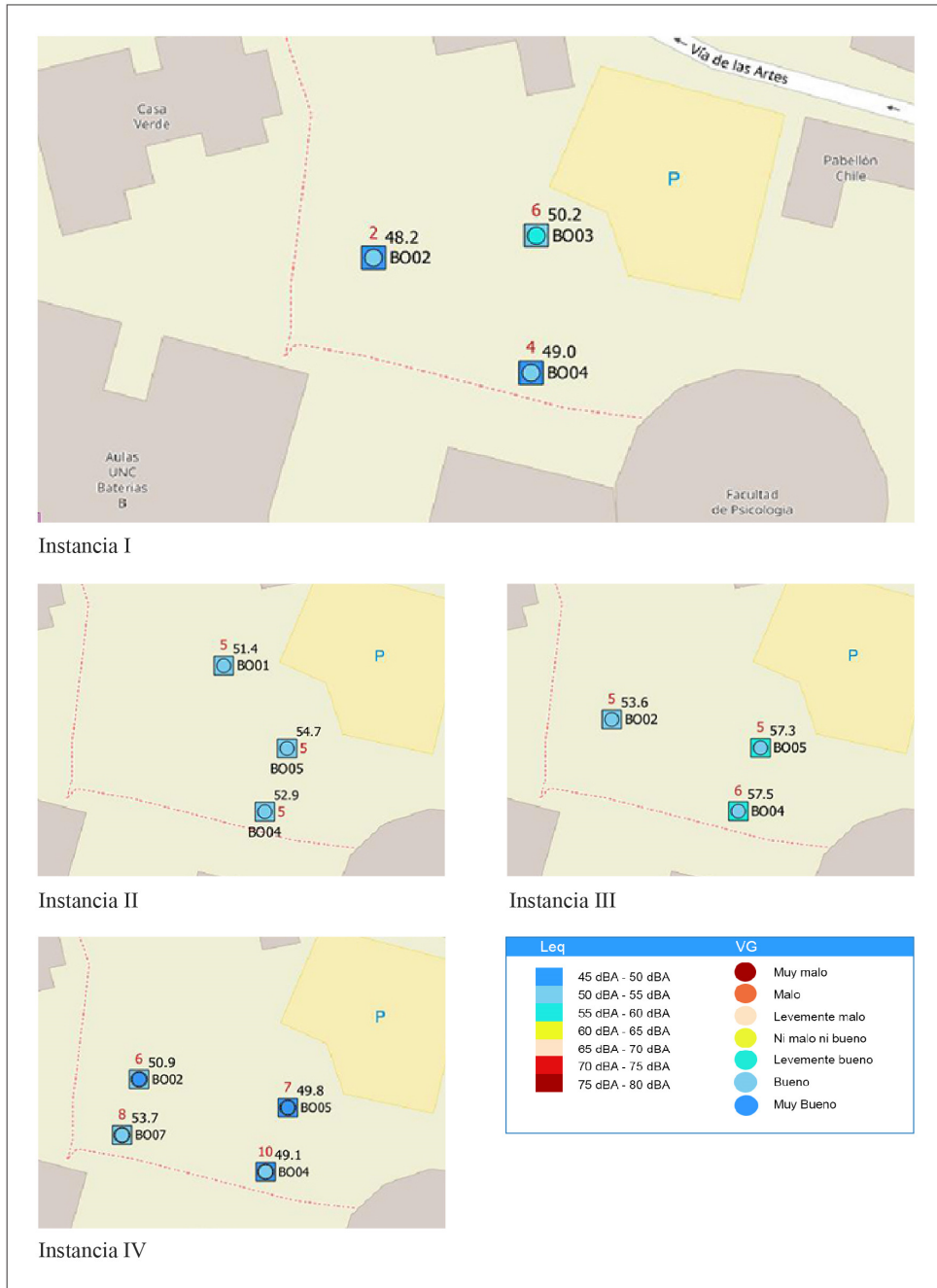


Figura 55: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en cada instancia de medición del ambiente “Bosquecito de Psicología”: Instancia I en figura a), Instancia II en figura b), instancia III en figura c) e instancia IV en figura d). Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. A fin de la visualización espacial de los resultados por instancias, las mediciones realizadas en la misma posición y en la misma instancia fueron promediados entre sí (fue el caso de BO02 en III, y BO04 y BO07 en IV). En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

En la Instancia III se alcanzaron los niveles sonoros más altos. Se observa que en las posiciones BO04 y BO05 se registraron niveles equivalentes mayores que en BO02 (57,5 dBA y 57,3 dBA vs. 54,2 dBA y 53,0 dBA). En las tres posiciones VG ha sido calificada como "buena". BO04 y BO05 se encuentran cercanas a la vía de acceso a la Facultad de Psicología (la que tiene considerable afluencia de estudiantes) y al estacionamiento, respectivamente. La posición BO02 se ubica en un lugar algo más alejado de la Facultad de Psicología, de los senderos peatonales de circulación, del estacionamiento y contó con menos estudiantes alrededor.

Durante la Instancia IV se registraron niveles equivalentes más altos en la posición BO07 que en las restantes. En la medición 12, correspondiente a esa posición (ver tabla 20) se obtuvo un nivel sonoro de 56,6 dBA (más alto que en las restantes mediciones de la instancia), lo que fue provocado por la vociferación de un grupo de personas en las cercanías del sonómetro. Esta situación, la que fue considerada parte del ambiente, se manifiesta en el elevado CR registrado (10,5 dB). Por otro lado, las posiciones que han registrado la mayor Valoración Global fueron BO02 y BO05, las que se encuentran más alejadas de las vías de circulación peatonal que las posiciones BO04 y BO07.

**En términos generales, se trata de un ambiente que ofrece paisajes sonoros favorables, con niveles sonoros equivalentes que en general no superan los 55 dBA y buenas valoraciones por parte de los interactores. Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en un 95% de los interactores (4% no cumplidas, 1 % sin respuesta, n=74). Se observa una relativa estabilidad del Paisaje Sonoro, lo que se manifiesta en las variables observadas del Ambiente Acústico y del Ambiente Experimentado a los largo de las distintas instancias de medición.**



## 9.8 PLAZA SECA (PS)

En este ambiente se realizaron tres mediciones en dos posiciones a lo largo de tres instancias. Se consideró un total de 18 interactores.

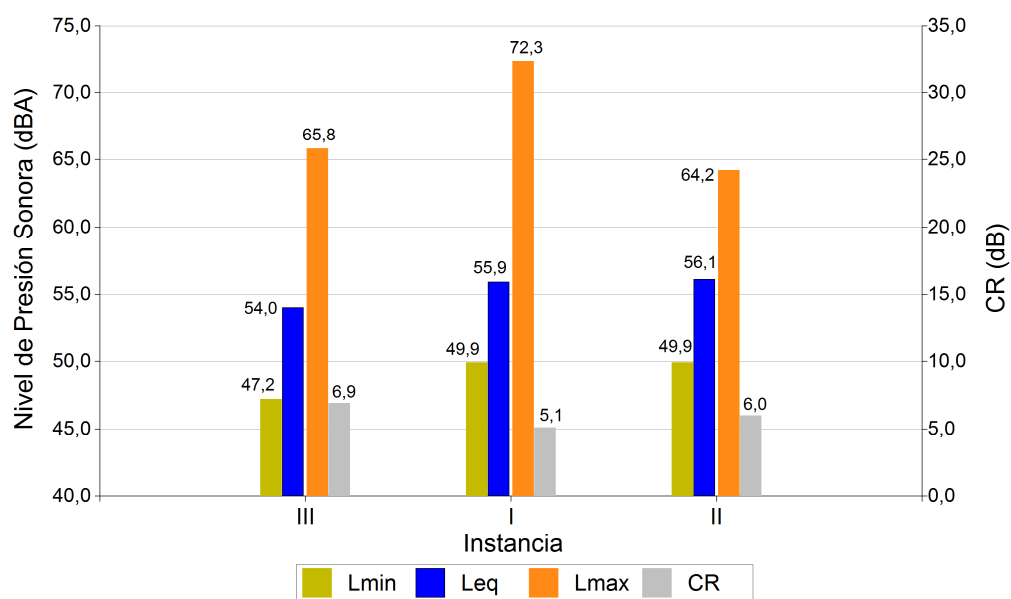
### 9.8.1 Ambiente Acústico

Se obtuvo un nivel equivalente medio de 55,3 dBA (D.E.=1,2; n=3), L<sub>máx</sub> medio de 67,4 dB (D.E.=4,3; n=3) un L<sub>min</sub> medio de 49 dBA (D.E.=1,6; n=3) y un CR medio de 6 dB (D.E.=0,9; n=3). Como puede observarse en la tabla 22 y en la figura 56, los niveles equivalentes no presentaron grandes diferencias entre las tres instancias de medición. Lo mismo puede decirse del L<sub>min</sub> y del CR. Sin embargo, el L<sub>máx</sub> alcanzó un valor notoriamente más alto en la Instancia I debido a voces altas ocasionales cercanas al instrumental.

*Tabla 22: Resultados del AA para cada medición realizada en el ambiente. Se indica la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente. Se detallan los niveles sonoros equivalentes (Leq), los niveles instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>) y el Clima de Ruido (CR).*

Medición Nº	Instancia	Posición	Leq (dBA)	Lmax (dBA)	Lmin (dBA)	L10 (dBA)	L90 (dBA)	CR (dB)
1	I	PS01	55,9	72,3	49,9	56,8	51,7	5,1
3	II	PS02	56,1	64,2	49,9	58,7	52,7	6,0
2	III	PS01	54,0	65,8	47,2	56,8	49,9	6,9

**Plaza Seca: Niveles Sonoros por Instancia**



*Figura 56: Niveles sonoros y Clima de Ruido obtenidos para las instancias I, II y III en Plaza Seca.*

## 9.8.2 Ambiente Experimentado

La tabla 23 muestra los resultados del Ambiente Experimentado en Plaza Seca. Se obtuvo una media para VG a 3,4 (D.E.=0,7; n=18), lo que corresponde a “levemente bueno”. La media de Agrado fue 0,16 (D.E.= 0,28; n=18) y la de Actividad fue 0,09 (D.E.= 0,28; n=18), representando un Paisaje Sonoro agradable y con poco movimiento acústico.

Las fuentes sonoras predominantes en las tres instancias de medición fueron las personas presentes en el ambiente. También se percibe ruido de tráfico en forma “moderada” o “un poco” y “un poco” de sonidos naturales. La Valoración Global del Paisaje Sonoro fue entre “levemente buena” y “buena”, según la instancia de medición (tabla 23 y figura 57).

Tabla 23: Resultados del AE para cada medición realizada en el ambiente. Se presenta la instancia en que la misma fue realizada, la posición de medición dentro del ambiente, el número de interactores (n), la media y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), y las dos variables del Modelo Perceptual aplicado: Agrado y Actividad.

Medición N°	Instancia	Posición	n	Val. Global		Agrado		Actividad	
				media	D.E.	media	D.E.	media	D.E.
1	I	PS01	5	3,4	0,5	0,20	0,24	0,13	0,24
3	II	PS02	2	4,0	0,0	0,38	0,10	-0,29	0,35
2	III	PS01	11	3,3	0,8	0,09	0,31	0,14	0,25

**Plaza Seca: Fuentes Sonoras Escuchadas y Valoración Global**

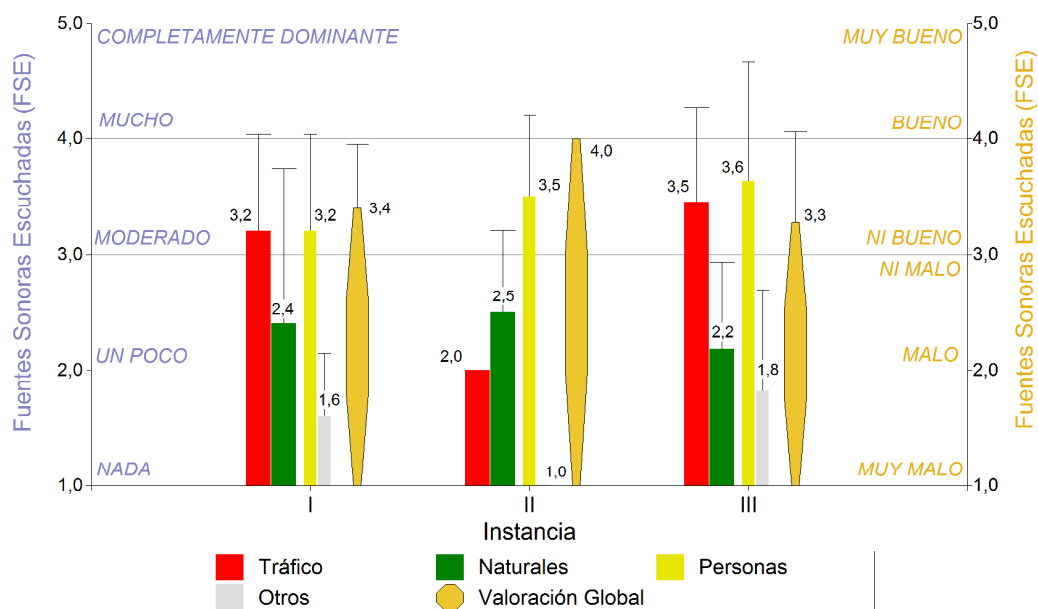


Figura 57: Fuentes Sonoras Escuchadas (eje izquierdo) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (eje derecho) en Plaza Seca. Medias y desviación estándar por cada instancia de medición: I (n=5), II (n=2) y III (n=11).

Las tres mediciones se situaron sobre el semieje positivo de “Agrado” del Modelo Perceptual (figura 58). Las mediciones correspondientes a las instancias I y III se encuentran en el Cuadrante “Estimulante”, mientras la correspondiente a la Instancia II en el Cuadrante “Calmó” (durante la cual había poca gente en el ambiente).

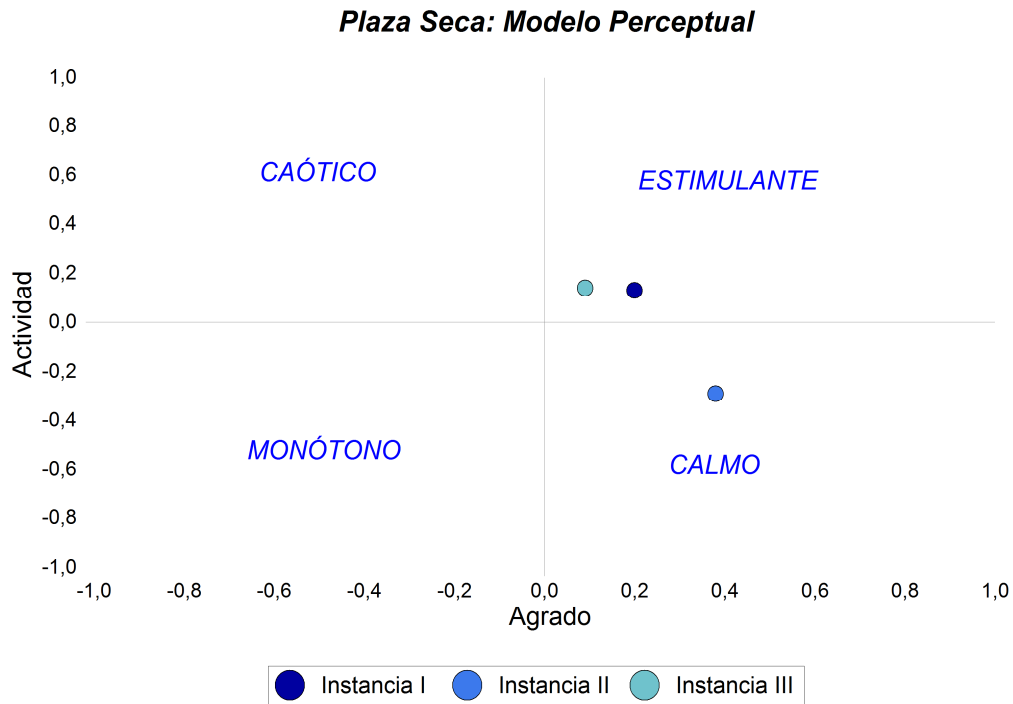


Figura 58: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones en tres instancias realizadas en Plaza Seca.

### 9.8.3 Distribución por instancias del Leq y la VG

Se observan pocas variaciones en el Leq a lo largo de las tres instancias de medición (figura 59). En la posición PS02, la que se encuentra más en el interior de la plaza, se obtuvo la más alta Valoración Global media del Paisaje Sonoro.

**En términos generables se trata de un ambiente considerado agradable, en el que se registran niveles sonoros en torno a 55 dBA. Las expectativas acústicas sobre este ambiente se vieron satisfechas en el 100 % de los interactores (n=18). Los sonidos percibidos en mayor medida fueron los producidos por las personas presentes en el ambiente.**



Figura 59: Nivel sonoro equivalente (Leq) y Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) en cada instancia de medición del ambiente Plaza Seca: Instancia I en figura a), Instancia II en figura b). Los símbolos cuadrados representan los resultados del AA (Leq) y los círculos los resultados del AE (VG). Los colores de los símbolos representan el rango de valores dentro del cual se encuentran las variables en cada posición. En la figura también se indica el código de cada posición de medición y la cantidad de interactores (números en rojo junto a cada posición de medición) que participaron.

## 10. SÍNTESIS COMPARATIVA y AGRUPAMIENTO DE AMBIENTES

Como se puntualizó en el Capítulo 8, el estudio de las variables del Paisaje Sonoro debe ser contextualizado, en acuerdo con el abordaje sistémico planteado. Esta contextualización permite comprender relaciones entre variables y factores intervinientes en un ambiente. Sin desmedro de lo anterior, en este capítulo se observarán las medias por ambientes de las principales variables del AA y del AE. Esto supone una escala mayor de análisis, cuya visión panorámica lejos de dar respuestas a las interacciones complejas en cada ambiente, facilita las comparaciones globales entre los mismos. Estas comparaciones son sólo aproximaciones que brindan nociones o tendencias.

### 10.1 SÍNTESIS COMPARATIVA

#### 10.1.1 Ambientes Acústicos

La tabla 24 muestra los niveles sonoros medios por cada ambiente y la desviación estándar en cada caso. En la figura 60 se grafica el nivel equivalente medio obtenido para cada ambiente, ordenados de mayor a menor.

*Tabla 24: Niveles medios por ambiente. Niveles sonoros equivalentes (Leq), niveles instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>) y Clima de Ruido (CR). Se indica el número de mediciones (n) y de instancias instancias por ambientes.*

Ambiente	n	Inst.	Leq (dBA)				L <sub>max</sub> (dBA)		L <sub>min</sub> (dBA)		CR (dB)	
			Media	D.E.	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
BO	16	4	52,2	3,1	48,2	57,5	63,2	4,7	46,8	2,6	5,8	1,8
BP	8	2	66,1	2,9	62,7	71,4	73,4	3,8	62,7	4,9	3,4	2,4
BR	2	1	59,0	8,4	53,0	64,9	70,1	9,8	49,4	3,5	9,7	3,7
PI	13	4	69,4	5,4	62,4	77,0	77,8	5,9	64,0	6,9	5,1	2,2
PO	4	2	73,7	1,0	72,6	75,0	82,9	4,9	68,4	1,5	5,5	1,9
PS	3	3	55,3	1,2	54,0	56,1	67,4	4,3	49,0	1,6	6,0	0,9
SO	12	3	65,1	3,1	60,4	71,0	76,6	7,6	60,3	1,9	4,7	3,4
TE	3	1	59,8	1,0	58,8	60,8	68,5	3,3	53,5	1,5	6,5	1,0

Se observa que el ambiente que presentó el nivel sonoro equivalente medio más elevado fue “Fuente del Perdón” (PO), seguido por Plaza Italia (PI) y Paseo de Sobremonte (SO), Paseo del Buen Pastor (BP). Seguidos, en segundo término, por la Plaza Infantil Tejas (TE), Parque de “Brujas” (BR), Plaza Seca (PS) y, por último, “Bosquecito de Psicología” (BO), que presentó el Leq medio más bajo. La energía acústica media del ambiente que registró el Leq medio más alto (PO) supera en 141 veces a la energía media en el ambiente que registró el Leq medio más bajo (BO).

### Niveles Sonoros Continuos Equivalentes medios por Ambiente

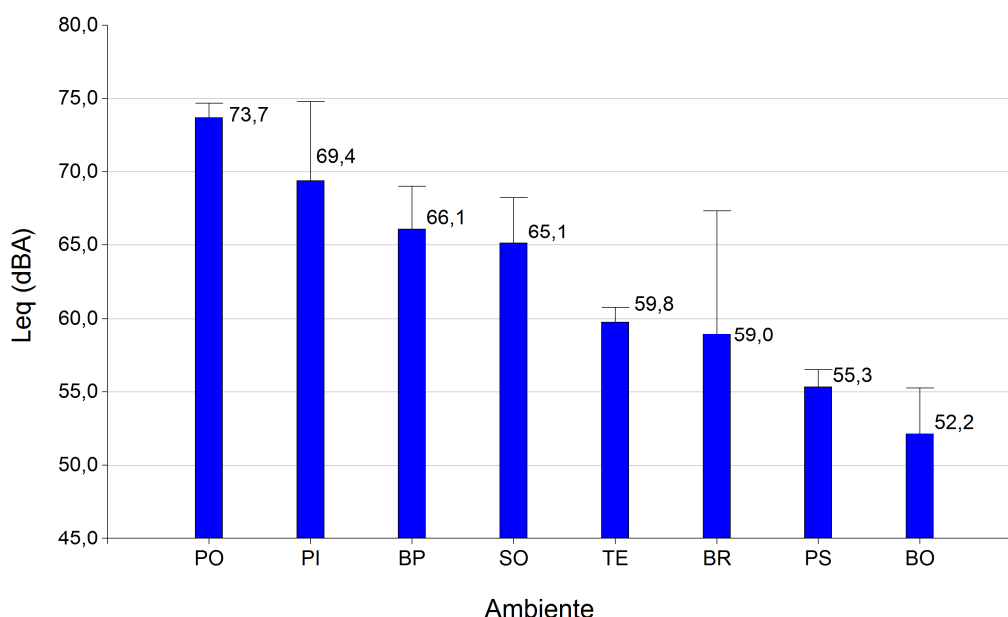


Figura 60: Niveles sonoros continuos equivalentes medios por ambiente (y desviación estándar) ordenados de mayor a menor: “Fuente del Perdón” (PO), Plaza Italia (PI), Paseo de Sobremonte (SO), Paseo del Buen Pastor (BP), Plaza Infantil Tejas (TE), Parque de “Brujas” (BR), Plaza Seca (PS) y “Bosquecito de Psicología” (BO).

#### 10.1.2 Ambientes Experimentados

La tabla 25 muestra los resultados medios por ambiente de las variables del AE, Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG), Agrado y Actividad. En la figura 61 se grafica la VG media por ambiente, ordenados de menor a mayor.

Tabla 25: Valores medios por ambiente y desviación estándar (D.E.) de la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) y de las dos variables del Modelo Perceptual, Agrado y Actividad.

Ambiente	n	Valoración Global		Agrado		Actividad	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
BO	74	4,1	0,8	0,42	0,28	0,10	0,25
BP	21	3,5	0,9	0,03	0,32	0,17	0,31
BR	12	4,4	1,0	0,57	0,22	0,24	0,21
PI	31	2,4	1,0	-0,27	0,38	0,20	0,35
PO	10	2,7	1,2	-0,30	0,43	0,29	0,28
PS	18	3,4	0,7	0,16	0,28	0,09	0,28
SO	26	3,3	1,0	0,13	0,37	0,24	0,27
TE	11	3,5	0,7	0,27	0,22	0,14	0,23

**Valoración Global media del Paisaje Sonoro por Ambiente**

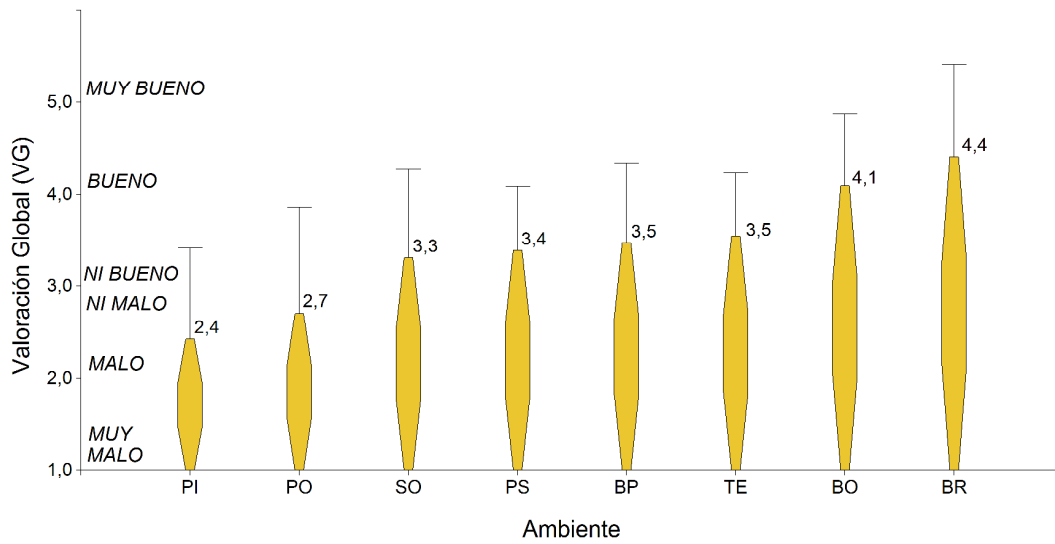


Figura 61: Valoración Global del Paisaje Sonoro, medias por ambiente ordenada de menor a mayor.

Se observa que los ambientes cuyas valoraciones globales medias de sus paisajes sonoros fueron más desfavorable son Plaza Italia (PI) y “Fuente del Perdón” (PO), que corresponden a la categoría “levemente malo”.

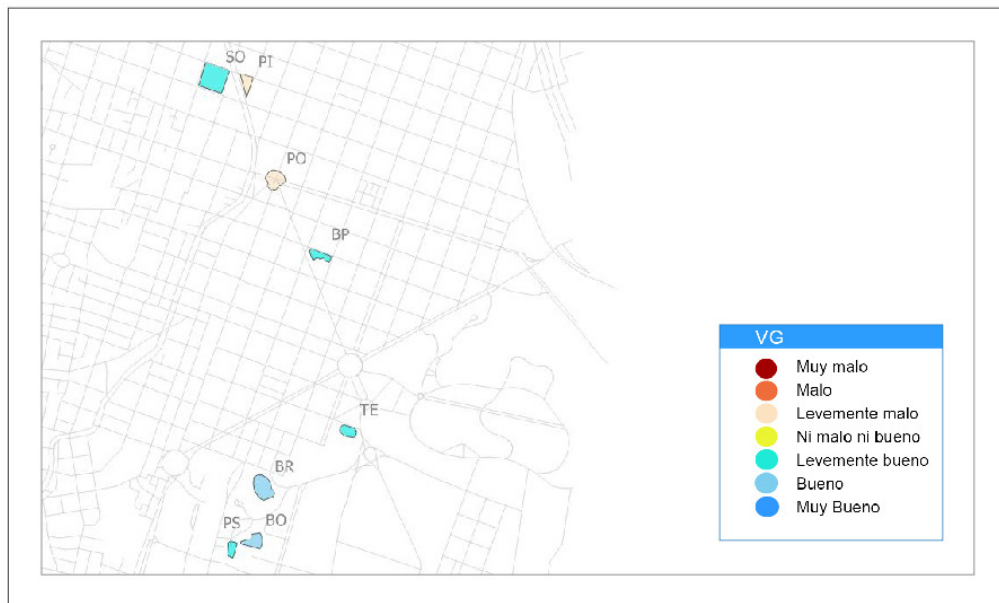


Figura 62: Valoración Global del Paisaje Sonoro media por ambiente.

En segundo término, los cuatro ambientes que fueron valorados como “levemente buenos” son Paseo de Sobremonte (SO), Plaza Seca (PS), Paseo del Buen Pastor (BP) y Plaza Infantil Tejas (TE).

Por último, los dos ambientes que fueron evaluados como “buenos” son “Bosquecito de Psicología” (BO) y Parque de “Brujas” (BR), el que incluso muestra tendencia a la categoría “muy bueno”.

La figura 62 muestra los resultados medios de la Valoración Global del Paisaje Sonoro distribuidos en el espacio urbano. Se observa que los ambientes con mayores valoraciones globales se encuentran en la zona universitaria, la que se corresponde con un área verde de la ciudad,

La figura 63 muestra los resultados medios de la aplicación del Modelo Perceptual en los ocho ambientes.

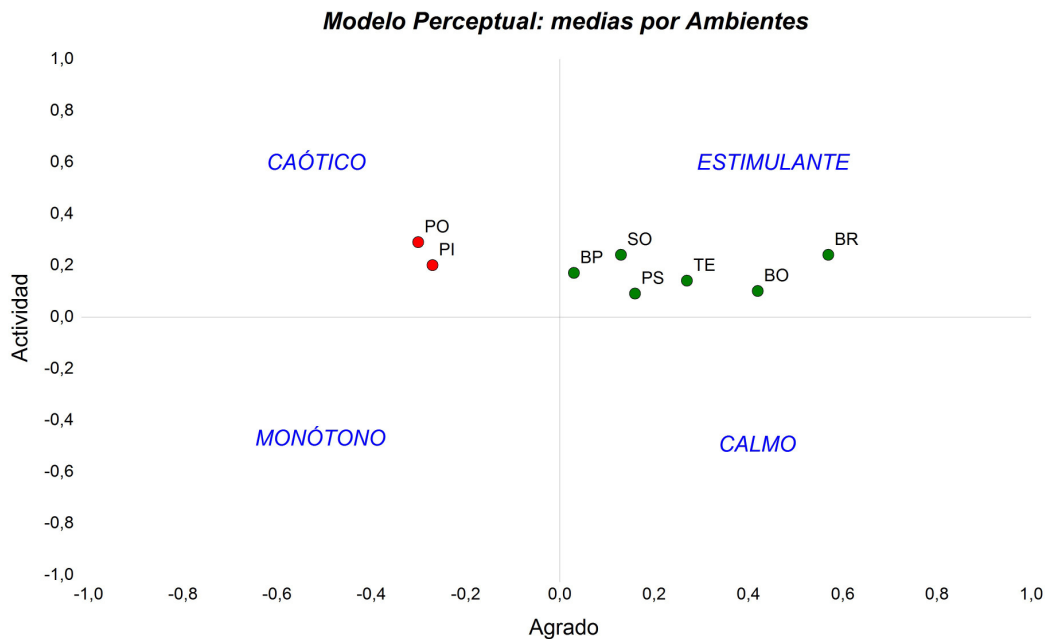


Figura 63: Modelo Perceptual aplicado a las medias de los ocho ambientes evaluados.

Se observa que seis de los ocho ambientes tuvieron valoraciones medias sobre el semieje positivo de “Agrado”, mientras que PI y PO se ubicaron sobre el semieje “Desagrado”. Las medias de todos los ambientes se encuentran sobre el semieje positivo de “Actividad”, mostrando menor variabilidad sobre este eje. A pesar de ello, se observa que PO alcanzó el valor más alto de “Actividad” y PS el más bajo. Ninguna media se encuentra dentro de los cuadrantes “Calmo” y “Monótono”. Por tanto, todos los ambientes cuyas medias tienen valores positivos en el eje “Agrado” pertenecen al Cuadrante “Estimulante”, mientras que PI y PO pertenecen al Cuadrante “Caótico”.



El ambiente que muestra el valor medio más positivo sobre el eje “Agrado” corresponde BR, seguido por BO.

La tabla 26 resume las medias de las fuentes sonoras escuchadas (FSE) en cada ambiente. En la figura 64 se mapean las fuentes sonoras percibidas en forma predominante en cada ambiente.

*Tabla 26: Fuentes sonoras percibidas en cada ambiente, nada (1), un poco (2), moderado (3), mucho (4), completamente dominante (5).*

Ambiente	n	Tráfico		Naturales		Personas		Otros	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
BO	74	2,3	0,9	3,4	1,0	3,5	0,8	2,4	1,2
BP	21	3,6	0,8	2,6	1,1	2,9	1,0	3,0	1,1
BR	12	2,3	1,1	3,3	1,0	4,0	1,0	4,3	0,5
PI	31	3,6	1,0	2,3	1,0	2,6	1,2	3,1	1,7
PO	10	3,5	1,0	2,7	1,0	3,4	1,0	3,8	0,6
PS	18	3,2	0,9	2,3	0,9	3,5	0,9	1,9	1,0
SO	26	3,2	0,9	3,2	1,0	2,9	0,5	3,0	1,2
TE	11	3,0	0,5	2,9	0,8	3,3	1,2	1,9	0,9

Se observa que el ruido de tráfico es percibido en forma predominante en seis de los ocho ambientes (en cuatro de ellos en forma conjunta con otras fuentes sonoras).

Los ambientes donde no predominó la percepción del tráfico son BR y BO, en el primero predominó “otros” (correspondiente a música en ese caso) y sonidos de personas, mientras que en BO los sonidos más percibidos fueron los de personas y naturales. También en SO los sonidos naturales fueron percibidos en forma predominante (junto con el tráfico).

En los tres ambientes de Ciudad Universitaria (BR, BO y PS), una de las fuentes sonoras más escuchadas fueron las personas (al igual que en TE).



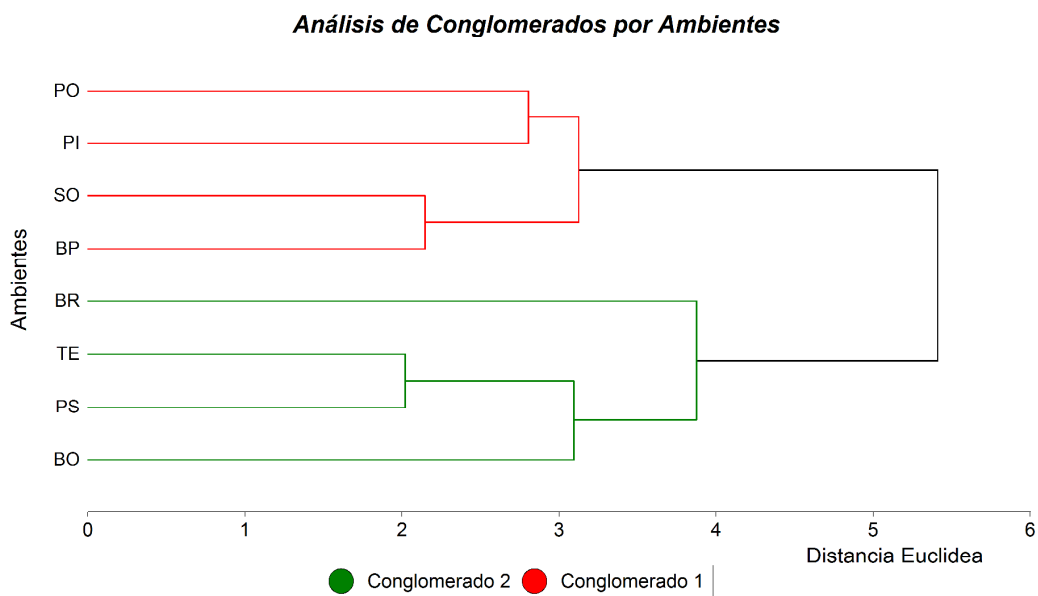
Figura 64: Fuentes sonoras percibidas en forma predominante por los interactores en cada ambiente.

## 10.2 AGRUPAMIENTO DE AMBIENTES SEGÚN EL PAISAJE SONORO

La figura 65 muestra el resultado del análisis de conglomerados de los ambientes. Para este análisis se consideraron las 11 variables que corresponden al AA y al AE que fueron presentadas en la presente Parte de la Tesis.

Se identificaron dos conglomerados, uno compuesto por PO, PI, SO y BP (Conglomerado 1) y otro integrado por BR, TE, PS y BO (Conglomerado 2).

Se observa que los ambientes que muestran más semejanzas entre sí en el espacio multivariado son, en orden de similitud, TE con PS, SO con BP, y PO con PI. En menor medida, BO presenta similitud con TE y PS y, aún en menor grado, BR con estos tres.



*Figura 65: Dendrograma para los ocho ambientes evaluados. Para la realización del mismo se consideraron las variables  $Leq$ ,  $L_{m\acute{a}x}$ ,  $L_{m\acute{i}n}$  y  $CR$  del AA y las variables  $VG$ ,  $Agrado$ ,  $Actividad$  y  $FSE$  (tráfico, naturales, personas y otros) del AE. Se realizó un análisis no jerárquico de encadenamiento promedio ("Average linkage"), empleando distancia euclídea. Se leyeron 203 casos, se obtuvo una Correlación cofenética de 0,77 y se identificaron 2 conglomerados.*

La figura 66 muestra el biplot correspondiente a un Análisis de Componentes Principales (ACP) que considera los ocho ambientes evaluados y las 11 variables del AA y del AE. Se observa que la primera componente explica el 62,5 % de la varianza total y la segunda componente el 24,3 % de la misma, alcanzando entre ambos el 86,5 % de la varianza total de los datos (203 casos).

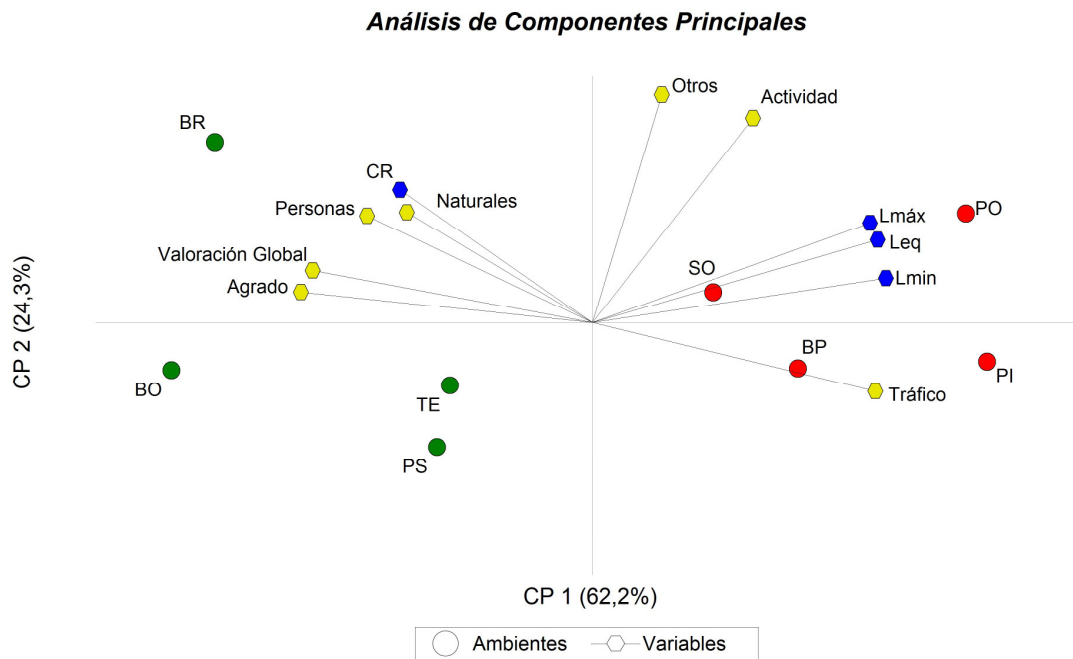


Figura 66: Resultado del Análisis de Componentes Principales (ACP) para los ocho ambientes evaluados (en rojo los ambientes correspondientes al Conglomerado 1 y en verde los correspondientes al Conglomerado 2); y las variables Leq, Lmáx, Lmín y CR del AA (en azul) y las variables VG, Agrado, Actividad y FSE (tráfico, naturales, personas y otros) del AE (en amarillo). Las dos primeras componentes principales explican el 86,5 % de la varianza total de los datos (203 casos leídos).

Se observa que los cuatro ambientes que fueron agrupados en el Conglomerado 1 se encuentran del lado derecho del origen, mientras que los cuatro ambientes del Conglomerado 2 del lado izquierdo. Los ambientes del Conglomerado 1 son correlacionados en forma positiva con las variables Leq, Lmáx y Lmín del AA y con las variables “Ruido de Tráfico”, “Actividad” y “Otros sonidos”, correspondientes al AE. Los ambientes del Conglomerado 1 son correlacionados en forma positiva con las variables Valoración Global, Agrado, “Sonidos de Personas” y “Sonidos Naturales” del AE, así como con CR del AA.

También se puede observar la cercanía entre ambientes en el plano de las primeras dos componentes principales (de modo análogo a lo observado en la figura 65): TE con PS, SO con BP y PO con PI. Los ambientes que se encuentran más lejos entre sí en el espacio multidimensional sintetizado con el ACP, son BR y BO de PO y PI. BR y PS son los ambientes que más inercia tienen sobre la segunda componente principal. En relación a estos dos ambientes, la variabilidad de los datos sobre el eje Actividad es explicada en mayor medida por las variables “Otros sonidos” (música en el caso de BR) y “Actividad” del AE y, en menor medida, por la variable CR del AA.

### 10.2.1 Comparación del AA y el AE entre conglomerados

Las tablas 27 y 28 muestran los resultados de las respectivas variables del Ambiente Acústico y del Ambiente Experimentado para los conglomerados 1 y 2.

Tabla 27: Resultados medios de las variables del Ambiente Acústico para los conglomerados 1 y 2.

Conglom.	n	Leq (dBA)				Lmax (dBA)		Lmin (dBA)		CR (dB)	
		Media	D.E.	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
1	37	67,8	4,7	60,4	77,0	77,0	6,4	63,0	5,3	4,6	2,7
2	24	54,1	4,3	48,2	64,9	65,0	5,3	48,1	3,2	6,3	2,0

Tanto los niveles sonoros equivalentes como los niveles instantáneos máximos y mínimos y el Clima de Ruido muestran diferencias significativas entre los conglomerados 1 y 2 (p-valor <0,0001 para Leq, Lmáx y Lmín; p-valor=0,0138 para CR). Los niveles sonoros equivalentes están comprendidos entre 60 dBA y 77 dBA en el Conglomerado 1, mientras que en el Conglomerado 2 fluctúan entre 48 dBA y 65 dBA. En términos energéticos, la presión cuadrática media del Conglomerado 1 (2,4 mPa<sup>2</sup>) supera en 23 veces la presión cuadrática media del Conglomerado 21 (103 μPa<sup>2</sup>).

Tabla 28: Resultados medios de las variables del Ambiente Experimentado para los conglomerados 1 y 2.

Conglom.	n	Valoración Global		Agrado		Actividad	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
1	88	2,97	1,07	-0,08	0,41	0,21	0,31
2	115	3,97	0,84	0,38	0,29	0,12	0,25

La Valoración Global del Paisaje Sonoro es significativamente mayor en el Conglomerado 2 que en el 1 (p-valor <0,0001), correspondiendo sus medias a las categorías “bueno” y “ni bueno ni malo”, respectivamente. Las variables Agrado y Actividad también presentan diferencias significativas entre ambos conglomerados (p-valor <0,0001 para Agrado; p-valor=0,0165 para Actividad).

La figura 67 muestra el modelo perceptual, aplicado con las mediciones clasificadas según el conglomerado al que pertenecen. Se observa que la totalidad de las mediciones del Conglomerado 2 se encuentran en el semieje positivo de Agrado (especialmente dentro del Cuadrante “Estimulante”, aunque algunas de ellas se hallan dentro del Cuadrante “Calmo”). Las mediciones del Conglomerado 1 se distribuyen dentro de los cuatro cuadrantes, aunque presentan mayor concentración dentro del Cuadrante “Caótico”.

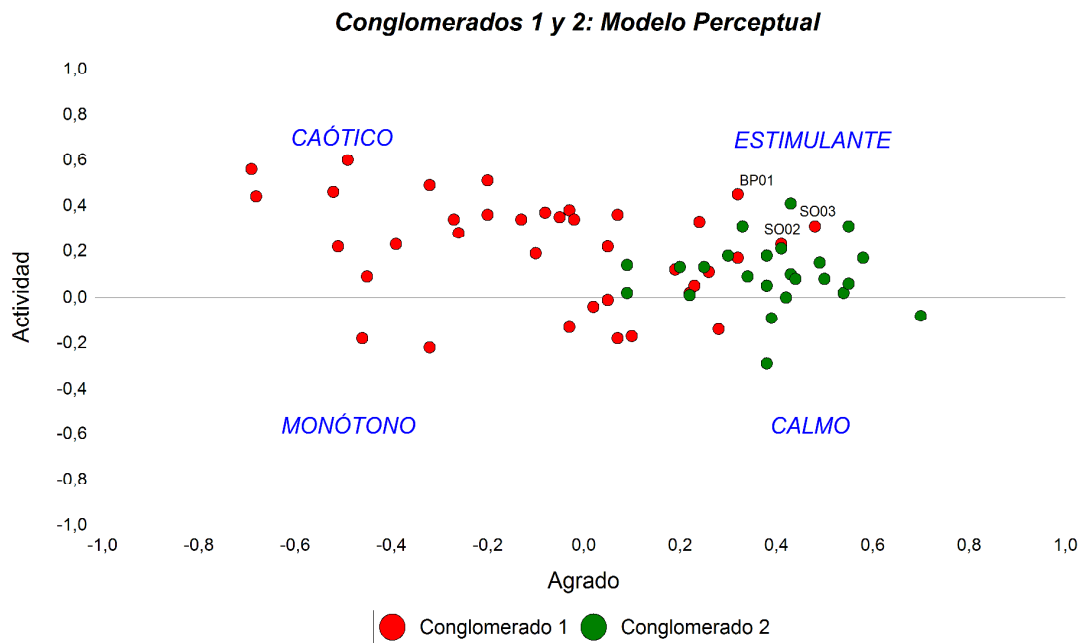


Figura 67: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones del Conglomerado 1 y del Conglomerado 2.

Las mediciones del Conglomerado 1 que presentan valores más positivos en el eje Agrado fueron realizadas en SO03, SO02 y BP01. Estas posiciones son muy cercanas a fuentes de agua que se encontraban funcionando durante las mediciones.

Es importante destacar que, mediante los análisis multivariados realizados, los 4 ambientes que fueron agrupados en el Conglomerado 1 coinciden con ambientes céntricos o que se encuentran en zonas comerciales densamente pobladas (PO y BO). En contraste, los ambientes que resultaron en el Conglomerado 2 corresponden a ambientes que se encuentran fuera de las áreas céntricas o comerciales. Es más, de los cuatro ambientes que resultaron en el Conglomerado 2, tres de ellos son áreas verdes y uno es una plaza ubicada en el Campus Universitario (PS), rodeada de áreas verdes.

**Los resultados obtenidos del Análisis del Conglomerados y del Análisis de Componentes Principales sugieren que los ambientes urbanos podrían clasificarse en dos grupos, por un lado las “áreas verdes” (de esperarse con más presencia de sonidos naturales), y por el otro en “áreas céntricas” o “no-verdes” (de esperarse con más presencia de ruido de tráfico).** En función de estos postulados, en el Capítulo siguiente se analizará la incidencia que tienen las áreas verdes y el tráfico sobre el Paisaje Sonoro.

## 11. INCIDENCIA DE LOS SONIDOS NATURALES EN EL PAISAJE SONORO

En este capítulo se presentan los resultados del estudio de la incidencia que tienen las áreas verdes urbanas y las vías de tráfico en el Paisaje Sonoro. A tal fin, se comparan los resultados de las variables consideradas del Ambiente Acústico y del Ambiente Experimentado en función de tres criterios de análisis:

- 1) Posiciones de medición cercanas y lejanas a las vías de tráfico.
- 2) Mediciones dentro de áreas verdes y fuera de ellas.
- 3) Mediciones en las que predomina la percepción media de ruido de tráfico sobre los sonidos naturales y viceversa.

### 11.1 CRITERIO 1: POSICIONES CERCANAS Y LEJANAS A LAS VÍAS DE TRÁFICO

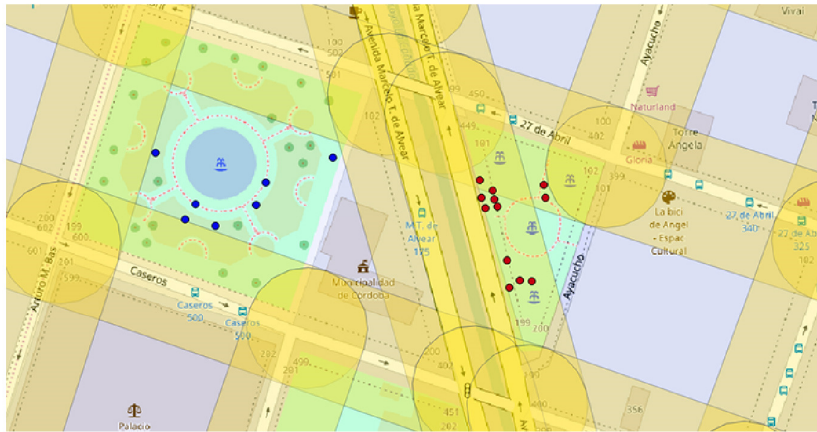
En esta sección se presentan los resultados de las variables seleccionadas representativas del AA y del AE en función de a su cercanía a las vías de tráfico. Para ello se generó una *zona de influencia* de las vías de tráfico, la que generó la división de todas las posiciones de medición entre aquellas comprendidas dentro de la zona de influencia y fuera de la misma. Para la determinación de la zona de influencia se adoptó el criterio de decaimiento de la energía acústica con la distancia que se describió en 8.2.4. Este criterio brindó una distancia de referencia a las vías de tráfico que permitió generar dos grupos, a fin de poder compararlos entre sí:

Grupo A: 18 posiciones de medición dentro de la zona de influencia.

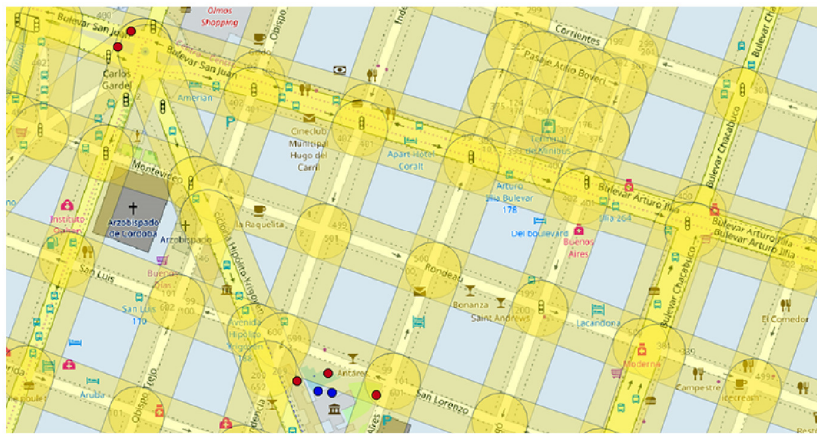
Grupo B: 21 posiciones de medición fuera de la zona de influencia.

En la figura 68 se observa la zona de influencia de las vías de tráfico y se indican las posiciones de medición correspondientes a los grupos A y B. Como se observa, todas las posiciones en Paseo de Sobremonte de medición se encuentran fuera de la zona de influencia, mientras que en Plaza Italia sucede lo contrario. Ambas posiciones de medición en “Fuente del Perdón” se encuentran dentro del área de influencia, mientras que en el Paseo del Buen Pastor tres posiciones se encuentran dentro de ella y dos fuera. Se observa que todas las posiciones de medición de Ciudad Universitaria (BR, BO y PS) se encuentran fuera de la zona de influencia, mientras que en la Plaza Infantil Tejas una de las posiciones queda adentro y las otras dos afuera.

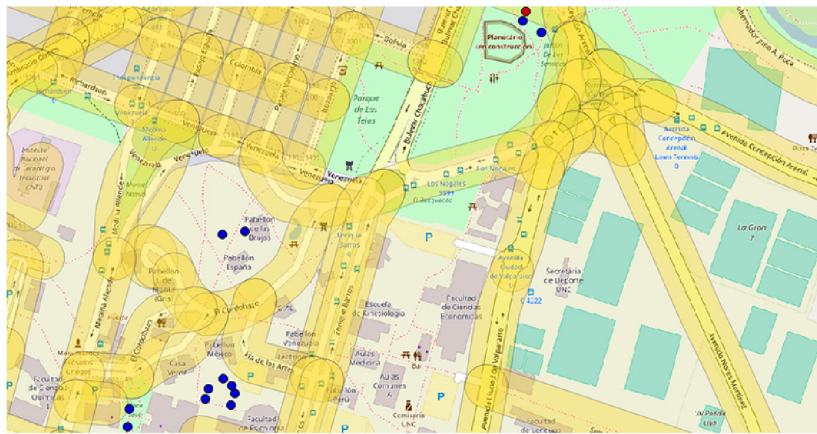
La tabla 29 y la figura 69 muestran las medidas estadísticas resumen para las variables consideradas del Ambiente Acústico en ambos grupos.



Paseo de Sobremonte (SO) y Plaza Italia (PI)



“Fuente del Perdón” (PO) y Paseo del Buen Pastor (BP)



Plaza Infantil Tejas (TE), Parque de “Brujas” (BR), “Bosquecito de Psicología” (BO) y Plaza Seca (PS)

Figura 68: Posiciones comprendidas dentro de la zona de influencia definida para las vías de tráfico (grupo A, puntos rojos) y fuera de ella (grupo B, puntos azules).



Tabla 29: Resultados medios de las variables consideradas del Ambiente Acústico en las posiciones cercanas a las vías de tráfico (Grupo A) y lejanas a las mismas (Grupo B).

Grupo	n	Leq (dBA)				Lmax (dBA)		Lmin (dBA)		CR (dB)	
		Media	D.E.	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
A	23	68,9	5,4	58,8	77,0	77,6	6,0	63,7	6,6	5,1	2,1
B	38	58,4	6,8	48,2	71,0	69,0	8,0	53,2	7,2	5,3	2,8

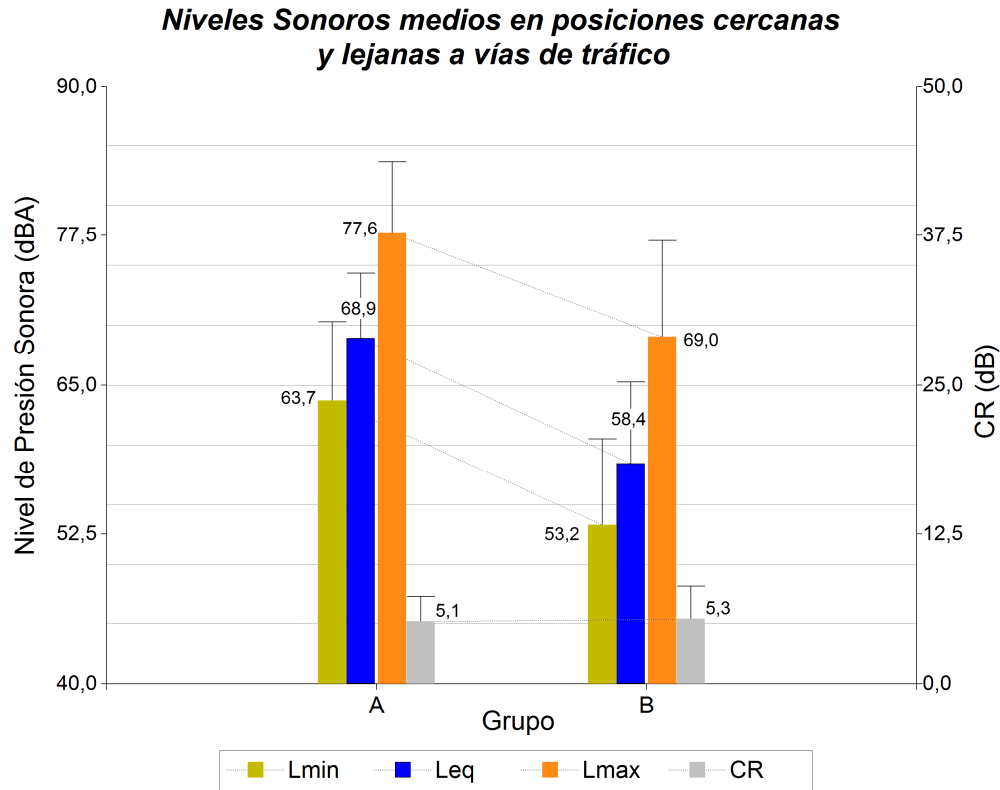


Figura 69: Medias y desviaciones estándar de los niveles sonoros equivalentes (Leq) e instantáneos (Lmáx y Lmin) y Clima de Ruido en posiciones cercanas y lejanas a las vías de tráfico (Grupo A (n=23) y B (n=38), respectivamente).

Se verificó que la variación del Leq con el grupo es significativa ( $p$ -valor $<0,0001$ ), obteniéndose una media de 68,9 dBA para el grupo A y de 58,4 dBA para el grupo B. Estos niveles corresponden a presiones sonoras cuadráticas de 3,1 mPa<sup>2</sup> y 277 μPa<sup>2</sup>, respectivamente. Esto implica que la energía acústica media obtenida para el grupo A es 11 veces mayor la energía media obtenida para el grupo B. El Leq en el grupo A no bajó de 58,8 dBA, mientras que en el grupo B descendió hasta 48,2 dBA (ver tabla 29). No sólo en el Leq pueden observarse diferencias cercanas a 10 dB entre las medias de ambos grupos, sino que también en los niveles

sonoros instantáneos máximo y mínimo, los que muestran dependencia significativa con la distancia a las calles ( $p$ -valor $<0,0001$ ).

Se observa que el Clima de Ruido medio es similar en ambos grupos (dependencia del grupo no significativa), lo que estaría indicando que **la diferencia entre ambos grupos es más de carácter energético que dinámico**.

Las diferencias observadas entre ambos grupos también se reflejan en las variables del Ambiente Experimentado (tabla 30 y figura 70).

Tabla 30: Resultados medios de las variables consideradas del Ambiente Experimentado en las posiciones cercanas a las vías de tráfico (Grupo A) y lejanas a las mismas (Grupo B).

Grupo	n	Valoración Global		Agrado		Actividad	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
A	58	2,76	1,06	-0,19	0,4	0,2	0,33
B	145	3,84	0,90	0,32	0,32	0,14	0,26

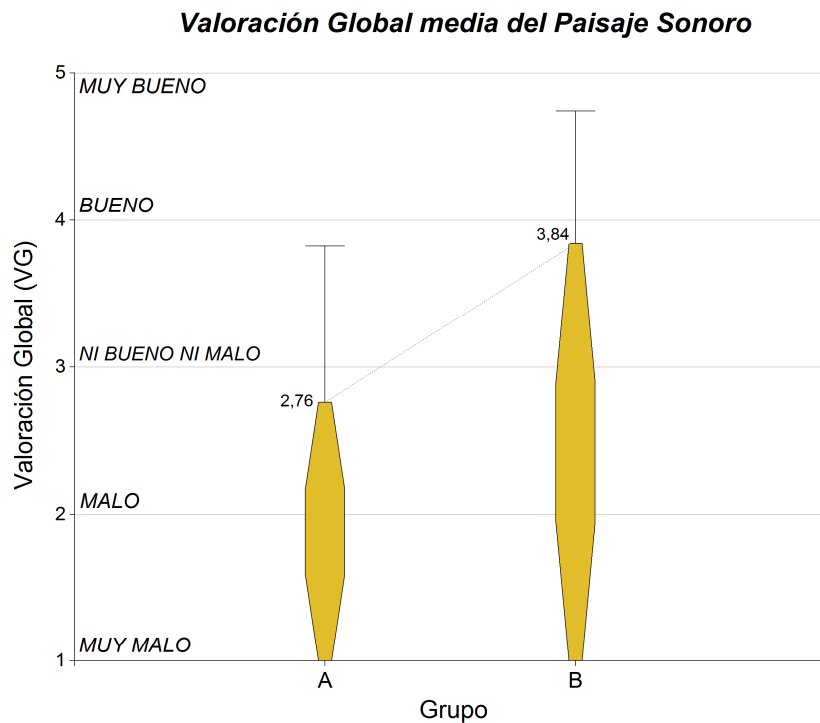


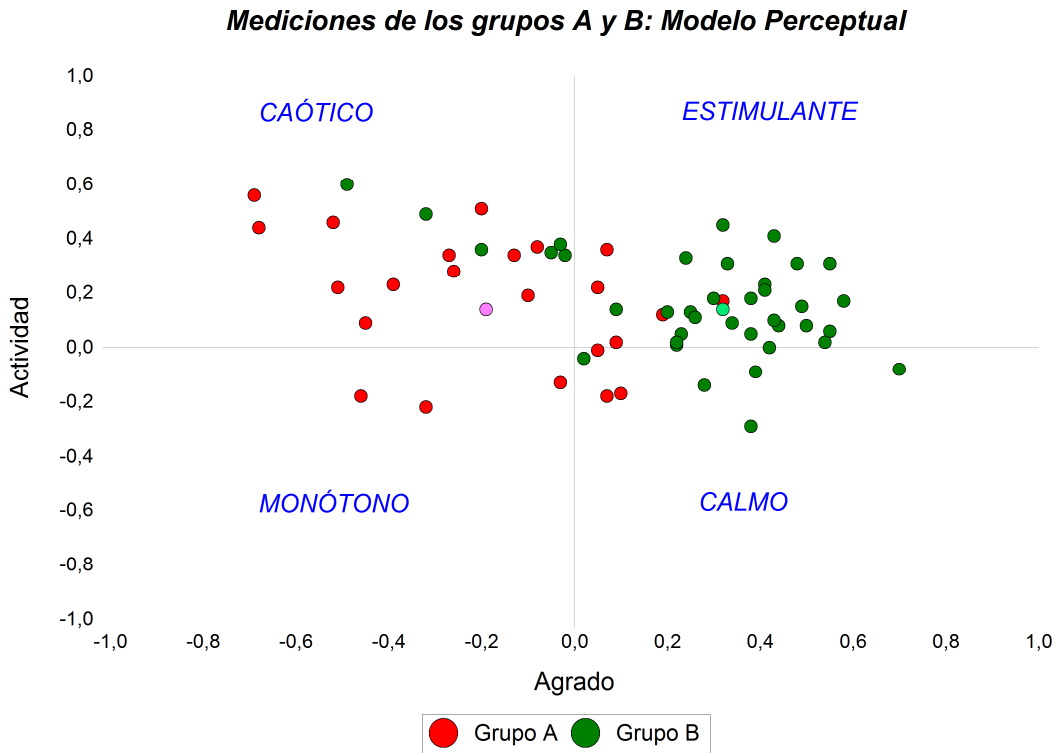
Figura 70: Valoración Global media del Paisaje Sonoro en las posiciones cercanas a las vías de tráfico (Grupo A,  $n=58$ ) y lejanas a las mismas (Grupo B,  $n=145$ ).

La Valoración Global muestra dependencia significativa con la distancia a las calles ( $p$ -valor $<0,0001$ ), obteniéndose una media en las posiciones cercanas a las vías de tráfico de 2,76; mientras que en las posiciones más alejadas de las mismas es 3,84. De acuerdo con la equivalencia sintáctica en la escala Likert empleada, la media del grupo A representa una valoración “levemente malo”, mientras que la media del grupo B es tendiente a “bueno”. En términos porcentuales, la diferencia entre ambas medias representa el 27 % del rango total de la escala de la Valoración Global.

Para la variable Agrado del Modelo Perceptual se observa también diferencia significativa entre ambos grupos ( $p$ -valor $<0,0001$ ), y distante entre ellos en un porcentaje similar que VG (25,5 %).

La variable Actividad no presenta diferencias significativas en las medias correspondientes a ambos grupos. Esta poca diferencia entre la Actividad media de ambos grupos podría condecirse con el poco cambio que experimentó el CR medio en el AA (figura 69).

La figura 71 muestra el Modelo Perceptual aplicado a todas mediciones de los grupos A y B.



*Figura 71: Ubicación de las mediciones de los grupos A y B en el Modelo Perceptual. Los puntos fucsia y verde claro corresponden a las medias del grupo A y B, respectivamente.*

Se observa que la mayor concentración de puntos del grupo A se encuentra en el semieje negativo del eje Agrado (“desagrado”), principalmente dentro del Cuadrante “Caótico”. Por otro lado, los puntos del grupo B se concentran principalmente sobre el semieje positivo de Agrado, ubicándose mayormente dentro del Cuadrante “Estimulante”. Consecuentemente, la media del grupo A se ubica en el Cuadrante “Caótico”, mientras que la media del grupo B se halla dentro del Cuadrante “Estimulante”. Se observa la considerable separación a la que se encuentran ambas medias. La distancia euclídea normalizada entre ambas corresponde a 0,51; lo que equivale al 36% de la distancia máxima posible (1,41), sobre el plano del Modelo Perceptual.

**Ambos grupos de posiciones mostraron diferencias apreciables tanto en el Ambiente Acústico como en el Ambiente Experimentado, presentando el grupo de posiciones fuera de la zona de influencia de las vías de tráfico (Grupo B) valores de las variables significativamente más favorables para el Paisaje Sonoro.**

## 11.2 CRITERIO 2: ÁREAS VERDES Y FUERA DE ELLAS

En esta sección se presentan los resultados divididos en dos grupos, aquellos que corresponden a mediciones en áreas verdes y aquellos que no. En la figura 72 se muestran los tres ambientes considerados como áreas verdes o *parques* y aquellos cinco que fueron considerados como “no parques”. Se presentan los resultados correspondientes a siete variables consideradas del Ambiente Acústico y del Ambiente Experimentado (ver Sección 7.5).



Figura 72: Ambientes considerados como parques (Plaza Infantil Tejas, Parque de “Brujas”, “Bosquecito de Psicología”) y ambientes considerados como “no parques” (Paseo de Sobremonte, Plaza Italia, “Fuente del Perdón”, Paseo del Buen Pastor y “Plaza Seca”).

La tabla 31 y la figura 73 muestran las medidas estadísticas resumen para las variables del Ambiente Acústico en ambos grupos.

Tabla 31: Resultados medios obtenidos para las variables consideradas del Ambiente Acústico en ambientes que no son parques y en parques.

Tipo de ambientes	n	Leq (dBA)				Lmax (dBA)		Lmin (dBA)		CR (dB)	
		Media	D.E.	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
No parques	40	66,8	5,6	54,0	77,0	76,3	6,7	62,0	6,3	4,7	2,6
Parques	21	53,9	4,6	48,2	64,9	64,6	5,4	48,0	3,4	6,3	2,1

Niveles Sonoros medios en parques y en ambientes que no son parques

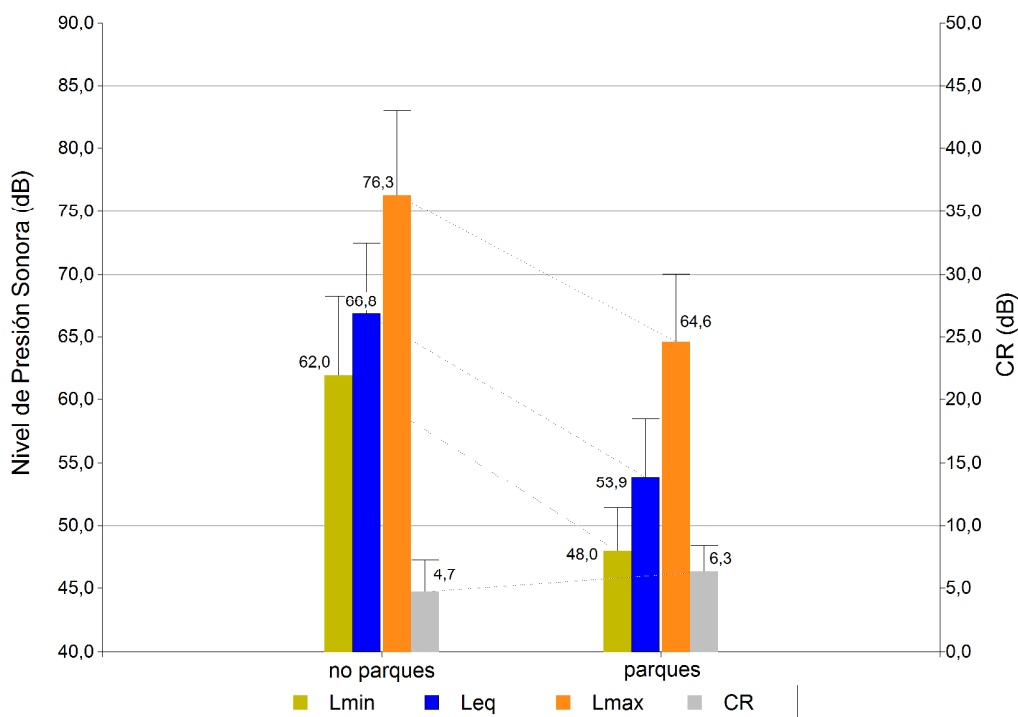


Figura 73: Medias y desviaciones estándar de los niveles sonoros equivalentes (Leq) e instantáneos (Lmáx y Lmin) y Clima de Ruido (CR) medidos en ambientes que no son parques (n=40) y en parques (n=21).

El nivel sonoro equivalente cambia de modo significativo ( $p$ -valor $<0,0001$ ) en ambientes que no son parques respecto a los parques, obteniéndose una media de 66,8 dBA para los primeros y de 53,9 dBA para los parques. Estos niveles corresponden a presiones sonoras cuadráticas de 1,91 mPa<sup>2</sup> y 98 μPa<sup>2</sup>, respectivamente. La energía acústica media medida en los ambientes que no son parques (n=40) supera en aproximadamente 20 veces a la energía media medida en los parques (n=21). En la tabla 32 se observa que el Leq más alto registrado en “no parques” es 77 dBA, mientras que el Leq más alto en los parques es inferior a 65 dBA.

Los niveles sonoros instantáneos máximos y mínimos alcanzados también muestran diferencias significativas ( $p$ -valor $<0,0001$ ). Se registró una media para el  $L_{máx}$  de 76,3 dBA en “no parques” y de 64,6 dBA en parques; y una media para el  $L_{min}$  de 62 dBA en “no parques” y de 48 dBA en parques. El Clima de Ruido también es significativamente mayor en los parques ( $p$ -valor=0,022), posiblemente a causa de la naturaleza fluctuante de las fuentes sonoras usualmente predominantes en los parques (como las voces y el canto de las aves), así como del menor ruido de fondo en los mismos.

Sin embargo, como se halló también cuando se analizó el Clima de Ruido en función de la distancia a las vías de tráfico, las diferencias medias entre el Ambiente Acústico de parques y “no parques” sería más de carácter energético que dinámico.

En la tabla 32 se presentan las medias de las variables del Ambiente Experimentado correspondiente a ambos tipos de ambientes.

*Tabla 32: Resultados medios obtenidos para las variables consideradas del Ambiente Experimentado en ambientes que no son parques y en parques.*

Tipo de ambientes	n	Valoración Global		Agrado		Actividad	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
No parques	106	3,04	1,02	-0,04	0,40	0,19	0,31
Parques	97	4,07	0,82	0,42	0,27	0,12	0,25

La Valoración Global del Paisaje Sonoro presenta dependencia significativa en los parques respecto a los “no-parques” ( $p$ -valor $<0,0001$ ), obteniéndose una media “ni buena ni mala” para los ambientes que no son parques y “buena” para los parques, como se grafica en la figura 74.

La variable Agrado también presenta diferencias significativas ( $p$ -valor $<0,0001$ ) entre ambos tipos de ambientes. La variable Actividad no muestra variación significativa entre ambos tipos de ambientes. La figura 75 muestra la aplicación del Modelo Perceptual clasificado en “no parques” y en “parques”.

Se observa que las mediciones correspondientes a los “no parques” se ubican en ambos lados del eje Agrado y distribuidos en los cuatro cuadrantes, mientras que las mediciones correspondientes a los parques se ubican sólo en el eje positivo de Agrado. La media correspondiente a los “no parques” se ubica en el Cuadrante “Caótico”, mientras que la media correspondiente a los parques se encuentra en el Cuadrante “Estimulante”. La distancia euclídea normalizada entre ambas medias corresponde a 0.46; lo que equivale aproximadamente al 33% de la distancia máxima posible sobre el plano del Modelo Perceptual.

**Ambos grupos mostraron diferencias apreciables tanto en el Ambiente Acústico como en el Ambiente Experimentado, mostrando el grupo “parques”**

valores de las variables significativamente más favorables para el Paisaje Sonoro que el grupo “no parques”.

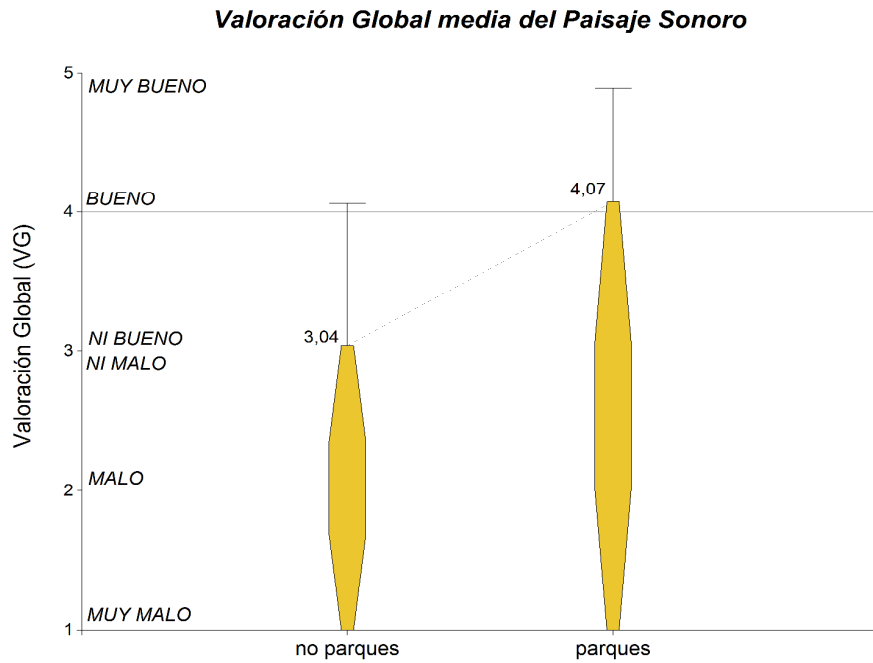


Figura 74: Valoración Global media del Paisaje Sonoro en ambientes que no son parques (n=106) y en parques (n=97).

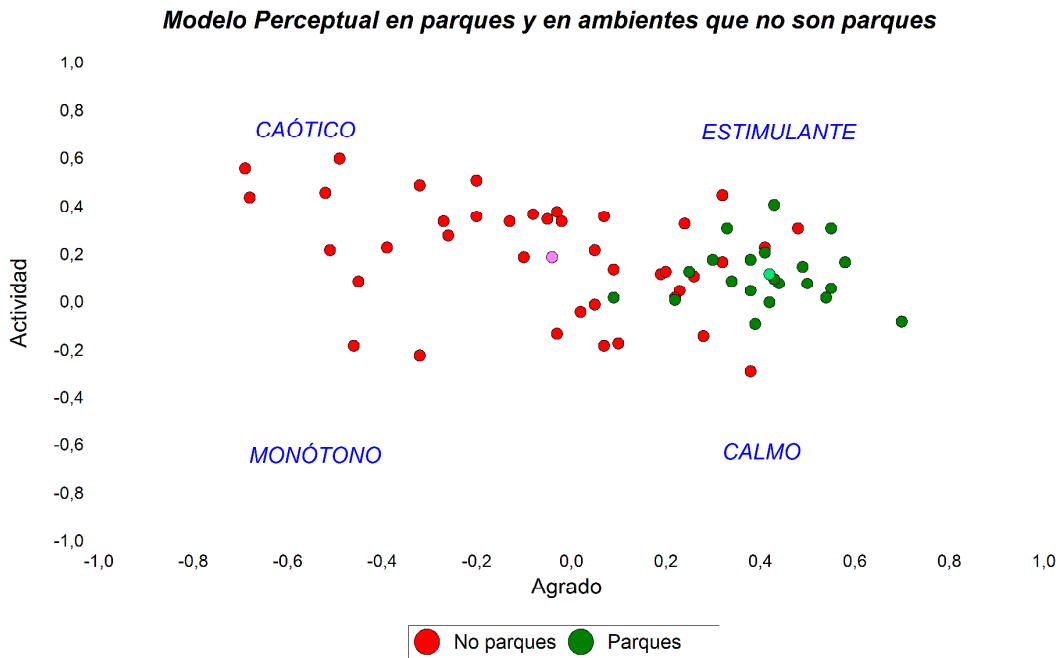


Figura 75: Ubicación de las mediciones en ambientes que no son parques y en parques en el Modelo Perceptual. Los puntos fucsia y verde claro corresponden a las medias de cada grupo, respectivamente.



### 11.3 CRITERIO 3: PREDOMINIO PERCEPTUAL DE FUENTES SONORAS

En esta sección se presentan los resultados de las variables consideradas del Ambiente Acústico y del Ambiente Experimentado clasificadas en tres grupos: mediciones en las cuales predomina la percepción de ruido de tráfico sobre los sonidos naturales (grupo denominado “*ruido de tráfico*”), mediciones en las cuales predomina la percepción de sonidos naturales sobre el ruido de tráfico (grupo denominado “*sonidos naturales*”) y mediciones en las cuales la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras es balanceada (grupo “*balanceado*”) (ver 7.5 para detalles sobre variables medidas y escalas).

La figura 76 muestra la clasificación de las posiciones de medición en los ocho ambientes evaluados de acuerdo a estos tres grupos.

Se observa que en el Paseo de Sobremonte se percibió en forma equilibrada sonidos naturales y ruido de tráfico, predominando en tres posiciones de medición la percepción de tráfico, en tres posiciones los sonidos naturales y en una se obtuvo una percepción balanceada de ambos tipos de fuentes sonoras. Como se mencionó al analizarse este ambiente, si bien se trata de un ambiente céntrico, la fuente de agua central de esta plaza se encontraba funcionando, emitiendo “sonidos naturales”, durante todas las mediciones realizadas.

En Plaza Italia predominó la percepción del ruido de tráfico en todas las posiciones de medición, excepto en una de ellas (PI11), en la que predomina la percepción de sonidos naturales. Debido al emplazamiento de esta plaza, como se vio en la sección precedente, todas las posiciones de medición se encuentran muy cercanas a las vías de tráfico (a diferencia del Paseo de Sobremonte). La posición PI11 se encuentra muy cercana a una de las caídas de agua de Plaza Italia, la que se encontraba activa durante la medición realizada en esta posición.

Se observa que en una posición de la “Fuente del Perdón” (PO01) se percibe más ruido de tráfico y en la otra (PO02), la cual contó con mayor número de interactores (ver 9.3), el ruido de tráfico se percibió en forma balanceada respecto de los sonidos naturales. A pesar de tratarse de un cruce de avenidas de altísimo flujo vehicular, la presencia de la caudalosa fuente de agua en el centro de la calzada aporta tal presencia de “sonidos naturales” que en esta posición puede balancear la percepción del ruido de tráfico.

En el Paseo del Buen Pastor predomina la percepción de ruido de tráfico (a excepción de la posición BP06, la que contó con un solo interactor participando durante la medición según se detalló en 9.4.2). Las vías de tráfico que rodean este ambiente tienen menor flujo vehicular que las avenidas en torno a la “Fuente del Perdón”, sin embargo la fuente de agua del Paseo del Buen Pastor presenta menor caudal de agua en sus caídas.

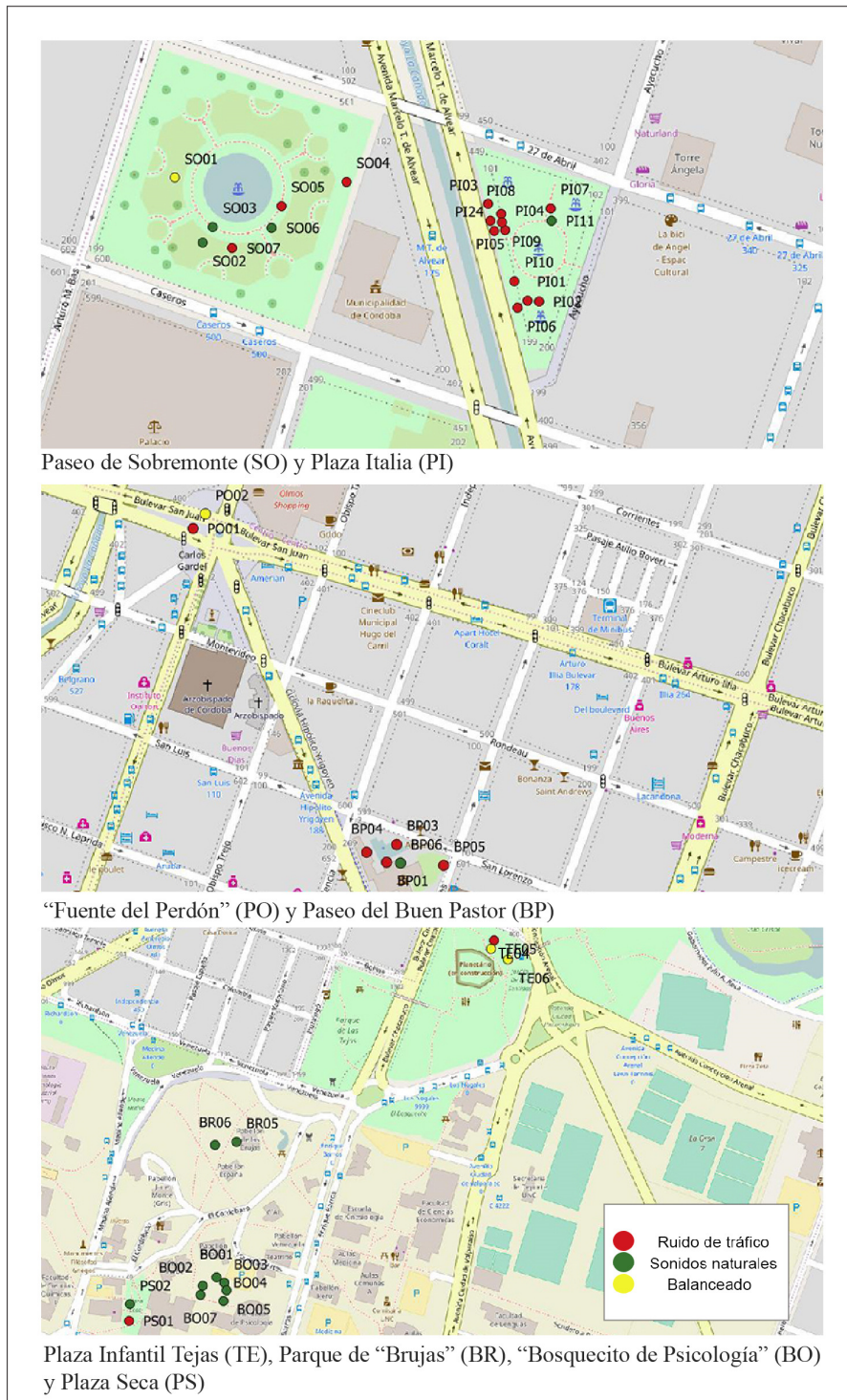


Figura 76: Posiciones de medición donde en términos medios se percibió más ruido de tráfico que sonidos naturales (puntos rojos), donde se percibió más sonidos naturales que ruido de tráfico (puntos verdes) y donde la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras fue balanceada (puntos amarillos).

En la posición TE04 de la Plaza Infantil Tejas predomina la percepción del ruido de tráfico, mientras que en las dos restantes posiciones (TE05 y TE06) esta percepción se encuentra balanceada con la de sonidos naturales. Se observa también que en los tres ambientes interiores a Ciudad Universitaria (Parque de “Brujas”, “Bosquecito de Psicología” y Plaza Seca) predomina la percepción de sonidos naturales sobre el ruido de tráfico. La excepción es la posición PS01 de “Plaza Seca”, la cual se encuentra más próxima a la calle Haya de la Torre, por la que circula transporte colectivo (ver mapa en 7.3.8).

La tabla 33 y la figura 77 muestran los resultados correspondientes a las cuatro variables consideradas del Ambiente Acústico para cada uno de los tres grupos de mediciones.

*Tabla 33: Resultados medios y desviaciones estándar obtenidos para las variables consideradas del Ambiente Acústico clasificadas en 3 grupos: mediciones en las cuales predomina la percepción de ruido de tráfico sobre los sonidos naturales; mediciones que predomina la percepción de sonidos naturales sobre el ruido de tráfico; y mediciones donde la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras fue balanceada.*

Predomina percepción de	n	Leq (dBA)				Lmax (dBA)		Lmin (dBA)		CR (dB)	
		Media	D.E.	Mín.	Máx.	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
tráfico	27	67,2	6,1	54,0	77,0	76,3	5,7	62,2	7,3	5	2,1
naturales	25	55,8	6,1	48,2	66,4	66,0	7,0	50,8	6,7	5,3	2,5
balanceados	9	65,9	5,8	57,5	75,0	77,5	8,1	59,8	5,8	6,1	3,9

Los niveles sonoros equivalentes mostraron una disminución significativa ( $p$ -valor $<0,0001$ ; post hoc Tukey) en las mediciones en las que predomina la percepción de sonidos naturales respecto de los otros dos grupos. Se obtuvieron Leq medios de 67,2 dBA en las mediciones en que se percibe más ruido de tráfico que sonidos naturales, de 65,9 dBA cuando ambas percepciones se encuentra balanceadas y de 55,8 dBA cuando se percibe más sonidos naturales que ruido de tráfico. Estos valores equivalen a diferencias energéticas comprendidas entre 10 y 14 veces los dos grupos “ruido de tráfico” y “balanceado” respecto del grupo “sonidos naturales”. El Leq más alto registrado en el grupo “ruido de tráfico” fue 77 dBA, mientras en el grupo “sonidos naturales” fue de 66,4 dBA. El grupo “sonidos naturales” registró su Leq más bajo en 48,2 dBA, mientras que “ruido de tráfico” no descendió de 54 dBA.

El grupo “sonidos naturales” también muestra niveles instantáneos máximos y mínimos significativamente inferiores respecto de los otros dos grupos ( $p$ -valor $<0,0001$ , post hoc Tukey), cuyas diferencias medias fluctúan entre 10 dB y 12 dB.

El grupo “balanceado” mostró niveles sonoros que no presentan diferencias significativas respecto del grupo “ruido de tráfico” (post hoc Tukey).

### Niveles Sonoros según Predominio Perceptual

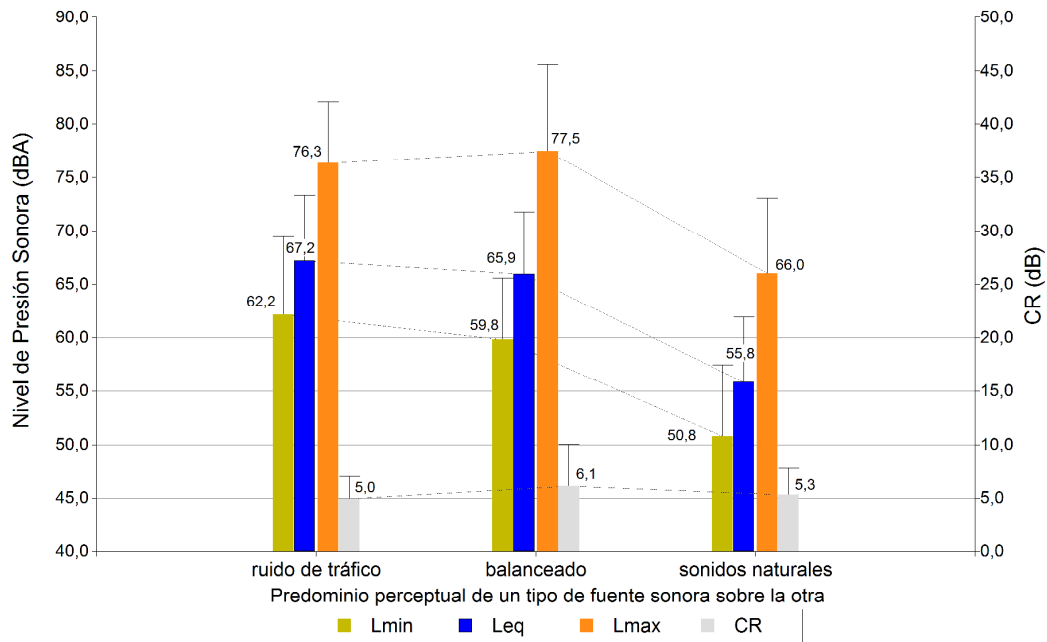


Figura 77: Medias y desviaciones estándar de los niveles sonoros equivalentes (Leq) e instantáneos (Lmáx y Lmin) y Clima de Ruido (CR), obtenidos en las mediciones en las cuales predomina la percepción de ruido de tráfico sobre los sonidos naturales (n=27), en las mediciones que predomina la percepción de sonidos naturales sobre el ruido de tráfico (n=25) y en mediciones en las cuales la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras fue balanceada (n=9).

El Lmáx medio registró un nivel mayor (77,5 dBA) en el grupo “balanceado”. Este grupo contiene el Lmáx más alto de todas las mediciones, que fue 90,2 dBA y corresponde a la posición PO02 de la “Fuente del Perdón” (ver tabla 12 en Apartado 9.3.1), un sitio que presenta elevadísimos niveles sonoros debido al tráfico y también con presencia de “sonidos naturales” debido a la caudalosa fuente de agua (ver 7.3.3).

El CR no presenta grandes diferencias ni tendencia alguna en función de la predominancia perceptual de fuentes sonoras naturales y de tráfico.

Respecto del Ambiente Experimentado, como se observa en la tabla 34 y en la figura 78, la Valoración Global del Paisaje Sonoro cambió de modo significativo en función de la fuente sonora percibida como predominante (p-valor<0,0001). Esta significancia se verifica entre los tres grupos (post hoc Tukey), obteniéndose una media “neutra a levemente mala” en el grupo “ruido de tráfico”, “levemente buena” en el grupo “balanceado”, y se supera la categoría “bueno” en el grupo “sonidos naturales”.

La variable Agrado también muestra diferencias significativas entre los tres grupos (p-valor<0,0001, post hoc Tukey). La variable Actividad muestra diferencias

significativas sólo entre los grupos “sonidos naturales” y “balanceado” (p-valor=0,021, post hoc Tukey).

Tabla 34: Resultados medios obtenidos para las variables consideradas del Ambiente Experimentado en las mediciones en las cuales predomina la percepción de ruido de tráfico sobre los sonidos naturales (“tráfico”); en mediciones que predomina la percepción de sonidos naturales sobre el ruido de tráfico (“naturales”); y en mediciones donde la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras fue balanceada (“balanceada”).

Predomina percepción de	n	Valoración Global		Agrado		Actividad	
		Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
tráfico	77	2,88	0,99	-0,11	0,40	0,18	0,31
naturales	97	4,05	0,86	0,40	0,27	0,11	0,24
balanceada	29	3,52	0,95	0,19	0,41	0,26	0,29

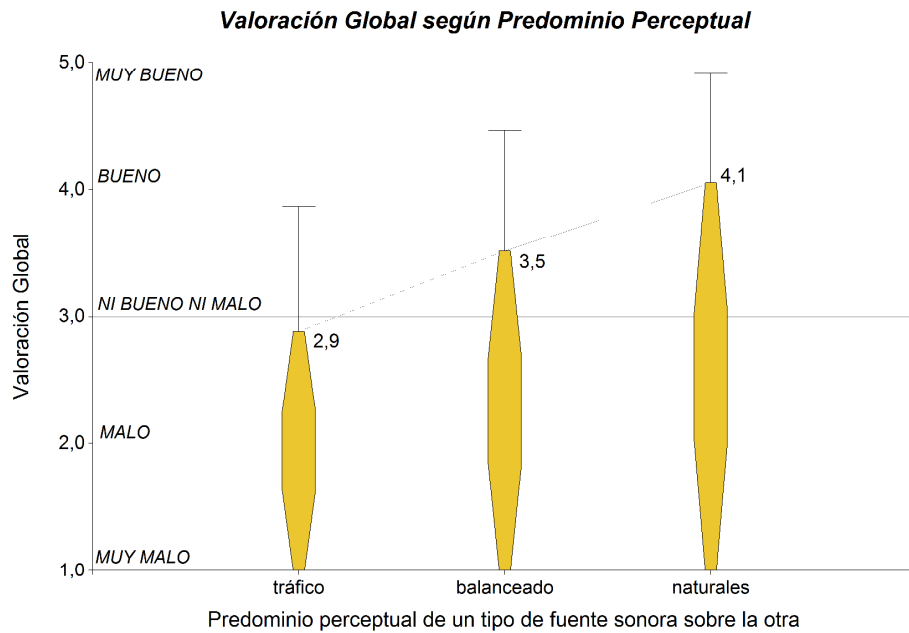


Figura 78: Valoración Global media del Paisaje Sonoro obtenido en las mediciones en las cuales predomina la percepción de ruido de tráfico sobre los sonidos naturales (n=27), en mediciones que predomina la percepción de sonidos naturales sobre el ruido de tráfico (n=25) y en mediciones donde la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras fue balanceada (n=9).

El Modelo Perceptual (figura 79) muestra que los tres grupos de mediciones tienen casos en ambos lados del eje “Agrado”. Sin embargo, se observan tendencias a mayores concentraciones de puntos correspondientes a cada grupo en distintas zonas del modelo bidimensional.

Esta tendencia puede ser sintetizada mediante la representación de la media obtenida para cada grupo. El grupo donde predomina la percepción de ruido de tráfico tiene una media que se encuentra sobre el semieje “desagrado” y dentro del Cuadrante “Caótico”, mientras que las medias de los grupos “balanceada” y “sonidos naturales” se encuentran sobre el semieje positivo de “Agrado” y pertenecen al Cuadrante “Estimulante”.

Las tres medias se encuentran sobre el semieje positivo de “Actividad”. Las distancias euclideas normalizadas entre las medias son: 0,31 (21 % de la distancia máxima posible sobre el plano del Modelo Perceptual) entre el grupo “ruido de tráfico” y el grupo “balanceado”; 0,26 (aproximadamente 18 % de la máxima posible) entre el grupo “sonidos naturales” y el grupo “balanceado”; y 0,51 (aproximadamente 36 % de la máxima posible) entre el grupo “ruido de tráfico” y el grupo “sonidos naturales”.

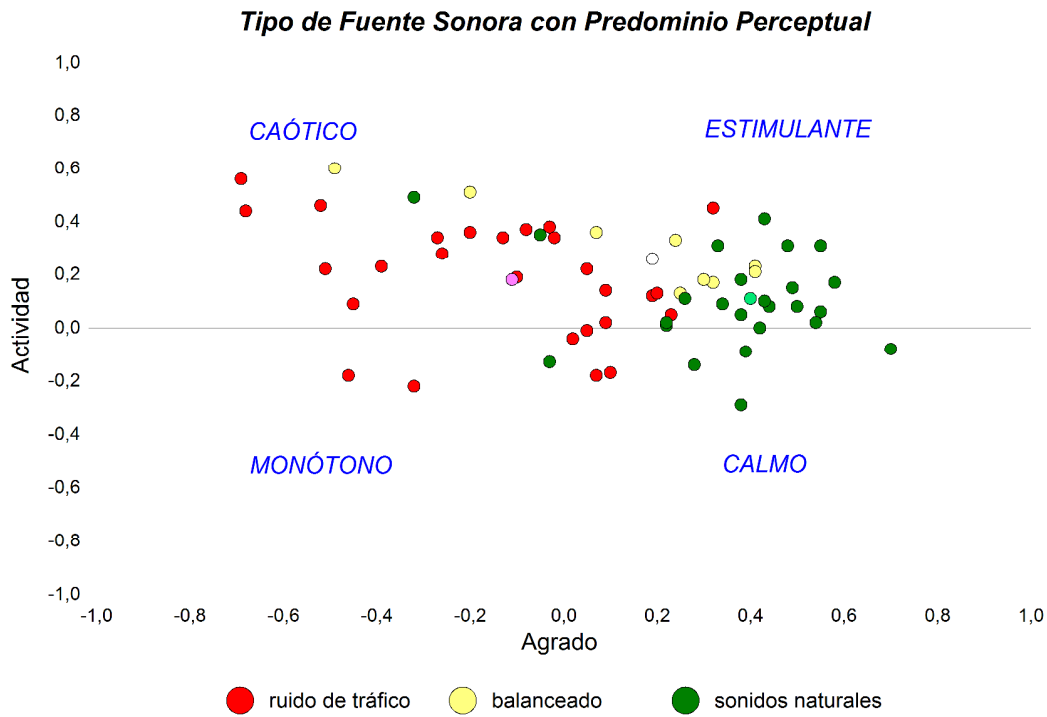


Figura 79: Ubicación de las mediciones en el Modelo Perceptual de acuerdo al tipo de fuente sonora predominante perceptualmente: ruido de tráfico sobre los sonidos naturales (puntos rojos) y media (punto fucsia); sonidos naturales sobre ruido de tráfico (puntos verdes) y media (punto verde claro); y percepción balanceada de ambos tipos de fuentes sonoras (puntos amarillos) y media (punto blanco).

Los tres grupos de mediciones mostraron diferencias apreciables tanto en el Ambiente Acústico como en el Ambiente Experimentado. Estas diferencias fueron especialmente notorias entre el grupo con predominio perceptual de ruido de tráfico y el grupo con predominio perceptual de sonidos naturales, mostrando este último rangos de las variables significativamente más favorables para el Paisaje Sonoro.

## PARTE FINAL

# DISCUSIÓN y CONCLUSIONES

*Parte del contenido de la Discusión fue publicado en:*

*Kogan, P., Turra, B., Boiero, G., & Pérez, J. (2014). ¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del agua en el paisaje sonoro urbano. In J. P. Arenas (Ed.), Actas del IX Congreso Iberoamericano de Acústica. Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ISBN 978-956-9412-13-4.*

*Kogan, P., Arenas, J. P., Bermejo, F., Hinalaf, M., & Turra, B. (2018). A Green Soundscape Index (GSI): the potential of measuring the perceived balance between natural sound and traffic noise. Science of Total Environment (en prensa).*





En esta Parte se discute el trabajo realizado y sus principales resultados, se los relaciona con otros antecedentes, se los integra, se propone criterios y se extraen los aspectos centrales.

En primera instancia, se discute sobre los principales resultados obtenidos en los ambientes en los que se caracterizó el Paisaje Sonoro y se revisan los potenciales efectos nocivos que el ruido puede tener en algunos de ellos. Se discute sobre la potencial influencia de variables que no fueron consideradas en el análisis, como aquellas inherentes a cada persona (datos sociodemográficos, perfil auditivo, estado emocional) y aquellas que consideran otros aspectos de la relación entre el interactor y el ambiente (familiaridad, actividades realizadas y percepciones multisensoriales). Se comenta y ejemplifica sobre el rol positivo que puede tener la música en los ambientes acústicos céntricos. En función de los resultados obtenidos en algunos ambientes, se discute respecto de la estabilidad o inestabilidad que puede tener el Paisaje Sonoro en su carácter de Sistema Complejo.

En segunda instancia, se discute sobre de la relevancia clave que tienen los sonidos naturales en el Paisaje Sonoro urbano. A tal fin, los diferentes criterios de agrupamiento de los ambientes, posiciones y mediciones aplicados en la Parte II se nuclean a su vez en dos grandes familias, una vinculada a los sonidos naturales y otra al ruido de tráfico. Como corolario de este análisis, se propone índice que relaciona la medida en que es percibido el sonido natural respecto al ruido de tráfico y se lo denomina *Índice Verde*. Se discute la influencia que tiene la presencia de sonidos generados por agua sobre el Ambiente Acústico (AA) y en el Ambiente Experimentado (AE) en función del análisis de mediciones específicas.

Se brinda un criterio para identificar un Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS), el cual se basa en la bibliografía técnica sobre los beneficios para la salud de los sonidos naturales, los potenciales efectos nocivos para la salud del ruido, niveles sonoros guía, así como en el trabajo de campo realizado. Este criterio, denominado Criterio AARS, se aplica a los ocho ambientes analizados en Córdoba y se identifican dos AARS. Además, se ejemplifican otros AARS identificados entre el resto de los ambiente muestreados en Córdoba, Rosario, Lund y Valdivia. Debido a que algunos de los AARS identificados pertenecen a campus, se discute sobre los efectos favorables que estos ambientes pueden tener sobre la comunidad universitaria y su producción. Por último, se abordan las prácticas de gestión de AARS, como caso particular de paisajes sonoros.

Se generan sugerencias para el proceso de diseño del Paisaje Sonoro, mediante *Preguntas Orientadoras del Diseño (POD)* y se aborda el caso particular del

diseño de AARS. Se discuten los puntos débiles de la metodología aplicada, se señalan sugerencias para optimizarla. Se enuncian las limitaciones del trabajo realizado.

En función de los resultados y su discusión se puntualizan las conclusiones del trabajo y se plantean rumbos de trabajo futuro.

## 12. SOBRE LOS AMBIENTES EVALUADOS

### 12.1 ALTOS NIVELES SONOROS EN EL CENTRO DE CÓRDOBA

Se encontró gran disparidad en los resultados en los diferentes ambientes evaluados. En el caso de los Ambientes Acústicos, los niveles sonoros equivalentes fluctuaron entre 48 y 77 dBA. Este rango de variación corresponde a relaciones de la energía acústica de hasta 750 veces.

El Leq más elevado corresponde a Plaza Italia, ambiente en que el Leq medio fue cercano a 70 dBA. El ambiente donde se registró el Leq medio más alto fue “Fuente del Perdón” (73,7 dBA).

En contraste, los ambientes en que se obtuvieron los Leq menores fueron aquellos dentro de Ciudad Universitaria, registrándose tanto el menor Leq (48,2 dBA) como el menor Leq medio (52,2 dBA) en “Bosquecito de Psicología”.

En un estudio previo se midió un valor de 67,3 dBA en el interior de Plaza Italia (Maristany & Recuero López, 2010). En un trabajo en que se midió el Leq en avenidas céntricas de Córdoba, éste fluctuó entre 71 y 77 dBA (Verzini et al., 2011), mientras que previamente se obtuvo un Leq medio de 72 dBA (D.E.= 3.3 dB) en el microcentro (Romero et al., 2000). Los niveles sonoros mencionados corresponden a horarios diurnos en días hábiles, ya que tanto durante la noche como durante los días feriados los niveles sonoros son considerablemente inferiores. Cabe señalar que la Ordenanza sobre ruidos y vibraciones de la Ciudad de Córdoba no fija niveles sonoros máximos de inmisión en el ámbito público (excepto para algunas fuentes sonoras específicas como construcciones, maquinaria en la vía pública y espectáculos), sino que sólo limita el incremento que puede producir una fuente de ruido dada sobre los niveles equivalentes preexistentes (Ordenanza 12208, 2013).

A modo comparativo con otras ciudades, en ocho posiciones céntricas de la ciudad de Buenos Aires se midieron niveles equivalentes comprendidos entre 70 dBA y 78 dBA, con una media de 74,8 dBA (Vechiatti et al., 2009). En ciudades latinoamericanas más grandes que Córdoba se registraron niveles equivalentes del orden de los medidos en la misma, por ejemplo, en Medellín se midió entre 67 y 75 dBA, en Bogotá entre 72 y 75 dBA (en importantes ejes viales) y en Guadalajara se obtuvo una media de 75,7 dBA en 29 posiciones (Orozco & González, 2012).

**Debe señalarse que los niveles sonoros continuos equivalentes medidos en algunas posiciones del centro Córdoba, tanto en este trabajo como en otros previos, no sólo son similares a los registrados en ciudades mayores, sino que en algunos casos los superan.**

## 12.2 POTENCIALES EFECTOS NOCIVOS DEL RUIDO

Los niveles sonoros medidos en algunos ambientes urbanos superan a los valores guía dados por organismos internacionales, como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). La OMS sugiere un nivel equivalente inferior a 55 dBA para la vida al aire libre, brinda niveles sonoros guía para distintos ámbitos de inmisión e informa umbrales donde pueden producirse distintos efectos nocivos del ruido (Berglund et al., 1999). La OCDE brinda un criterio general que considera al ruido ambiental como “aceptable” bajo los 65 dBA, “inaceptable” entre 65 dBA y 75 dBA y “peligroso” sobre los 75 dBA (Ambiente, 1995).

Los niveles sonoros medidos en este trabajo superan umbrales donde podrían potencialmente producirse efectos nocivos del ruido en las personas. De acuerdo a la OMS y a bibliografía técnica complementaria, estos efectos pueden incluir molestia (Berglund & Lindvall, 1995), interferencia en la comunicación (Berglund et al., 1999; Kryter, 1994), desplazamiento temporal de umbrales auditivos (Berglund et al., 1999; Harris, 1998) y efectos sobre el sistema nervioso autónomo. Estos últimos pueden incluir efectos cardiovasculares, como vasoconstricción y modificación del ritmo cardíaco (Berglund et al., 1999; Davies & Kamp, 2012; Floud et al., 2013), alteraciones gastrointestinales (Harris, 1998) y cambios endocrinos (Berglund & Lindvall, 1995).

En la tabla 35 se indican los efectos nocivos que podrían potencialmente tener lugar en cada ambiente evaluado, de acuerdo a los niveles sonoros equivalentes e instantáneos medidos.

*Tabla 35: Potenciales efectos del ruido que pueden tener lugar en cada ambiente evaluado de la ciudad de Córdoba: (A) interferencia en la comunicación, (B) efectos cardiovasculares, (C) alteraciones gastrointestinales, (D) desplazamiento temporal de umbrales auditivos, (E) cambios endocrinos.*

Ambiente	Potenciales efectos nocivos
“Bosquecito de Psicología”	-
Plaza Seca	-
Parque de “Brujas”	-
Plaza Infantil del Parque Las Tejas	A
Paseo de Sobremonte	A, B
Paseo del Buen Pastor	A, B
Plaza Italia	A, B, C
“Fuente del Perdón”	A, B, C, D, E

La posibilidad de ocurrencia de los efectos nocivos del ruido que se indican en la tabla 35 para cada ambiente depende de varios factores, por lo cual estos efectos no pueden ser tomados de modo determinístico. Algunos de los factores que inciden

en su aparición son: el tiempo de exposición, las condiciones de salud, estado y otros factores del individuo, y los tipos de ruidos presentes en el ambiente (Belojevic et al., 2003). En cuanto al estímulo, no sólo el nivel sonoro puede tener incidencia, sino que también el espectro acústico, la duración, dinámica y contenido semántico del ruido (Kogan et al., 2003; Kryter, 1994; Miyara et al, 2014). El carácter de “potencial” efecto, en este caso remite a que en la bibliografía científica existe registro de al menos un caso en el que se produjo el citado efecto por sobre los niveles dados.

Por otro lado, los efectos señalados no son excluyentes de que puedan tener lugar también otros efectos nocivos, de los cuales no se conocen las relaciones causa-efecto o bien su aparición es de carácter más subjetivo y pueden tener lugar en diferentes rangos de niveles sonoros; como el caso de la molestia por ruido (Berglund & Lindvall, 1995).

**Estos resultados indican que los ambientes céntricos evaluados en Córdoba, especialmente Plaza Italia y la esquina de Vélez Sarsfield y Bv. San Juan (donde se ubica la “Fuente del Perdón”), así como otras avenidas céntricas de Córdoba (Verzini et al., 2011), registran niveles sonoros riesgosos para la salud humana.**

### **12.3 VALORACIÓN DEL PAISAJE SONORO POR PARTE DE LA POBLACIÓN**

De acuerdo al Modelo Perceptual aplicado, la mayor parte de los paisajes sonoros evaluados en Córdoba fueron clasificados como “estímulantes”, mientras que algunos ambientes céntricos fueron calificados como “caóticos”. Los dos ambientes cuyo Paisaje Sonoro fue valorado de modo más negativo son “Fuente del Perdón” (PO) y Plaza Italia (PI) (coincidentalmente con aquellos que registraron los niveles sonoros más elevados). Esta evaluación negativa por parte de los usuarios de los ambientes se manifiesta tanto por medio de la variable Valoración Global del Paisaje Sonoro, como mediante el Modelo Perceptual (ver figuras 61 a 63).

Es notorio que los ambientes Paseo de Sobremonte (SO) y Paseo del Buen Pastor (BP), a pesar de ubicarse en áreas céntricas o densamente pobladas donde el tráfico es una de las fuentes sonoras más percibidas, muestran valoraciones globales y cualitativas positivas. En el caso de SO, se perciben sonidos naturales en mayor medida que en el resto de los ambientes céntricos y el tráfico se escucha, aunque predominante junto a los sonidos naturales, en menor grado que en los demás ambientes céntricos evaluados (ver tabla 26 de 10.1.2). A pesar de la cercanía geográfica de SO con PI, los ambientes experimentados (AE) son muy disímiles. Las importantes diferencias en el AE entre PI y SO ya han sido señaladas previamente por Maristany & Recuero López (2010). Los investigadores, a pesar de haber medido niveles sonoros similares en ambos ambientes, atribuyen las diferencias perceptuales por un lado a aspectos urbanísticos y, por el otro, a la molestia ocasionada por el ruido de tráfico en PI y la mayor presencia de sonidos naturales en SO.

Los ambientes cuyos paisajes sonoros obtuvieron las mayores valoraciones globales y cualitativas corresponden a las áreas verdes dentro de Ciudad Universitaria,

Parque de “Brujas” (BR) y “Bosquecito de Psicología” (BO). Estos dos ambientes, son los únicos (entre los ocho evaluados) en que el ruido de tráfico no es una de las fuentes sonoras más percibidas. En BR, se perciben en mayor medida música (ejecutada por los mismos interactores) y sonidos de personas. Este ambiente resulta propicio para la distensión, el encuentro social y la expresión artística por parte de los interactores, aspectos que presumiblemente repercutieron en la alta valoración de su Paisaje Sonoro.

En el caso de BO, se perciben en mayor medida sonidos de personas y naturales, siendo un ambiente propicio para la concentración, el estudio y el diálogo en un conexto natural. La Plaza Seca (PS), pese a haber registrado niveles sonoros bajos, no muestra valoraciones altas en su Paisaje Sonoro (posiblemente debido a la menor percepción de sonidos naturales y mayor de ruido de tráfico).

#### **12.4 AGRUPAMIENTO DE AMBIENTES DE ACUERDO AL PAISAJE SONORO**

Al realizarse el Análisis de Conglomerados y el Análisis de Componentes Principales para los ocho ambientes evaluados, en los cuales se consideraron 11 variables (cuatro del AA y siete del AE), se obtuvieron dos grupos de ambientes claramente diferenciados. Estos grupos resultaron responder a “ambientes céntricos” por un lado y a ambientes “no-céntricos” por el otro. Los ambientes “céntricos” se correlacionaron en mayor medida con las variables que dan cuenta de la energía acústica (Leq, Lmáx y Lmin) y de la percepción del ruido de tráfico. Los ambientes “no-céntricos” obtuvieron mayores correlaciones con las variables Valoración Global del Paisaje Sonoro, Agrado y percepción de sonidos naturales y de personas.

Estos dos grupos de ambientes son aproximadamente coincidentes también con el criterio de clasificación porteriormente aplicado de “parques” y “no-parques” (con la excepción de la Plaza Seca que es una plaza en el Campus).

#### **12.5 INFLUENCIA DE OTRAS VARIABLES Y FACTORES**

Como se abordó en la Parte I, el Paisaje Sonoro se define como *el ambiente acústico tal como es percibido, experimentado y/o entendido por las personas en el contexto* (ISO, 2014). En este sentido, hay aspectos relativos al individuo (interactor) que pueden tener influencia en el modo en qué percibe, experimenta o entiende el ambiente acústico (Yu & Kang, 2010). Esta es la razón de haber incluido la Componente Factores Individuales cuando se definió la Entidad Ambiente Experimentado (ver Sección 5.3). Las dimensiones que se incluyeron a tal fin se agrupan en información sociodemográfica, perfil auditivo, y estado emocional y físico. Se espera que estas dimensiones tengan influencia en la experiencia del ambiente y por ende también en la valoración del Paisaje Sonoro.

En este sentido, al sondear el universo de ambientes donde se aplicó la Metodología Zamba (muestra de adquisición) se encontraron algunas tendencias estadísticamente significativas que relacionan la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) y algunos de los factores individuales.

Al considerar todos los ambientes de Córdoba, se encontró influencia significativa del sexo, obteniéndose una media de la VG más alta en mujeres que en hombres (17 ambientes, N=499; p-valor=0,017). Este resultado sugiere que las mujeres que participaron de la evaluación en Córdoba tenderían a evaluar de modo más positivo los ambientes acústicos. Sin embargo, en el caso de las restantes tres ciudades, no se observó influencia significativa del sexo. Yu & Kang (2010) sólo encontraron diferencias significativas entre sexos en la percepción de algunos tipos de sonidos presentes en ambientes específicos.

La variable edad no mostró influencias significativas en la valoración del Paisaje Sonoro en ninguna de las ciudades. Sin embargo, en el caso de Córdoba, se halló que el cuartil de la población encuestada correspondiente a los menores de 20 años percibió significativamente menos sonidos naturales que el resto de los interactores (p-valor=0,0087; n=110, N=416; post hoc Tukey). Si bien es posible que este resultado esté sesgado por las edades de los interactores que se encontraban presentes en cada ambiente, el N considerado estaría mostrando una tendencia, la que se encuentra en acuerdo con estudios previos. Yu y Kang (2010) encontraron que al incrementarse la edad las personas tienden a preferir los sonidos naturales y perciben más molestia por sonidos de origen mecánico, como el del tráfico.



Se verificó correlación positiva entre la Valoración Visual Global (n=571; p-valor<0,0001) y la Valoración Global del Paisaje Sonoro. También se observó correlación positiva de la Valoración Olfativa Global con VG para la ciudad de Córdoba (N=345; p-valor<0,0001).

Este resultado invita a plantear el interrogante ¿hasta qué punto aquellos aspectos del ambiente que son percibidos por medio de sentidos distintos a la audición influyen sobre el Paisaje Sonoro percibido? Podría preguntarse, por ejemplo, ¿El Paisaje Sonoro en un ambiente, en el cual se ve y se huele basura esparcida por el suelo, sería valorado del mismo modo que el mismo lugar con idénticas condiciones acústicas pero limpio?

La respuesta a la pregunta anterior radica en el carácter sistémico del Paisaje Sonoro (PS), el cuál involucra a los interactores como personas integrales, cuyos sentidos no pueden ser aislados entre sí, del mismo modo que los elementos que componen el PS no pueden ser aislados mutuamente (ver Sección 3.5). En este sentido, Jeon y su equipo (2011) estudiaron la influencia en la evaluación del Paisaje Sonoro que tiene la imagen visual, la luminosidad y las percepciones olfativas. Los investigadores encontraron que las mismas dependen del tipo de área urbana, que la influencia de las percepciones olfativas está condicionada por la frecuencia de visita al ambiente y que las sensaciones espaciales de “densidad” y “apertura” del mismo modifican la percepción del Paisaje Sonoro.

El lugar donde vive cada interactor también se espera que condicione la percepción del Paisaje Sonoro, encontrándose diferencias entre habitantes de la

ciudad y de áreas suburbanas (Booi & van den Berg, 2012; van Kamp et al., 2016). Yu y Kang (2010) hallaron que el ambiente acústico de la vivienda condiciona la valoración sólo de algunos tipos de sonidos (e.g. las personas que escuchan alguno sonidos naturales en sus viviendas tienden a esperar escucharlos también en ambientes abiertos). Por otra parte, Meng y Kang (2016) hallaron que la valoración del PS cambia entre residentes y turistas y entre personas con mayor y menor ingreso económico. Yu y Kang (2010) hallaron diferencias según el nivel educativo, valorando más los sonidos naturales y padeciendo más molestia por sonidos de origen mecánico al incrementarse el nivel educativo.

Las actividades que realizan los interactores también influyen en la percepción del PS (Nielbo, 2015; Steele et al., 2017). De este modo, no es lo mismo la percepción de un interactor que pasa que la de uno que se encuentra sentado en el ambiente (Meng & Kang, 2016). Así como las actividades realizadas por los interactores pueden influir en la valoración del Paisaje Sonoro, este último puede favorecer u obstaculizar las actividades desarrolladas en el ambiente (Andringa & Lanser, 2013). Se esperaría que los hábitos de visita al ambiente y su familiaridad también repercutan sobre el PS percibido. Sin embargo, Yu y Kang (2010) no encontraron influencia significativa de la frecuencia de visita al ambiente ni de la actividad realizada en el mismo, pero si hallaron que el grado de preferencia del ambiente influye en la valoración de su PS. Steffens et al. (2017) encontraron que los factores situacionales y relacionados con la persona contribuyeron significativamente a la valoración del PS.



En la Parte I se abordó el rol que puede tener la música en el Paisaje Sonoro urbano (ver Apartado 3.10.4). Se realizó un experimento en una plaza céntrica de Córdoba en la que se introdujo (de modo discreto) a músicos ejecutando instrumentos sin amplificación y se aplicó la Metodología Zamba en el ambiente con la presencia de música y sin ella. En este experimento, la Valoración Global del Paisaje Sonoro en este ambiente se incrementó de “levemente malo” (n=34) sin música a “levemente bueno” (n=53) con los músicos ejecutando. Por otro lado, el “Agrado” medio (eje principal del Modelo Perceptual) pasó de ser negativo a positivo: -0,22 (D.E.=0,41; n=34) sin músicos a 0,12 (D.E.=0,37; n=53) con los músicos ejecutando sus instrumentos (Zeballos, 2016).

**Este experimento sugiere que la presencia de cierto tipo de música acústica podría mejorar el Paisaje Sonoro en algunos ambientes céntricos o en los que predomina el ruido de tráfico.** En este sentido, sería pertinente investigar más el tema y preguntarse si acaso no podría ser favorable promover la ejecución de algún tipo de música acústica en este tipo de ambientes. En muchas circunscripciones esta práctica no sólo no es promovida sino que es proscripta.

**Se hace evidente la importancia de considerar múltiples aspectos inherentes al Paisaje Sonoro como Sistema Complejo y sus interdependencias, tanto en lo que respecta al ambiente, como al interactor y al vínculo indisoluble entre ambos.** Conocer las interrelaciones entre sus variables y factores de influencia



contribuye a comprender más la temática y reduce las incertezas en miras a su modelamiento.

## 12.6 ESTABILIDAD DEL PAISAJE SONORO

Los paisajes sonoros, cual sistemas complejos, se transforman a lo largo del tiempo pudiendo mostrar características más bien de estabilidad o inestabilidad (ver Sección 3.5). Como pudo observarse en la Parte III, se encontraron paisajes sonoros tanto estables como inestables. Los dos ambientes donde pudieron visualizarse más claramente estas dos manifestaciones son “Bosquecito de Psicología” (BO) y Plaza Italia (PI).

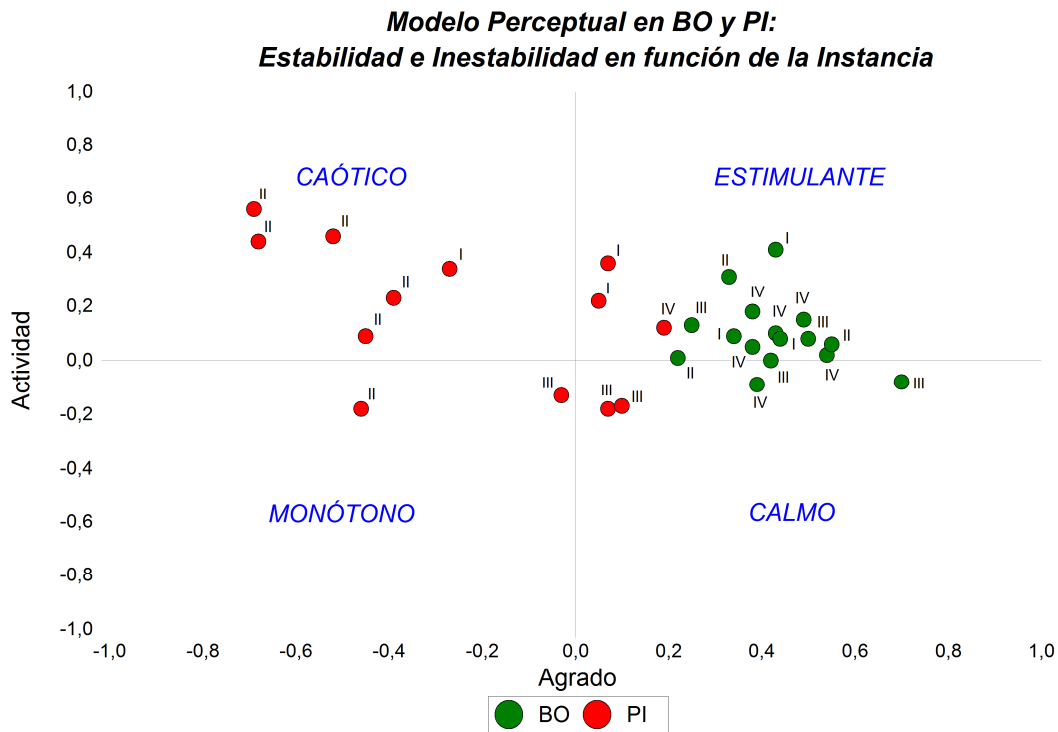


Figura 80: Modelo Perceptual aplicado a las mediciones en “Bosquecito de Psicología” (BO) y en Plaza Italia (PI). En números romanos se indica la instancia de medición.

En BO, se observan características de cierta estabilidad. Esta estabilidad se manifestó tanto en el AA como en el AE a lo largo de las diferentes instancias de medición (ver Sección 9.7). Sólo tres de las once variables consideradas del AA y del AE mostraron cambios estadísticamente significativos entre instancias.

En contraste, en PI, ocho de las once variables mostraron cambios estadísticamente significativos entre instancias. En este ambiente, el AA mostró diferencias energéticas del orden de decenas de veces entre una instancia y otra,

mientras que el AE fluctuó entre “muy malo” y “levemente bueno”. Esta variabilidad es una manifestación de la inestabilidad del PS en PI.

Las diferencias en la estabilidad entre BO y PI pueden observarse gráficamente por medio del Modelo Perceptual (figura 80).

En BO, la valoración cualitativa del Paisaje Sonoro muestra una relativa cohesión en lo que respecta a las diferentes mediciones realizadas en el ambiente. En este sentido, las mediciones correspondientes a las diferentes instancias se encuentran entrelazadas. En contraste, las mediciones de PI muestran tendencia a agrupamiento según la instancia de medición.

**Las evidentes manifestaciones de inestabilidad del Paisaje Sonoro en ambientes como PI invitan a plantear algunos interrogantes. ¿Es representativo del Paisaje Sonoro en un ambiente realizar una sola instancia de medición? ¿Puede caracterizarse el Paisaje Sonoro mediante mediciones en franjas horarias (práctica comúnmente empleada para la realización de mapas de ruido)? ¿Es posible caracterizar completamente al Paisaje Sonoro mediante “fotografías” acústicas que den cuenta de una condición estática? ¿Cuáles son los límites temporales de un Paisaje Sonoro?**

Muchos de estos interrogantes aún no han sido metodológicamente respondidos, lo cual abre espacio para futuras investigaciones.

### 13. SONIDOS NATURALES VS. RUIDO DE TRÁFICO

#### 13.1 DOS FAMILIAS DE AMBIENTES

En función del agrupamiento de los ambientes de acuerdo a sus similitudes multivariadas realizado, se obtuvieron como resultado dos conglomerados, uno correspondiente a “ambientes céntricos” y otro correspondiente a ambientes “no céntricos”, estos últimos compuestos principalmente por áreas verdes.

En segunda instancia, se analizó la incidencia del tráfico y de las áreas verdes sobre las variables del Paisaje Sonoro consideradas. Este análisis se realizó de acuerdo a tres criterios: 1) cercanía o lejanía a vías de tráfico; 2) “parques” y “no parques”; 3) percepción de sonidos naturales y ruido de tráfico. Los tres criterios de análisis dieron frutos en la misma dirección, favoreciendo significativamente el Paisaje Sonoro en las situaciones en las que existe mayor presencia de naturaleza y menor presencia de tráfico.

Estos resultados son coherentes con el análisis multivariado mencionado previamente, el que mostró que el Paisaje Sonoro en los ambientes “no céntricos” es significativamente más favorable que en los ambientes “céntricos”.

La tabla 36 sintetiza si la media de cada variable observada muestra diferencias significativas entre grupos o no, de acuerdo a los diferentes criterios de clasificación aplicados (incluyendo el agrupamiento multivariado de los ambientes).

Tabla 36: Se indica si las medias entre grupos para cada criterio de análisis presentan diferencias significativas o no.

Criterios de Análisis	AA				AE		
	Leq	Lmáx	Lmín	CR	VG	Agrado	Activ.
Céntricos (R) - no céntricos (V)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Cerca (R) - lejos tráfico (V)	SI	SI	SI	NO	SI	SI	NO
Parques (V) - no parques (R)	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Percepción tráfico (R) – son. naturales (V)	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI

Si se observa a lo largo de los cuatro criterios de análisis se pueden identificar dos familias de grupos. Se define la *familia verde* conteniendo a los grupos: “no céntricos”, “lejos de vías de tráfico”, “parques” y “percepción de sonidos naturales”. Se define la *familia roja* conteniendo a los grupos “céntricos”, “cerca de las vías de tráfico”, “no parques” y “percepción de tráfico”.

De este modo, se observa que los cuatro criterios de análisis muestran diferencias significativas en las medias entre la familia roja y la familia verde para la mayor parte de las variables. El nivel sonoro equivalente (Leq) presenta diferencias

significativas entre ambas familias para los cuatro criterios de análisis. Lo mismo se observa en los niveles sonoros instantáneos máximos y mínimos (L<sub>máx</sub> y L<sub>mín</sub>), la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) y el eje principal del Modelo Perceptual (Agrado). Las variables que presentaron menos diferencias significativas entre grupos de ambas familias fueron CR y Actividad. Estas variables dan cuenta de la dinámica sonora en el tiempo en términos objetivos y subjetivos, respectivamente.

Estos resultados indican que las diferencias entre el Ambiente Acústico de la familia roja y el de la familia verde serían de tipo energético en mayor medida que dinámico.

**De este modo, se puede inferir que los Paisajes Sonoros urbanos en los que dominan los sonidos naturales presentan niveles sonoros significativamente menores y son valorados de modo significativamente mejor por parte de la población que los Paisajes urbanos donde domina el ruido de tráfico.**

### 13.2 EL ÍNDICE VERDE

El Criterio 3 aplicado para el análisis, que incluye tres grupos (ver tabla 36), presentó diferencias significativas en la mayoría de las variables observadas en función del tipo de fuente sonora percibida como predominante (tráfico o sonidos naturales). También hubo variaciones significativas de algunas variables cuando la percepción de ambos tipos de fuentes sonoras fue balanceada (ver Sección 11.3). El grupo de mediciones en las que se percibió mayor proporción de sonidos naturales que ruido de tráfico mostró valoraciones medias del Paisaje Sonoro significativamente mayores que los restantes dos grupos. A su vez, los niveles sonoros medios de este grupo presentaron valores significativamente más bajos que los otros grupos.

Estos resultados indican que el balance percibido entre la presencia de sonidos naturales y la presencia de ruido de tráfico está asociado a diferencias significativas en las variables del Paisaje Sonoro. Por otra parte, los sonidos naturales y el ruido de tráfico representan los dos tipos de fuentes sonoras que explicaron la mayor parte de la varianza total de los datos.

En función de la capacidad explicativa de estos resultados, **se define el Índice Verde (I.V.) como el balance percibido entre la presencia de sonidos naturales y la presencia de ruido de tráfico:**

$$I.V. = \frac{FSE_N}{FSE_T} \quad (8)$$

donde tanto FSE<sub>N</sub> y FSE<sub>T</sub> representan la medida en que los sonidos naturales y el ruido de tráfico son escuchados, respectivamente, y cuyos valores fluctúan entre 1 y 5 (ver Sección 7.5).

De este modo:

$$I..V_{MÁXIMO} = \frac{5}{1}$$

e

$$I..V_{MÍNIMO} = \frac{1}{5}$$

Por lo tanto,

$$0,2 \leq I.V. \leq 5 \quad (9)$$

Se definen los siguientes rangos de valores que puede tomar I.V.:

I.V. < 0,9 se percibe más ruido de tráfico que sonidos naturales (rango 1)

$0,9 \leq I.V. \leq 1,1$  la percepción de ambos tipos de fuentes es balanceada (rango 2)

I.V. > 1,1 se perciben más sonidos naturales que ruido de tráfico. (rango 3)

En la aplicación del Criterio 3 en la Parte III de la tesis (Sección 11.3), aún sin definirse el I.V., se consideraron tácitamente estos tres rangos para la generación de los tres grupos de mediciones (“ruido de tráfico”, “sonidos naturales” y “balanceado”). Este criterio de clasificación mostró diferencias significativas en más número de variables entre el rango 3 y los rangos 1 y 2, que entre estos dos últimos. Este resultado sugiere que la mayor incidencia (positiva) sobre el Paisaje Sonoro se produce cuando los sonidos naturales son las fuentes sonoras percibidas como dominantes.

Este resultado pareciera estar relacionado con lo expresado por Andringa y Lanser (2013): “La calidad del sonido, la molestia por ruido y la tranquilidad percibida dependen de la fracción de toda la experiencia multisensorial que es “no deseada” y por lo tanto, por cualquiera de las posibles razones, representa un estresor que requiere atención inmediata”. En este caso, la “fracción no deseada” correspondería al ruido de tráfico (ya sea que éste domine o esté balanceado con los sonidos naturales).

**Las diferencias significativas en las variables del AA y del AE según el rango del Índice Verde ratifican su validez como criterio de clasificación del Paisaje Sonoro. Es más, debido a que el Índice Verde se correlaciona en forma positiva con la Valoración Global del Paisaje Sonoro, podría representar una componente predictora de la misma.**

Nilsson y colegas (2007) señalan que el grado en que los sonidos naturales y los sonidos tecnológicos son escuchados representa un buen predictor de la calidad

del Paisaje Sonoro y de la molestia por ruido, explicando así parte uan importante de la varianza de los indicadores acústicos.

Pheasant et al. (2010) manifiestan que a medida que la sonoridad percibida del ruido mecánico o humano aumenta, la tranquilidad disminuye, así como ésta aumenta al incrementarse la sonoridad percibida de los sonidos naturales.

Por otra parte, **el Índice Verde no sólo brinda una herramienta para la clasificación y valoración del Paisaje Sonoro, sino que ofrece también un gran potencial para el futuro escenario de separación automática de fuentes sonoras ambientales**, tecnología que aún se encuentra en desarrollo (Bunting & Chesmore, 2013; López-Pacheco et al., 2014; Torija et al., 2014; Yang & Kang, 2014).

### 13.3 ROL DEL AGUA

Algunos de los ambientes evaluados contienen fuentes de agua, las que durante algunas de las mediciones realizadas se encontraban funcionando. En el cuestionario del Ambiente Experimentado el sonido producido por el agua fue considerado como sonido natural.

En la Parte I se abordaron los beneficios que puede tener el sonido del agua y de qué modo este puede incluirse en el diseño del Paisaje Sonoro (ver Apartado 3.10.3). Los sonidos del agua pueden modificar tanto el Ambiente Acústico (AA) como el Ambiente Experimentado (AE). En cuanto al AA, pueden modificar tanto la energía acústica, como el espectro y la dinámica temporal del sonido en las inmediaciones de las fuentes de agua.

Por ejemplo, durante la Instancia de medición III de Plaza Italia, la fuente de agua fue puesta en funcionamiento. Se realizó la medición multidimensional en las posiciones PI09 y PI11 (ver figura 35 en Apartado 9.2.3), correspondientes a antes y después de su puesta en funcionamiento, respectivamente (con 10 minutos de diferencia entre una medición y la otra). El Leq en ambas mediciones fue muy similar (62,6 dBA y 62,4 dBA, respectivamente), sin embargo el Lmín, el CR y el espectro difieren entre sí. Mientras que con la fuente apagada el Lmín fue de 54,6 dBA, con la fuente funcionando el nivel instantáneo no descendió de 59,5 dBA (ver tabla 10 en 9.2.1). El CR con la fuente apagada fue 8,4 dB y con la fuente encendida fue sólo de 4 dB. Las diferencias en estas dos variables del AA estarían informando sobre los cambios en la dinámica temporal del sonido ante la presencia de la caída de agua, la cual imprime un carácter más estable al sonido, pudiendo elevar el “piso” de ruido. El alza del nivel de ruido de fondo debido a la caída de agua podría tener un efecto enmascarante sobre el ruido del tráfico circundante.



Fuentes de agua en Plaza Italia (PI)



Lundagard Square (FU)



Lund Station Square (FE)

*Figura 81: Fuentes de agua en Plaza Italia (PI), Lundagard Square (FU) y Lund Station Square (FE) (Lund, Suecia).*

La figura 82 muestra el espectro sonoro en tercios de octava medido con la fuente de agua tanto inactiva como activa, junto con dos casos análogos en ambientes de Lund donde se aplicó la Metodología Zamba (MZ).

Se observa que en frecuencias medias-altas y altas, la medición con la fuente encendida genera mayores niveles de presión sonora en la posición PI11 que lo que se registra con la fuente apagada en la posición PI09, a pesar de que esta última se encuentra más cercana a las vías de tráfico (figura 35). Este efecto es notorio sobre 1 kHz y es máximo en las bandas de 6,3 kHz y 8 kHz, en las que los niveles sonoros con la fuente activa superan en más de 10 dB a los niveles sonoros medidos con la fuente inactiva. **De este modo, el espectro sonoro generado por la fuente de agua puede enmascarar parcial o totalmente a las componentes del ruido de fondo urbano que se encuentren en estas bandas o en frecuencias superiores a las mismas** (Moore, 2004).

En estas posiciones de PI, la Valoración Global del Paisaje Sonoro (VG) fue neutra con la fuente inactiva, mientras que con la fuente activa fue “levemente buena” (ver tabla 11 en 9.2.2). El Índice Verde fue 0,7 con la fuente apagada y 1,6 con la fuente activa.

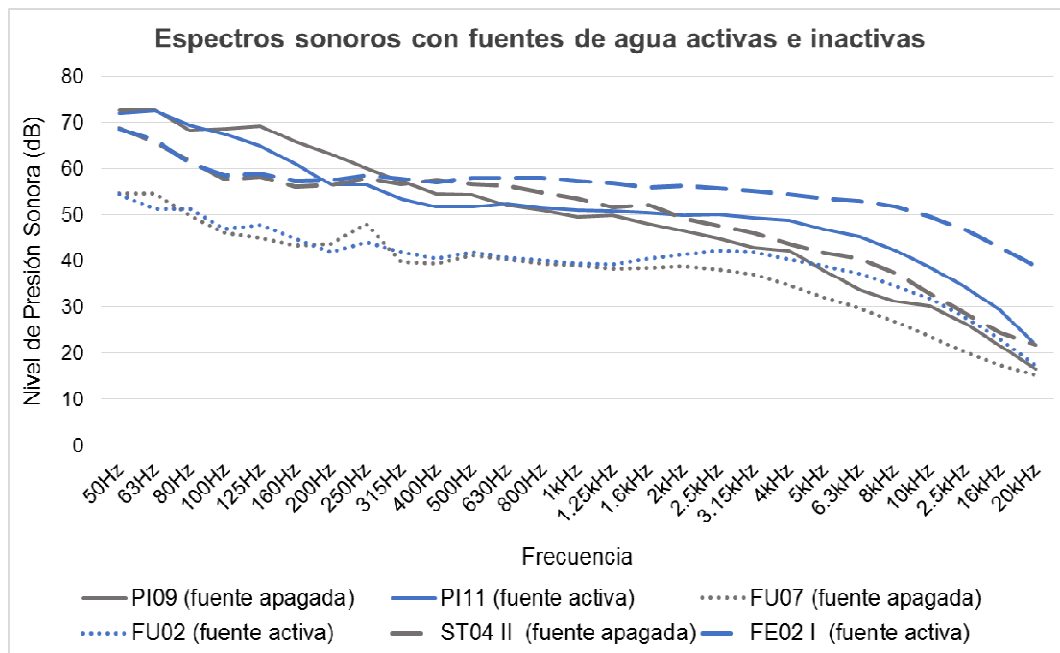


Figura 82: Espectros sonoros con fuentes de agua activas e inactivas en un ambiente de Córdoba (PI) y dos ambientes de Lund (FU y FE).

El efecto de la fuente de agua también fue observado en el ambiente “Lundagard Square” (FU) de la ciudad de Lund (Suecia). Se trata de una plaza tranquila con una pintoresca fuente de agua frente a la Universidad de Lund (figura 81), en la que se pudo aplicar la MZ con la fuente en funcionamiento y con la fuente inactiva. Se obtuvo un Leq de 49,8 dBA con la fuente apagada y de 52,1 dBA con la



fuerza activa; un  $L_{mín}$  de 43,7 dBA con la fuente inactiva y de 50,5 dBA con la fuente encendida; y un CR de 5,9 dB con la fuente apagada y de 2,1 dB con la fuente funcionando. **El espectro sonoro con la fuente encendida presentó mayores niveles de presión sonora en frecuencias medias-altas y altas respecto del espectro con la fuente apagada, mostrando sus máximas diferencias en las bandas superiores a 5 kHz** (figura 82).

En cuanto al Ambiente Experimentado, éste tuvo una VG “neutra” (3) con la fuente apagada (D.E.=0; n=2) y una VG “buena” (4) con la fuente encendida (D.E.=1; n=3). Esto indica que **en este ambiente, a pesar de medirse niveles sonoros más altos con la fuente de agua funcionando, la Valoración Global del Paisaje Sonoro fue superior**<sup>14</sup>.

Tanto la fuente de agua de FU como las de PI son poco caudalosas. También en la ciudad de Lund, se evaluó un ambiente que cuenta con una fuente de agua más caudalosa. Se trata de una plaza frente a la estación de trenes de Lund y se denomina “Lund Station Square” (FE) (figura 81). Si bien este ambiente no pudo ser medido con la fuente apagada, se realizaron mediciones en una posición que se encuentra a distancia similar del ferrocarril y de la avenida que lo bordea (Avenida “Bangatan”), por lo que se esperaba que las condiciones acústicas del entorno no sean muy disímiles de las que tendría FE sin la fuente de agua. Esta posición se encuentra en una calle peatonal (denominada “Knut Den Stores Torg”, identificada por “ST”) que dista 200 m de FE.

La figura 82 también muestra el espectro acústico con la fuente de FE y sin la fuente (ST). Se observa que ambos espectros son similares hasta la banda de 500 Hz, luego de lo cual el espectro con la fuente de agua presenta niveles sonoros superiores que los de ST, mostrando diferencias crecientes al incrementarse la frecuencia. Esta fuente, que cuenta con un chorro de agua central, estaría generando más energía acústica en frecuencias medias-bajas y medias que las fuentes de PI y de FU. **Estas componentes espectrales emitidas por la fuente de agua representan un potencial enmascarante de ruido de tráfico, el que cuenta con gran parte de sus emisiones en esos rangos de frecuencia** (Harris, 1998). Un efecto similar sobre el espectro es de esperarse en la “Fuente del Perdón” de Córdoba (ver 7.3.3), debido a sus caudalosos chorros (en este ambiente sólo se cuenta con mediciones con la fuente activa, por lo que no fue posible evaluar el aporte de la misma).

La aparente contradicción entre los altos niveles sonoros y la buena valoración del Paisaje Sonoro también se observó en el Paseo del Buen Pastor (BP). En la Instancia I de medición de este ambiente (figura 40 en Apartado 9.4.1) se registraron  $L_{eq}$  y  $L_{mín}$  mayores en una posición cercana a la fuente (BP01) que una posición alejada de la misma (BP05) (ver tabla 14 en 9.4.1). Sin embargo, la VG media fue más alta en la posición con mayores niveles sonoros. Por otro lado, en la posición BP01

---

<sup>14</sup> Resultados de estos ambientes presentados en “¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del Agua en el Paisaje Sonoro Urbano” (Kogan et al., 2014).

con la fuente de agua apagada se midió un Leq de 62,9 dBA<sup>15</sup>, valor inferior a los registrados en esa posición con la fuente activa (ver tabla 14).

En Paseo de Sobremonte (SO) también se verifica este fenómeno, alcanzándose la mayor Valoración Global en la posición que se registraron niveles sonoros más altos (SO03), lo que corresponde a la posición más cercana a la fuente de agua (ver figura 11 en 7.3.1).

Según Jeon y sus colegas (2010), los efectos acústicos más beneficiosos de una fuente de agua urbana se producen cuando los niveles sonoros provenientes del agua son similares o hasta 3 dB inferiores respecto de los niveles del ruido de tráfico.

**Estos resultados sugieren que en el entorno a una fuente de agua urbana se pueden incrementar los niveles sonoros debido a la misma, generando así enmascaramiento sobre el ruido de fondo indeseado (especialmente el proveniente del tráfico) y obteniendo mejores valoraciones del Paisaje Sonoro.** Los resultados beneficiosos de los sonidos generados por el agua en la ciudad obtenidos en este trabajo resultan congruentes con los hallados en estudios previos (De Coensel et al., 2011; Galbrun & Ali, 2013; Jeon et al., 2010; Kang, 2012; Semidor & Venot-Gbedji, 2009; Watts et al., 2009; You & Jeon, 2010).

---

<sup>15</sup> Medición realizada durante una caminata sonora en cinco ambientes de Córdoba que tuvo lugar el martes 25/6/2013 entre la 15 hrs. y las 17 hrs la que no fue incluida en los análisis presentados. Parte de sus resultados fueron incluidos en "¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del Agua en el Paisaje Sonoro Urbano" (Kogan et al., 2014).

## 14. AMBIENTES ACÚSTICOS RENOVADORES DE LA SALUD (AARS)

Como se trató en la Sección 3.9 de la Parte I, el Paisaje Sonoro (PS) natural puede tener efectos positivos para el bienestar y la salud la población, favoreciendo los hábitos saludables, equilibrio psicológico, concentración, cognición compleja, libre asociación de ideas, estados emocionales favorables, permitiendo la comunicación, regulando el estrés y generando un estado general renovador de la salud (Andringa & Lanser, 2013; Booi & van den Berg, 2012; Grahn & Stigsdotter, 2003; Kaplan, 1995; Medvedev et al., 2015; Murel, 2013; Payne, 2011; Ulrich et al., 1991; van Kamp et al., 2016). Por esta razón, las áreas verdes cuyos ambientes acústicos sean favorables para la salud de la población pueden considerarse *activos sonoros* (ver Sección 3.4).

Se define *Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS)* a *aquel entorno sonoro que favorece los procesos fisiológicos y psicológicos saludables*. Los AARS son activos sonoros que están constituidos fundamentalmente por áreas naturales o espacios con predominancia de sonidos provenientes de fuentes sonoras naturales (Murel, 2013; Payne, 2011; Yang & Kang, 2013b).

Los beneficios generados por los AARS dependen de la facilidad de acceso a los mismos por parte de la población. En este sentido, es clave que las personas dispongan de al menos un AARS en las cercanías de su vivienda (van Kamp et al., 2016). Esta disponibilidad se torna especialmente vital en zonas donde predomina el ruido vehicular (Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007). La falta de acceso a un AARS por parte de la población que vive en este tipo de zonas puede atentar contra su salud psíquica y redundar en estrés crónico (von Lindern et al., 2016). En contraste, la frecuencia de visita a un AARS y su calidad percibida influyen en los beneficios a la salud generados (van Kamp et al., 2016).

El acceso a un AARS es especialmente necesario cuando las personas se encuentran fatigadas debido al esfuerzo por concentrarse (Booi & van den Berg, 2012). En este sentido, Kaplan (1995) señala que luego de que las personas pasan tiempo en un ambiente natural logran mayor grado de concentración.

Debido a la dependencia de factores individuales y sociales (como la cultura, nivel educativo, ocupación, edad, estado de ánimo, sensibilidad auditiva, entre otros) que tiene la percepción del Paisaje Sonoro (Steffens et al., 2017; Yu & Kang, 2010), podría pensarse que los efectos beneficiosos de los AARS también dependen de este tipo de factores. Siguiendo este razonamiento, podría esperarse que las características de un AARS y el tiempo de permanencia que requiere cada persona para alcanzar el estado renovador de su salud, también dependa de esta clase de factores individuales.

## 14.1 FUNDAMENTOS PARA IDENTIFICAR AARS

En la década del 70, luego de su gira grabando ambientes acústicos, Murray Schafer (1977) distinguió entre dos tipos de paisajes sonoros, aquellos de *alta fidelidad (hi-fi)* y aquellos de *baja fidelidad (lo-fi)*. Los PS hi-fi los relacionó al mundo preindustrial, mientras que aquellos lo-fi al mundo industrial y mecanizado. Los PS hi-fi están compuestos de pocos sonidos muy energéticos y éstos no son permanentes, de modo tal que los sonidos de los alrededores pueden ser oídos. De esta manera, Schafer definió el *horizonte sónico*, encontrándose éste distante en los PS hi-fi y cercano en aquellos lo-fi. En los PS hi-fi, debido a la ausencia de sonidos muy energéticos permanentes, no hay enmascaramiento entre los sonidos presentes y todos ellos pueden ser escuchados en forma discriminada. Esto representa una alta relación señal/ruido (originando la denominación hi-fi) (Booi & van den Berg, 2012). Si bien la teoría de Schafer puede tener excepciones (como por ejemplo el sonido de una cascada o de una fuente de agua en posiciones cercanas), se podría decir que la misma se encuentra aún vigente.

Según Hiss (1990), en un área considerada tranquila existe un balance armónico entre la percepción de los distintos sentidos (Booi & van den Berg, 2012). Pheasant et al. (2010) señalan que para lograr un alto nivel de tranquilidad, el porcentaje de elementos naturales presentes en el ambiente debe ser cercano al 100%.

La Directiva Europea de Ruido indica que en las áreas tranquilas (“quiet áreas”) que están protegidas fuera de la ciudad no debe haber ruido de tráfico, industrial o recreativo que perturbe la tranquilidad. En cuanto a las áreas tranquilas en la ciudad, esta directiva no especifica qué fuentes sonoras son permitidas, pero señala que cada estado miembro debe fijar los niveles sonoros máximos en la mismas (European Parliament and the Council, 2002).

Según el Consejo Holandés de Salud, para evaluar los ambientes verdes u otras áreas recreativas urbanas, se debe distinguir entre los sonidos agradables y los indeseados, señalando que los sonidos “deseables” son los de origen natural y aquellos que son pertinentes al ambiente. Para el caso de los sonidos pertinentes al ambiente este organismo no fija límite de tiempo ni de niveles sonoros. En caso que los sonidos pertinentes al ambiente generen niveles sonoros elevados, el área ya no será “tranquila”, sin embargo aún así su calidad acústica podría ser alta. Se especifica que tanto en las áreas verdes urbanas como en las plazas los sonidos indeseados no deben ser dominantes. Este Consejo manifiesta que en el caso que los sonidos indeseados (ruidos) en el ambiente no sean continuos (e.g. el paso de una moto), el tiempo de permanencia de estos ruidos puede constituir un factor que vulnere aún más la tranquilidad experimentada que los propios niveles sonoros generados. Por el contrario, cuando estos ruidos son relativamente constantes (como por ejemplo una carretera distante), el nivel sonoro que generan tiene mayor efecto quebrantador de la tranquilidad que el tiempo de permanencia (Health Council of the Netherlands, 2006).

Los diferentes países europeos fijan límites en los niveles sonoros equivalentes para las “quiet áreas” en la ciudad que fluctúan entre 40 dBA y 55 dBA (integrados a lo

largo de diferentes períodos, según cada normativa específica). Por ejemplo, en Dinamarca se sugiere un Leq de 45 dBA; Italia tiene un límite de 50 dBA para el período diurno y 40 dBA para el nocturno; Dinamarca un límite de 45 dBA; Noruega uno de 50 dBA día-tarde-noche; y Finlandia fija un límite 55 dBA medido durante una hora (Booi & van den Berg, 2012; Morgan et al., 2007).

Por otra parte, como se mencionó previamente, la OMS sugiere un nivel equivalente para la vida al aire libre inferior a 55 dBA (Berglund et al., 1999). El gobierno Sueco indica que los niveles sonoros equivalentes en áreas verdes y espacios culturales debe ser de entre 10 dB y 20 dB inferiores a los niveles equivalentes de las calles de alrededor (Working Group of Authorities Concerned with Noise, 2002).

Pheasant et al. (2010) señalan que para lograr un alto nivel de tranquilidad, las fuentes de ruido producidas por el hombre no deberían superar el nivel sonoro equivalente de 42 dBA, o bien el nivel instantáneo de 55 dBA (Lmax). Estos autores también señalan que el aumento de la sonoridad del ruido de origen mecánico va en detrimento de la tranquilidad percibida, mientras que el aumento de la sonoridad de sonidos biológicos aumenta tranquilidad percibida.

## **14.2 CRITERIO PRÁCTICO PARA IDENTIFICAR Y CLASIFICAR AARS**

Se revisó la bibliografía respecto de: beneficios para la salud de áreas verdes y de sonidos naturales; potenciales efectos nocivos para la salud que puede tener el ruido a niveles sonoros elevados; criterios acústicos internacionales de niveles sonoros ambientales admisibles; y definiciones de áreas tranquilas. En función de esta revisión (así como de la revisión bibliográfica general realizada en la Tesis y del trabajo de campo y análisis efectuado), se propone un criterio para identificar y clasificar un Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS), denominado *Criterio AARS*.

Este Criterio permite por un lado identificar ambientes acústicos que pueden ser considerados AARS y, por el otro, clasificar los AARS identificados en dos calidades: *estándar (II)* y *alta (I)*. La calidad del AARS está asociada a su potencial para generar efectos benéficos en la salud, en especial en lo que concierne a estados emocionales positivos y cognición compleja. Para que un ambiente pueda ser considerado AARS debe cumplir con las siguientes cuatro *condiciones estándar*:

CONDICIÓN 1 “Naturalidad”: Que el ambiente cuente con mayor proporción de área verde natural que de área edificada; y que el Paisaje Sonoro sea coherente y armónico con las percepciones de los demás sentidos, especialmente la vista y el olfato, lo cual se debe evaluar mediante cuestionarios a los usuarios del ambiente.

CONDICIÓN 2 “Fuentes Sonoras”: Que la percepción de sonidos naturales predomine sobre la percepción de ruido de tráfico vehicular ( $I.V.>1$ ). Otras fuentes sonoras son admisibles de ser percibidas en forma predominante, siempre que éstas sean

pertinentes con la función del ambiente y estén en acuerdo a las expectativas acústicas de los usuarios del ambiente<sup>16</sup>.

CONDICIÓN 3 “Niveles Sonoros”: Que los niveles sonoros continuos equivalentes debido al ruido de tráfico u otras fuentes sonoras tecnológicas no superen los 55 dBA (medido con tiempo de respuesta “slow” durante el período de interés). Es admisible que el nivel sonoro equivalente global supere dicho valor en el caso que los sonidos tecnológicos sean completamente inaudibles debido al enmascaramiento producido por fuentes sonoras naturales estables (e.g. caída de agua). También es admisible que este valor sea superado debido a la presencia esporádica de fuentes sonoras pertinentes a la función del ambiente (e.g. voces, risas, niños jugando en una plaza). Sin embargo, aún con la presencia de sonidos pertinentes al ambiente, no puede superarse el nivel sonoro equivalente de 65 dBA. Lo únicos sonidos que son admisibles de generar niveles sonoros más elevados son aquellos los producidos por fuentes sonoras naturales, ya sean éstas de origen biológico, geológico o atmosférico (e.g. agua, viento, truenos).

CONDICIÓN 4 “Valoración del Paisaje Sonoro”: Que la Valoración Global media del Paisaje Sonoro sea positiva, evaluada por los usuarios naturales del ambiente.

Un ambiente que cumple con las cuatro condiciones dadas puede ser considerado un AARS de calidad estándar. Para que un ambiente califique como AARS de calidad alta, requiere cumplir con las siguientes condiciones (las cuales implican también el cumplimiento de las condiciones para la calidad II):

CONDICIÓN I-1 “Naturalidad”: Que el ambiente sea cercano al 100 % natural; y que el Paisaje Sonoro sea coherente y armónico con las percepciones de los demás sentidos, especialmente la vista y el olfato.

CONDICIÓN I-2 “Fuentes Sonoras”: Que la percepción de sonidos naturales sea completamente dominante por sobre cualquier otra fuente sonora (inclusive respecto de los sonidos de personas). Que el Índice Verde sea mayor a 3.

CONDICIÓN I-3 “Niveles Sonoros”: Que los niveles sonoros continuos equivalentes debido al ruido de tráfico u otras fuentes sonoras tecnológicas no superen los 42 dBA ni el nivel sonoro instantáneo máximo supere los 55 dBA (medidos con tiempo de respuesta “slow” durante el período de interés). Sólo las fuentes sonoras naturales pueden generar niveles sonoros que excedan los valores mencionados (ya sean estas fuentes de origen biológico, geológico y/o atmosférico).

CONDICIÓN I-4 “Valoración del Paisaje Sonoro”: Que la Valoración Global media del Paisaje Sonoro sea superior a “buena” (>4), evaluada por los interactores endógenos al ambiente durante el momento de interés.

---

<sup>16</sup> En el caso de parques, plazas o áreas recreativas urbanas estos tipos de fuentes podrían ser, por ejemplo, conversaciones, pasos, niños jugando u ocasionalmente música.

Para la evaluación de los ambientes acústicos según el Criterio AARS se sugiere aplicar la Metodología Zamba en diferentes posiciones del ambiente. Estas posiciones deben ser representativas de la variabilidad espacial de las condiciones acústicas (cuanto más heterogéneas sean éstas dentro de un ambiente más posiciones debe evaluarse). Análogamente, se sugiere que las evaluaciones se repitan en diferentes días, horarios y meses. Ciertamente, un AARS puede tener zonas de una calidad y zonas de otra (en áreas verdes urbanas estas diferencias podrían tener lugar al acercarse al perímetro). También es posible que un ambiente califique como AARS en un momento y no en otro, o bien que su calidad cambie en distintos momentos.

### 14.3 AARS IDENTIFICADOS

Se evaluaron los ocho ambientes considerados de la ciudad de Córdoba de acuerdo al Criterio AARS propuesto. La tabla 37 muestra los resultados obtenidos de esta evaluación, en verde se indican los ambientes acústicos renovadores de la salud que se identificaron.

*Tabla 37: Cumplimiento o no de las condiciones del Criterio AARS en los ambientes evaluados de Córdoba.*

ID Ambiente	Condición 1 Naturalidad	Condición 2 Fuentes Sonoras	Condición 3 Niveles Sonoros	Condición 4 Valoración del PS	¿AARS?
SO	NO	a veces	NO	a veces	NO
PI	NO	NO	NO	ocasionalmente	NO
PO	NO	NO	NO	NO	NO
BP	NO	NO	NO	a veces	NO
TE	SI	NO	NO	SI	NO
BR	SI	SI	SI	SI	SI
BO	SI	SI	SI	SI	SI
PS	NO	NO	a veces	SI	NO

Se identificaron dos AARS, correspondientes a Parque de “Brujas” (BR) y “Bosquecito de Psicología” (BO), ambos pertenecientes a la Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Cabe señalar que el ambiente Plaza Infantil del Parque Las Tejas (TE), aún siendo considerado un área verde, no califica como AARS. Esto se debe esencialmente a que el tráfico es predominante por sobre los sonidos naturales, por lo que el Índice Verde medio no supera la unidad. Por otro lado, los niveles equivalentes superan el valor de 55 dBA, incumpliendo con la Condición 3.

La tabla 38 muestra el cumplimiento o no de las condiciones requeridas para que los AARS identificados califiquen como Clase I, o de lo contrario sean clasificados como Clase II (estándar).

Tabla 38: Cumplimiento o no de las condiciones necesarias para calificar como Ambiente Acústico Renovador de la Salud de calidad alta (I) de los AARS identificados.

ID Ambiente	Condición 1 Naturalidad	Condición 2 Fuentes Sonoras	Condición 3 Niveles Sonoros	Condición 4 Valoración del PS	Calidad
BR	NO	NO	NO	SI	II
BO	NO	NO	NO	SI	II

Como se observa, ambos ambientes sólo cumplieron la Condición II-4 de Valoración del Paisaje Sonoro, por lo que califican como AARS estándar.

En cuanto al Parque de “Brujas”, éste corresponde a un área verde con césped dentro de la Ciudad Universitaria de la UNC que cuenta con pendientes, favoreciendo la comunicación entre los visitantes y posibilitando la vista panorámica de la ciudad y las sierras. Este parque cuenta con algunos árboles dispersos, de modo que éstos no impiden la visualización mutua entre los visitantes ubicados en las distintas zonas del ambiente (figura 83). Las vías urbanas de tráfico aledañas se encuentran aproximadamente entre 70 m y 120 m de la zona más frecuentada del ambiente, teniendo flujos vehiculares bajos y moderados. Este ambiente es principalmente frecuentado por estudiantes universitarios, aunque no exclusivamente, ya que se trata de un espacio público de libre acceso lindero con el tejido urbano.



Figura 83: Parque de “Brujas” (BR), AARS identificado en el Campus de la UNC.

Durante las mediciones realizadas en BR, en este ambiente predominó la percepción del sonido generado por personas y de la música generada espontáneamente por ellas. Se obtuvo un Índice Verde de 1,7. Las expectativas acústicas sobre el ambiente fueron satisfechas en el 100 % de los interactores que



participaron de la evaluación. Los niveles equivalentes pueden superar los 55 dBA, pero este sobrepaso se debe a la actividad social inherente al ambiente. El ambiente no sólo obtuvo la Valoración Global del Paisaje Sonoro más alta de los ocho ambientes analizados, sino que también obtuvo las valoraciones globales visual y olfativa más altas.

El “Bosquecito de Psicología” (BO) representa también un área verde dentro del mismo Campus Universitario. Se trata de un espacio que cuenta con algunos edificios universitarios alrededor (correspondientes a la Facultad de Psicología, Facultad de Artes, Facultad de Filosofía y una biblioteca). Tiene césped, algunos árboles y no presenta pendientes (figura 84). Se encuentra junto a un espacio abierto usado como estacionamiento, a aproximadamente 50 m de calles de muy bajo flujo vehicular internas al Campus, y a más de 100 m de las principales vías de tráfico que atraviesan la Ciudad Universitaria. Es un ambiente frecuentado por estudiantes (en su mayoría de Psicología), los que suelen sentarse sobre el césped a estudiar o distenderse entre sus horas de clases. La afluencia de estudiantes es fuertemente dependiente de la época del año y del clima.



*Figura 84: “Bosquecito de Psicología” (BO), AARS identificado en el Campus de la UNC.*

A lo largo de las cuatro instancias de medición en BO, se obtuvieron valoraciones globales altas (ver figura 53). Los sonidos naturales y los sonidos de personas fueron las fuentes sonoras percibidas en forma predominante. El índice Verde medio fue de 1,8; representando el valor medio más alto de los ocho ambientes. En uno de los edificios lindantes que tiene ventanas hacia BO (Pabellón México de la Facultad de Artes), se dictan clases de violín, por lo que ocasionalmente estos sonidos musicales pueden ser oídos de modo leve en el ambiente (los que fueron considerados agradables por varios interactores). Los niveles sonoros equivalentes medios fueron los más bajos registrados en los ocho ambientes de Córdoba

analizados (52,2 dBA). Los niveles sonoros en el ambiente dependen principalmente de la afluencia de estudiantes. La Valoración Global del Paisaje Sonoro fue superior a “buena” (siendo sólo superada por BR). En el Modelo Perceptual del ambiente la totalidad de las mediciones se encontraron sobre el semieje positivo de Agrado (ver Sección 9.7).

Adicionalmente a estos dos ambientes, se identificaron otros dos AARS en la Ciudad Universitaria de la UNC. En estos ambientes también se aplicó la Metodología Zamba (MZ), sin embargo sus resultados no se incluyeron en los análisis centrales realizados en esta Tesis (ya que, como se indicó en la tabla 2 de la Sección 7.1, estos ambientes fueron evaluados mediante la estrategia SW<sup>17</sup> de adquisición de datos del AE). Estos dos ambiente son “Parque detrás del Teatrino” (AT) y Laguna de los Patos (PT).



Parque detras del Teatrino (AT)



Laguna de los Patos (PT)

*Figura 85: “Parque detrás del Teatrino” (AT) y Laguna de los Patos (PT), ambientes del Campus de la UNC no incluidos en los análisis de la Tesis<sup>18</sup> pero calificados como AARS.*

<sup>17</sup> Método también conocido como “Caminata Sonora”, realizado con interactores exógenos al ambiente y descrito en la Sección 6.1.3.

<sup>18</sup> Resultados de PT presentados en “Early identification of urban locations towards soundscape analysis” (Kogan et al., 2013).

El “Parque detrás del Teatrino” se trata de un área verde comprendida entre la parte posterior de un anfiteatro a cielo abierto y el frente del Pabellón México, ambos pertenecientes a la Facultad de Artes.

Laguna de los Patos corresponde al borde de una pequeña laguna cercada que alberga numerosos patos (figura 85). Análogamente, otras áreas verdes dentro del Campus de la UNC en las que no se aplicó la MZ, si se evaluaras podrían ser candidatas a calificar como AARS.

Por otro lado, entre los ambientes de otras ciudades en los que aplicó la MZ (y cuyos análisis no fueron incluidos en esta Tesis), se identificaron AARS de ambas calidades. Los mismos corresponden a: Parque Nacional a la Bandera (RR) en Rosario, Argentina (calidad estándar); “City Park Fountain 1” (FP), “City Park Fountain 2” (FL) y “Lundagard Square” (FU) en Lund, Suecia (calidad estándar); y Jardín Botánico (JB) en Valdivia, Chile (calidad alta) (ver figuras 86 y 87). Los ambientes FU y JB pertenecen a los Campus de “Lund University” y de la Universidad Austral de Chile, respectivamente<sup>19</sup>.

---

<sup>19</sup> Algunos resultados del Paisaje Sonoro en estos ambientes se presentaron en “Application of the Swedish Soundscape-Quality Protocol in one European and three Latin-American cities” (Kogan et al., 2016).



City Park Fountain 1 (FP)

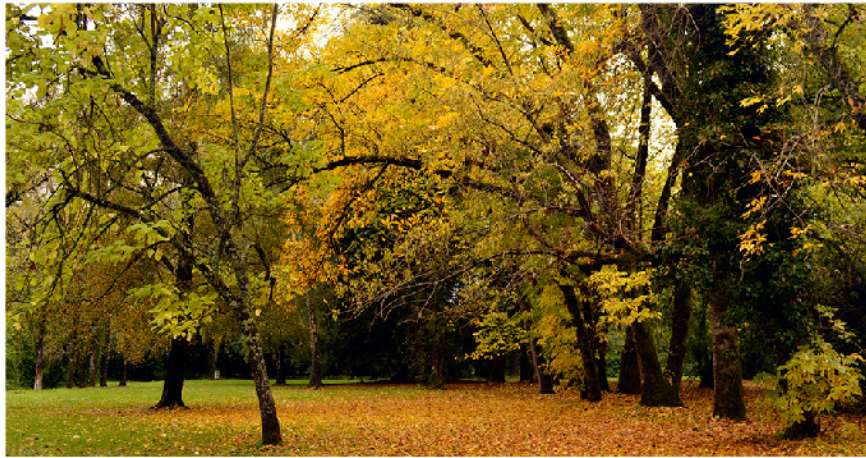


City Park Fountain 2 (FL)



Lundagard Square (FU)

*Figura 86: Ambientes identificados como AARS en Lund (Suecia).*



Jardín Botánico (JB)



Parque Nacional a la Bandera (RR)

*Figura 87: Ambientes identificados como AARS en Valdivia (JB) y en Rosario (RR).*

#### **14.4 IMPORTANCIA DE LOS AARS EN LA UNIVERSIDAD**

Como se revisó previamente, los AARS, además de favorecer la salud de la población aledaña, pueden favorecer la conectividad neuronal e incrementar el potencial cognitivo cuando las personas acceden a éstos (Andringa & Lanser, 2013; Gidlöf-Gunnarsson et al., 2007; Ulrich et al., 1991).

Debido a que varios de los ambientes que calificaron como AARS se encuentran dentro de campus de universidades, la comunidad universitaria constituye la principal receptora de sus beneficios. De este modo, un Campus que dispone de AARS puede favorecer la conectividad neuronal y el potencial cognitivo de sus estudiantes, profesores e investigadores. En especial, la libre asociación de ideas, la proyección hacia el futuro, la coordinación de pensamientos en función de metas y la flexibilidad cognitiva en el seguimiento de estrategias, representan aspectos de la cognición compleja favorecidos por las AARS que podrían beneficiar sustancialmente a la comunidad universitaria (Andringa & Lanser, 2013; Pheasant et al., 2010).

De este modo, los AARS podrían impactar positivamente en la calidad de las actividades académicas realizadas en una institución y, de este modo, en sus indicadores de medición. Sin duda, una Universidad que no cuenta con AARS estaría en posición desfavorable respecto de una Universidad que tiene AARS en su campus. Por ejemplo, cuando los niveles equivalentes superan los 55 dBA (Condición 3 incumplida del Criterio AARS), puede producirse falta de concentración e irritabilidad en la comunidad universitaria, especialmente en aquella perteneciente a las Ciencias Exactas (Zannin et al., 2013).

#### **14.5 GESTIÓN DE AARS**

¿Un Ambiente Acústico Renovador de la Salud perdura en el tiempo? Como se mencionó previamente, un ambiente puede ser considerado AARS en un momento del día o de la semana y no serlo en otro momento. Esto se debe a que podría incumplir por períodos con alguna/s de las condiciones de un AARS (ver 14.2). Esto podría suceder, por ejemplo, debido a la introducción de nuevas fuentes sonoras en el ambiente y/o del incremento de los niveles sonoros producidos por las fuentes existentes.

Si en un ambiente considerado AARS, o en sus alrededores, tienen lugar actividades que modifican el AA (ver definición de AA en Capítulo 5), de modo tal que deje de cumplirse alguna de las condiciones de los AARS, temporalmente dejará de considerarse AARS. Si las emisiones acústicas generadas por estas nuevas actividades se vuelven habituales, el ambiente perderá su condición de AARS. Algunas de las actividades que pueden amenazar a un AARS son el tráfico vehicular (ya sea terrestre o aéreo), bocinas, alarmas, el ingreso de automóviles al ambiente, construcciones y reparaciones en las inmediaciones, pirotecnia, presencia de comerciantes ruidosos, música reproducida por teléfonos celulares o desde automóviles, espectáculos amplificadas, entre otros. De esta manera, un ambiente que es considerado AARS en un momento no tiene por qué serlo a lo largo del tiempo.

Un AARS que no es protegido como tal queda librado al azar y al devenir del tiempo, el tráfico, el desarrollo tecnológico, la obra pública, la industria inmobiliaria, el comercio, la juerga. En tanto espacio público, es receptivo de cualquier otra forma de uso, la que podría ser generadora de ruido. Estos factores modificadores del Ambiente Acústico y amenazantes de un AARS, de ser librados al azar, seguramente acabarán por terminar con el AARS. Para que un AARS lo siga siendo, es imprescindible aplicar prácticas de gestión que garanticen su preservación. El primer paso en la gestión de un AARS está dado por su identificación, para lo que se sugiere el criterio descrito en la Sección 14.2. El segundo paso es preservarlo.



¿Cómo preservar un AARS? Para preservar un AARS es necesario gestionar las actividades que generen emisiones acústicas en el ambiente y su entorno, así como los días y horarios en que las mismas tienen lugar. Esto incluye limitar y regular espectáculos, actividades comerciales, música amplificada y toda otra actividad que amenace al AARS, en especial aquellos ruidos impulsivos o que alcancen altos niveles sonoros instantáneos (Health Council of the Netherlands, 2006).

En el caso de la música acústica ejecutada espontáneamente por los mismos interactores, dependiendo del caso, ésta podría constituir una actividad social inherente al ambiente y no repercutir negativamente en el AARS (como fue el caso del Parque de “Brujas” que se presentó en 9.6).

Lo mismo podría decirse de otros sonidos generados por las personas, si éstos son pertinentes a la interacción social propia del ambiente y cumplen con las expectativas acústicas por parte de los interactores, podrían ser admisibles (van Kamp et al., 2016). Sin embargo, hay límites que hacen al sentido común (por ejemplo, si las conversaciones entre visitantes se transforman en vociferaciones, discusiones o gritos, éstas deberán limitarse) (Guastavino, 2006; Traunmüller & Eriksson, 2000).

Existen otros tipos de sonidos que, aunque se encuentren vinculados a la actividad social propia de un parque, podrían ser receptados de modo desfavorable por parte de algunos visitantes, como es el caso de las bicicletas (Tse et al., 2012) y posiblemente los juegos de pelota. La causa de esto podría ser el estado de alerta (por posibles impactos) que estos sonidos generan sobre los visitantes que se encuentran en estado de relajación (Fields, 1993). Del mismo modo, es necesario evaluar toda fuente sonora indeseada por los visitantes, ya que podría llegar a representar un estresor que requiera de “atención inmediata” (Andringa & Lanser, 2013).

Para preservar un AARS, no sólo se deben limitar los ruidos en el interior del ambiente, sino que también se debe gestionar que la dinámica urbana, tráfico y actividades realizadas en torno a éste no lo afecten de tan manera que pierda su condición de AARS.

A tal fin, se recomienda implementar el monitoreo acústico del AARS, el que puede realizarse por medio de estaciones fijas de monitoreo acústico, o bien mediante

mediciones acústicas periódicas. En el primer caso, se podría integrar mediciones de calidad del aire (Manzoor et al., 2014).

En cuanto al ambiente y la percepción multisensorial del mismo (Condición 1 del Criterio AARS), se debe realizar un adecuado mantenimiento, preservando la vegetación, el estado del césped, limpieza, iluminación y seguridad. Se debe procurar que las tareas de mantenimiento del ambiente generen el menor impacto acústico y visual posible (por ejemplo, ejecutándose en días, horarios y/o climas de baja afluencia de visitantes).



La gestión de Paisaje Sonoro urbano debe comprender un plan de acción a futuro y estrategias enmarcadas en políticas de salud pública ambiental y desarrollo urbano. En este sentido, se debe velar por la exposición de cada vez menos porcentaje de la población a niveles sonoros que superen los valores recomendados por organismos de salud pública (Ambiente, 1995; Berglund et al., 1999; Health Council of the Netherlands, 2006; von Lindern et al., 2016).

Por otro lado, estas políticas debieran abogar por la cercanía de áreas verdes a las viviendas de cada vez más porcentaje de la población, así como por la gestión de estas áreas de modo que éstas constituyan AARS sostenibles (Andringa et al., 2013; Booi & van den Berg, 2012; Kaplan, 1995; Murel, 2013; Pheasant & Watts, 2015; van Kamp, et al., 2016).

En este sentido, la gestión de AARS no sólo comprende la identificación de AARS existentes y su preservación, sino que debiera contemplar la planificación para la creación de nuevos AARS. La generación de nuevos AARS debiera estar guiada por metas de salud pública. Esta labor podría considerar la identificación de ambientes que dejaron de ser AARS y puedan volver a serlo, potenciales ambientes que pueden ser gestionados para transformarse en AARS y diseño de nuevos AARS.



## 15. ORIENTACIONES PARA EL DISEÑO DEL PAISAJE SONORO

La función que cumplen los diferentes ambientes urbanos para la población, las actividades que las personas realizan en los mismos, los estados que las personas requieren tener para realizar estas actividades y el modo en que el sonido ambiental puede favorecer u obstaculizar esos estados, constituyen la base para el diseño del Paisaje Sonoro.

Basándose en el concepto de “affordance” abordado en el Apartado 3.10.7, en los antecedentes de diseño del Paisaje Sonoro, y en los modelos perceptuales revisados (ver secciones 3.10 y 4.3), se plantea una serie de interrogantes que pueden ser empleados como criterio orientador para el diseño del Paisaje Sonoro. Estos interrogantes, que se puntúan a continuación, se denominan *Preguntas Orientadoras del Diseño (POD)*.

### 15.1 PREGUNTAS ORIENTADORAS DEL DISEÑO (POD)

1. ¿Qué tipos de actividades se espera que la población pueda llevar a cabo en el ambiente cuyo Paisaje Sonoro se busca diseñar?
2. ¿Qué estados (mentales, emocionales, físicos) requieren las personas para poder realizar esas actividades?
3. ¿Cuáles son las características que tendría que tener el ambiente acústico para favorecer esos estados de las personas?
4. ¿Las características del ambiente acústico que favorecen las distintas actividades, son compatibles entre sí? Si no lo fueran, ¿es factible llegar a una solución acústica común?
5. ¿Qué tipos de fuentes sonoras son las que promueven los estados que las personas requieren para desarrollar las actividades previstas? ¿Cuáles fuentes sonoras van en detrimento de esos estados?
6. ¿Qué niveles sonoros relativos deben tener las distintas fuentes sonoras? ¿Qué niveles sonoros globales no deben superarse? ¿Hay algún requerimiento espectral?
7. ¿Cómo se espera que sea la dinámica diaria, semanal y estacional del ambiente acústico y de las diferentes fuentes sonoras previstas?
8. ¿Existen marcas sonoras en el ambiente o su entorno que sea necesario preservar?
9. ¿Qué restricciones acústicas deberían fijarse sobre los usuarios del ambiente o sobre las actividades realizadas en los espacios linderos a fin de preservar las condiciones acústicas diseñadas? ¿En qué horarios deben operar estas restricciones?

## 15.2 DISEÑO DE AARS

Las POD pueden aplicarse para el diseño de AARS. Por los motivos expuestos previamente, en un AARS las fuentes sonoras naturales deben primar por sobre las fuentes de origen mecánico o tecnológico, en especial sobre el tráfico vehicular. Esta premisa ya responde a algunas de las POD, encauzando así parte de los objetivos de diseño.

Por otra parte, como se trató en el Apartado 3.10.7, los modelos perceptuales del PS, en conjunto con bases de datos de paisajes sonoros evaluados de acuerdo a estos modelos, pueden ser empleados como punto de partida para el diseño de nuevos AARS. De este modo, conocer la composición y características de los AA evaluados, así como sus evaluaciones de acuerdo a modelos perceptuales, podrían ayudar a diseñar nuevos ambientes en base a la experiencia. En este sentido, entre las dimensiones perceptuales propuestas en la bibliografía, las siguientes podrían considerarse pertinentes al diseño de un AARS: “placentero”, “calmo”, “confortable”, “puro”, “pacífico”, “liviano”, “estimulante” y “dinámico” (Axelsson et al., 2010; Cain et al., 2013; Guillén & López Barrio, 2007; Kawai et al., 2004; Viollon & Lavandier, 2000; Zeitler & Hellbrück, 2001).

Como se trató en la Sección precedente, un AARS debe estar constituido principalmente por elementos naturales. De este modo, entre los elementos de diseño a considerarse, uno que resulta imprescindible son los árboles, los que brindan múltiples beneficios sobre el ambiente. Por un lado, favorecen en forma directa su condición natural, generando, entre otros beneficios, oxígeno y regulación térmica (Pheasant & Watts, 2015). Por otra parte, los árboles extienden el ecosistema natural al ámbito urbano, lo que, no solamente incrementa la calidad de vida de la población (Kaplan, 1995; Murel, 2013), sino que permite que la avifauna y otras especies naturales habiten el ambiente. Algunas de estas especies, especialmente algunas aves cantoras, enriquecen el Paisaje Sonoro, incrementando aún más su componente natural y su valoración por parte de la población (Hong & Jeon, 2012; Tse et al., 2012).

Adicionalmente, los árboles, al ser movidos por el viento constituyen una nueva fuente de sonidos naturales, la cual ha sido considerada como la preferida por los visitantes de parques urbanos en Hong Kong (Tse et al., 2012). Otro beneficio es que la presencia de árboles, arbustos y vegetación en general, aunque no genere atenuaciones considerables en la propagación sonora (excepto elevadas densidades de vegetación en grandes distancias y para altas frecuencias) (Tarrero, 2011), sí tienen la capacidad de reducir la sensación percibida de ruido (ten Brink et al., 2016). Esto se debe a mecanismos de procesamiento emocional que pudieron ser verificados mediante EEG (Yang et al., 2011).

De esta manera, la presencia de árboles y otro tipo de vegetación, no sólo mejora el ambiente incrementando sus condiciones naturales, sino que también lo hace sobre el ambiente experimentado (AE) por los interactores. Esta mejora sobre el AE se puede producir tanto en términos auditivos, visuales, olfativos, térmicos, como

psicológicos (Kaplan & Kaplan, 1989; Murel, 2013; Payne, 2011; Pheasant & Watts, 2015).



El ambiente que alberga un AARS debería encontrarse a una distancia tal de las vías de tráfico que los niveles sonoros equivalentes no superen los 55 dBA dentro del mismo (Berglund et al., 1999), según se detalló en el Criterio AARS (ver Sección 14.2). En caso de encontrarse a menor distancia, se debe evaluar el tipo de ruido vehicular presente y, en función de ello, tomar medidas para la mitigación de este ruido (las que pueden ir desde la redistribución del tráfico rodado hasta la disposición de barreras acústicas y otros mecanismos de mitigación) (Kotzen & English, 2009).

Por otra parte, en el diseño de un AARS debe considerarse especialmente la inclusión de instalaciones con agua (fuentes, chorros, cascadas, lagunas, canales), las que generan varios beneficios sobre el ambiente (ver 3.10.3 y 13.3). Estos beneficios pueden ser auditivos, visuales, térmicos, psicológicos, sobre el ecosistema (por ejemplo atrayendo especies, las que a su vez generan nuevos sonidos naturales).

En cuanto al Paisaje Sonoro, como se abordó en la Parte I, las instalaciones con agua, como las fuentes, pueden ser proyectadas de modo de obtener diferentes beneficios acústicos, especialmente si cuentan con grandes caudales de agua en caída (ver Apartado 3.10.3) (Galbrun & Calarco, 2014; Jeon et al., 2012). Como se trató previamente, uno de los beneficios acústicos estos caudales es el enmascaramiento que producen sobre el ruido de tráfico (Nilsson et al., 2010). De esta manera, los sonidos del agua en la ciudad pueden mejorar tanto el AA como sobre el AE (ver Sección 13.3).

Algunos factores que influyen en forma favorable un AARS y que deben ser considerados en el proceso de diseño son: la variedad visual y de colores, la diversidad de vegetación, la presencia de flora en estado silvestre, el estado del césped, la espaciosidad y los olores (Pheasant & Watts, 2015).

Por otro lado, se debe tener en cuenta algunos aspectos prácticos, como la inclusión de facilidades para sentarse, bebederos de agua potable, sanitarios, cestos de basura y, dependiendo del tipo de ambiente, juegos infantiles, entre otras. Sin embargo, es preciso que estas facilidades no sean excesivas para no vayan en detrimento del medio natural (Jabben et al., 2015).



## CONCLUSIONES

1. Las múltiples dimensiones intervinientes en el Paisaje Sonoro pueden ser sintetizadas mediante un Modelo Conceptual que comprende las *entidades Ambiente, Ambiente Acústico y Ambiente Experimentado*. Estas entidades están interrelacionadas y engloban a su vez subgrupos de dimensiones de distinta naturaleza, denominados *componentes*.
2. Los datos del Paisaje Sonoro pueden ser adquiridos mediante una metodología que articula varias técnicas de modo sincrónico. Esta metodología se denomina *Zamba* y articula mediciones acústicas, dos técnicas de grabación de audio, video, fotografía y encuestas a los interactores.
3. La Metodología Zamba fue probada y aplicada en 30 ambientes públicos y abiertos correspondientes a cuatro ciudades: Córdoba y Rosario de Argentina, Lund de Suecia y Valdivia de Chile. Estos ambientes incluyen campus universitarios, parques, plazas, peatonales, fuentes de agua y vías de tráfico.
4. Los paisajes sonoros urbanos fueron descritos mediante un conjunto de variables correspondientes al Ambiente Acústico y al Ambiente Experimentado; y con ellas se analizaron ocho ambientes de la ciudad de Córdoba. Se identificaron dos conglomerados de ambientes en base a sus similitudes multivariadas, los que corresponden a ambientes “céntricos” y a ambientes “no céntricos”.
5. Algunos paisajes sonoros urbanos presentan características de inestabilidad, ya sea espacial y/o temporal, mientras que otros son más bien estables. Por este motivo, para caracterizar el Paisaje Sonoro en un ambiente es necesario su abordaje sistémico, así como del empleo de herramientas acordes a estas cualidades complejas e inestables.
6. Se encontró incidencia significativa de factores sociodemográficos y de las percepciones visuales y olfativas sobre la valoración del Paisaje Sonoro. Además, se observó que la música acústica puede tener influencia positiva en el Paisaje Sonoro de ambientes céntricos.
7. Los sonidos naturales producen beneficios en el Paisaje Sonoro urbano, incidiendo tanto sobre las variables físicas como sobre las perceptuales. Los efectos favorables se verificaron tanto en áreas verdes, como lejos de las vías de tráfico y cuando la percepción de sonidos naturales es mayor que la de tráfico. Los efectos favorables de las fuentes de agua se observaron especialmente en sus cercanías y cuando las mismas son caudalosas y se encuentran en ambientes con presencia de ruido vehicular.
8. Se propuso un índice sencillo de aplicar, denominado Índice Verde, para la clasificación de los paisajes sonoros de acuerdo a los sonidos naturales y de tráfico que son percibidos. La clasificación de los paisajes sonoros según este

índice produjo diferencias significativas en las variables analizadas, mostrando ser un buen predictor de la valoración del Paisaje Sonoro.

9. Se definió el concepto de *Ambiente Acústico Renovador de la Salud (AARS)* y se propuso un procedimiento, denominado *Criterio AARS*, para su identificación y para la clasificación de su calidad.
10. Se aplicó el Criterio AARS en los ambientes estudiados. Se identificaron algunos AARS, varios de los cuales están conformados por áreas verdes dentro de campus universitarios, lo que podría favorecer las capacidades cognitivas de la comunidad universitaria usuaria de los mismos.
11. El Paisaje Sonoro en ambientes urbanos puede ser diseñado para generar beneficios en la población y debe ser gestionado para su conservación. Se brindan sugerencias para el diseño del Paisaje Sonoro mediante un conjunto de *Preguntas Orientadoras del Diseño (POD)*. Se emitieron recomendaciones específicas para la gestión y diseño de AARS.

**Se aportaron metodologías, criterios e instrumentos que contribuyen a vehiculizar el Paradigma del Paisaje Sonoro**, el que considera al sonido un recurso, ubica al ser humano en el centro de su constitución y supone un abordaje sistémico e interdisciplinario, trascendiendo las fronteras de la Acústica Ambiental.

## TRABAJO FUTURO

El paradigma del Paisaje Sonoro (PPS) implica la generación de nuevos interrogantes, puntos de partida epistémicos, objetivos, métodos, herramientas, técnicas, procedimientos, enfoques de interpretación, soluciones y prácticas de gestión. De este modo, el PPS trasciende las fronteras disciplinares y representa un cambio de paradigma en el modo de concebir el sonido ambiental (Brown, 2010; Kuhn, 2011). El PPS representa un caso de *transdisciplina*, ya que implica el encuentro de diferentes disciplinas para la creación de un nuevo campo del conocimiento (Klein, 2010). Este nuevo campo interdisciplinario involucra tanto la investigación, como la gestión y el diseño del Paisaje Sonoro (PS) (Kang et al., 2016).

Para poder profundizar en estas prácticas es necesario conformar equipos integrados por profesionales de distintas disciplinas. Estos profesionales tienen el desafío de identificar y comprender los problemas del espacio público en relación al Paisaje Sonoro y construir en forma mancomunada sus soluciones. Para lograr resultados efectivos, esta tarea podría realizarse siguiendo métodos específicos de trabajo en equipo interdisciplinario (Bammer, 2013; VVAA, 2005) y no solamente mediante la yuxtaposición de disciplinas, la que según Klein (2010) implica *multidisciplina* en lugar de interdisciplina.

Entre las disciplinas cuya presencia nutriría los equipos de trabajo en PS se encuentran las Ciencias Ambientales, Ciencias de la Salud, Biología, Urbanismo, Ingeniería, Arte, Diseño, Gestión Pública y Cultural, Transporte, Demografía y Sociología (Davies et al., 2013).

En este sentido, el presente trabajo tiene la limitante de que se trata de un abordaje mayoritariamente unipersonal enmarcado de una instancia académica correspondiente a un área disciplinar específica. Por este motivo, el avance realizado en el mismo presenta límites que difícilmente pueden ser sorteados. En la investigación realizada se contó con asesores de otras disciplinas, y las herramientas de las Ciencias de la Ingeniería que se aplicaron fueron complementadas con técnicas provenientes de otras áreas del conocimiento.

Otra característica que debieran tener los equipos interdisciplinarios de trabajo en PS es su componente multiestamentaria, conformándose con profesionales pertenecientes a la administración pública y la academia, así como con representantes de la ciudadanía y del sector privado.

En particular, la conformación de equipos interdisciplinarios resulta fundamental para implementar experiencias de diseño del Paisaje Sonoro en ambientes urbanos. La visión a largo plazo de este campo del conocimiento consiste en diseñar la acústica del espacio público. Al respecto, los especialistas en la materia tienen un rol clave en la organización del equipo interdisciplinario, en la articulación de su progreso y en el seguimiento de pautas técnicas. El trabajo interdisciplinario debiera devenir en la generación de nuevos criterios, métodos y herramientas para la investigación, de

acuerdo a la concepción paradigmática planteada que considera al PS un Sistema Complejo.

En este trabajo se hizo evidente la necesidad de generar nuevas herramientas que permitan investigar en profundidad la naturaleza de estos sistemas complejos, los que presentan características inestables y no determinísticas.

Por otra parte, es preciso comprender en forma más precisa otros aspectos intervinientes en el Paisaje Sonoro. Algunos de estos aspectos son: los roles de la fauna; la caracterización de las fuentes sonoras o situaciones que, aun siendo naturales pueden generar efectos negativos en las personas; el estudio de fuentes sonoras tecnológicas favorables o necesarias en el PS; la caracterización de las situaciones y condiciones en que la música puede considerarse un activo sonoro urbano. El mayor conocimiento de estos fenómenos podría ayudar a potenciar prácticas de gestión.

Otro desafío para las Ciencias de la Ingeniería en la investigación del PS es generar tecnología capaz de discriminar fuentes sonoras urbanas (Bunting & Chesmore, 2013). Esta capacidad permitiría, por ejemplo, obtener el Índice Verde (I.V.) mediante mediciones objetivas. De este modo, se podría monitorear automáticamente las fuentes sonoras presentes en el ambiente, obtener el I.V. y alimentar de esta manera modelos predictivos de calidad del Paisaje Sonoro (Aletta et al., 2016; Axelsson et al., 2013).

Éstos representan sólo algunos de los aspectos a abordar dentro de esta compleja y fructífera temática en incipiente desarrollo.







## AGRADECIMIENTOS

Esta Tesis es producto de la superación de numerosos obstáculos de distinta naturaleza. Sin esos obstáculos no se hubieran podido desarrollar los mecanismos para sobreponerse a ellos, los que sin duda contribuyeron al resultado final. Por tanto, como autor del trabajo debo agradecer en primer lugar a aquellos seres incondicionales, que me acompañaron y guiaron en la adversidad, lo cual fue vital para poder sobreponerme a los obstáculos. En segundo lugar, debo agradecer a aquellas personas que me prestaron apoyo práctico (o teórico) para la consecución de las metas. En tercer lugar, debo agradecer a los obstáculos, ya que ellos hicieron más alto mi desafío.

Gracias a...

Juan Salvador, por ser mi mayor guía e inspiración. Todo esto es para ti. A mi madre, cariño incondicional que da soporte continuo y en momentos críticos es agua de sequía. A Horacio, mi “nuevo padre” sin que lo hayamos sabido hasta hoy. Tus “layers” y tu cariño enriquecieron mi proyecto. A Ariel, en homenaje a la amistad, a Olga, potenciando su alcance; a Majo, en otro fallido intento de compensar “el día a día” no vivido; a Futo, por tu presencia en el silencio (de mi). Al cariño subyacente bajo la relación con mis hermanas. A mis tíos, primas y sobrinitas por la contención masiva, cual vasija de barro. A Anita, por tanto amor y dolor, tanta compañía y vacío. Fuiste la persona más presente y ausente de esta Tesis. A mi padre, por su música y enigmas. A la danza y a toda la gente linda que me abrazó con encuentros, cual desayunos emocionales para mi trabajo. A Mirta, Ailén, María José y María Gabriela por regarme con sus saberes, gracias por el sostén para sobreponerme. A Amanda, por el fueguito del final. A todos mis amigos de la distancia, su existencia me es gravitacional.

A Claudia, por posibilitar mi llegada, por tu afecto, tu gran visión y tus buenas intenciones. Gracias también por tu ocasional animosidad, me permitió reconstruirme una y otra vez con un nuevo ingrediente. A María, por el gran compañerismo y tantas ayudas; a Fer, por tu ejemplo en que quehacer y por tu apoyo. A Bruno, por tu pasión y lealtad. A Jorge Arenas, por acompañarme a lo largo de toda mi formación en Acústica, desde hace 23 años en que elegí este rumbo hasta hoy. Gracias por creer en mí y apoyar mis ideas, por más extravagantes que pareciesen. A Federico Miyara, por creer en mi proyecto y apoyarme desde el día 1. A la Dra. Rolla Bertoli por su esfuerzo y generosa devolución, a Manuel Eguía por su valoración a este trabajo y a Marcelo García por su apoyo. A Lucio, Gusti, Nahuel, Hernán, Aylén, Mecha y Fabi por sus aportes al proyecto. A Marina, Martín, Moni y Laura por su calidez y apoyo. A Agus, Ana Luz, Guille, Seba, Diego y Valen por el diario compartir y las “bancadas”.

A José y Marta, por el apoyo y gran compromiso con la tarea, a Alicia y a Lorena por sostener con tesón el Programa. A Alejandra por su diligencia.

Al CINTRA, a la SCTyP de la UTN, a la FCEfyN de la UNC, al Programa Erasmus Mundus y a la Universidad de Lund por mediar los canales para poder llegar a esta instancia.



## ANEXO

### Producción científica derivada de la elaboración de la presente Tesis y de su investigación conexa

#### Artículos:

Kogan, P., Arenas, J. P., Bermejo, F., Hinalaf, M., & Turra, B. (2017). A Green Soundscape Index (GSI): the potential of measuring the perceived balance between natural sound and traffic noise. *Science of The Total Environment* (en prensa).

Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., & Hinalaf, M. (2017). A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape. *Science of The Total Environment*, 580, 1068–1077. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.061>

Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., Zeballos, F., Hinalaf, M., & Pérez, J. (2016). Application of the Swedish Soundscape-Quality Protocol in one European and three Latin-American cities. In Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics, International Commission for Acoustics (ICA), Buenos Aires. ISBN 978-987-24713-6-1.

Turra, B., Kogan, P., & Bartolino-Luna, A. (2016). Una caminata sonora en la ciudad de Rosario, Argentina. XIII Congreso Argentino de Acústica AdAA 2015 - Actas. Asociación de Acústicos Argentinos, Buenos Aires. ISBN 978-987-24713-5-4.

Kogan, P., Turra, B., Boiero, G., & Pérez, J. (2014). ¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del agua en el paisaje sonoro urbano. In J. P. Arenas (Ed.), Actas del IX Congreso Iberoamericano de Acústica. Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ISBN 978-956-9412-13-4.

Kogan, P., Bard, D., Arenas, J. P., Miyara, F., Pérez Villalobo, J., & Turra, B. (2013). Early identification of urban locations towards soundscape analysis. Proc. 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Innsbruck. ISBN 978-1-63266-267-5.

Verzini, A. M., & Kogan, P. (2013). Un abordaje para el estudio del Paisaje Sonoro. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento*, 2013, Suplemento (Julio), 441–443, Córdoba. ISSN 1852-4206.

Kogan, P. (2012b). Paisaje Sonoro: ¿una metamorfosis de la acústica ambiental? *Revista SONAC, Ingeniería de Sonido y Acústica, UDLA*, ISSN: 1390-6348, Quito.

#### Capítulos de libros:

Kogan P. (2018). “Beneficios para la Salud del Paisaje Sonoro en Áreas Verdes Urbanas” Capítulo de libro en: “Ruido y Salud”. Orozco, M. G. y González A. (Coord.). En prensa. Universidad de Guadalajara / Saulo A. Cortés Arévalo Orgánica Editores, Guadalajara. (en prensa).

Kogan, P. (2012a). El Paradigma del Paisaje Sonoro. In M. Orozco & E. González (Eds.), *Ruido en ciudades latinoamericanas: bases para su gestión* (pp. 125–136). Universidad de Guadalajara / Saulo A. Cortés Arévalo Orgánica Editores, Guadalajara. ISBN 978-607-8113-12-5.

### **Resúmenes:**

Kogan, P., Miyara, F., Arenas, J. P., & Arias, C. (2013). Soundscape Approach: A Preliminary Exploration of the Urban Study Sites. In *Proceedings of the 40th Italian Annual Conference on Acoustics (AIA), 39th German Annual Conference on Acoustics (DAGA), combined with European Acoustics Association (EAA) Euroregio*. Merano: EAA.

### **Póster:**

Kogan, P. (2015). Paisaje Sonoro Urbano: Investigación Exploratoria para su Abordaje mediante Sistemas de Información Geográfica. Primer Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ingeniería y Tecnología, Vaquerías, Córdoba.

Kogan, P. (2014a). Desarrollo y aplicación de metodologías para la medición multidimensional del Paisaje Sonoro urbano. Terceras Jornadas de Intercambio y Difusión de los Resultados de Investigaciones de los Doctorandos en Ingeniería, Mendoza: Universidad Tecnológica Nacional.

Kogan, P. (2012d). Paisaje Sonoro urbano: Fundamentos y propuesta metodológica para su abordaje. II Jornadas de Intercambio y Difusión de Doctorandos en Ingeniería de la UTN, Córdoba.

### **Presentaciones orales:**

Kogan, P., & Espinosa, R. (2016). Paisaje Sonoro en ambientes de la Ciudad de Córdoba, Argentina. Curso de Posgrado “Estadística y Biometría”, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Kogan, P. (2016). Paisaje Sonoro: Ingeniería, Psicología y Cine. Clase abierta en Cátedra Sonido III, Licenciatura en Cine y Televisión, Facultad de Artes, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

Kogan, P. (2015b). Investigación del Paisaje Sonoro. Conferencia Invitada, Cátedra Metodología de la Investigación, Licenciatura en Psicología, Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Kogan, P. (2015c). Investigación del Paisaje Sonoro Urbano. Conferencia Invitada en Cátedra Métodos y Técnicas de la Investigación Científica, Licenciatura en Fonoaudiología, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Kogan, P. (2015d). Paisaje Sonoro Ambiental. Conferencia Invitada. Facultad de Arte y Diseño, Universidad Provincial de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Kogan, P. (2014b). Investigación del Paisaje Sonoro mediante Herramientas de Información Geográfica. Conferencia Invitada Seminario de Investigación Científica, Maestría en Ingeniería Ambiental, FRC, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba.

Kogan, P., Turra, B., & Boiero, G. (2014). Calidad del Paisaje Sonoro en Espacios Urbanos. III Jornadas Interdisciplinarias de Acústica. Encuentro entre el Grupo de Acústica y Vibraciones de la Universidad de Río Cuarto y el CINTRA, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba.

Kogan, P. (2013). Objective-subjective assessment of urban soundscape. Seminar on Renewable Energy Environmental Impact. Noise and Vibrations. Lund, Sweden.

Kogan, P., Pérez Villalobo, J., & Turra, B. (2013). Exploración preliminar del Paisaje Sonoro en la ciudad de Córdoba, Argentina. II Jornadas Interdisciplinarias de Acústica. Encuentro entre El LAE, UNR y El CINTRA, UTN-FRC, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba.

Kogan, P., & Turra, B. (2013). Hacia el monitoreo integral del Paisaje Sonoro. III Jornadas de Acústica JOSAC, Cátedra Fundamentos de Acústica y Electroacústica, Dpto. de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional Córdoba, UTN, Córdoba.

### **Informes:**

Kogan, P. (2017). Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias de la Universidad Tecnológica Nacional (Informe Final). Córdoba.

Kogan, P. (2016). Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (Informe de Avance Doctoral No. 3). Córdoba, Argentina: Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Kogan, P. (2016). Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias de la Universidad Tecnológica Nacional (Informe Anual No. 5). Córdoba.

Kogan, P. (2015). Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (Informe de Avance Doctoral No. 2). Córdoba, Argentina: Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Kogan, P. (2015). Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias de la Universidad Tecnológica Nacional (Informe Anual No. 4). Córdoba.

Kogan, P. (2015a). Análisis multivariado del Paisaje Sonoro en espacios urbanos estratégicos de Córdoba (Argentina) y Lund (Suecia) (Informe Final de Curso de Posgrado Análisis Multivariado). Córdoba, Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.

Kogan, P. (2014). Proceso asistido por GIS para la selección de la ubicación de una de fuente de agua a fin de enmascarar el ruido vehicular y mejorar el Paisaje Sonoro circundante (Informe final de curso de Posgrado "SIG: Evaluación multiobjetivos"). Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán.

Kogan, P. (2014). Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (Informe de Avance Doctoral No. 1). Córdoba, Argentina: Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Kogan, P. (2014). Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias de la Universidad Tecnológica Nacional (Informe Anual No. 3). Córdoba.

Kogan, P. (2013). Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias de la Universidad Tecnológica Nacional (Informe Anual No. 2). Córdoba.

Kogan, P. (2012). Beca para la Formación de Doctores en Áreas Tecnológicas Prioritarias de la Universidad Tecnológica Nacional (Informe Anual No. 1). Córdoba.

Kogan, P. (2012). Doctorado en Ciencias de la Ingeniería (Plan de Trabajo Doctoral). Córdoba, Argentina: Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Kogan, P. (2012). Investigación del Paisaje Sonoro mediante Herramientas de Información Geográfica (Proyecto de Investigación y Desarrollo No. PID UTN 1694). Córdoba, Argentina: CINTRA UA CONICET, UTN-FRC.

Kogan, P. (2011). Desarrollo de herramientas para el análisis del Paisaje Sonoro urbano y estudio de sus correlaciones con las técnicas convencionales de evaluación acústica ambiental (Propuesta Doctoral). Buenos Aires: Universidad Tecnológica Nacional.



## REFERENCIAS

- Adams, M., Bruce, N. S., Davies, W. J., Cain, R., Jennings, P., Carlyle, A., Plack, C. (2008). Soundwalking as a methodology for understanding soundscapes. In *Proceedings of the Institute of Acoustics* (Vol. 30 Pt. 2, pp. 552–558). Reading, U.K.: Institute of Acoustics.
- Aletta, F., & Kang, J. (2015). The soundscape approach in an urban regeneration project. *Urbanistica Informazioni*, 263(2), 13–15.
- Aletta, F., Kang, J., & Axelsson, Ö. (2016). Soundscape descriptors and a conceptual framework for developing predictive soundscape models. *Landscape and Urban Planning*, 149, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.02.001>
- Aletta, F., Margaritis, E., Filipan, K., Romero, V. P., Axelsson, Ö, & Kang, J. (2015). Characterization of the soundscape in Valley Gardens, Brighton, by a soundwalk prior to an urban design intervention. Presented at the Euronoise 2015. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4855.0807>
- Alves, S., Scheuren, J., & Altreuther, B. (2016). Review of recent EU funded research projects from the perspective of urban sound planning: do the results cope with the needs of Europe's noise policy? *Noise Mapping*, 3(1). <https://doi.org/10.1515/noise-2016-0007>
- Ambiente, E. M. de O. P., Transportes y Medio. (1995). Reducción del ruido en el entorno de las carreteras. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Dirección General de Carreteras.
- Ando, Y. (1985). *Concert Hall Acoustics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-69810-1>
- Ando, Y. (1998). *Architectural Acoustics: Blending Sound Sources, Sound Fields, and Listeners*. Springer New York.
- Ando, Y. (2010). *Auditory and Visual Sensations*. New York, NY: Springer New York. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/b13253>
- Ando, Y., & Pompoli, R. (2002). Factors to be Measured of Environmental Noise and Its Subjective Responses Based on the Model of Auditory-brain System. *JOURNAL OF TEMPORAL DESIGN IN ARCHITECTURE AND THE ENVIRONMENT*, 2(1).
- Andringa, T. C., & Lanser, J. J. L. (2013). How pleasant sounds promote and annoying sounds impede health: a cognitive approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(4), 1439–1461. <https://doi.org/10.3390/ijerph10041439>
- Andringa, T. C., Weber, M., Payne, S. R., Krijnders, J. D. (Dirkjan), Dixon, M. N., Linden, R. v d, Lanser, J. J. L. (2013). Positioning soundscape research and management. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(4), 2739–2747. <https://doi.org/10.1121/1.4819248>
- Annerstedt, M., Jönsson, P., Wallergård, M., Johansson, G., Karlson, B., Grahn, P., Währborg, P. (2013). Inducing physiological stress recovery with sounds of nature in a virtual reality forest Results from a pilot study. *Physiology & Behavior*, 118, 240–250. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.05.023>
- Axelsson, O. (2011). Progress in soundscape research requires a common agenda. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(4), 2495–2495. <https://doi.org/10.1121/1.3654925>
- Axelsson, Ö. (2015). How to measure soundscape quality. In *Proceedings of the Euronoise Conference* (pp. 1477–1481). Maastricht: EAA-NAG-ABAV.

- Axelsson, O., Berglund, B., & Nilsson, M. E. (2005). Soundscape assessment. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 117(4), 2591–2592. <https://doi.org/10.1121/1.4777302>
- Axelsson, Ö., Birgitta Berglund, & Molero Suárez, M. (2010). Soundscape management urgently needed in developing countries. Presented at the Inter Noise 2010 : Paper No. in10\_781, Portuguese Acoustical Society. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:389776>
- Axelsson, Ö., Lundén, P., & Nilsson, M. E. (2013). Sound Cities : Computational modelling of urban soundscape quality. Presented at the The 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering Inter Noise 2013. Noise Control for Quality of Life. Innsbruck, Austria. Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:676355>
- Axelsson, Ö., & Nilsson, M. E. (2010). On sound source identification and taxonomy in soundscape research : Paper No. in10\_780. In Inter Noise 2010. Inter Noise 2010 Lisbon, Portugal : Portuguese Acoustical Society. Retrieved from <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-53082>
- Axelsson, Ö., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2009). A Swedish instrument for measuring soundscape quality. In *Proceedings of the Institute of Acoustics* (Vol. 31 Pt.3, pp. 199–206). Edinburgh: Institute of Acoustics.
- Axelsson, Ö., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2010). A principal components model of soundscape perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 128, 2836–2846. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1121/1.3493436>
- Axelsson, Ö., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2012a). The Swedish soundscape-quality protocol. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3476–3476. <https://doi.org/10.1121/1.4709112>
- Axelsson, Ö., Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2012b). Validation of the Swedish soundscape quality protocol. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3474–3474. <https://doi.org/10.1121/1.4709104>
- Azqueta Oyarzun, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. McGraw-Hill.
- Balzarini, M., Bruno, C., Córdoba, M., & Teich, I. (2015). *Herramientas en el Análisis Estadístico Multivariado*. Córdoba: Brujas Argentinas. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/286931204\\_Herramientas\\_en\\_el\\_Analisis\\_Estadistico\\_Multivariado](https://www.researchgate.net/publication/286931204_Herramientas_en_el_Analisis_Estadistico_Multivariado)
- Balzarini, M., Milligan, S. B., & Kang, M. S. (2001). Best linear unbiased prediction: A mixed model approach in multi-environment trials. In *Crop Improvement: Challenges in the 21st Century* (pp. 102–113). Binghamton NY: Food Products Press Inc.
- Bammer, G. (2013). *Disciplining Interdisciplinarity*. ANU Press. Retrieved from <http://press.anu.edu.au/publications/disciplining-interdisciplinarity>
- Basso, G. (2006). *Percepción Auditiva*. Universidad Nacional de Quilmes.
- Beer, R. D. (2000). Dynamical approaches to cognitive science. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(3), 91–99. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01440-0](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01440-0)
- Bello, G. N. (2003). *Una aproximación al paisaje como patrimonio cultural, identidad y constructo de una sociedad*. Universidad Central de Chile, Fac. de Arquitectura, Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y Del Paisaje, Santiago de Chile.
- Belojevic, G., Jakovljevic, B., & Slepcevic, V. (2003). Noise and mental performance : Personality attributes and noise sensitivity. *Noise and Health*, 6(21), 77.
- Bento Coelho, J. . (2010). *A paisagem sonora como instrumento de design e engenharia em meio urbano*. XXIII Encontro Da Sociedade Brasileira de Acústica, Salvador-BA.

- Beranek, L. L. (1986). *Acoustics* (Edición: Rev Sub). New York, N.Y: American Institute of Physics.
- Berglund, B., & Lindvall, T. (1995). *Community Noise*. Stockholm: World Health Organization.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. H., & Team, W. H. O. O. and E. H. (1999). Guidelines for community noise. OMS. Retrieved from <http://www.who.int/iris/handle/10665/66217>
- Berglund, B., & Nilsson, M. E. (2006). On a Tool for Measuring Soundscape Quality in Urban Residential Areas. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 938–944.
- Booi, H., & van den Berg, F. (2012). Quiet Areas and the Need for Quietness in Amsterdam. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(4), 1030–1050. <https://doi.org/10.3390/ijerph9041030>
- Bottalico, P. (2016). Construction noise impact on wild birds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 139(4), 2090–2090. <https://doi.org/10.1121/1.4950203>
- Brambilla, G., Gallo, V., & Zambon, G. (2013). The Soundscape Quality in Some Urban Parks in Milan, Italy. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 10, 2348–2369. <https://doi.org/doi:10.3390/ijerph10062348>
- Brambilla, G., & Maffei, L. (2006). Responses to Noise in Urban Parks and in Rural Quiet Areas. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 881–886.
- Bravo, L. (2012). Plan de Trabajo Doctoral.
- Bravo-Moncayo, L., Lucio Naranjo, J., Pavón García, I., & Mosquera, R. (2017). Neural based contingent valuation of road traffic noise. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 50, 26–39. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.10.020>
- Brown, A. L. (2010). Soundscapes and environmental noise management. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 493–500. <https://doi.org/10.3397/1.3484178>
- Brown, A. L. (2011). Soundscapes & soundscapes planning. Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Congress on Sound & Vibration, Rio de Janeiro.
- Brown, A. L., & Rutherford, S. (1994). Using the sound of water in the city. *Landscape Australia*, 2, 103–107.
- Brown, C., Riede, T., Brown, C., Budney, G. F., Clemins, P. J., Goller, F., Webster, M. (2016). Comparative Bioacoustics: An Overview. Retrieved from <http://ebooks.benthamscience.com/book/9781681083179/>
- Brown, L. A. (2015). Effects of Road Traffic Noise on Health: From Burden of Disease to Effectiveness of Interventions. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 3–9. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.001>
- Bruce, N. S., & Davies, W. J. (2014). The effects of expectation on the perception of soundscapes. *Applied Acoustics*, 85, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2014.03.016>
- Bunting, O., & Chesmore, D. (2013). Time frequency source separation and direction of arrival estimation in a 3D soundscape environment. *Applied Acoustics*, 74(2), 264–268. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.05.018>
- Cain, R., Jennings, P., & Poxon, J. (2013). The development and application of the emotional dimensions of a soundscape. *Applied Acoustics*, 74(2), 232–239. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.11.006>
- Carles, J. L., Bernáldez, F., & de Lucio, J. V. (1992). Audio-visual interactions and soundscape preferences. *Landscape Research*, 17(2), 52–56. <https://doi.org/10.1080/01426399208706361>

- Carles, J. L., López Barrio, I., & de Lucio, J. V. (1999). Sound influence on landscape values. *Landscape and Urban Planning*, 43(4), 191–200. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(98\)00112-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(98)00112-1)
- Carvalho, A. P., & Cleto, R. A. (2014). Sound and noise in urban parks. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 18(1), 040001. <https://doi.org/10.1121/1.4772735>
- Cerwén, G. (2016). Urban soundscapes: a quasi-experiment in landscape architecture. *Landscape Research*, 41(5), 481–494. <https://doi.org/10.1080/01426397.2015.1117062>
- Chen, G. B., & Zhao, Y. Z. (2013). Suggestions on Expansion and Modification of Soundscape Music-Likeness Indicator. *Applied Mechanics and Materials*, 448–453, 3691–3695. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.448-453.3691>
- Chen, G. B., & Zhao, Y. Z. (2016). Study on the Correlation Between the Temporal Factors and the Soundscape Excerpts Assessment. *Acta Acustica United with Acustica*, 102(4), 663–674. <https://doi.org/10.3813/AAA.918983>
- Christidis, Y. (2010). Music and noise in the streets: Exploring cultural soundscapes. Portuguese Acoustical Society. Retrieved from <http://ktisis.cut.ac.cy/jspui/handle/10488/6870>
- Chung, A., & To, W. (2011). NM2: Noise Mapping and Monitoring. *Technical Acoustics*, 30(2), 172–162. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3969/j.issn1000-3630.3011.01.012>
- Commission, E. (2000). The Noise policy of the European Union: year 2 (1999-2000), towards improving the urban environment and contributing to global sustainability. Office for Official Publications of the European Communities.
- Cowan, J. P. (1993). *Handbook of Environmental Acoustics*. John Wiley & Sons.
- Cowan, J. P. (2016). *The Effects of Sound on People*. John Wiley & Sons.
- Craig, C., & Roten, D. (2010). Integrating social sciences: theoretical knowledge, methodological tools and practical applications. In R. Frodeman, J. T. Klein, & R. C. D. S. Pacheco, *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. New York: Oxford University Press.
- Crocker, M. J. (1997). *Encyclopedia of acoustics*. John Wiley.
- Crocker, M. J., & Raichel, D. R. (1998). *Encyclopedia of Acoustics*. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 104(1), 19–19. <https://doi.org/10.1121/1.423269>
- Culligan, P., & Peña-Mora, F. (2010). Engineering. In R. Frodeman, J. T. Klein, & R. C. D. S. Pacheco, *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. New York: Oxford University Press.
- Curtis, H., & Schnek, A. (2008). *Curtis. Biología*. Ed. Médica Panamericana.
- Davies, H., & Kamp, I. V. (2012). Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008-2011. *Noise and Health*, 14(61), 287. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.104895>
- Davies, W. J., Adams, M. D., Bruce, N. S., Cain, R., Carlyle, A., Cusack, P., ... Poxon, J. (2013). Perception of soundscapes: An interdisciplinary approach. *Applied Acoustics*, 74(2), 224–231. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2012.05.010>
- De Coensel, B. (2005). Dynamics in the soundscape. Presented at the Sixth FirW PhD Symposium, Faculty of Engineering, Ghent University, Ghent. Retrieved from [http://www.academia.edu/13163951/Dynamics\\_in\\_the\\_soundscape](http://www.academia.edu/13163951/Dynamics_in_the_soundscape)
- De Coensel, B., & Botteldooren, D. (2006). The Quiet Rural Soundscape and How to Characterize it. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 887–897.
- De Coensel, B., & Botteldooren, D. (2007). The Rhythm of the Urban Soundscape. *Noise & Vibration Worldwide*, 38(9), 11–17. <https://doi.org/10.1260/095745607782689827>

- De Coensel, B., Vanwetswinkel, S., & Botteldooren, D. (2011). Effects of natural sounds on the perception of road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), EL148-EL153. <https://doi.org/10.1121/1.3567073>
- Deng, Z., Kang, J., Wang, D., Liu, A., & Kang, J. Z. (2015). Linear multivariate evaluation models for spatial perception of soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(5), 2860–2870. <https://doi.org/10.1121/1.4934272>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2015). *Infostat - Software estadístico*. Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Retrieved from <http://www.infostat.com.ar/>
- Eriksson, C., Stenkvis, D., Bellander, T., Pershagen, G., & Nilsson, M. E. (2010). Using noise maps and geographic information systems to assess individual traffic noise exposure. Presented at the Inter-noise 2010, Lisbon, Portugal.
- European Environment Agency. (2014). *Noise in Europe 2014* (Publication No. EEA Report No 10/2014). Luxembourg. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014>
- European Parliament and the Council. Directive 2002/49/EC Assessment and management of environmental noise, L189/12-L189/25 Official Journal of the European Communities § (2002).
- European Union. Future noise policy – European Commission Green Paper., COM (96)540 § (1996).
- Fahy, F. J. (2000). *Foundations of Engineering Acoustics*. San Diego, Calif. ; London: Academic Press.
- Fahy, F., & Walker, J. (1998). *Fundamentals of Noise and Vibration*. CRC Press.
- Fastl, H., & Zwicker, E. (2007). *Psychoacoustics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from <http://link.springer.com/10.1007/978-3-540-68888-4>
- Fields, J. M. (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 93(5), 2753–2763. <https://doi.org/10.1121/1.405851>
- Fletcher, H., & Munson, W. A. (1933). Loudness, Its Definition, Measurement and Calculation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 5(2), 82–108. <https://doi.org/10.1121/1.1915637>
- Floud, S., Blangiardo, M., Clark, C., de Hoogh, K., Babisch, W., Houthuijs, D., Hansell, A. L. (2013). Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study. *Environmental Health*, 12, 89. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-12-89>
- Fornari, J., Maia Jr., A., & Manzolli, J. (2008). Soundscape design through evolutionary engines. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 14(3), 51–64. <https://doi.org/10.1007/BF03192564>
- Fujii, K., Atagi, J., & Ando, Y. (2002). Temporal and Spatial Factors of Traffic Noise and Its Annoyance. *JOURNAL OF TEMPORAL DESIGN IN ARCHITECTURE AND THE ENVIRONMENT*, 2(1).
- Fujimoto, K., Imaizumi, H., Anai, K., Hiraguri, Y., Hamatani, M., & Oshima, Y. (2010). New GIS software for predicting and evaluating road traffic noise Based on ASJ RTN-Model 2008. Presented at the Inter-noise 2010, Lisbon, Portugal.
- Galbrun, L., & Ali, T. T. (2013). Acoustical and perceptual assessment of water sounds and their use over road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 133(1), 227–37. <https://doi.org/10.1121/1.4770242>

- Galbrun, L., & Calarco, F. M. A. (2014). Audio-visual interaction and perceptual assessment of water features used over road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(5), 2609–2620. <https://doi.org/10.1121/1.4897313>
- García. (2006). *Sistemas complejos*. Barcelona: Gedisa.
- Garg, N., & Maji, S. (2014). A critical review of principal traffic noise models: Strategies and implications. *Environmental Impact Assessment Review*, 46, 68–81. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2014.02.001>
- Ge, J., Lu, J., Morotomi, K., & Hokao, K. (2009). Developing Soundscapegraphy for the Notation of Urban Soundscape: Its Concept, Method, Analysis and Application. *Acta Acustica United with Acustica*, 95(1), 65–75. <https://doi.org/10.3813/AAA.918128>
- Gelfand, S. A. (2009). *Hearing: An Introduction to Psychological and Physiological Acoustics* (5 edition). New York: CRC Press.
- Gerges, S. N. Y., & Arenas, J. P. (2004). *Fundamentos y control del ruido y vibraciones /*. NR.
- Gidlöf-Gunnarsson, A., Öhrström, E., & Ögren, M. (2007). Noise annoyance and restoration in different courtyard settings: Laboratory experiments on audio-visual interactions. In *Proc. 36th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. Istanbul.
- González, A. E. (2012). Noise Sources in the City: Characterization and Management Trends. In D. Siano (Ed.), *Noise Control, Reduction and Cancellation Solutions in Engineering*. InTech. Retrieved from <http://www.intechopen.com/books/noise-control-reduction-and-cancellation-solutions-in-engineering/noise-sources-in-the-city-characterization-and-management-trends>
- Grahn, P., & Stigsdotter, U. A. (2003). Landscape planning and stress. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2(1), 1–18. <https://doi.org/10.1078/1618-8667-00019>
- Griffin, M. J. (2012). *Handbook of Human Vibration*. Academic Press.
- Guastavino, C. (2006). The Ideal Urban Soundscape: Investigating the Sound Quality of French Cities. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 945–951.
- Guidelines for Community Noise. (1999). World Health Organization, Ginebra.
- Guillén, J. D., & López Barrio, I. (2007). The soundscape experience. Presented at the XIX Congreso Internacional de Acústica (ICA2007), Madrid. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10261/5298>
- Hammer, M. S., Swinburn, T. K., & Neitzel, R. L. (2014). Environmental Noise Pollution in the United States: Developing an Effective Public Health Response. *Environmental Health Perspectives*, 122(2), 115–119. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307272>
- Hao, Y., Kang, J., & Krijnders, J. D. (2015). Integrated effects of urban morphology on birdsong loudness and visibility of green areas. *Landscape and Urban Planning*, 137, 149–162. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.01.006>
- Harris, C. M. (1998). *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control* (1998 edition). Woodbury, N.Y: American Institute of Physics.
- Hauser, M. D. (1996). *The Evolution of Communication*. MIT Press.
- Health Council of the Netherlands. (2006). Quiet areas and health | Health Council of the Netherlands. The Hague. Retrieved from </en/task-and-procedure/areas-of-activity/environmental-health/quiet-areas-and-health>
- Hermida, L., & Kogan, P. (2015). *Conversación privada [CINTRA UA CONICET, UTN-FRC]*.
- Hiss, T. (1990). *The Experience of Place*. Knopf.

- Hoar, C. F., Leung, S., Lee, C. K., & Lau, K. K. (2003). GIS Based Territory Wide Noise Model for the Hong Kong Special Administrative Region. Presented at the Inter-noise 2003, The 32nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering Jeju International Convention Center, Seogwipo, Korea.
- Hong, J., & Jeon, J. Y. (2012). Enhancement of soundscapes using natural sounds in urban spaces. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3473–3473. <https://doi.org/10.1121/1.4709101>
- Hong, J. Y., & Jeon, J. Y. (2014). Soundscape mapping in urban contexts using GIS techniques. Presented at the Inter-noise 2014, Melbourne, Australia.
- Hong, J. Y., & Jeon, J. Y. (2017). Exploring spatial relationships among soundscape variables in urban areas: A spatial statistical modelling approach. *Landscape and Urban Planning*, 157, 352–364. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.08.006>
- IEC. IEC 61672-1 Electroacoustics - Sound level meters - Part 1: Specifications (2013).
- Ipsen, D. (2001). The Urban Nightingale or some theoretical considerations about sound and noise. Järviluoma, Helmi (Hrsg.) (u.A.). Retrieved from [https://www.openaire.eu/openaire?format=raw&publicationId=od\\_\\_\\_\\_\\_437::38b04752b02ab62e7e6552c574ae562c&view=printpublication](https://www.openaire.eu/openaire?format=raw&publicationId=od_____437::38b04752b02ab62e7e6552c574ae562c&view=printpublication)
- IRAM. IRAM 4074 "Medidor de nivel sonoro. Especificaciones generales" (1988).
- IRAM. Norma IRAM 4123/92, calibradores acústicos. (1992).
- ISO. ISO 12913-1:2014 - Acoustics -- Soundscape -- Part 1: Definition and conceptual framework (2014). Retrieved from [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=52161](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52161)
- ISO 1996-1:2003 - Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures (2003). Retrieved from [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=28633](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=28633)
- ISO 3382-1:2009 Acoustics -- Measurement of room acoustic parameters -- Part 1: Performance spaces (2009).
- Jabben, J., Weber, M., & Verheijen, E. (2015). A framework for rating environmental value of urban parks. *Science of The Total Environment*, 508, 395–401. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.007>
- Jambrošić, K., Horvat, M., & Domitrović, H. (2013). Assessment of urban soundscapes with the focus on an architectural installation with musical features. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 869–879. <https://doi.org/10.1121/1.4807805>
- Jeon, J. Y., Hong, J. Y., & Lee, P. J. (2013). Soundwalk approach to identify urban soundscapes individually. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 803–812. <https://doi.org/10.1121/1.4807801>
- Jeon, J. Y., Lee, P. J., & Hong, J. Y. (2011). Effects of contexts on perception of urban soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), 2570–2570. <https://doi.org/10.1121/1.3588481>
- Jeon, J. Y., Lee, P. J., Hong, J. Y., & Cabrera, D. (2011). Non-auditory factors affecting urban soundscape evaluation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 130(6), 3761–3770. <https://doi.org/10.1121/1.3652902>
- Jeon, J. Y., Lee, P. J., You, J., & Kang, J. (2010). Perceptual assessment of quality of urban soundscapes with combined noise sources and water sounds. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 127(3), 1357–1366. <https://doi.org/10.1121/1.3298437>

- Jeon, J. Y., Lee, P. J., You, J., & Kang, J. (2012). Acoustical characteristics of water sounds for soundscape enhancement in urban open spaces. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(3), 2101–2109. <https://doi.org/10.1121/1.3681938>
- Jiménez Diaz, S., Romeu Garbí, J., Balastegui Manso, A., & Vega Carrera, C. (2014). Plan de acción contra el ruido de actividades de ocio al aire libre (pp. 252–260). Presented at the FIA 2014: IX Congreso iberoamericano de acústica; Valdivia, Chile; Actas del Congreso = Actas do Congreso, Universidad Austral de Chile. Instituto de Acústica. Retrieved from <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/27213>
- Kang, J. (2007). *Urban Sound Environment*. London: Taylor & Francis.
- Kang, J. (2012). On the diversity of urban waterscape. In *Acoustics 2012 Nantes*. Retrieved from <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00811058>
- Kang, J., Aletta, F., Gjestland, T. T., Brown, L. A., Botteldooren, D., Schulte-Fortkamp, B., Lavia, L. (2016). Ten questions on the soundscapes of the built environment. *Building and Environment*, 108, 284–294. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.08.011>
- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). *The Experience of Nature: A Psychological Perspective* (1st Edition edition). Cambridge; New York: Cambridge University Press.
- Kaplan, S. (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182. [https://doi.org/10.1016/0272-4944\(95\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0272-4944(95)90001-2)
- Kassomenos, P., Vogiatzis, K., & Coelho, J. L. B. (2014). Critical issues on environmental noise: Editorial. *The Science of the Total Environment*, 482–483, 399. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.108>
- Kawai, K., Kojima, T., Hirate, K., & Yasuoka, M. (2004). Personal evaluation structure of environmental sounds: experiments of subjective evaluation using subjects' own terms. *Journal of Sound and Vibration*, 277(3), 523–533.
- Kephalopoulos, S., Paviotti, M., Anfosso-Lédée, F., Van Maercke, D., Shilton, S., & Jones, N. (2014). Advances in the development of common noise assessment methods in Europe: The CNOSSOS-EU framework for strategic environmental noise mapping. *Science of The Total Environment*, 482, 400–410. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.02.031>
- Kim, R., & Berg, M. van den. (2010). Summary of night noise guidelines for Europe. *Noise & Health*, 12(47), 61–63. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.63204>
- Kim, S., Hong, J. Y., & Jeon, J. Y. (2015). Landscape Factors Affecting Soundscape in Urban Environments. In *Proceedings of the 22nd International Congress on Sound and Vibration*. Florence.
- Klein, J. T. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. In *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. New York: Oxford University Press.
- Kliučininkas, L., & Šaliūnas, D. (2016). Noise mapping for the management of urban traffic flows. *Mechanics*, 59(3), 61–66. <https://doi.org/10.5755/j01.mech.59.3.14673>
- Kogan, P. (2004). Análisis de la Eficiencia de la Ponderación “A” para Evaluar Efectos del Ruido en el Ser Humano. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- Kogan, P. (2015a). Análisis multivariado del Paisaje Sonoro en espacios urbanos estratégicos de Córdoba (Argentina) y Lund (Suecia) (Informe Final de Curso de Posgrado Análisis Multivariado). Córdoba, Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba.
- Kogan, P. (2015b). Paisaje Sonoro Ambiental. Conferencia Invitada presented at the Facultad de Arte y Diseño, Universidad Provincial de Córdoba, Córdoba, Argentina.



- Kogan, P. (2016). Paisaje Sonoro: Ingeniería, Psicología y Cine. Clase abierta en Cátedra Sonido III, Licenciatura en Cine y Televisión, Facultad de Artes, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.
- Kogan, P., Arenas, J., & Caspers, K. (2008). ¿Es Adecuada la Ponderación A para Evaluar los Efectos del Ruido? (pp. 240–252). Presented at the Seminario Internacional de Ruido Ambiental (SIRA), Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Medellín.
- Kogan, P., & Arenas, J. P. (2004). Eficiencia de la Ponderación “A” desde el Punto de Vista de la Salud. Presented at the IV Congreso Iberoamericano de Acústica / Simposio Europeo de Acústica, FIA– EAA, Guimarães, Portugal.
- Kogan, P., Arenas, J. P., Perotti, E. M., & Otermin, A. Z. (2012). Extra-auditory physiological impacts of low frequency noise on humans and the A-weighting network. *Proceedings of Meetings on Acoustics*, 11(1), 040008. <https://doi.org/10.1121/1.4774034>
- Kogan, P., Bard, D., Arenas, J. P., Miyara, F., Pérez Villalobo, J., & Turra, B. (2013). Early identification of urban locations towards soundscape analysis. In *Proc. 42nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. Innsbruck.
- Kogan, P., & Espinosa, R. (2016). Paisaje Sonoro en ambientes de la Ciudad de Córdoba, Argentina. Presented at the Curso de Posgrado “Estadística y Biometría”, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Kogan, P., Mauro, C., & Sosa, V. (2009). Evaluación de los hábitos de uso de reproductores portátiles de música por adolescentes. In *Actas de las Primeras Jornadas de Acústicas AdAA 2009*. Rosario, Argentina.
- Kogan, P., Rosales, E., & Arenas, J. P. (2003). Annoyance caused by different noise spectra. The 8th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Rotterdam, International Commission on Biological Effects of Noise, Schiedam, Holanda. ISBN: 90-807990-1-7. [Http://www.lcben.org/2003/Pdf/92\\_t6b.pdf](http://www.lcben.org/2003/Pdf/92_t6b.pdf).
- Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., & Hinalaf, M. (2017). A comprehensive methodology for the multidimensional and synchronic data collecting in soundscape. *Science of The Total Environment*, 580, 1068–1077. ISSN 0048-9697. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.061>
- Kogan, P., Turra, B., Arenas, J. P., Zeballos, F., Hinalaf, M., & Pérez, J. (2016). Application of the Swedish Soundscape-Quality Protocol in one European and three Latin-American cities. In *Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics*. Buenos Aires.
- Kogan, P., Turra, B., Boiero, G., & Pérez, J. (2014). ¿Más nivel sonoro es siempre perjudicial? Rol del agua en el paisaje sonoro urbano. In J. P. Arenas (Ed.), *Actas del IX Congreso Iberoamericano de Acústica*. Valdivia, Chile: Instituto de Acústica, Universidad Austral de Chile.
- Kotzen, B., & English, C. (2009). *Environmental Noise Barriers: A Guide To Their Acoustic and Visual Design*, Second Edition. CRC Press.
- Kreutzfeldt, J. (2010). Acoustic Territoriality : City planning and the politics of urban sound. In *Texter från ett tvärvetenskapligt symposium* (pp. 63–77). Lund.
- Kryter, K. D. (1994). *The Handbook of Hearing and the Effects of Noise: Physiology, Psychology, and Public Health* (1 edition). San Diego: Emerald Group Publishing Limited.
- Kuhn, S. T. (2011). *La estructura de las revoluciones científicas*. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Kujala, T., & Brattico, E. (2009). Detrimental noise effects on brain's speech functions. *Biological Psychology*, 81(3), 135–143. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2009.03.010>

- Lagrange, M., Lafay, G., Défréville, B., & Aucouturier, J.-J. (2015). The bag-of-frames approach: A not so sufficient model for urban soundscapes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(5), EL487-EL492. <https://doi.org/10.1121/1.4935350>
- Lei Yu, & Kang, Jian. (2009). Modeling subjective evaluation of soundscape quality in urban open spaces: An artificial neural network approach. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(3), 1163–1174. <https://doi.org/doi:10.1121/1.3183377>
- Licitra, G. (2012). *Noise Mapping in the EU: Models and Procedures*. CRC Press.
- Licitra, G., Cobianchi, M., & Brusci, L. (2010). Artificial soundscape approach to noise Pollution in urban areas. In *Proceedings of the 39th Inter-Noise*. Lisbon.
- Lindal, P. J., & Hartig, T. (2013). Architectural variation, building height, and the restorative quality of urban residential streetscapes. *Journal of Environmental Psychology*, 33, 26–36. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.09.003>
- Lindsay, B. R. (1964). Conference on Education on Acoustics". *Journal of the Acoustical Society of America*, 36, 2242.
- Lindsay, B. R. (1980). Acoustics and the Acoustical Society of America in historical perspective. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 68(1), 2–9. <https://doi.org/10.1121/1.384595>
- Liu, J., Kang, J., Luo, T., Behm, H., & Coppack, T. (2013). Spatiotemporal variability of soundscapes in a multiple functional urban area. *Landscape and Urban Planning*, 115, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.03.008>
- López-Pacheco, M. G., Sánchez-Fernández, L. P., & Molina-Lozano, H. (2014). A method for environmental acoustic analysis improvement based on individual evaluation of common sources in urban areas. *Science of The Total Environment*, 468–469, 724–737. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.085>
- Luo, J., Siemers, B. M., & Koselj, K. (2015). How anthropogenic noise affects foraging. *Global Change Biology*, 21(9), 3278–3289. <https://doi.org/10.1111/gcb.12997>
- Luzzi, S., Natale, R., & Gentili, B. (2010). Soundscapes in the Participatory Design of Florentine Quiet Areas. In *Proceedings of the 17th International Congress on Sound and Vibration*. Cairo. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/260404676\\_SOUNDSCAPES\\_IN\\_THE\\_PARTICIPATORY\\_DESIGN\\_OF\\_FLORENTINE\\_QUIET\\_AREAS](https://www.researchgate.net/publication/260404676_SOUNDSCAPES_IN_THE_PARTICIPATORY_DESIGN_OF_FLORENTINE_QUIET_AREAS)
- Ma, H., & Zhang, S. (2012). A case study of soundscape design based on acoustical investigation. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3438. <https://doi.org/10.1121/1.4708898>
- Maldonado, C. E. (2005). *Complejidad de las ciencias y ciencias de la complejidad* (Vol. 1). Universidad Externado de Colombia, Facultad de Finanzas, Gobierno y Relaciones Internacionales. Retrieved from <https://ideas.repec.org/b/ext/figrig/40.html>
- Manzoor, A., Patsakis, C., Morris, A., McCarthy, J., Mullarkey, G., Pham, H., Bourroche, M. (2014). CityWatch: exploiting sensor data to manage cities better. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 64–80. <https://doi.org/10.1002/ett.2786>
- Margaritis, E., & Kang, J. (2017). Relationship between green space-related morphology and noise pollution. *Ecological Indicators*, 72, 921–933. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.09.032>
- Maristany, A., & Recuero López, M. R. (2010). Relationship between objective and subjective indicators in urban soundscape analysis. The case of Córdoba - Argentina. In *Proceedings of the 39th Inter-Noise*. Lisbon.

- Maristany, A., Recuero López, M. R., & Asensio Rivera, C. (2016). Soundscape quality analysis by fuzzy logic: A field study in Cordoba, Argentina. *Applied Acoustics*, 111, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.04.013>
- Marry, S., & Defrance, J. (2013). Analysis of the perception and representation of sonic public spaces through on site survey, acoustic indicators and in-depth interviews. *Applied Acoustics*, 74(2), 282–292. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2012.01.005>
- Martin, D. W. (1996). Interdisciplinary nature of acoustics—Musical acoustics example. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 99(3), 1284–1289. <https://doi.org/10.1121/1.414706>
- Martinho Pimenta, A. J., & Castelo Branco, N. A. (1999). Neurological aspects of vibroacoustic disease. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 70(3 Pt 2), A91-95.
- McKay, G. (2007). 'A soundtrack to the insurrection': street music, marching bands and popular protest. *Parallax*, 13(1), 20–31. <https://doi.org/10.1080/13534640601094817>
- Medvedev, O., Shepherd, D., & Hautus, M. J. (2015a). The restorative potential of soundscapes: A physiological investigation. *Applied Acoustics*, 96, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.03.004>
- Medvedev, O., Shepherd, D., & Hautus, M. J. (2015b). The restorative potential of soundscapes: A physiological investigation. *Applied Acoustics*, 96, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.03.004>
- Meng, Q., & Kang, J. (2016). Effect of sound-related activities on human behaviours and acoustic comfort in urban open spaces. *Science of The Total Environment*, 573, 481–493. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.08.130>
- Minorikawa, G., Maruta, Y., & Nakaniwa, H. (2004). Study on sound from stream of water passing through channel with step and its sound quality. *Proc. INTER-NOISE 2004*, 1– 4.
- Miyara, F. (2004). Ruido urbano: tránsito, industria y esparcimiento. Artículo base para exposición, Montevideo.
- Miyara, F. (2007). Ruido, juventud y derechos humanos. Presented at the Congreso Argentino - Latinoamericano de Derechos Humanos: Una Mirada desde la Universidad", Rosario, Argentina.
- Miyara, F., Pasch, V., Cabanellas, S., & Yanitelli, M. (2014). Ruido y contenido semántico. Presented at the Semana del Sonido, Rosario, Argentina.
- Moore, B. C. J. (2004). *An Introduction to the Psychology of Hearing*. Amsterdam ; Boston: Emerald Group Publishing Ltd.
- Morgan, P. A., Abbott, P. G., & Watts, G. R. (2007). *Research into Quiet Areas: recommendations for identification (TRL Limited)*. London, UK: Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Retrieved from <https://trl.co.uk/reports/PPR158>
- Morin, E. (2008). *La méthode*. Paris: Seuil.
- Murel, M. (2013). *Green spaces in urban areas and human health: Exploring the connections (Master Thesis)*. Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
- Murphy, E., & King, E. (2014). *Environmental Noise Pollution: Noise Mapping, Public Health, and Policy*. Newnes.
- Murphy, E., & King, E. A. (2010). Strategic environmental noise mapping: Methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications. *Environment International*, 36(3), 290–298. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.11.006>

- Newell, P., & Roberts, J. T. (2016). *The Globalization and Environment Reader*. John Wiley & Sons.
- Nielbo, F. L. (2015). Auditory meanings—An ecological perspective on soundscape perception. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(3), 1748–1748. <https://doi.org/10.1121/1.4933519>
- Nielbo, F. L., Steele, D., & Guastavino, C. (2013). Investigating soundscape affordances through activity appropriateness. In *Proceedings of the 21st International Congress on Acoustics*. Montreal.
- Nilsson, M. E., Alvarsson, J., Radsten-Ekman, M., & Bolin, K. (2010). Auditory masking of wanted and unwanted sounds in a city park. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 524–531.
- Nilsson, M. E., & Berglund, B. (2006). Soundscape Quality in Suburban Green Areas and City Parks. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 903–911.
- Nilsson, M. E., Botteldooren, D., & De Coensel, B. (2007). Acoustic indicators of soundscape quality and noise annoyance in outdoor urban areas (invited paper). In *Proceedings of the 19th International Congress on Acoustics*. <https://doi.org/1854/10363>
- Nilsson, M. E., Jeon, J. Y., Rådsten-Ekman, M., Axelsson, Ö., Hong, J. Y., & Jang, H. S. (2012). A soundwalk study on the relationship between soundscape and overall quality of urban outdoor places. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 3474–3474. <https://doi.org/10.1121/1.4709105>
- Nordic Council Of Ministers. (1997). *Noise Effects: Final Report of the Nordic Research Group on Noise Effects 1991-1996*. Nordic Council of Ministers.
- Olaya, V. (2011). *Sistemas de Información Geográfica (Versión 1.0)*. Retrieved from [http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG).
- Ordenanza 12208 / 2013 - Ruidos Molestos en la Ciudad de Córdoba (2013).
- Orozco, M. G., & González, A. E. (Eds.). (2012). *Ruido en ciudades latinoamericanas: bases para su gestión*. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara / Saulo A. Cortés Arévalo Orgánica Editores.
- Payne, S. R. (2011). Soundscapes within urban parks : their restorative value. In M. Bonaiuto, M. Bonnes, & A. M. Nenci (Eds.), *Urban Diversities - Environmental and Social Issues* (pp. 147–158). Hogrefe Publishing. Retrieved from <http://wrap.warwick.ac.uk/57963/>
- Payne, S. R. (2013). The production of a Perceived Restorativeness Soundscape Scale. *Applied Acoustics*, 74(2), 255–263. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.11.005>
- Peretti, A., & Licitra, G. (Eds.). (2001). *Noise Mapping*. Bologna: Associazione Italiana di Acustica.
- Pérez, J., Contrera, H. H., Bodoira, R., Cáceres, E., Hinalaf, M., & Kogan, P. (2016). Contrastación de Mapas de Ruido Mediante Software de Predicción Acústica a partir de Niveles Sonoros Relevados in situ vs. Datos del Flujo Vehicular. *Mecánica Computacional*, XXXIV, 427–438.
- Peters, R. J. (2013). *Acoustics and Noise Control*. Routledge.
- Pheasant, R. J., Fisher, M. N., Watts, G. R., Whitaker, D. J., & Horoshenkov, K. V. (2010). The importance of auditory-visual interaction in the construction of 'tranquil space.' *Journal of Environmental Psychology*, 30(4), 501–509. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.006>
- Pheasant, R. J., & Watts, G. R. (2015). Towards predicting wildness in the United Kingdom. *Landscape and Urban Planning*, 133, 87–97. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.009>

- Pijanowski, B. C., Villanueva-Rivera, L. J., Dumyah, S. L., Farina, A., Krause, B. L., Napoletano, B. M., ... Pieretti, N. (2011). Soundscape Ecology: The Science of Sound in the Landscape. *BioScience*, 61(3), 203–216. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.6>
- Pinto, F. A. de N. C., & Mardones, M. D. M. (2009). Noise mapping of densely populated neighborhoods—example of Copacabana, Rio de Janeiro—Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, 155(1–4), 309–318. <https://doi.org/10.1007/s10661-008-0437-9>
- Polak, M., Wiącek, J., Kucharczyk, M., & Orzechowski, R. (2013). The effect of road traffic on a breeding community of woodland birds. *European Journal of Forest Research*, 132(5–6), 931–941. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0732-z>
- Prato, P. (1984). Music in the streets: the example of Washington Square Park in New York City. *Popular Music*, 4, 151–163. <https://doi.org/10.1017/S0261143000006206>
- Puyana Romero, V., Maffei, L., Brambilla, G., & Ciaburro, G. (2016). Modelling the soundscape quality of urban waterfronts by artificial neural networks. *Applied Acoustics*, 111, 121–128. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2016.04.019>
- Raimbault, M. (2006). Qualitative Judgements of Urban Soundscapes: Questioning Questionnaires and Semantic Scales. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 929–937.
- Raimbault, M., & Dubois, D. (2005). Urban soundscapes: Experiences and knowledge. *Cities*, 22(5), 339–350. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2005.05.003>
- Raimbault, M., Lavandier, C., & Bérengier, M. (2003). Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities. *Applied Acoustics*, 64(12), 1241–1256. [https://doi.org/10.1016/S0003-682X\(03\)00061-6](https://doi.org/10.1016/S0003-682X(03)00061-6)
- Reed, Vicki. (2000). Living Out Loud. *Soundscape*, 1(Number 2), 22–23.
- Ren, X., & Kang, J. (2015). Effects of the visual landscape factors of an ecological waterscape on acoustic comfort. *Applied Acoustics*, 96, 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.03.007>
- Ricciardi, P., Delaitre, P., Lavandier, C., Torchia, F., & Aumond, P. (2015). Sound quality indicators for urban places in Paris cross-validated by Milan data. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(4), 2337–2348. <https://doi.org/10.1121/1.4929747>
- Rilett, L. R. (1995). Allocating Pollution Costs Using Noise Equivalency Factors. *Transportation Research Record*, (1498). Retrieved from <https://trid.trb.org/view.aspx?id=452708>
- Romero, C., Álvarez, E., & Sbarato, R. (2000). *Acústica Ambiental Urbana Diagnóstico de Situación en el Microcentro de la Ciudad de Córdoba*. Córdoba, Argentina: Maestría en Gestión para la Integración Regional y Centro de Información y Documentación Regional, Universidad Nacional de Córdoba.
- Royal HaskoningDHV. (2013). The real cost of railway noise mitigation. A risk assessment (No. BA7041-101–100). Amersfoort, Netherlands.
- Rychtáriková, M., & Vermeir, G. (2013). Soundscape categorization on the basis of objective acoustical parameters. *Applied Acoustics*, 74(2), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2011.01.004>
- Schafer, R. M. (1977). *The Tuning of the World*. Knopf.
- Schafer, R. M. (1993). *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. United States: Inner Traditions / Bear & Co.
- Schulte-Forkamp. (2016). Soundscape standard under development. In *PROCEEDINGS of the 22 nd International Congress on Acoustics*. Buenos Aires: Asociación de Acústicos Argentinos.

- Schulte-Fortkamp, B. (2002). The Meaning of Annoyance in Relation to the Quality of Acoustic Environments. *Noise & Health*, 4(15), 13–18.
- Schulte-Fortkamp, B., & Fiebig, A. (2011). Harmonization of methods-a contribution to the holistic Soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), 2569–2569. <https://doi.org/10.1121/1.3588476>
- Schwela, D. (2010). Policy options for sustainable transport with less noise. *Noise News International*, 18(3), 163–171. <https://doi.org/10.3397/1.3703097>
- Semidor, C. (2006). Listening to a city with the soundwalk method. *Acta Acustica United with Acustica*, 92(6), 959–964.
- Semidor, C., & Venot-Gbedji, F. (2009). Outdoor elements providing urban comfort: the role of fountains in the soundscape. In *Proceedings of the 26th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Quebec.
- Senzaki, M., Yamaura, Y., Francis, C. D., & Nakamura, F. (2016). Traffic noise reduces foraging efficiency in wild owls. *Scientific Reports*, 6, srep30602. <https://doi.org/10.1038/srep30602>
- Serra, M. R., Hinalaf, M., Cortellini, M., Biondi, E. C., Abraham, M., & Gilberto, G. (2015). *Manual de Buenas Practicas para la Salud Auditiva*. Córdoba: Tinta Libre. Retrieved from <http://www.cordoba-conicet.gob.ar/manual-de-buenas-practicas-para-la-salud-auditiva/>
- Shilton, S. (2003). GIS Data Pre-Processing in Westminster City Noise Mapping. Presented at the Inter-noise 2003, The 32nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering Jeju International Convention Center, Seogwipo, Korea.
- Skinner, C. J., & Grimwood, C. J. (2005). The UK noise climate 1990–2001: population exposure and attitudes to environmental noise. *Applied Acoustics*, 66(2), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2004.07.009>
- Soeta, Y., & Ando, Y. (2015). *Neurally Based Measurement and Evaluation of Environmental Noise*. Springer.
- Soundscape-COST. (2013). *Soundscape of European Cities and Landscapes (COST Action Final Report No. COST TUD Action TD0804)* (p. 380). Oxford.
- Stapelfeldt, H., & Jellyman, A. (2003). Using GIS in Noise exposure analysis. Presented at the Inter-noise 2003, The 32nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering Jeju International Convention Center, Seogwipo, Korea.
- Steele, D., Dumoulin, R., Voreux, L., Gautier, N., Glaus, M., Guastavino, C., & Voix, J. (2015). Musikiosk: A Soundscape Intervention and Evaluation in an Urban Park. Presented at the Audio Engineering Society Conference: 59th International Conference: Sound Reinforcement Engineering and Technology, Audio Engineering Society. Retrieved from <http://www.aes.org/e-lib/browse.cfm?elib=17835>
- Steele, D., Tarlao, C., Bild, E., Rice, J., & Guastavino, C. (2017). How does activity affect soundscape assessments? Insights from an urban soundscape intervention with music. *The Journal of the Acoustical Society of America*. <https://doi.org/10.1121/1.4987775>
- Steffens, J., Steele, D., & Guastavino, C. (2017). Situational and person-related factors influencing momentary and retrospective soundscape evaluations in day-to-day life. *The Journal of the Acoustical Society of America*. <https://doi.org/10.1121/1.4976627>
- Stoter, J., de Kluijver, H., & Kurakula, V. (2008). 3D noise mapping in urban areas. *International Journal of Geographical Information Science*, 22(8), 907–924. <https://doi.org/10.1080/13658810701739039>

- Suárez, E., & Barros, J. L. (2014). Traffic noise mapping of the city of Santiago de Chile. *Science of The Total Environment*, 466, 539–546. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.013>
- Sunde, E., Bråtveit, M., Pallesen, S., & Moen, B. E. (2016). Noise and sleep on board vessels in the Royal Norwegian Navy. *Noise & Health*, 18(81), 85–92. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.178481>
- Szeremeta, B., & Trombetta-Zannin, P. H. (2009). Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise. *Science of The Total Environment*, 407(24), 6143–6149. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.08.039>
- Tagore, R. (1948). *Chitra. Pájaros Perdidos*. Buenos Aires: Losada S.A.
- Tarrero, A. I. (2011). *Propagación de sonido en bosques: Análisis comparativo de medidas in situ, en laboratorio y de valores predichos*. Place of publication not identified: Editorial Académica Española.
- Tedja, Y. W., & Tsaih, L. (2015). Water soundscape and listening impression. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(3), 1750–1750. <https://doi.org/10.1121/1.4933525>
- ten Brink, P., Mutafoğlu, K., Schweitzer, J. P., Kettunen, M., Twigger-Ross, C., Baker, J., Ojala, A. (2016). *The Health and Social Benefits of Nature and Biodiversity Protection (Final Report No. ENV.B.3/ETU/2014/0039)*. London/Brussels: Publications Office.
- Thorne, R., & Shepherd, D. (2013). Quiet as an Environmental Value: A Contrast between Two Legislative Approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(7), 2741–2759. <https://doi.org/10.3390/ijerph10072741>
- Torija, A. J., Ruiz, D. P., & Ramos-Ridao, A. F. (2013). Application of a methodology for categorizing and differentiating urban soundscapes using acoustical descriptors and semantic-differential attributes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 791–802. <https://doi.org/10.1121/1.4807804>
- Torija, A. J., Ruiz, D. P., & Ramos-Ridao, Á. F. (2014). A tool for urban soundscape evaluation applying Support Vector Machines for developing a soundscape classification model. *Science of The Total Environment*, 482–483, 440–451. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.108>
- Traunmüller, H., & Eriksson, A. (2000). Acoustic effects of variation in vocal effort by men, women, and children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107(6), 3438–3451. <https://doi.org/10.1121/1.429414>
- Tripathy, D. P. (2011). *Noise Pollution*. New Delhi: APH Publishing.
- Truax, B. (1978). *Handbook for Acoustic Ecology*. A.R.C. Publications.
- Truax, B. (2016). Environmental Sound and its Relation to Human Emotion. *Canadian Acoustics*, 44(3). Retrieved from <http://jcaa.caa-aca.ca/index.php/jcaa/article/view/2992>
- Truax, Barry. (1999). *Handbook for Acoustic Ecology (2nd Edition)*. Cambridge: Cambridge Street Publishing.
- Tse, M. S., Chau, C. K., Choy, Y. S., Tsui, W. K., Chan, C. N., & Tang, S. K. (2012). Perception of urban park soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(4), 2762–2771. <https://doi.org/10.1121/1.3693644>
- Turra, B., Kogan, P., & Bartolino-Luna, A. (2016). Una caminata sonora en la ciudad de Rosario, Argentina. In Federico Miyara (Ed.), *XIII Congreso Argentino de Acústica AdAA 2015 - Actas*. Buenos Aires: Asociación de Acústicos Argentinos.

- Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201–230. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80184-7](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7)
- van den Berg, A. E., Koole, S. L., & van der Wulp, N. Y. (2003). Environmental preference and restoration: (How) are they related? *Journal of Environmental Psychology*, 23(2), 135–146. [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(02\)00111-1](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(02)00111-1)
- van Kamp, I., van Kempen, E., Ameling, C., Swart, W., & Kruize, H. (2016). Perceived soundscapes, human restoration and related health in green urban areas. In *Proceedings of the 22nd International Congress on Acoustics*. Buenos Aires.
- van Kamp, I., van Kempen, E., & Houthuijs, D. (2012). Perceived soundscapes in relation to transport related annoyance, context and personal characteristics; psychometric analyses.
- van Kamp, I., van Klæboe, R., Brown, A., & Lercher, P. (2016). Soundscapes, Human Restoration, and Quality of Life. In *Proceedings of the 45th Inter-Noise*. Hamburg. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/299641627\\_Soundscapes\\_Human\\_Restoration\\_and\\_Quality\\_of\\_Life](https://www.researchgate.net/publication/299641627_Soundscapes_Human_Restoration_and_Quality_of_Life)
- van Kempen, E., Devilee, J., Swart, W., & van Kamp, I. (2014). Characterizing urban areas with good sound quality: Development of a research protocol. *Noise and Health*, 16(73), 380–387. <https://doi.org/10.4103/1463-1741.144416>
- Västfjäll, D., Notbohm, G., Gulbol, M., Kleiner, M., Gärtner, C., & Schwarze, S. (2003). Sound quality evaluation of urban traffic soundscapes. In *Proceedings of The 5th European Conference on Noise Control (Euronoise)*. Naples.
- Vechiatti, N., Gómez, P., Gavinovich, D., Feo Rodríguez, W., Iasi, F., Sinnewald, D. Ruffa, F. (2009). Mediciones comparativas de niveles de presión sonora a diferentes alturas en el ámbito urbano. Presented at the *Primeras Jornadas Regionales de Acústica AdAA 2009*, Rosario.
- Verzini, A., Serra, M., Ortiz Skarp, A., Petiti, Y., Maza, D., Henin, C., Lorenzo, J. (2011). Investigación interdisciplinaria sobre la contaminación sonora en la ciudad de Córdoba y mapas de ruido. *Proc. PROIMCA-UTN*, 123–132.
- Viollon, S., & Lavandier, C. (2000). Multidimensional assessment of the acoustic quality of urban environments. In *Proc. 29th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. Nice.
- Vogiatzis, K., & Remy, N. (2014). From environmental noise abatement to soundscape creation through strategic noise mapping in medium urban agglomerations in South Europe. *Science of The Total Environment*, 482–483, 420–431. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.07.098>
- von Lindern, E., Hartig, T., & Lercher, P. (2016). Traffic-related exposures, constrained restoration, and health in the residential context. *Health & Place*, 39, 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.12.003>
- Voss, R. F., & Clarke, J. (1975). '1/f noise' in music and speech. *Nature*, 258(5533), 317–318. <https://doi.org/10.1038/258317a0>
- Voss, R. F., & Clarke, J. (1978). "1/f noise" in music: Music from 1/f noise. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 63(1), 258–263. <https://doi.org/10.1121/1.381721>
- VVAA (2005). *Facilitating Interdisciplinary Research*. Washington, D.C: National Academies Press.



- Ward, W. D. (1997). Effects of High-Intensity Sound. In Icolm J. C. Editor-in-Chief (Ed.), *Encyclopedia of Acoustics* (pp. 1497–1507). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470172537.ch119>
- Watts, G. R., Pheasant, R. J., Horoshenkov, K. V., & Ragonese, L. (2009). Measurement and Subjective Assessment of Water Generated Sounds. *Acta Acustica United with Acustica*, 95(6), 1032–1039. <https://doi.org/10.3813/AAA.918235>
- Waye, K. P. (2004). Effects of low frequency noise on sleep. *Noise and Health*, 6(23), 87.
- Webster, R., & Oliver, M. A. (2001). *Geostatistics for environmental scientists*. John Wiley & Sons.
- Weyde, K. V., Krog, N. H., Oftedal, B., Evandt, J., Magnus, P., Øverland, S., Aasvang, G. M. (2017). Nocturnal Road Traffic Noise Exposure and Children's Sleep Duration and Sleep Problems. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(5), 491. <https://doi.org/10.3390/ijerph14050491>
- WHO. (2011). *Burden of Disease from Environmental Noise. Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- Wiącek, J., & Polak, M. (2015). Does Traffic Noise Affect the Distribution and Abundance of Wintering Birds in a Managed Woodland? *Acta Ornithologica*, 50(2), 233–245. <https://doi.org/10.3161/00016454AO2015.50.2.011>
- Wiseman, S. (2015). Soundscape response in animals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138, 1749–1749. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1121/1.4933520>
- Working Group of Authorities Concerned with Noise. (2002). *Acoustic Quality in Natural and Cultural Environments—Proposal for Metrics, Indicators and Auditing Methods* (text). Stockholm. Retrieved from <http://www.naturvardsverket.se/Om-Naturvardsverket/Publikationer/ISBN/5700/91-620-5708-1/>
- Yang, F., Bao, Z. Y., & Zhu, Z. J. (2011). An Assessment of Psychological Noise Reduction by Landscape Plants. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(4), 1032–1048. <https://doi.org/10.3390/ijerph8041032>
- Yang, M., & Kang, J. (2013a). Applicability and application of music features in soundscape. In *Proceedings of the 40th Italian Annual Conference on Acoustics (AIA), 39th German Annual Conference on Acoustics (DAGA), combined with European Acoustics Association (EAA) Euroregio*. Merano: EAA.
- Yang, M., & Kang, J. (2013b). Psychoacoustical evaluation of natural and urban sounds in soundscapes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 840–851. <https://doi.org/10.1121/1.4807800>
- Yang, M., & Kang, J. (2014). Identification of sound sources in soundscape using acoustic, psychoacoustic, and music parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 136(4), 2164–2164. <https://doi.org/10.1121/1.4899831>
- You, J., Lee, P. J., & Jeon, J. Y. (2010). Evaluating water sounds to improve the soundscape of urban areas affected by traffic noise. *Noise Control Engineering Journal*, 58(5), 477–483. <https://doi.org/10.3397/1.3484183>
- Yu, L., & Kang, J. (2010). Factors influencing the sound preference in urban open spaces. *Applied Acoustics*, 71(7), 622–633. <https://doi.org/doi:10.1016/j.apacoust.2010.02.005>
- Yu, Lei, Kang, J., & Liu, H. (2014). A Study on the Influence of Urban Design Elements on Soundscape: A Case of Shenzhen Dongmen Culture Square. *New Architecture*, (5), 65–67.
- Zacharias, F.-C., Diegmann, V., & Pfaefflin, F. (2003). GIS use in noise impact screening for an 18,000 km<sup>2</sup> area. Presented at the Inter-noise 2003, The 32nd International Congress and

Exposition on Noise Control Engineering Jeju International Convention Center, Seogwipo, Korea.

Zannin, P. H. T., Engel, M. S., Fiedler, P. E. K., & Bunn, F. (2013). Characterization of environmental noise based on noise measurements, noise mapping and interviews: A case study at a university campus in Brazil. *Cities*, 31, 317–327. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2012.09.008>

Zeballos, F. (2016). ¿Puede la presencia de música acústica en el ambiente tener efectos positivos sobre la valoración del Paisaje Sonoro urbano? (Anteproyecto de Tesina. Director: Pablo Kogan). Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba.

Zeitler, A., & Hellbrück, J. (2001). Semantic attributes of environmental sounds and their correlations with psychoacoustic magnitudes. In *Proceedings of The 17th International Congress on Acoustics (ICA)*. Rome.

Zhang, S., Ma, H., Song, J., & Yang, Q. (2011). Soundscape design on HaiHe coastwise area according to acoustical environment investigation. In *Inter-Noise and Noise-Con Congress and Conference Proceedings (Vol. 3, pp. 3808–3813)*. Osaka: Institute of Noise Control Engineering.

*Contacto con el autor: kogan.acoustics@gmail.com*