

**Universidad
Autónoma
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**EVALUACIÓN DEL CONFORT ACÚSTICO
DEL ESPACIO URBANO. CASO DE ESTUDIO:
CORREDOR URBANO Y ESPACIO DE RECREACIÓN
EN AZCAPOTZALCO, CIUDAD DE MÉXICO.**

Dulce Rosario Ponce Patrón

Tesis para optar por el grado de Maestra en Diseño Bioclimático
Línea de Investigación: Arquitectura Bioclimática

Miembros del Jurado:

Dr. en D. Fausto E. Rodríguez Manzo

Director de la tesis

Dr. en Arq. Jimena de Gortari Ludlow

Dr. en D. Victor Fuentes Freixanet

M. en D. Verónica Huerta Velázquez

M. en D. Elisa Garay Vargas

México D.F.

Julio 2016

A mis padres y hermanos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a la Universidad Autónoma Metropolitana y el posgrado en Diseño por permitirme ingresar a un programa de gran nivel académico.

Al Dr. Fausto E. Rodríguez Manzo, por haberme presentado esta apasionante rama de la investigación que es la acústica por compartirme su gran capacidad técnica, intelectual, académica y humana, y brindarme la oportunidad de colaborar con él.

A Ronald Furet, por su desinteresado apoyo, los conocimientos que compartiste, observaciones, sugerencias, dudas que resolviste y continuas resolviendo. Gracias por tu amistad y tiempo.

A Román A. Mora G., por su tiempo y paciencia, además de sus grandes aportaciones e invaluable apoyo en el análisis estadístico.

Al Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico (LADAc) quienes me han dado la oportunidad de aprender y colaborar con ellos. A Silvia García, Laura Lancón y Elisa Garay por sus aportes, sugerencias y porque su apoyo que no se limita a lo intelectual, hacen de estadía algo bastante grato y divertido. A Luis Oliver y Assael M. Quezadas, por su ayuda en la recolección de las encuestas y hacer más agradable siempre el trabajo.

A mis amigos y compañeros de vida.

A mi familia por su apoyo y amor incondicional.

RESUMEN

Los estudios sobre el efecto que tiene la presencia de diversos factores ambientales en los espacios urbanos contribuyen a establecer criterios de diseño de acuerdo a las condiciones ambientales, físicas y sociales de cada espacio y a sus necesidades.

El sonido, es un factor ambiental poco considerado y no suele asociarse con el confort en exteriores en la práctica urbana o arquitectónica, sin embargo se ha demostrado que la presencia de altos niveles sonoros influye en la molestia y la salud de los individuos.

El objetivo de esta investigación es generar conocimiento del confort acústico urbano dentro del área de Arquitectura Bioclimática para determinar las condiciones de bienestar del espacio urbano en la Ciudad de México. Así, se desarrolló un estudio de carácter no experimental de carácter correlacional basado en el registro de variables acústicas y la aplicación de una encuesta con una escala de juicio subjetivo para valorar el confort acústico en espacios urbanos. Se aplicaron un total de 394 encuestas en cuatro espacios seleccionados de la Delegación Azcapotzalco.

Los resultados derivan en conclusiones con respecto al confort acústico urbano en la Delegación Azcapotzalco y la propuesta de un modelo de predicción del confort acústico que permita al arquitecto evaluar y tomar decisiones de diseño hacia la creación de espacios abiertos con calidad acústica.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	01
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	04
1.2 JUSTIFICACIÓN	10
1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	13
1.4 HIPÓTESIS	14
1.5 OBJETIVOS	14
1.5.1 Objetivo General	14
1.5.2 Objetivos Particulares	15
CAPÍTULO II. ESTADO DEL CONOCIMIENTO	
2.1 EL CONFORT ACÚSTICO.....	16
2.1.1 Confort acústico urbano y el ambiente sonoro en exteriores	18
2.2 ESTADO DEL ARTE	21
2.2.1 Investigaciones base	21
2.2.2 Enfoques de estudio	24
2.2.3 Análisis de métodos	26
2.3 CONCLUSIÓN	30
CAPÍTULO III. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE CONFORT ACÚSTICO	
3.1 EL CONFORT AMBIENTAL	33
3.2 INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS DEL SONIDO	35
3.2.1 Análisis de las ondas sonoras	39
3.2.2 Parámetros básicos del sonido	41
3.3 EL EFECTO DEL SONIDO EN EL HOMBRE	45
3.3.1 Sensación auditiva	45
3.3.2 Percepción sonora	51
3.3.2.1 Selección de la información	51
CAPÍTULO IV. EL SONIDO EN LA CIUDAD	
4.1 LA CIUDAD COMO GENERADORA DE SONIDO	55
4.2 EL RUIDO AMBIENTAL	56
4.2.1 Tipos de ruido ambiental	57
4.2.2 Efectos de la contaminación acústica	60
4.2.3 Pautas para el diseño	61
4.2.3.1 Parámetros que definen el ruido	61
4.3 PAISAJE SONORO	65
4.3.1 Composición del paisaje sonoro	66
4.4 CALIDAD ACÚSTICA	68
4.4.1 Evaluación de la calidad acústica en el espacio urbano	69
4.4.2 Parámetros de calidad acústica en espacios abiertos	70
4.4.2.1 Energía sonora del suceso	71
4.4.2.2 Estructura y patrón temporal	74
4.4.2.3 Estructura espectral	76
4.4.2.4 Percepción psicoacústica	80
4.4.2.5 Composición del ambiente sonoro de acuerdo al tipo de fuentes sonoras	81

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	
5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	84
5.1.1 Enfoque de estudio	85
5.1.2 Definición del tipo de estudio	86
5.1.3 Metodología y estrategias para abordar el problema	87
5.2 ETAPA 1, CARACTERIZACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO	88
5.2.1 Casos de estudio	90
5.2.2 Caracterización del ambiente sonoro	91
5.3 ETAPA 2, EVALUACIÓN DE INDICADORES SUBJETIVOS	
5.3.1 Variables e instrumentos de medición	95
5.3.1.1 Diseño de la herramienta de medición “La encuesta”	95
5.3.2 Tamaño de la muestra	102
5.3.3 Metodología de aplicación de la encuesta	102
5.3.3.1 Captura de datos	103
5.4 ETAPA 3, EVALUACIÓN DE INDICADORES ACÚSTICOS	
5.4.1. Variables e instrumentos de medición	103
5.4.1.1 Instrumentos de medición	104
5.4.1.2 Calibración de instrumentos	106
5.4.2 Metodología de registro de indicadores acústicos	107
5.4.3 Metodología de cálculo	108
5.5 ETAPA 4, MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS	
5.5.1 Relación de indicadores	109
5.5.2 Pruebas de consistencia de datos	109
5.5.3 Procedimiento de análisis de datos	110
5.5.3.1 Modelo lineal múltiple de predicción del confort acústico de un espacio urbano...	112
5.5.3.2 Consideraciones en el análisis de resultados de los modelos a evaluar	115
CAPÍTULO VI. RESULTADOS	
6.1 CARACTERÍSTICA DE LA MUESTRA	119
6.1.1 Corredor comercial	120
6.1.2 Espacio recreativo	121
6.1.3 Muestra total	122
6.2 MODELO LINEAL MULTIVARIANTE DE PREDICCIÓN DEL CONFORT ACÚSTICO DE UN ESPACIO URBANO	123
6.2.1 Evaluación de modelos predictivos	123
6.2.1.1 Modelo de regresión lineal	124
6.2.1.2 Modelos de regresión no lineal	125
6.2.2 Elección de modelo explicativo	128
6.2.2.1 Utilización del modelo seleccionado, predicción e interpretación de confort acústico	130
6.2.3 Modelo de interrelación de variables explicativas	132
6.3 MODELO DETERMINADO A PARTIR DE PROGRAMACIÓN GENÉTICA	134
6.4 RANGO DE VALORES PARA VARIABLES SIGNIFICATIVAS	136
6.4.1 Parámetros energéticos	136
6.4.2 Parámetros de espectro de frecuencia	138

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
7.1 RELACIÓN INDIVIDUAL DE LA VALORACIÓN DEL CONFORT ACÚSTICO ATRAVÉS DE PARÁMETROS ACÚSTICOS SIGNIFICATIVOS.	140
7.2 CONCLUSIONES SOBRE LA PERCEPCIÓN DE CONFORT ACÚSTICO EN ESPACIOS EXTERIORES	143
7.3 PROPUESTA: MODELO EXPLICATIVO DE PERCEPCIÓN DE CONFORT ACÚSTICO EN ESPACIOS EXTERIORES	144
7.3.1 Conclusiones de modelos explicativos de la percepción de confort acústico en espacios exteriores.	146
7.4 RECOMENDACIONES	148
7.5 INVESTIGACIONES FUTURAS	148
GLOSARIO	150
BIBLIOGRAFÍA	153
 ANEXOS	
ANEXO I. CARACTERIZACIÓN DE ESPACIOS DE ESTUDIO	162
ANEXO II. ENCUESTA FINAL	166
ANEXO III. DATOS SIMULADOS	168
ANEXO IV. BASE DE DATOS	178
ANEXO V. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA	193
ANEXO VI. DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE MOLESTIA POR FUENTE SONORA Y NIVEL DE PERCEPCIÓN	200
ANEXO VII. MODELOS DE PREDICIÓN LINEAL Y NO LINEAL	204
ANEXO VIII. FUNCIONES PARA EL MODELO DE PREDICCIÓN NO LINEAL	206
 CURRÍCULUM VITAE	 207

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Primer Mapa de ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México. Fuente: (SMA-UAM-A-LADAc, 2011).	07
Figura 2.1 Variables en el estudio del confort acústico. Fuente: Elaboración propia.	16
Figura 2.2 Variables aplicables para la clasificación subjetiva del nivel de confort al ruido. Fuente: Elaborado de acuerdo a K. Genuit, 2002, p. 5.....	17
Figura 2.3 Descripción del ambiente sonoro en espacios urbanos. Fuente: Adecuado de Kang (2003, p. 32) y Maristany (2014, p. 105).	19
Figura 2.4 Comparación de curvas resultado de la molestia (%HA) en función del nivel sonoro, para ruido de tráfico vehicular, transporte aéreo y transporte ferroviario. Fuente: Schultz, 1978, p392.	21
Figura 2.5 Relación de métodos y herramientas de recolección de datos para el estudio de la calidad acústica de un ambiente sonoro. Fuente: Propio con base en Aletta, F.; Kang, J.; Axelsson, Ö.;2015, p. 71.	25
Figura 3.1 Proceso de extracción de la información de un estímulo. Fuente: Elaboración propia de acuerdo a R. Forgas, 1979, p. 89-115.	31
Figura 3.2 Presión acústica observada durante un intervalo de tiempo en una onda sinusoidal. a) Vista de regiones de compresión y rarefacción de una onda sonora en el aire, b) Comparación de zonas de compresión (región de alta presión) y rarefacción (región de baja presión) con respecto de la presión atmosférica. Fuente: Adaptado de Everest, 1994, p. 6-7.	34
Figura 3.3 Presión acústica observada durante un intervalo de tiempo en una onda sonora sinusoidal. Fuente: Adaptado de Cowan, 1994, p.14.	35
Figura 3.4. Relación funcional entre la frecuencia y la longitud de onda en el aire. Fuente: Adaptado de Arau, 1999, p.11.	37
Figura 3.5. Oscilaciones de onda a diferentes frecuencias, a) 200 Hz, b) 400 Hz, c) 600 Hz y d) 800 Hz. Fuente: Adaptado de Goldstein, 2010, p. 264.	37
Figura 3.6 Análisis de una onda compleja: a) Primer armónico, b) Segundo armónico, c) Composición de la onda $f_1 + f_2$, d) Tercer armónico y e) Combinación de armónicos en una onda $f_1 + f_2 + f_3$. Fuente: Adaptado de Everest, 1994, p. 11.	39
Figura 3.7. Adición de nivel de presión sonora. Fuente: Adaptado de Arau, 1999, p. 58.	42
Figura 3.8 Curvas de ponderación: a) Ponderación A b) Ponderación y c) Ponderación C. Fuente: Adaptado de ANSI S1 .4-1971 en Everest, 1994, p. 32.	43

Figura 3.9 Esquema de las partes del oído humano a) oído externo, b) oído medio y c) oído interno. Fuente: Adaptado de http://www.brighamandwomens.org/departments_and_Services/surgery/services/otolaryngology/ear/ear-infections-and-conditions.aspx	44
Figura 3.10 Área de audición con respecto de la frecuencia y el nivel de presión sonora (SPL), muestra el umbral de audición y los umbrales de molestia y dolor. Y comparación con áreas de producción de la voz y la música. Fuente: Adaptado de Zwicker y Fastl, 2007, p. 19.	46
Figura 3.11 Curvas isofónicas de igual sonoridad. Fuente: Szokolay, 2008, p. 211.	47
Figura 3.12 Comparación de la sonoridad de fuentes sonoras comunes con su nivel de presión sonora. Izquierda nivel de sonoridad y derecha nivel de presión sonora. Fuente: Fastl, H. 2006, p. 6.	48
Figura 3.13 Respuesta de la membrana basilar a diferentes combinaciones de tonos puros. Fuente: Carrión, 1988, p. 39.	49
Figura 3.14. Sistema de referencia de la audición humana. Direcciones utilizadas en la localización de sonidos. Fuente: Propio basado en Schiffman, 2010, p. 125.	51
Figura 4.1 Mapa de ruido. a) Mapa de ruido por tráfico vehicular*, b) Mapa de ruido por tráfico ferroviario**, Fuente: Rodríguez-Manzo et al, 2015, p.05, y sica.web.cedex.es	56
Figura 4.2 Mapa de ruido por tránsito aéreo. Fuente: sica.web.cedex.es	57
Figura 4.3 Mapa de ruido comunitario del Centro Histórico de la ciudad de México. Fuente: elaboración propia.	58
Figura 4.4 Cálculo del nivel diario equivalente de exposición efectiva para ambientes laborales. Fuente: R.D. 1316/1989 y 86/188/CEE, p. 29).	60
Figura 4.5 Marco conceptual de paisajes sonoros según la ISO 1293-1 Acoustics - Soundscape. Par 1. Definition and conceptual framework. Fuente: Adaptado de ISO 12913-1, 2014, p.02.	65
Figura 4.6 Relación entre sonoridad en sonios (N) y en nivel de sonoridad en fonios (LN). Fuente: http://www.sengpielaudio.com/calculatorSonephon.htm	72
Figura 4.7 Determinación de niveles sonoros percentiles en un evento sonoro. Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 4.8 Centro de frecuencias de un evento sonoro. a) La tendencia se agrupa hacia las frecuencias medias y b) La tendencia se agrupa en frecuencias bajas. Fuente: Elaboración propia.	76
Figura 4.9 Factor de ponderación de agudeza (g) en función de la banda crítica (Bark). Fuente: Adaptado de Zwicker y Fastl, 2007, p242.	78

Figura 4.10 Agrado relativo en función a la agudeza de un sonido. Fuente: Adaptado de Zwicker y Fastl, 2007, p242	79
Figura 4.11 Ambiente sonoro evaluado de acuerdo a sonidos característicos de un espacio. Fuente: Brown, 2013, p.119.	81
Figura 4.12 Sonidos típicos del ambiente urbano y grado de aceptación de acuerdo a color a)Naranja, poca aceptación, b)Verde aceptación media o indiferente y c) Azul, buena o muy buena aceptación. Fuente: Propio de acuerdo a Brown, Kang y Gjestland, 2011, p. 389, y Zhang & Kang, 2007, p. 71.	82
Figura 5.1 Esquema metodológico de la investigación. Fuente: Elaboración propia.	82
Figura 5.2 Diseño esquemático de investigación de ruido ambiental. Fuente: Elaboración propia, basado en Hernández-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010, p. 57-72.	83
Figura 5.3 Ubicación de sitios potenciales de estudio: a) Delegación Azcapotzalco, b) Conexión de Parque Azcapotzalco a partir de la Av. Azcapotzalco con el Jardín Hidalgo y c) Conexión Glorieta Clavería a partir de Av. Clavería con Parque de la China. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía de OpenStreetMap https://cartodb.com	85
Figura 5.4 Vistas de Jardín Hidalgo y Avenida Azcapotzalco. Fuente: Elaboración propia. ...	87
Figura 5.5 Vistas de Calle Clavería (izq.) y Parque de la China (der.). Fuente: Elaboración propia.	87
Figura 5.6 Caracterización de Avenida Azcapotzalco: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.	88
Figura 5.7 Caracterización de Avenida Clavería: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.	89
Figura 5.8 Caracterización de Jardín Azcapotzalco: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.	90
Figura 5.9 Caracterización de Parque de la China: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.	91
Figura 5.10 Diseño de encuesta. Fuente: Elaboración propia.	92
Figura 5.11 Micrófonos condensadores stereo, marca TASCAM, modelo iM2. Fuente: http://tascam.com/product/im2/	102
Figura 5.12 Sound Level Datalogger Extech, modelo 407760. Fuente: http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=18&prodid=551	102

Figura 5.13 Sonómetro integrador NORSONIC, modelo Nor140. Fuente: www.norsonic.com ..	103
Figura 5.14 Calibrador NORSONIC, modelo Norsonic AS. Fuente: www.norsonic.com	104
Figura 5.15 Resultado de calibración de Sound Level Datalogger a partir del software EXTECH. Fuente: Elaboración propia.	104
Figura 5.16 Simulación y medición de parámetros acústicos. Fuente: Elaboración propia.	105
Figura 5.17 Diagrama de dispersión de regresión lineal simple. Fuente: Adaptado de Moore, 2000, p.133.	108
Figura 5.18 Modelo de regresión múltiple. Fuente: Adaptado de Moore, 2000, p. 691.	109
Figura 5.19 Definición de variables en el modelo. Fuente: Elaboración propia.	109
Figura 5.20 Significado de valores de respuesta (Y) para la percepción de confort acústico. Fuente: Elaboración propia.	110
Figura 5.21 Modelo de regresión lineal múltiple que representa la expresión [18] a) Vista en isométrico y b) Visto en planta. Fuente: Elaboración propia	111
Figura 5.22 Árbol de interacciones, Estructura de modelo para evaluación del nivel sonoro. Fuente: L. Yu and J. Kang:, 2009, p.1169	112
Figura 5.23 Gráfico de funciones linealizables: a) relación logarítmica, b) relación logarítmica en X, c) relación exponencial, d) relación exponencial tipo II. Fuente: Adaptado de Winston, 2004, p. 1313.	113
Figura 6.1 Modelo 1.1: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales. Fuente: Elaboración propia.	121
Figura 6.2 Modelo 1.2: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales, Fuente: Elaboración propia.	122
Figura 6.3 Modelo 2: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales del Fuente: Elaboración propia.	123
Figura 6.4 Modelo 3: Comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales. Fuente: Elaboración propia.	124
Figura 6.5 Modelo 5: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales del modelo 5. Fuente: Elaboración propia.	125
Figura 6.6 Modelo 6: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales del modelo 6. Fuente: Elaboración propia.	129

Figura 6.7 Modelo de confort acústico generado a partir de programación genética. Los círculos en colores corresponden a los parámetros acústicos con respecto a: a) su contenido energético (color azul), b) el contenido espectral (color rosa), y c) la relación figura-fondo (color morado). Los nodos de funciones corresponden a las funciones de la tabla IX. Fuente: elaborado con ayuda de Román A. Mora G.	132
Figura 6.8 Rango de valores del parámetro LAeq para juicios de percepción de confort. Fuente: Elaboración propia.	133
Figura 6.9 Rango de confort acústico para el parámetro LA50. Fuente: Elaboración propia. ...	135
Figura 6.10 Rango de confort acústico para el parámetro LCEq - LAeq. Fuente: Elaboración propia.	136
Figura 6.11 Rango de confort acústico para el parámetro CoG. Fuente: Elaboración propia.....	137
Figura 7.1 Mapa de evaluación de confort acústico para el Jardín Hidalgo (sitio 3). Fuente: Elaboración propia.	143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Comparación de parámetros por enfoque de estudio para el estudio de confort acústico. Fuente: Propio, basado en (Hernández-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010)	24
Tabla 2.2 Comparación paramétrica por enfoque en estudio de ruido ambiental. Fuente: Propio, basado en (Hernández-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010).	24
Tabla 2.3 Definición de atributos de escala de diferencial semántico. Fuente: Propio basado en (Raimbault, Lavandier, & Bérengier, 2003)	27
Tabla 2.4 Relación de parámetros de calidad acústica y componentes del paisaje urbano. Fuente: Propio basado en (Maristany, 2013).	29
Tabla 3.1 Componentes de confort concernientes a la arquitectura. Fuente: Serra (2004).	33
Tabla 3.2 Clasificación de frecuencias. Fuente: adaptado de (Arau, 1999) y (R. Josse, 1975).....	38
Tabla 3.3 Banda de octavas de espectro de frecuencias y longitud de onda. Fuente:(adaptado de Szokolay, 2008 (206, 208)	40
Tabla 4.1 Comparación de alcances en el estudio del ambiente sonoro urbano. Fuente: (Brown, Kang, & Gjestland, 2011)	55
Tabla 4.2 Guía de valores de ruido comunitario en ambientes específicos. Fuente: Propio basado en (Berglund, Lindvall, & Schwela, 1999) y (Cowan, 1994)	63
Tabla 4.3 Características del paisaje sonoro a partir de la relación figura-fondo. Fuente: propio adaptado de Shafer (1977) y Rubín (1921).	66

Tabla 4.4 Indicadores acústicos propuestos en la evaluación de la calidad acústica. Fuente: Propio basado en (Nilsson, Botteldooren, & De Coensel, 2007).	70
Tabla 5.1 Espacios potenciales de la Delegación Azcapotzalco. Fuente: Elaboración propia.	86
Tabla 5.2 Conceptualización de variables en cuestionario. Fuente: Propio basado en Sampieri (2001)	97
Tabla 5.3 Resultado de encuestas sobre salud auditiva percibida y diagnosticada. Fuente: elaboración propia.	100
Tabla 5.4 Variables explicativas del confort acústico. Fuente: elaboración propia.....	101
Tabla 6.1 Datos estadísticos de parámetros acústicos en los espacios de Corredores Urbanos. Fuente: Elaboración propia.	117
Tabla 6.2 Datos estadísticos de molestia por fuente sonora en corredores urbanos. Fuente: Elaboración propia.	117
Tabla 6.3 Datos estadísticos de parámetros acústicos en los espacios recreación. Fuente: Elaboración propia.	118
Tabla 6.4 Datos estadísticos de molestia por fuente sonora en espacios recreativos. Fuente: Elaboración propia.	119
Tabla 6.5 Datos estadísticos de parámetros acústicos en la muestra total. Fuente: Elaboración propia.	119
Tabla 6.6 Datos estadísticos de molestia por fuente sonora en espacios recreativos. Fuente: Elaboración propia.	120
Tabla 6.7 Tabla comparativa del porcentaje de casos pronosticados para cada modelo. Fuente: Elaboración propia.	126
Tabla 6.8 Comparación de hipótesis nula para parámetros de X_i de estadístico calculado y estadístico de tabla para cada modelo evaluado. Fuente: Elaboración propia.	126
Tabla 6.9 Variables X_i de entrada y valor de salida resultante del modelo para corredores urbanos. Fuente: Elaboración propia.	128
Tabla 6.10 Variables X_i de entrada y valor de salida resultante del modelo para espacios de recreación. Fuente: Elaboración propia.	128
Tabla 6.11 Valores del coeficiente β para el Modelo 6. Fuente: Elaboración propia.	130
Tabla 7.1 Modelos de regresión de influencia de variables acústicas e identificación de fuentes sonoras en la calidad del paisaje sonoro percibido. Fuente: Nilsson, Botteldooren y De Coensel, 2007, p. 04	138

ÍNDICE DE ECUACIONES

[1]	Velocidad del sonido (Laplace)	35
[2]	Longitud de onda	35
[3]	Nivel de presión sonora (Llinares, Llopis, & Sancho, 2008)	40
[4]	Nivel sonoro para ruido comunitario, ciudad con densidad de población baja.	56
[5]	Nivel sonoro para ruido comunitario, ciudad con densidad de población alta.	56
[6]	Nivel sonoro continuo equivalente de día (L_{dn})	59
[7]	Nivel sonoro continuo equivalente L_{eq} , tiempo de integración en horas.	59
[8]	Nivel sonoro continuo equivalente, tiempo de integración cada 500 ms.	68
[9]	Sonoridad para tonos puros (ISO 532 ^a)	69
[10]	Sonoridad para sonidos compuestos (ISO 532B)	69
[11]	La diferencia entre el nivel de presión sonora en ponderación A excedido 10% y 90% del tiempo.....	71
[12]	Centroide espectral de gravedad	73
[13]	Diferencia entre ponderación A y ponderación C	73
[14]	Nitidez	74
[15]	Rugosidad	75
[16]	Tasa de Fluctuación	76
[17]	Tamaño de muestra para muestra finita (Rojas, 2008)	99
[18]	Modelo de regresión múltiple básico	108
[19]	Grados de libertad	114
[20]	Modelo 1 de regresión lineal	121
[21]	Modelo 2 de regresión logarítmica	122
[22]	Modelo 3 de regresión logarítmica en X	123
[23]	Modelo 4 de regresión exponencial	124
[24]	Modelo 5 de regresión exponencial e inversa en X	125
[25]	Grado de confort acústico	129
		142
[26]	Modelo 6 de regresión lineal de interrelación de variables X	129

INTRODUCCIÓN

La presencia del sonido en las ciudades tiene implicaciones en su desarrollo, ya que influye en el bienestar de los habitantes, por lo tanto es sustancial entender y evaluar las condiciones acústicas en las ciudades.

El proceso de valoración de la calidad acústica en la ciudad, interpreta el sonido como un residuo, carente de información. Por lo tanto se han desarrollado herramientas de evaluación y acciones con el objetivo de disminuir y reducir su influencia en la población, el alcance es el silencio. Numerosas metodologías e indicadores acústicos han sido propuestos para la evaluación y mapeo del escenario sonoro en áreas urbanas. Por su parte los gobiernos han acogido estas herramientas y establecido normativas que regulan los niveles sonoros en el espacio urbano.

El modelo de acción presente en la normativa considera el problema de la contaminación acústica como algo negativo y controlable a través de la atenuación. Se sustentan en constituir razonamientos de calidad acústica en el espacio urbano, a partir modelos orientados en criterios de *bienestar* que establecen límites de tolerancia en escalas de ‘calidad’ a partir de la medición de los niveles sonoros en el espacio urbano, los cuales no consideran la percepción y el confort *acústico* de la población.

Esto se convierte en una disyuntiva ya que la percepción de confort acústico no depende únicamente del contenido energético del sonido como los niveles sonoros, sino que afecta, en él otros factores, la determinación de la calidad acústica presenta mayor complejidad que sólo la medición de los niveles sonoros en el ambiente sonoro urbano.

Desde esta perspectiva, además; se han producido herramientas técnicas, usualmente complejas, desde las cuales los ingenieros y diseñadores puedan proyectar y evaluar espacios sonoramente agradables para los usuarios. Sin embargo, es compleja la producción de lineamientos que definen la calidad acústica, por lo tanto se planteó como objetivo, por una parte, la generación de conocimiento del confort acústico urbano dentro del área de Arquitectura Bioclimática para de-

terminar las condiciones de bienestar del espacio urbano y alcanzar así la calidad acústica. Y Por otro lado, la exploración de una metodología de medición y la creación de un modelo que a partir de las condiciones acústicas del ambiente sonoro pueda predecir el confort acústico o la calidad del espacio analizado.

Para lograr lo anterior, se desarrolló un estudio no experimental basado en el registro de variables acústicas (niveles sonoros como L_{Aeq} , L_{Ceq} , L_{A10} , L_{A50} y L_{A90} , variables derivadas del espectro de frecuencias como el el centroide espectral de gravedad o la diferencia entre el nivel sonoro en ponderación C y el nivel sonoro en ponderación A y aspectos temporales como la diferencia entre el nivel sonoro percentil 10 y el nivel sonoro percentil 90) y la aplicación de una encuesta con una la escala de juicio subjetivo propuesta por Yang y Kang (2004).

El levantamiento de datos se llevó a cabo en la Ciudad de México, en espacios públicos urbanos de la delegación Azcapotzalco, se analizaron dos espacios de recreación; el Jardín Hidalgo y el Parque de la China, y dos corredores urbanos; la avenida Azcapotzalco y la calle Clavería. Fueron recabadas 394 encuestas mismas que fueron analizadas en perfiles de grados de confort acústico y su correlación con los registros de los parámetros acústicos antes expuestos mediante modelos de regresión múltiple.

El documento derivado de esta investigación se compone de siete capítulos expuestos de la siguiente manera:

- 1. Planteamiento de la investigación**, en este apartado se plantea la problemática del ruido en la ciudad y se plantean preguntas de investigación así como los objetivo y la hipótesis de esta investigación.
- 2. Estado del conocimiento**, es este apartado se define el confort acústico en el espacio urbano a partir del conocimiento actual sobre el tema y se realiza un análisis sistemático y calificativo del conocimiento actual sobre los experimentos realizados, metodologías de análisis, nuevas teorías y enfoques de investigación.
- 3. Fundamentos teóricos de confort acústico**, en este apartado se profundiza sobre el fenómeno sonoro y se explica la influencia que tiene en el ser humano; física, sensorial y perceptual.

4. **El sonido en la ciudad**, abarca una visión general de como el sonido impacta el entorno urbano y se convierte en ruido ambiental o en paisaje sonoro, además; se analiza la calidad acústica de los ambientes sonoros y los posibles factores y parámetros para su evaluación.
5. **Metodología de recolección y análisis de datos**, en este apartado se describe el proceso metodológico seguido a lo largo de la investigación: los criterios para la selección de los espacios de análisis, la elección de los parámetros acústicos de análisis, la descripción de los instrumentos, el diseño del cuestionario, el proceso de recopilación de información y el método de análisis.
6. **Resultados**, aquí se muestra al análisis de los productos obtenidos de los datos adquiridos, se analiza la influencia individual de cada parámetro y la influencia conjunta de los parámetros medidos para la predicción del confort acústico
7. **Conclusiones y recomendaciones**, en este capítulo se presenta una discusión de los resultados obtenidos y se generan conclusiones de acuerdo a los alcances de la investigación, además; se presenta un modelo para la determinación del grado de confort acústico de un espacio urbano y sus posibles usos. Finalmente, se realizan recomendaciones para futuras investigaciones

Al final del documento se incluye un glosario de términos y los anexos que forman parte del proceso de medición y análisis que corresponden a: la caracterización de los espacios de estudio, la encuesta propuesta como instrumento de medición subjetiva, el registro de los datos acústicos obtenidos en campo y simulados, el registro del comportamiento acústico con respecto a la base de datos subjetivos colectados y la descripción de estos datos, y los resultados de los modelos de predicción generados.

Las aportaciones que se desprenden de este documento son: la generación de conocimiento del concepto de confort acústico urbano en la Ciudad de México, poco explorado en la arquitectura, y la propuesta de un modelo de predicción del confort acústico que permita al arquitecto evaluar y tomar decisiones de diseño hacia la creación de espacios abiertos con calidad acústica.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se plantea la problemática de la incidencia del ruido ambiental en la ciudad contemporánea y sus efectos en la población. Así, desde la perspectiva de la bioclimática y la acústica se plantea la pesquisa de ¿Cómo describir el confort acústico de los individuos en los espacios exteriores?, temática que se abordará a lo largo de esta tesis.

Se expone el aporte que se busca al diseño urbano y acústico. Esto mediante del planteamiento de preguntas conductoras, que parten de lagunas que el conocimiento ha dejado y se centran hipótesis y objetivos que intentan responder las cuestiones planteadas.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El espacio urbano contemporáneo es derivado de la adaptación en el tiempo de la tipología urbana a las exigencias actuales. Con el aumento de la aglomeración humana se potencia la necesidad de suministrar servicios (como vivienda, alimentación, transporte, entre otros), en busca de la ‘comodidad’ de esas concentraciones. Esto ha impactado en el paisaje urbano y degradado su calidad ya que su influencia no se limita a modificar la morfología urbana; el espacio urbano se vuelve generador de basura, tráfico vehicular, polución, erosión, ruido, entre otros, y todo ello modifica las condiciones climáticas ambientales y sensoriales del entorno (Terán, 2006), y con el tiempo merma la calidad de vida de sus habitantes.

Una derivación del espacio urbano (y los entornos en general) es la presencia del sonido que coexiste en las ciudades, las cuales se expresan a través de este fenómeno, que si es analizado con detenimiento, permite una lectura de las relaciones que existen de manera cotidiana en un espacio, los elementos que lo integran y como se desarrollan. Los habitantes viven y están inmersos en el espacio sonoro ya que son productores y escuchas activos del espacio.

En la actualidad, el desarrollo de nuevos sistemas de transporte, las obras de construcción y el emplazamiento de actividades industriales en el espacio urbano ha originado una compleja red de sonidos continuos y muchas veces elevados que han inundado el espacio, los sonidos han dejado de expresar algo peculiar, incluso la interacción del ser humano ha quedado encubierta (De Gortari, 2013, p. 81), esto ha provocado la pérdida de identidad y singularidad en el ambiente sonoro del espacio urbano, visitar una ciudad equivale a visitar otra cualquiera (Carles, J.L. 2004).

Ruido ambiental

Al conjunto de fuentes sonoras que interviene el espacio como un murmullo constante se le denomina como **ruido ambiental** catalogado por la Directiva Europea (1996, p.04) como: “sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo, y por emplazamientos de actividades industriales”

Comparado con otros contaminantes el ruido ambiental ha sido poco estudiado ya sea por la mínima información o *por los escasos conocimientos de sus efectos y la falta de criterios definidos...* que consideran la relación dosis-respuesta (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999, p. 2) o la relación sujeto-entorno (López-Barrio 2001). Aun así los efectos del ruido y sus consecuencias para la salud son palpables. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce los efectos negativos del mismo sobre el ser humano (en las funciones fisiológicas como: efectos cardiovasculares, y daño auditivo, y la salud mental como: agresividad o pasividad, así como efectos colaterales derivados de estos como perturbación del sueño y bajo desempeño laboral) y lo cataloga como un problema global que se encuentra en aumento (WHO,1996).

En 1982 en Estados Unidos se estimó que el 87% de la población estaba expuesta a niveles de ruido por encima de 55 dBA¹ (EPA, 1982, en German-González y Santillán, 2006, p.42) y la Unión Europea, manifiesto que el 40% de la población está expuesta a niveles que exceden los 55 dBA (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999, p.i).

¹ Nivel sonoro promedio en un periodo de 24 horas.

La Organización de las Naciones Unidas (1972, p. 2-4) declara como sus principios que:

El hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras... A fin de lograr una más racional ordenación de los recursos y mejorar así las condiciones ambientales, los Estados deberían adoptar un enfoque integrado y coordinado de la planificación de su desarrollo, de modo que quede asegurada la compatibilidad del desarrollo con la necesidad de proteger y mejorar el medio humano en beneficio de su población...

Es así como los gobiernos en su necesidad de proteger el medio humano deberán fomentar la evaluación y control del ruido en torno a las ciudades. Por ejemplo, con el surgimiento de la Directiva 2002/49/CE en la Comunidad Europea para la gestión y evaluación del ruido ambiental, se han generado mapas de ruido²; en las ciudades donde *la relación de los grandes ejes viarios cuyo tráfico supere los seis millones de vehículos al año, los grandes ejes ferroviarios cuyo tráfico supere los 60.000 trenes al año, los grandes aeropuertos, y las aglomeraciones rebasen los 250.000 habitantes* (Directiva 2002/49/CE, 2002, p. 15)³. A fin de conocer el impacto sonoro promedio.

Por otra parte, se ha procurado el desarrollo de la investigación acerca del problema como es el caso del proyecto *SILENCE*⁴, el cual, a través del estudio de la molestia y la percepción del ruido en diferentes entornos culturales facilita una perspectiva integral reflejada en un conjunto de herramientas para reducir el ruido a través de la gestión y planificación de la ciudad; el proyecto CNOSSOS-EU “Asignación de niveles de ruido a población y edificaciones⁵” (Institute for Health and Consumer Protection, 2012), está orientado a conocer los niveles de ruido en la población por medio del estudio de su incidencia en fachadas; o proyectos más específicos enfocados a los es-

² Presentación de datos sobre una situación acústica relevante o pronosticada en función de un indicador sonoro en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigilante, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica.

³ Los mapas de ruido deberán actualizarse cada cinco años por decreto.

⁴ <http://www.silence-ip.org/site/index.html>

⁵ *Assigining noise levels and population to buildings*

pacios públicos como el proyecto “*Redescubriendo el Ámbito Urbano y los Espacios Abiertos*”⁶ (RUROS), enfocado a evaluar el comportamiento del espacio urbano y su relación con el confort térmico, confort visual y el confort acústico (Nikolopoulou, M, et al. 2004)

En Latinoamérica esto no ha ocurrido de la misma manera, ya que sólo existen casos aislados y dispersos de evaluaciones de ruido como mapas de ruido urbano. Las acciones son escasas y el ruido no debería considerarse un lujo de países desarrollados ya que en países en desarrollo la exposición resulta exponencial debido, muchas veces, a la deficiente planeación (Berglund, Lindvall & Schwela 1999).

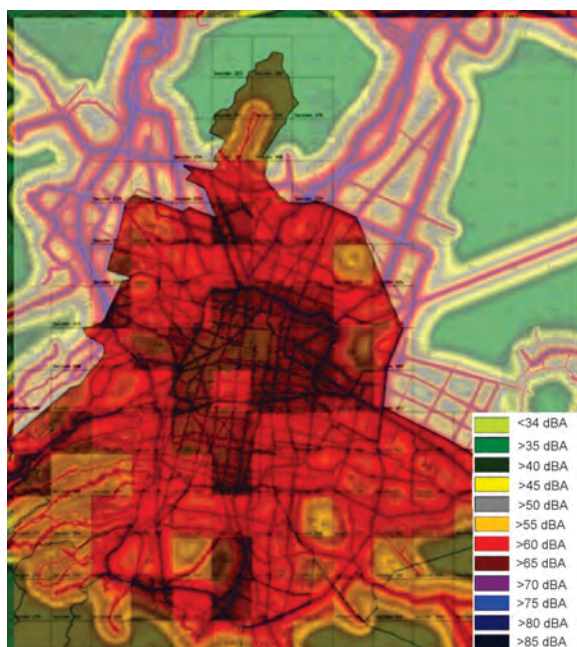


Figura 1.1 Primer Mapa de ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México.

Fuente: (SMA-UAM-A-LADAc, 2011, p. V)

Uno de los estudios realizados en México es el Mapa de Ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) (Figura 1.1), éste se desarrolló en un software de simulación (CadnaA) a partir de los datos de aforos viales en vialidades primarias y vialidades de acceso controlado en comparación con la disposición geométrica y espacial de las edificaciones. El estudio muestra un escala global que representa y referencia la distribución del nivel sonoro continuo equivalente de

⁶ *Rediscovering the Urban Real and Open Spaces*

día (L_{Deq}) derivado del tráfico vehicular, principal fuente del ruido ambiental (Rodríguez, 2013) (Zamarrón, 2013) y a partir de esto realiza una comparación del grado de molestia generada a la población de acuerdo al L_{Deq} ideal para el uso de suelo. Esto significa, que no se podrá comprender la complejidad absoluta del problema, si se considera que el ruido urbano posee más elementos no analizados, pero podrán ubicarse áreas con saturación acústica y crear planes específicos para cada una de ellas.

Es importante aclarar que no existe una distinción entre el sonido y el ruido, siendo el anterior una percepción sensorial (Berglund, Lindvall & Schwela 1999). Así, podría entenderse que el espacio urbano ofrece infinidad de lecturas desde el ámbito sonoro, no únicamente la molestia y se puede abordar desde diversas y complementarias ópticas.

Por una parte, a través del sonido como fuente de información los habitantes pueden ubicarse e interactuar con el espacio, así al explorarlo puede comprenderse la dinámica del espacio urbano a través de sus modos de vida característicos. Por otra parte se crea una identidad sonora la cual a través de la sensación sonora crea una composición emocional o cultural del sonido (Atienza, 2007) complementada por el diseño urbano y arquitectónico; ya que sus propiedades formales y propiedades acústicas pueden generar o no un espacio armónico, “creando una interacción entre las formas construidas, el medio ambiente sonoro y la percepción auditiva del espacio” (López-Barrio, 2001, p. 12).

La dinámica sonora se integra al propósito urbano, y proyectos como los surgidos dentro del Laboratorio CRESSON (iniciado por Jean-François Augoyard), que intentan integrar herramientas de análisis del efecto sonoro más allá de la estética o la simple acción correctiva, se validan en busca de generar, además; instrumentos de recuperación o proposición de nuevas configuraciones urbanas (Atienza, 2008) que proporcionen el confort⁷ perdido.

En la búsqueda de comprender esta dinámica e interpretar el espacio urbano, es necesario fragmentarlo para así potencializar el análisis de la influencia de las actividades humanas que se in-

⁷ Aquello que produce bienestar

terrelacionan en núcleos de concentración, como centros o subcentros de barrio y observar por una parte el carácter sonoro del espacio y por otra la sensación de confort que el individuo presenta de acuerdo a éste.

Lo anterior refleja la necesidad de definir y detallar nuevos alcances en el estudio del sonido en el espacio urbano, como la comprensión del confort acústico⁸ para así derivar acciones concretas de diseño a fin de alcanzarlo.

Caso de estudio

En la Delegación Azcapotzalco se ha propiciado la alta densificación en los centros urbanos, esto conlleva el aumento del servicio de transporte y mayor flujo de personas en los centros urbanos, como consecuencia se genera saturación acústica que produce molestia a la población. Otro elemento a considerar es que la delegación presenta en su estructura presenta diversas tipologías de centros urbanos notables, como el Centro Histórico o la colonia Clavería (por mencionar algunos), en los que el carácter colectivo de la vida urbana ha sido desplazado por la cultura surgida de las actividades económicas, lo que se deduce, propicia saturación acústica.

En este estudio el interés se centra en identificar espacios urbanos notables que cuenten con una identidad ya sea arquitectónica o cultural, en los que derivados de la prestación de bienes y servicios generen aglomeraciones considerables de personas a fin de estudiar la dinámica sonora y como ésta repercute en el confort acústico de la población y así por medio de la comparación de uno o más espacios definir parámetros o magnitudes acústicas influyen en confort. Los resultados de esta investigación pretenden determinar directrices útiles para la elaboración de planes de acción puntualizados en el problema actual y enfocado a la percepción de la población en los espacios urbanos.

⁸ *aquellas condiciones acústicas del entorno que permiten al usuario realizar su tarea con comodidad (Daumal, 2007)*

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la ciudad se encuentra bajo la presión de sus habitantes, la migración hacia ella crece de manera constante y deriva en ciudades densamente pobladas, lo cual hace complejo conseguir un nivel de vida urbana aceptable (Perico, 2008). El crecimiento continuo invita a observar con especial atención a la ciudad como espacio de vida (hábitat) condicionado por la calidad del medio ambiente que lo rodea.

Los habitantes exigen espacios diversos para realizar sus necesidades básicas de recreación y esparcimiento al exterior, es así como el espacio público⁹ como la calle y las plazas públicas forman los elementos que los habitantes utilizan para el desarrollo de sus actividades al aire libre, y el espacio público se convierte en el lugar donde el habitante se integra, creando un sentido de pertenencia social que le proporciona al habitante y le ayuda a hacer propia la ciudad; constituyéndola como una extensión de su territorio de vida (Bojórquez, 2010) (Borja, 2000).

Sin embargo hoy en día utilizar los espacios públicos se vuelve complicado y desagradable por la falta de espacio físico y demás inconveniencias como la seguridad, la contaminación visual, la suciedad o el ruido. De acuerdo a esto, Burnham (1909 en Bruegmann 1980) señala que un repugnante entorno influye negativamente en las personas obligadas a habitarlo y desde 1909 ya planteaba la mejora de la calidad del espacio urbano en busca de mejorar la calidad de vida.

De acuerdo a Cooper y Francis (1998, p. 21) actualmente se observa poco interés en el uso de los espacios públicos por parte de las personas; la población utiliza los espacios por necesidad, no porque quiera ir. Esto sucede, entre otras cosas, porque éstos no propician las condiciones adecuadas para su uso, desde el punto de vista del diseño. Estas condiciones son las que deben ser evaluadas y corregidas o ser diseñadas nuevamente, ya que cuando el entorno se vuelve agresivo o el sujeto se siente perturbado en él puede generar desprecio hacia el mismo (Valera y Pol, 1994, en López-Barrio 2001).

⁹ Aquel territorio de la ciudad donde cualquier persona tiene derecho a estar y circular libremente, como un derecho, ya sean espacios abiertos o espacios cerrados (Borja, 2003)

Gehl & Gemzoe (2002) plantean que los espacios públicos (como calles, plazas, patios, parques, entre otros) que ofrezcan mejores cualidades serán generadoras de actividad humana. Con base a esto, Nikolopoulou (2004) plantea que bajo condiciones adecuadas de confort térmico, lumínico, acústico, psicológico se generarán espacios exteriores de calidad.

El espacio público es moldeado por actores complejos y multidimensionales como las cualidades culturales en el que está inmerso, los componentes vegetales, los componentes visuales, el sonido, entre otros. Carles (et al. 1999) establece que la interacción entre la visión y la percepción sonora es la que mayor influencia tiene en la valoración del espacio urbano, (Goldstein, 2011, p. 11) el ambiente sonoro por sí mismo, influye en el 20% de ésta; complementado por la visión, el tacto, el olfato y la sensación térmica. Desde esta perspectiva, el sonido se podría definir como un elemento que se integra al espacio reflejando la identidad de la fuente del mismo y su interacción con el medio urbano. Los habitantes se relacionan con él, al ser productores y escuchas activos. El sonido proporciona una de las relaciones de mayor importancia en el espacio que habitan y les asiste en la concepción de un esquema mental del espacio y la ciudad.

Shafer (1977, p. 64-75) considera que cada espacio ofrece una experiencia sonora particular que define el entorno cotidiano, la cual debe ser preservada. Discrimina entornos sonoros donde los sonidos son enmascarados por fuentes sonoras sin información (usualmente afectados por los sistemas de transporte o maquinaria) donde se pierde la identidad misma del entorno y los considera como negativos o de baja fidelidad (*Low-fi*) y recomienda preservar paisajes sonoros donde se pueden percibir claramente los sonidos y puedan ser ubicados en el espacio considerándolos islas sonoras, los llama de alta fidelidad (*Hi-fi*).

Por otra parte, dentro del medio urbano se crean identidades acústicas donde los sonidos se mezclan y el usuario se funde en esta inmersa conglomeración de sonidos, la mayoría de éstos no presentan amenaza alguna al confort acústico, sin embargo algunas fuentes puntuales emiten altos niveles sonoros, y elevados tiempos de exposición a dichas fuentes puede afectar al usuario de las formas antes expuestas.

Al referirnos a la contaminación acústica es importante identificar los factores que frecuentemen-

te intervienen en este fenómeno como: el ruido derivado el tráfico vehicular, el tráfico aéreo, el tráfico ferroviario, el ruido derivado de la industria y el derivado de las actividades humanas, relacionados usualmente con el uso comercial. Schafer (2006) menciona que en todas partes del mundo los entornos sonoros están cambiando, debido a que los sonidos se multiplican cada vez con mayor rapidez.

En el espacio urbano contemporáneo el ambiente sonoro se vuelve ruidoso y confuso (*Low-fi*), y los habitantes son conscientes de esto. Por ejemplo, ya desde 1996 se calculaba que el 20% de la población en la Unión Europea (cerca de ochenta millones de personas) estaban expuestas a niveles de ruido considerados inaceptables (Comisión de las comunidades Europeas, 1996, p. 1^a) y en la Ciudad de México las molestias por ruido¹⁰ fueron la segunda causa de las denuncias ante la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento del territorio (PAOT) en 2014 y 2015 (PAOT, 2016); esta situación implica, además, que la salud de los habitantes es perturbada (Berglund, Lindvall & Schwela, 1999, p. 03).

Los múltiples costos asociados al ruido, para la sociedad, principalmente por el ruido de los sistemas de transporte, varían del 0.2% al 2.0% del PIB, donde únicamente realizando la estimación del 0.2% del PIB representa un costo anual para la sociedad de más de doce millones de ECUs¹¹ (Comisión de las comunidades Europeas, 1996, p. 1^a) Estos costos evalúan el costo social, el de salud pública y la infraestructura física de la ciudad, en especial el valor de mercado de la propiedad residencial (Martínez, 2005 en De Gortari, 2013). Por tanto se puede afirmar que el ruido es un contaminante ambiental que se presenta de manera persistente en el ambiente humano y lo afecta desde diversas perspectivas.

Con base en lo antes expuesto, se hace necesario conocer el efecto del sonido en los espacios públicos exteriores sobre los usuarios, mediante métodos que permitan a las autoridades y la comunidad comprender e identificar con facilidad este fenómeno. El estudio deberá efectuarse desde dos perspectivas: por un lado la cuantificación del impacto de los campos acústicos en el exterior de las edificaciones, su impacto y la influencia que tendrá en los espacios que se diseñan, a

¹⁰ Un sonido no deseado.

¹¹ *European Currency Union*

través de mapas de ruido; y por el otro la comprensión de los efectos de éstos campos acústicos en la percepción y el confort acústico de la población.

Los modelos de acción actuales, desestiman el efecto de los campos acústicos en el confort acústico y la percepción de los habitantes, ya que están orientados a la utilización de indicadores físicos; como son nivel sonoro continuo equivalente de día (L_{Deq}), el índice de ruido de tráfico (TNI), el nivel de contaminación del ruido (L_{np}), el nivel de exposición sonora (SEL), entre otros. Los cuales, se centran en la generalización del factor físico sin considerar el efecto perceptivo y sensitivo o factor psicofísico que el sonido tiene en la población.

Al mismo tiempo, el espacio público y el espacio urbano en general, se convierten en el contexto en el cual es posible construir un marco de trabajo que facilite la integración de parámetros acústicos que se relacionen positivamente con el confort acústico y esto derive en acciones de diseño y procesos de planificación y transformación del espacio público.

El desarrollo de un estudio sobre los principales factores que intervienen en la definición del confort acústico, como la composición del espectro sonoro o el impacto de la calidad del sonido, aspectos poco estudiados en espacios públicos abiertos, específicamente del Centro Histórico de Azcapotzalco y la Colonia Clavería, de la delegación Azcapotzalco, se basa en los aspectos siguientes:

- las condiciones espaciales similares de los mismos,
- la condición de uso de suelo y los efectos sonoros que se generan,
- el ambiente sonoro que se genera,
- la percepción de confort acústico de los usuarios,
- el establecimiento de pautas de diseño de ciudades acústicamente confortables bajo diferentes escenarios, con la consideración del uso de espacios exteriores adecuados,
- el estudio de condiciones acústicas implica diversas variables, que no se presentan en estudios sobre espacios interiores.

Este estudio proveerá datos sobre la influencia de diversos parámetros acústicos que permitan obtener el confort acústico en espacios urbanos abiertos.

1.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuáles son los parámetros acústicos que pueden ser relacionados eficientemente con evaluaciones de confort acústico en espacios urbanos?

¿Cuál es el efecto que ejercen en su conjunto las variables acústicas sobre el confort acústico usuarios de espacios exteriores de la delegación Azcapotzalco?

¿Los niveles sonoros en el espacio público son indicadores del confort acústico de la población en espacios específicos?

¿Qué relación existe entre el espectro sonoro y el confort acústico?

¿Qué tan significativo es por separado el efecto de la claridad del entorno sonoro, su intensidad y su composición en el confort acústico del individuo de espacios exteriores?

1.4 HIPÓTESIS

- a) El confort acústico en espacios urbanos no puede describirse únicamente mediante L_{eq} sino que influencia en él: el contenido espectral y la relación figura-fondo.
- b) Para el estudio del confort acústico es necesario considerar la dependencia de los parámetros de calidad acústica y no las magnitudes por separado.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Generar conocimiento del confort acústico urbano dentro del área de Arquitectura Bioclimática para determinar las condiciones de bienestar del espacio urbano en la Ciudad de México. Aplicando la metodología a dos casos de estudio: corredores urbanos y espacios de recreación en Azcapotzalco, D.F.

1.5.2 Objetivos Particulares

- Determinar los parámetros acústicos que complementen el nivel sonoro continuo (L_{Aeq}) y que expliquen el confort acústico en la población de espacios públicos urbanos de recreación y comercio de la delegación Azcapotzalco.
- Buscar parámetros de calidad acústica en el espacio urbano y aplicarlos al caso de estudio.
- Determinar las actitudes de las personas ante la influencia de las fuentes sonoras del ambiente sonoro en el confort acústico percibido de las personas.
- Comparar el confort acústico en dos tipologías de espacios públicos urbanos: recreación y comercio.

CAPÍTULO II

ESTADO DEL CONOCIMIENTO

En este apartado se define el confort acústico en el espacio urbano y se realiza un análisis sistemático y calificativo del conocimiento actual sobre el tema que permitirá ubicar y comprender mejor las variables que integran el estudio.

Es pertinente mencionar que existen pocos estudios enfocados en el confort acústico urbano, por lo que se han tomado como referencia estudios sobre ‘molestia’ de la población (relacionado el concepto de ruido ambiental) o de ‘calidad acústica’ (afín con el concepto de paisaje sonoro) como perspectivas teóricas que apoyen la determinación del confort acústico. El esquema de análisis seguido en este apartado se ha dividido en cinco aspectos fundamentales:

- a. la definición y conceptualización del confort acústico y el ambiente sonoro en el espacio urbano,
- b. el análisis del estado del conocimiento,
- c. el análisis de investigaciones base,
- d. el análisis de enfoques de estudio,
- e. el análisis de modelos metodológicos, y
- f. conclusiones de acuerdo a objetivos de estudios.

El razonamiento ocurre con el fin de establecer conclusiones donde se confronten estas perspectivas y tomar decisiones en el diseño de la investigación.

2.1 EL CONFORT ACÚSTICO

El estudio acústico primario emana de la necesidad de construir y diseñar espacios que cumplan con los elementos sonoros planteados para cada evento de la experiencia auditiva. Gade y Rossing (2007, en Rodríguez-Manzo, 2014, p. 69) proponen dos perspectivas teóricas para la evaluación de estos fenómenos: *el mundo concreto y el mundo abstracto*.

- *El mundo concreto* evalúa la respuesta subjetiva del individuo a través de la respuesta a campos sonoros determinados (de lo cuantitativo a lo cualitativo).
- *El mundo abstracto*, por el contrario, intenta deducir las propiedades de los campos sonoros partiendo de la apreciación subjetiva (de lo cualitativo a lo cuantitativo).

Estos enfoques ponen en evidencia la dualidad de dos términos ligados al estudio de la acústica: la *apreciación subjetiva*¹ y el estudio de *los campos sonoros*², que de manera invariable estarán en busca de crear un entorno sonoro agradable y así *el confort*³ de un evento auditivo en el individuo (Figura 2.1).

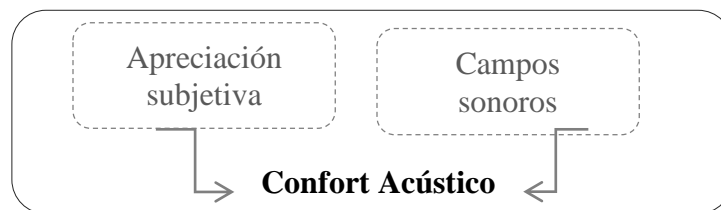


Figura 2.1. Variables en el estudio del confort acústico.
Fuente: Elaboración propia.

El confort, asociado de manera directa con el de *bienestar* integral del ser humano se vincula con las funciones del cuerpo humano; entre las que destacan la visión, el sistema nervioso y la audición, entre otros. En este orden de ideas, hablar de *confort* en el entorno alude al equilibrio de los distintos agentes que intervienen en la satisfacción de la persona.

Con relación al *confort* y la audición Daumal (2007) considera que cuando las *condiciones acústicas del entorno permitan al usuario realizar su tarea con comodidad* se alcanzará el bienestar auditivo o *confort acústico* (p. 17)

De acuerdo a esto se deduce que, los campos sonoros (el nivel de ruido, la perturbación, la capacidad de reproducción de la comunicación el grado de aprecio) y la apreciación subjetiva (la información que provee, su calidad, su origen y el grado que esta pueda ocasionar daño o

¹ Capacidad de comprender el ambiente en base a la experiencia propia del individuo

² O Ambiente sonoro, derivado de todas las fuentes sonoras que ha sido modificado por el medio urbano.

³ Aquello que produce bienestar

perturbación) actúan en relación dosis-respuesta y que un cambio en cualquiera de estos aspectos influirá en el confort acústico del individuo (Figura 2.2). Ante esto López Barrios & Guillén (2005) definen que realizar estudios desde esta perspectiva ayudarían a comprender en mayor medida las respuestas de los sujetos ante el ambiente sonoro (p. 105).

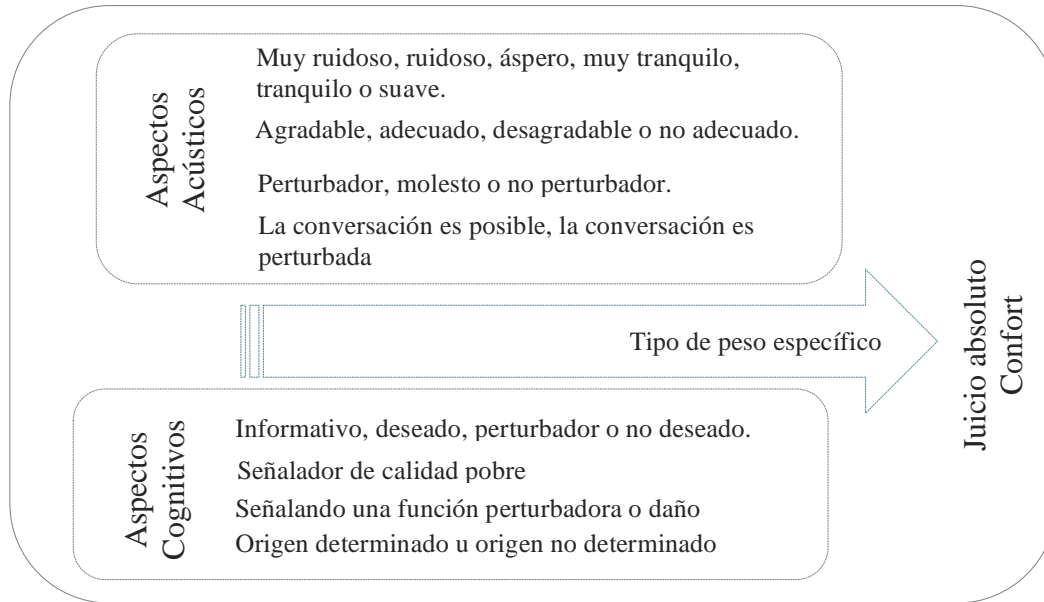


Figura 2.2 Variables aplicables para la clasificación subjetiva del nivel de confort al ruido.
Fuente: Elaborado de acuerdo a K. Genuit, 2002, p. 5.

2.1.1 Confort acústico urbano y el ambiente sonoro en exteriores

Cuando se habla de espacios públicos, en este caso, nos referimos a espacios exteriores de uso público que tiene gran afluencia de población ya sea por su uso recreativo, comercial, deportivo o cultural. Estos espacios pueden ser la calle, la plaza, un parque o aquellos espacios exteriores donde la comunidad suele reunirse ya sea como un espacio transitorio o aquel destinado para un uso específico.

La conglomeración de esas actividades en el espacio público produce la generación de fuentes de ruido que a su vez son transformadas por el medio que las rodea (ya sea natural o artificial), a esto se le conoce como *ambiente sonoro* (ISO 12913-1:2014). Acotado a esto se define que estas modificaciones o cambios determinarán la manera en cómo llega el sonido en el espacio al oído humano y por lo tanto afectarán sus juicios perceptuales como el *confort*.

De acuerdo a lo anterior, y acotado a este estudio, se puede definir el **confort acústico urbano** como: *las condiciones de satisfacción, bienestar físico y psicológico del individuo y la comunidad en relación con la configuración acústica prevaleciente en un espacio concreto en un momento determinado*, esto es claramente subjetivo, ya que la perspectiva es comunitaria o del individuo. Es importante aclarar que la incomodidad o el *discomfort* será subjetivo ya que lo que convierte el sonido en un ruido es únicamente la percepción (Bertran, 2007); otras situaciones como el dolor aparecen cuando las características acústicas rebasen ciertos límites, en ese caso la percepción dejará de ser subjetiva como molestia y derivará en dolor, producido por las características fisiológicas del oído humano.

En los años 2001 y 2002 se realizó el proyecto *Redescubriendo el Ámbito Urbano y los Espacios Abiertos* (RUROS) en siete ciudades de la Unión Europea, orientado a mejorar la calidad del espacio exterior y el espacio urbano en general. Uno de los puntos estratégicos de éste se enfoca en el estudio del ambiente sonoro y el confort acústico en el que se demostró por una parte la importancia de realizar investigaciones sobre confort acústico y por otra comprender como los campos sonoros actúan en el espacio urbano (Kang, et al, 2004).

Kang (2004) establece que el diseño de un buen ambiente sonoro no deberá considerar únicamente los campos sonoros sino que las fuentes sonoras y la información que ellas transmiten también es importante, así como los contextos en las que el espacio está inmerso, condiciones sociales, culturales, micro climáticas, entre otras, influyen y debieran ser consideradas (p. 32). De acuerdo a la anterior, en el ambiente sonoro se pueden distinguir dos sucesos que interactúan: la manera en que influye la forma y componentes urbano-arquitectónicas en la distribución del sonido (reverberación o decaimiento sonoro, patrones de reflexión, absorción y difracción) y las características del sonido por sí mismo (Culturales y acústicas :distribución, tiempo y composición) (Figura 2.3).

Un error común es intervenir los espacios acústicamente sólo cuando estos presentan un problema, es así que la valoración del entorno se realiza con base en las molestias y la interferencia de la comunicación, siendo la reducción de los niveles sonoros una solución paliativa y temporal.

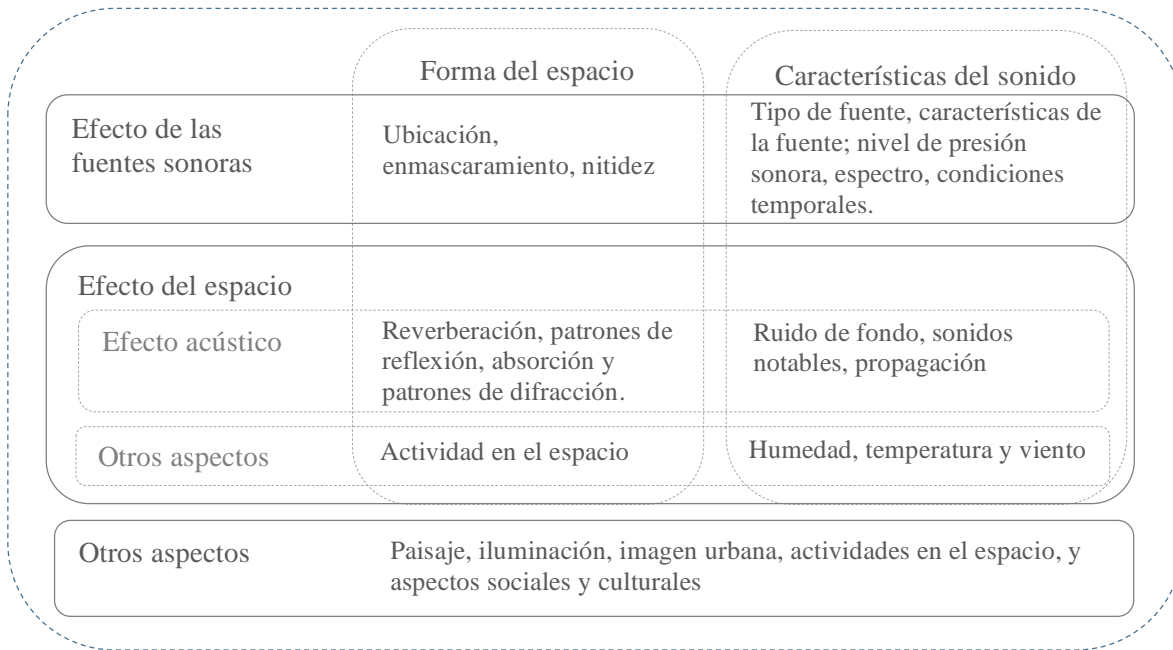


Figura 2.3 Descripción del ambiente sonoro en espacios urbanos Fuente: Adecuado de Kang (2003, p. 32) y Maristany (2014, p. 105)

Yang y Kang (2005, p. 35) establecen que el control de ruido en espacios exteriores (dentro del espacio en cuestión y al exterior del sistema) deberá efectuarse cuando el nivel sonoro rebase los 65 dBA, y cuando este nivel sea menor sugiere la preservación e incorporación de fuentes sonoras con significado trascendental. Maristany (2014) señala que esto último deberá efectuarse desde la calidad sonora del ambiente y determina dos puntos complementarios de intervención: el bloqueo de fuentes no deseadas (Brown, A. L. & Muhar, Andreas, 2004, p. 221) y la preservación de sonidos característicos o representativos, así como la incorporación de fuentes sonoras significantes.

Así podría definirse que, la adecuación acústica de espacios exteriores deberá establecer metodologías, técnicas de diseño y verificación, sistemas de medición y evaluación que

consideren además de la presión sonora o la molestia otros conceptos holísticos derivados de los componentes sonoros, usuarios y el contexto en el que está inmerso.

2.2 ESTADO DEL ARTE

El estudio de la preferencia y magnitudes valorativas del confort acústico en espacios exteriores ha sido retomado únicamente por Kang (2003). Sin embargo, el estudio de la molestia general en el espacio urbano ha sido abordado frecuentemente en estudios como los de Schultz (1979, p.65), Fields (1993), Hassenzahl y Salier (2000, p.1452), Miyara (2001), Berglund, Lindvall y Schwela (1996) y Klæboe, R., Engelién, E., & Steinnes, M. (2006), por mencionar algunos. Por otra parte, estudios que retoman el concepto de paisaje sonoro y evalúan su calidad en el medio urbano como los realizados por Raimbault (et al, 2000, 2003), Nilsson, Botteldooren y De Coensel (2007), Dubois (2007), Palazzi (2014), Rychtáriková y Vermeir (2013) o Maristany (2014), han surgido como una respuesta integral a la problemática a través del análisis de ambos campos, el perceptual y el físico, con la propuesta y análisis de índices que expliquen mejor esta relación dual, que complementa el conocimiento y abre camino hacia un diseño más participativo de ambientes sonoros.

2.2.1 Investigaciones base

En un intento por calificar numéricamente la relación dosis-respuesta de la experiencia mental con relación a un estímulo físico, la psicoacústica sugiere que ciertas variables, generalmente acústicas, explican los cambios de percepción sonora humana, a la que se le asigna un valor (Zwicker y Fastl 2007). Es así como Weber-Fechner, Fletcher y Munson (1930), Stevens⁴ (1981) y Robinson y Dadson, determinan que la magnitud subjetiva⁵, de acuerdo a la sensación y la intensidad de un estímulo sonoro (en frecuencia Hz y nivel de presión sonora, L_{eq}) se relacionan positivamente, demuestran además que ésta relación es constante y para el caso del sonido funciona de manera logarítmica (Goldstein, 2011, p.119) (Schiffman, 2010, p.256).

⁴ Establece la ley de potencia, propone que *la magnitud subjetiva y la intensidad del estímulo se relacionan en formas diferentes para cada sistema sensorial, sin embargo, esta relación se mantiene constante* (Schiffman, 2010:261).

⁵ El observador asigna un número estándar a los estímulos con relación a la magnitud percibida.

Desde otra perspectiva, pero con un enfoque similar, Kryter (1959, en Alton, 1989) y Schultz (1978) relacionan el impacto del nivel de presión sonora continua equivalente de día (L_{dn}) en la molestia (%HA), el primero relacionándolo además con la frecuencia percibida y el segundo se enfocaba en la identificación de las principales fuentes sonoras centrándose en la caracterización del ruido producido en los sistemas de transporte (aeronaues, tráfico rodado y el ruido de tren) (Figura 2.4).

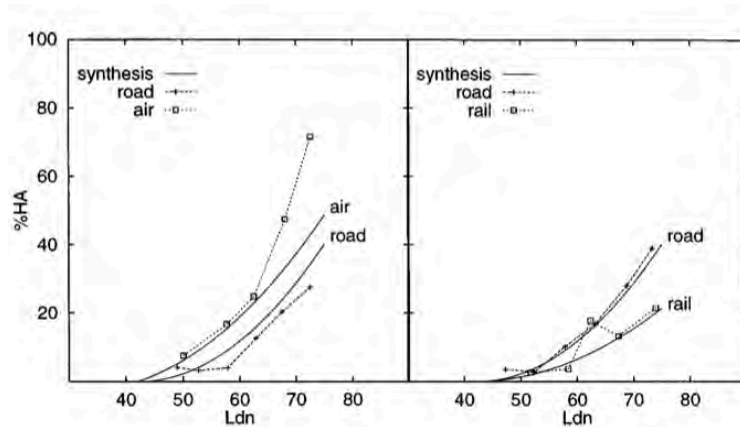


Figura 2.4 Comparación de curvas resultado de la molestia (%HA) en función del nivel sonoro, para ruido de tráfico vehicular, transporte aéreo y transporte ferroviario. Fuente: Schultz, 1978, p392.

Posteriormente, otros factores importantes que se identifican en el estudio subjetivo del sonido: la experiencia de la calidad del sonido⁶ (Gusky, 1978 en Berglund, 1986, p.09 y Holmberg, 1997, p.137), la predictibilidad de acuerdo a la ocurrencia del sonido (Schultz, 1979, p.65) y la situación personal de los individuos propuesta por Fields (1993) quien propone además 136 factores que intervienen en el estudio de la molestia entre los que destacan: factores demográficos⁷, predictibilidad⁸, control⁹, cognición¹⁰, actitudes generales, beneficios personales¹¹, accesibilidad de información, comprensión, sensibilidad al ruido¹² y valor monetario¹³ de la propiedad expuesta (p. 2753).

⁶ Experiencia e información del individuo.

⁷ Edad, sexo, estatus social, ingresos, tipo de vivienda, tiempo de residencia y propiedad del inmueble.

⁸ Repetición periódica de un evento sonoro.

⁹ Habilidad percibida de la influencia del usuario en el control del evento sonoro.

¹⁰ Habilidad del usuario relacionada con la percepción de un estímulo.

¹¹ Valoración del usuario sobre la actividad desarrollada por la fuente sonora.

¹² Autoevaluación de la percepción del usuario.

¹³ Valor que se le da a la propiedad por ausencia o presencia de ciertos eventos sonoros.

Genuit (2002) expresa la necesidad de introducir parámetros de calidad en los criterios ambientales y pone de manifiesto que utilizar L_{Aeq} como criterio de confort acústico suprime la información de las fluctuaciones temporales del sonido, la influencia en bajas frecuencias o el reconocimiento subjetivo (aspectos cognitivos) que contribuye a la determinación de si un entorno tiene calidad ambiental o no (p. 3-5).

De acuerdo a lo anterior, se propone la introducción de conceptos psicoacústicos en el estudio del ruido y la escena acústica (K. Genuit 1996) (Fastl 1999) como: la sonoridad (*Loudness*, N), la rugosidad (*Roughness*, R) y la fluctuación de la fuerza (F).

En un estudio concreto al confort acústico Kang y su equipo (2005, p. 5) reúnen algunos de estos aspectos y basado en la relación entre L_{eq} y sensación percibida o el confort acústico no logra establecer valores de confort, ya que expone que el confort acústico y la preferencia es afectado por el tipo de fuentes sonoras (Yu, L.; Kang, J., 2010), además de factores psicosociales (Yu, L.; Kang, J., 2008).

Estudios posteriores en el análisis de los ambientes urbanos, concretamente en la calidad de éstos como los realizados por Raimbault, Lavandier y Bérengier (2003, p.1246,1247), Botteldooren & De Coensel (2006), Nilsson, Botteldooren y De Coensel, (2007, p.200) (2007, p. 4-6), Rychtárikova, M y Vermeir, G. (2013), Brocolini (2013), o Maristany (2014), proponen nuevos indicadores que evalúan la experiencia mental con relación a otras magnitudes acústicas además de L_{Aeq} , como son :

- las derivadas de las características del sonido como son: el centro espectral de gravedad (CoG, o $\text{Log}_{10}G$), y la diferencia entre el nivel sonoro continuo equivalente ponderado C y el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A ($L_{Ceq}-L_{Aeq}$) (Nilsson, 2007, p. 200);
- los valores estadísticos del nivel sonoro continuo equivalente como: el nivel de presión sonora equivalente excedido 50% (L_{A50}) y el nivel de presión sonora equivalente excedido 90% del tiempo (L_{A90});
- las magnitudes relacionadas con la sensación entre las que destacan: el nivel de sonoridad (N), la rugosidad (R), la fluctuación de la fuerza (F), la nitidez (S), la tonalidad (T) y el parámetro biaural, relacionado con la escucha (uILD2);

- y magnitudes temporales de la composición del sonido como: la diferencia entre el nivel sonoro continuo equivalente en ponderación A excedido 10% (L_{A10}) y el nivel sonoro continuo equivalente en ponderación A excedido 90% (L_{A90}), ($L_{A10} - L_{A90}$), el parámetro de semejanza con la música (*Music-likeness*, ML) (Rychtáriková, M. y Vermeir, G., 2013, p. 241-242) y el número de eventos de ruido (NCN) (De Coensel & Botteldooren, 2006, p.121).

Estos factores pretenden explicar el fenómeno desde diversas perspectivas de la percepción humana y así manifestar el efecto perceptual de la calidad del paisaje sonoro.

2.2.2 Enfoques de estudio

El estudio de la relación de la experiencia mental y la de un estímulo físico es evaluado al exponer a un individuo al estímulo en el que el observador asigna un número estándar con relación a la magnitud percibida, éste se realiza a partir de dos diferentes enfoques:

- a) *el estudio de una variable*, se basan en la concepción de que un único estímulo (generalmente medido en ambiente controlado) será evaluado mentalmente por el individuo y actuará individualmente en su percepción, y
- b) *el estudio de varias variables*, basado en que la interacción simultánea de varios estímulos (medidos en ambiente nativo o en ambiente controlado) explican la experiencia mental, en este caso el confort.

Por otra parte existe otra disyuntiva, la exposición a la magnitud puede efectuarse en dos tipos:

- a) *en un ambiente controlado (laboratorio)*, trabajando bajo condiciones de prueba controladas, en cámaras sonoamortiguadas donde el individuo es aislado y le son aplicadas las variables de estudio a través de grabaciones o videos.
- b) *en el ambiente nativo*, se trabaja en sitio donde las interacciones del mismo interfieren en la percepción y por lo tanto la respuesta del individuo, en el que muchas veces se dificulta la caracterización del entorno.

Como se puede observar en la Tabla 2.1, la experimentación en un ambiente controlado (como una cámara sonoamortiguada o una cámara anecoica) facilita la definición y control de variables explicativas pero a su vez limita la experiencia psicológica y psicosocial, acotando la respuesta a impulsos fisiológicos.

Tabla 2.1

Comparación de parámetros por enfoque de estudio para el estudio de confort acústico.

Factor	Enfoque de ambiente controlado	Enfoque de ambiente nativo
<i>Origen de los datos</i>	Laboratorio	Campo
<i>Hábitat</i>	Artificial	Natural
<i>Análisis de reacciones</i>	Fisiológicas	Fisiológicas, psicológicas y psicosociales
<i>Receptor</i>	Pasivo	Activo
<i>Tipo de análisis</i>	Fisiológico (confort en tonos puros)	Sensorial y psicológico

Fuente: Propio, basado en Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista 2010, p. 13.

Tabla 2.2

Comparación paramétrica por enfoque en estudio de ruido ambiental.

Factor	Enfoque de ambiente controlado	Enfoque de ambiente nativo
Origen de datos	Campo condicionados	Campo
Manejo de datos	Lineal	Disperso
Análisis de fuentes sonoras	Incompleto	Completo
Nivel de análisis	Nivel sonoro y espectro de frecuencias	Análisis de ambiente sonoro
Ventajas	Ofrece de manera práctica la evaluación del espacio y tiene bajo grado de incertidumbre al identificar la población afectada	Identifica y estudia las fuentes sonoras en sitio y su interrelación
Desventajas	Condicionado por la obtención de datos confiables y únicamente identifica ruido por tráfico vehicular y no cuenta con órdenes de reflexión establecidos	La selección y caracterización puede ser un proceso que cause gran impacto en el tiempo de estudio

Fuente: Propio, basado en Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista 2010, p. 13.

El muestreo en ambientes nativos expande la posibilidad de variables explicativas sin embargo la selección, caracterización y manejo de las mismas puede ocasionar impacto en el tiempo de estudio (Tabla 2.2), éste es un muestreo holístico en donde el ambiente sonoro se verá reflejado en las reacciones de los usuarios.

Finalmente la calidad de un ambiente sonoro puede ser explicado desde variables cuantitativas (determinadas a partir de magnitudes acústicas, como es el objetivo de éste estudio) o variables

cualitativas (determinadas a partir de escalas semánticas de propiedades del ambiente sonoro); donde se le asigna una palabra a una cualidad de dicho ambiente y es calificada subjetivamente por el individuo.

2.2.3 Análisis de métodos

Al estudiar al ser humano los sujetos se conciben como instrumentos o variables ‘imperfectas’, producto de su inevitable subjetividad... (Guastavino y Raimbault, 2006, p. 866)

En la descripción de la calidad del ambiente sonoro o los paisajes sonoros en general, al no existir hasta la fecha un modelo de análisis consensuado o normalizado, los investigadores han propuesto metodologías e indicadores para la caracterización de dichos ambientes. De las investigaciones precedentes se advierten puntos comunes en el desarrollo metodológico del muestreo en tres aspectos: a) el acceso de los datos, que pueden ser recabados en un ambiente nativo o en uno simulado, b) los métodos, ya sea con base en recorridos sonoros, el acercamiento al ambiente nativo cuando éste está en uso o la utilización de un ambiente controlado, y c) las herramientas de levantamiento de datos, que pueden ser encuestas, mediciones o mediciones subjetivas como una escala semántica¹⁴ (Figura 2.5).

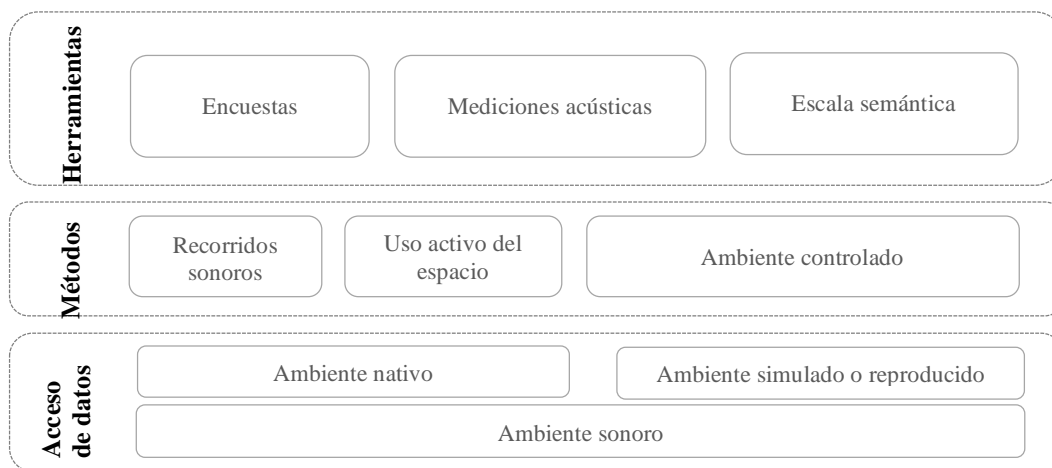


Figura 2.5 Relación de métodos y herramientas de recolección de datos para el estudio de la calidad acústica de un ambiente sonoro. Fuente: Propio con base en Aletta, F.; Kang, J.; Axelsson, Ö.;2015, p. 71.

¹⁴ Que son valores nominales que representan actitudes u opiniones, donde muchas veces se escala entre opinión positiva y negativa.

Entre 2001 y 2002 se realizó un estudio de confort acústico en 14 espacios urbanos exteriores de 14 ciudades de la Unión Europea, 9200 entrevistas fueron realizadas durante cuatro estaciones del año, como parte del proyecto *RUROS*. El objetivo fue valoración y evaluación del confort acústico y la sensación sonora en espacios urbanos abiertos con relación a las siguientes temáticas: evaluación de la sensibilidad y el confort percibido de acuerdo a la exposición sonora, evaluación de sonidos individuales, evaluación de factores demográficos y la evaluación de nivel sonoro (L_{Aeq}). El estudio se realizó con base en entrevistas de opinión y datos acústicos medidos en sitio.

La correlación de variables mostro que:

- el confort es dependiente de la edad del escucha,
- se presenta mayor tolerancia al confort acústico en espacios exteriores con respecto a la sensación sonora.
- se propone que la tolerancia y la disgregación de la evaluación se debe a que el confort está determinado por demás factores que sólo L_{eq} ,
- los cambios en el nivel sonoro contribuyen al confort, sin embargo cuando L_{eq} es mayor a 73 dBA la relación se vuelve inestable,
- el confort acústico es afectado por el tipo de fuente, se muestra preferencia hacia las fuentes naturales,
- las impresiones visuales y auditivas siempre aparecen en el mismo factor, lo que sugiere interacciones entre los dos aspectos. (Yang y Kang, 2005, p. 228)
- es apropiado establecer modelos para diferentes categorías de espacios urbanos abiertos, en lugar de un modelo universal. (Yu y Kang, 2008, p. 782) y
- propone la distribución temporal del sonido y la composición del espectro sonoro como magnitudes complementarias explicativas al confort acústico (Yang y Kang, 2005, p.227).

Por su parte, Raimbault, Catherine y Bérengier (2003) realizaron la valoración cualitativa y cuantativa de siete ambientes representativos (calle, calle peatonal, espacio comercial y plaza pública) de espacios urbanos en dos ciudades Lyon y Nantes, Francia. La evaluación cualitativa se realizó mediante de encuestas a la población en sitio (269 realizadas) donde se les pidió

describir el ambiente mediante escalas de diferencial semántico¹⁵ (Tabla 2.3) y éstos atributos fueron comparados con aspectos acústicos, a fin de definir su relación, utilizando métodos de análisis multivariado.

La investigación concluyó que L_{Aeq} es un buen parámetro para describir globalmente un espacio, sin embargo, debido a la complejidad acústica que se presenta debe ser complementado con parámetros que indiquen el balance en el espectro de frecuencias promedio, donde el centroide espectral de gravedad (CoG) parece ser un buen indicador. Por otra parte para este estudio, indicadores como la Nitidez (S) o la Aspereza (R), parámetros psicoacústicos, demuestran ser innecesarios.

Tabla 2.3

Definición de atributos de escala de diferencial semántico.

Característica acústica	Índice acústico	Atributos escalares	Término en español
Fuerza	L_{eq}, N^1, G^3	“ <i>Quiet – Loud</i> ”	Tranquilo - Fuerte
Ocupación espacial		“ <i>Little attending-Very attending</i> ”	Poca presencia – mucha presencia
Disposición espacial		“ <i>Organized –Disorganized</i> ”	Organizado - Desorganizado
Localización espacial		“ <i>Nearby – Far</i> ”	Cerca – Lejos
Balance temporal	L_{A10}, L_{A90}, S^4	“ <i>Steady – Unsteady</i> ”	Estable – Inestable
Evolución temporal	$NbEm^2, R^5$	“ <i>Established – Evolutive</i> ”	Estable – Evolutivo
Claridad	G, EmT^6	“ <i>Hubbub – Distinct</i> ”	Bullicio - Distinto
Actividad		“ <i>Monotonous – Varied</i> ”	Monótono - Variado
Valoración general		“ <i>Pleasant – Unpleasant</i> ”	Agradable - Desagradable

¹ Sonoridad, ² Número de picos emergentes, ³ Centro de espectro de gravedad ⁴ Nitidez (Sharpness), ⁵ Aspereza (Roughness) y ⁶ Picos emergentes

Fuente: Propio basado en Raimbault, Lavandier, & Bérengier, 2003, p. 1245.

Posterior a esto, Botteldooren, De Coensel, De Muer (2006), Nilsson y Berglund, (2007) realizan una serie de estudios con el fin de evaluar la calidad acústica del paisaje sonoro en 70 áreas tranquilas y parques urbanos de gran tamaño a través de 1116 encuestas de opinión analizadas a través de modelos de correlación lineal y correlación múltiple.

¹⁵ Técnica cuantitativa que permite obtener una medida objetiva del significado cognitivo que para el sujeto representa una serie de acontecimientos u objetos por medio de una escala descriptiva verbal de adjetivos bipolares (Sampieri, et al, 2001, p. 459)

Las encuestas mostraban la ‘calidad sonora percibida’¹⁶ como indicador subjetivo valorativo, el cual fue comparado con indicadores propuestos (relevantes para la percepción del paisaje sonoro). Los indicadores acústicos fueron: los niveles L_{Aeq} , L_{A50} , L_{A95} (nivel de presión sonora excedido 95% del tiempo), la sonoridad (de acuerdo a ISO 532 B), la diferencia de L_{A10} - L_{A90} , la diferencia de L_{Ceq} - L_{Aeq} , el centro espectral de gravedad (utiliza el Log_{10} CoG en lugar de CoG), el parámetro *Music Likness* (ML) y el número de eventos sonoros (NCN).

El estudio determinó que los parámetros L_{Aeq} , L_{A50} , L_{A95} , la diferencia de L_{Ceq} - L_{Aeq} , la diferencia de L_{A10} - L_{A90} y la identificación de fuentes naturales y sonidos tecnológicos se relacionaban positivamente con la calidad acústica percibida, mientras que la evaluación de ML y los sonidos humanos no aportaban información relevante en dicha valoración. Por otra parte se observó que para la percepción de la molestia el parámetro que mejor describe esta relación es L_{50} (común en los estudios de ruido ambiental). Y que la Percepción de las fuentes sonoras en el entorno sonoro fue encontrado para ser un mejor predictor de calidad de paisaje sonoro que los niveles de ruido medidos (Nilsson, 2007).

Axelsson, Nilsson, & Berglund (2010) exponen que la descripción de un paisaje sonoro obtiene una mejor correlación con los términos de *Agrado* (*pleasant*) e incidencia (acontecibilidad, *eventfulness*) relacionados con parámetros como L_{Aeq} , N, L_{A10} - L_{A90} , N_{10} - N_{A90} y L_{Ceq} - L_{Aeq} (p. 2844)

Rychtáriková y Vermeir (2013) proponen que la identificación de un paisaje sonoro se basa en la comparación de un ambiente sonoro escuchado y su expectativa de un ‘tipo de lugar’ por ejemplo que todos los parques deberán tener características similares de modo que ‘siempre suenan similar’. Es así que, se basan en grabaciones de paisajes sonoros determinados y proceden a su caracterización a partir de índices de calidad acústica seleccionados (L_{Aeq} , S, uILD₂, R y fuerza). El estudio, mediante un método de análisis clúster, clasifica la muestra en un número determinado de grupos (tipos de paisajes sonoros), en base a semejanzas y desemejanzas (de grupos de magnitudes acústicas y psicoacústicas) de perfiles establecidos entre los componentes de la muestra.

¹⁶ El indicador fue definido en una escala bipolar de 5 puntos: calidad acústica se determina en un rango de: muy buena, buena, regular, mala, muy mala.

Los resultados señalan que el análisis de estas magnitudes son útiles en la identificación de ‘como suena un escenario acústico’ y proponen la implementación de un análisis híbrido que incluya sonidos representativos de los ambientes sonoros como parte del análisis.

Maristany (2014) evalúa parámetros de calidad acústica, a partir de un análisis de lógica difusa y los relaciona con los elementos del paisaje urbano (elementos físicos, socioculturales y perceptuales). Los parámetros que presentan buena relación con la calidad del ambiente son: Nitidez (Sharpness), L_{Ceq} - L_{Aeq} , sonoridad (N) y L_{A10} - L_{A90} (Tabla 2.4).

Finalmente este tipo de investigaciones se enfocan en explorar la factibilidad de dichos parámetros aplicados en modelos explicativos complejos, como el modelo de red neuronal artificial (Artificial Network N) (Yu & Kang, 2013) y análisis de lógica difusa (*fuzzy ants*) (Bert De Coensel 2008) (Maristany 2013) para predecir la calidad del paisaje sonoro de los usuarios potenciales de los espacios urbanos en la etapa de diseño.

Tabla 2.4

Relación de parámetros de calidad acústica y componentes del paisaje urbano.

	Componente del paisaje urbano		
	Socioculturales	Perceptuales	Físicos
Nitidez*	Uso del espacio y apropiación	Sonidos principales naturales y voces humanas.	Fuentes de agua, vegetación e instalaciones capaces de producir sonidos en frecuencias medias y altas.
L_{Ceq} - L_{Aeq}		Minimizar la influencia de fuentes mecánicas o tránsito vehicular	Distancia, pavimentos y barreras (barreas acústicas o geometría espacial).
Sonoridad (N) **		Sonido de fondo	Distancia, pantallas, edificaciones, topografía y límites.
L_{A10} - L_{A90}	Identidad social	Señales sonoras	

*Es el parámetro de mayor importancia, **La sonoridad va ligada a otros parámetros como la nitidez.

Fuente: Propio basado en Maristany, 2013, p.84-114.

2.3 CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo antes planteado, se determina que el confort acústico es un estado mental del ser humano que demuestra bienestar cuando se encuentra en un ambiente sonoro y éste posea las cualidades para que esto se cumpla.

En la actualidad este objetivo ha sido redefinido por el concepto de calidad acústica, es así que se considera que espacios con calidad acústica alta (*Hi-Fi*) sean generadores de confort acústico. Uno de los inconvenientes de este concepto es la aún poca definición de los métodos y evaluaciones, así como que no existe un consenso o normalización de los parámetros que debieran caracterizar al concepto así como rangos adecuados que puedan usarse de referencia en la planeación de un espacio urbano o en su caso de un ambiente sonoro.

Hay que mencionar, además que otro concepto ha sido añadido a este objetivo, el paisaje sonoro. Esto aporta nuevas variables explicativas, adicionales a los parámetros acústicos como: la apropiación del espacio, el tipo de usuario y sus características socioculturales, así como su preferencia. Las investigaciones actuales se enfocan en la creación de modelos explicativos que con la inclusión de las variables antes expuestas predigan lo que ocurrirá en estos espacios.

CAPÍTULO III

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL CONFORT ACÚSTICO

Este apartado se enfoca en conocer los conceptos básicos del confort, el sonido y como éste impacta al ser humano y a su entorno. El capítulo explora la comprensión del proceso cognitivo del individuo para formar una escena ante la aplicación de un estímulo a un individuo (Figura 3.1). En este caso el estímulo será el sonido y se definirá como ‘la experiencia que tenemos cuando oímos’ (Goldstein, 2011)



1. Energía física (estímulo de entrada), 2. Transducción sensorial y 3. Actividad concerniente al cerebro

Figura 3.1 Proceso de extracción de la información de un estímulo. Fuente: Elaboración propia de acuerdo a R. Forgas, 1979, p. 89-115.

De acuerdo a las consideraciones anteriores se fragmenta el discernimiento de este proceso a través de la comprensión de:

- a) la realidad física del sonido,
- b) la sensación o estimulación fisiológica, y
- c) el proceso de organización de la información o percepción del espacio para componer un esquema mental de un ambiente, en este caso un ambiente sonoro.

Así al analizar la construcción mental de un ambiente sonoro y compararlo con las cualidades físicas del sonido, una o más de estas cualidades sin relación aparente podría explicar un fenómeno o una respuesta de la percepción del ambiente, en este caso el *confort acústico*.

3.1 EL CONFORT AMBIENTAL

La OMS (Roset, 2011) considera que el confort es un estado expresado a través del bienestar físico, mental y social. Este estado tiene relación directa con el *bienestar* integral del ser humano y se vincula con las funciones del cuerpo, entre las que destacan la visión, la audición, el sistema nervioso, entre otros.

Por otra parte, el confort puede describirse como una condición mental asociada con la satisfacción con el entorno (ASHRAE, 1995), Olgyay (1998, p. 19) sugiere que cuando esto se cumple el hombre se adapta a su entorno con un mínimo de energía. De acuerdo a lo antes expuesto, se vuelve una necesidad la integración de estos conceptos al diseño urbano y arquitectónico a fin de crear entornos de calidad basados en las mejores condiciones para la actividad humana y el hombre en sí.

Existen dos tipos de factores que influyen en la percepción del confort (Serra 2004): a) *las características de los usuarios*; condiciones físico-biológicas, sociológicas y psicológicas, y b) *los estímulos provenientes del medio ambiente*; como el clima, el paisaje o el sonido.

Cada componente proveniente del medio ambiente actúa individualmente del ser humano y es objetivable en magnitudes cuantitativas, usualmente valoradas en términos energéticos. En el caso de los agentes concernientes a la arquitectura y el urbanismo se destacan tres puntos objetivables en el diseño de espacios: los componentes visuales, los componentes acústicos y los componentes climáticos (Tabla 3.1).

El confort dependerá de la combinación de estos factores y las condiciones del usuario, donde además deberán establecerse límites sobre la influencia de los mismos para que la salud y el confort no se vean menguados.

De acuerdo a lo anterior pueden distinguirse cuatro tipos de confort:

- a) confort térmico, influenciado por factores climáticos como la temperatura ambiental, la humedad, el viento, y factores del usuario como metabolismo, adaptación al medio, entre otros,

- b) confort lumínico, determinado por las características de un estímulo lumínico (como la luz solar o la iluminación artificial) como son: nivel de iluminación, dirección, contraste y color, y por características de los usuarios como salud visual o determinados por la tarea específica a realizar,
- c) confort olfativo, definido por la sensibilidad olfativa del hombre y las fuentes de odoríficas del entorno, y
- d) confort acústico, determinado por los componentes del sonido en el espacio como su nivel energético, su composición espectral y el tiempo de permanencia.

Tabla 3.1

Componentes de confort concernientes a la arquitectura.

<i>Tipo de componentes</i>	<i>Concepto</i>	<i>Unidad</i>
<i>Visuales</i>	Nivel de iluminación	Lux
	Luminancia (contraste)	
	Direccionalidad (sombra)	
	Color de la luz (Temperatura de color y rendimiento color)	K y %
	Color del ambiente	
<i>Acústicos</i>	Nivel sonoro	dBA
	Tono (frecuencia fundamental)	Hz
	Timbre (composición espectral)	Hz
	Direccionalidad	Hz y Azimut (°)
	Reverberación	Segundos
<i>Climáticos</i>	Temperatura (aires y radiación)	°C
	Humedad relativa	%
	Movimiento del aire	m/s
	Composición del aire	

Fuente: Serra, 2004, p. 14.

En la práctica el confort térmico tiene mayor influencia en el diseño debido a la problemática energética actual y al consumo energético que usualmente genera la mengua en la consideración de este aspecto, otro aspecto socorrido es el de confort lumínico, especialmente en el diseño de espacios para tareas específicas con alta necesidad de precisión. Por otra parte, factores como el olfativo y el acústico son menos buscados ya sea debido a la adaptación del hombre a estos factores o a los altos costos que la implementación de adecuaciones que esto conlleva. Sin embargo, el ambiente sonoro tiene una importante aportación a la calidad de vida del ser humano

si se toma en cuenta que a través del oído es como el ser humano se comunica y que además de la información visual, el oído es el que mayor información le da al hombre de su medio.

3.2 INTRODUCCIÓN A LOS FUNDAMENTOS DEL SONIDO

Desde el punto de vista físico, la onda acústica es una alteración mecánica (audible o no) que se propaga en forma de movimiento ondulatorio (Stevens y Warshofsky, 1981, p.07).

La onda sonora¹ sucede cuando un cuerpo vibrante, convierte alguna otra forma de energía en vibración que es transmitida en un medio elástico. Cuando las vibraciones perturban la atmósfera que les rodea (gas, líquido o sólido), se traducen en patrones de compresión, en los cuales las moléculas se agrupan acercándose entre sí y originan a su vez zonas de rarefacciones (dilataciones de volúmenes de aire) creando así zonas de menor y de mayor presión respectivamente (R. Josse, 1975) (Figura 3.2a).

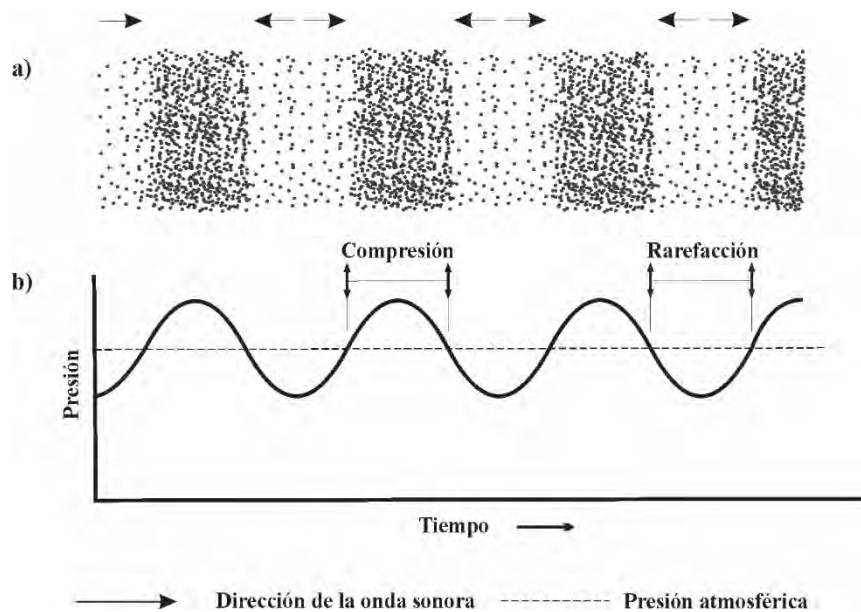


Figura 3.2 Presión acústica observada durante un intervalo de tiempo en una onda sinusoidal. a) Vista de regiones de compresión y rarefacción de una onda sonora en el aire, b) Comparación de zonas de compresión (región de alta presión) y rarefacción (región de baja presión) con respecto de la presión atmosférica.
 Fuente: Adaptado de Everest, 1994, p. 6-7.

¹ Es una onda mecánica, ya que perturba las propiedades de un material y necesita un medio elástico para su propagación.

De acuerdo a la forma en que se propaga en un medio la onda puede ser: longitudinal² (comunes en la propagación en sólidos y gases como el aire), circular (como las generadas en superficies como el agua) o transversal³ (propagadas en sólidos). Y puede representarse trazada en una gráfica que muestre el cambio de presión en función del tiempo como la de Figura 3.2b.

Un movimiento armónico simple, se expresa gráficamente como una onda sinusoidal. La cual indica como varía su presión en el tiempo, de forma periódica, para una determinada frecuencia y longitud de onda. Esta onda, se encuentra en función de tres magnitudes complementarias: la velocidad del sonido, la longitud de onda y la frecuencia (Tippens, 2011).

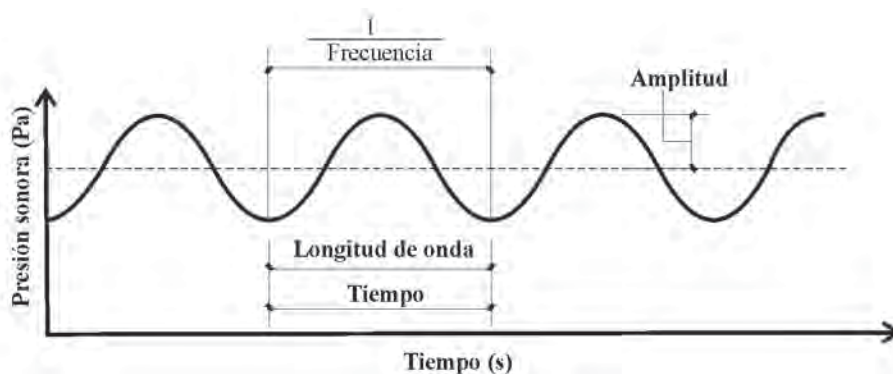


Figura 3.3 Presión acústica observada durante un intervalo de tiempo en una onda sonora sinusoidal.
Fuente: Adaptado de Cowan, 1994, p.14.

La velocidad del sonido (C), corresponde a la rapidez a la cual se propagan las vibraciones y depende de la presión atmosférica (P_o), la densidad del fluido (ρ) y el calor específico del fluido a presión y volumen constante (γ) [1]. De acuerdo a Laplace ‘la rapidez de un fluido no dependerá de la densidad del material si no de su elasticidad’ (Koenigsberg, et. al., 1977).

$$C = \sqrt{\frac{\gamma \cdot P_o}{\rho}} \quad (\text{m/s}) \quad [1]$$

Donde C = velocidad del sonido γ = calor específico del medio
 P_o = Presión atmosférica ρ = densidad del fluido (medio)

² Donde la velocidad de las partículas está dirigida en el sentido de la propagación de la onda y van acompañadas de una variación de volumen.

³ Son emitidas por medio de pulsos que se distribuyen de forma perpendicular a su dirección de propagación.

De acuerdo al medio elástico en que se desenvuelva la onda la velocidad del sonido será diferente y ésta no será proporcional a la variación de altitud del lugar, pero si las variaciones en la temperatura⁴ (Cowan, 1994, p.14), así a una temperatura de 20° C la propagación del sonido será de 344 m/s y por cada grado de incremento la rapidez del sonido aumenta en 0.60 m/s; es común, a fin de simplificar el cálculo, que se considere que la velocidad del aire es de 340 m/s (Arau, 1999).

La Longitud de onda (λ), relaciona la distancia mínima en la que las partículas se sitúan en el mismo estado de presión (ya sea máxima o mínima) en una onda sinusoidal (Arau 1999), y representa la distancia en la que una onda viaja y el tiempo que ello toma en completar un ciclo o periodo⁵ (velocidad del sonido, C) (Everest, 1994) de acuerdo a la frecuencia (f) con que ésta ocurre [2].

$$\lambda = \frac{C}{f} \quad (m) \quad [2]$$

Donde λ = longitud de onda C = velocidad del sonido f = frecuencia

La frecuencia (f), se establece de acuerdo a la periodicidad⁶ con que se repite un ciclo y se relaciona al número de ciclos que se producen en un segundo (c/s), y es representada en Hertz (Hz) (Figura 3.3). Al variar la cantidad de ciclos por segundo será afectada la longitud de la onda, entre mayor sea la longitud de onda la frecuencia de los ciclos será menor (Figura 3.4), así podría señalarse que la relación es inversamente proporcional. Por ejemplo, a 200 Hz la longitud de onda será de 1.72 m, por el contrario a frecuencias mayores como 800 Hz la longitud de onda será de 0.43 m (Figura 3.5).

⁴ Por tener influencia en la masa específica del aire

⁵ Un ciclo es el intervalo de dos picos o senos sucesivos. Al tiempo referido entre este suceso se le denomina 'periodo'.

⁶ La onda se denomina periódica por que se repite así misma de una oscilación a la siguiente (Harris, 1997)

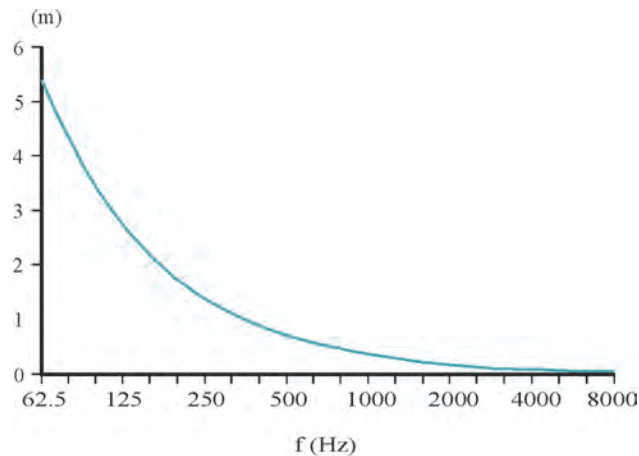


Figura 3.4. Relación funcional entre la frecuencia y la longitud de onda en el aire.
Fuente: Adaptado de Arau, 1999, p.11.

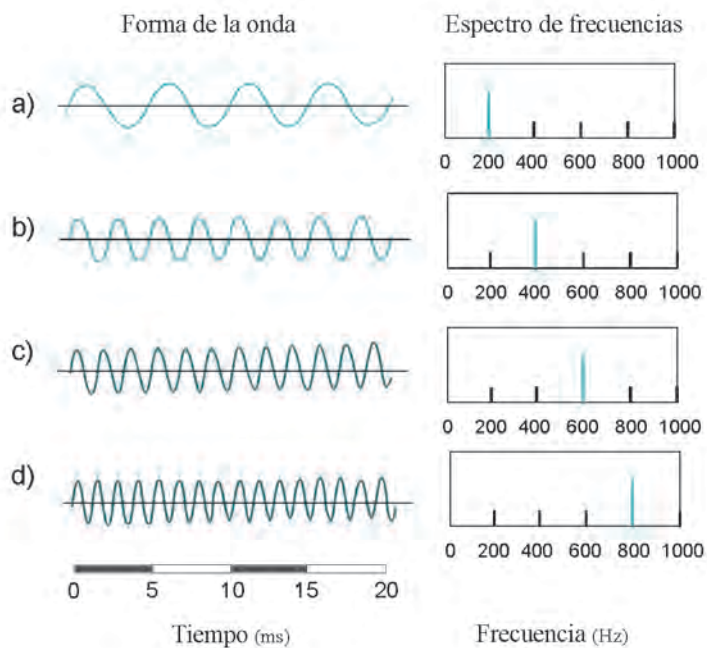


Figura 3.5. Oscilaciones de onda a diferentes frecuencias, a) 200 Hz, b) 400 Hz, c) 600 Hz y d) 800 Hz.
Fuente: Adaptado de Goldstein, 2010, p. 264.

El estudio de la frecuencia de una onda sonora tiene posibilidades infinitas, que por practicidad es reducido a frecuencias que se encuentre dentro del rango de la audición humana, que oscila entre los 20 Hz y los 20,000 Hz, algunos autores afirman que incluso parte de los 16 Hz (R. Josse, 1975, p. 05.)

Arau (1999) expresa que el rango de audición humana puede dividirse en 3 segmentos, relacionados con la escala musical: las frecuencias bajas, poco escuchadas por el oído humano y más percibidas a través de las vibraciones; frecuencias medias, en este rango se encuentran la mayoría de los sonidos emitidos por el ser humano; y frecuencias altas, también conocidas como agudos, a estas frecuencias el oído humano es más sensible con respecto a las frecuencias bajas, (Tabla 3.2).

Tabla 3.2.
Clasificación de frecuencias.

Frecuencia	Características
< 20 Hz	Infrasonido , sonidos que no son escuchados pero pueden ser percibidos como vibraciones (Pana, 1983), como terremotos.
20 - 250 Hz	Frecuencias bajas , también conocidas como graves y ya son escuchadas por el oído humano.
250 - 2,000 Hz	Frecuencias medias , a este rango pertenecen el tono fundamental y los armónicos de la mayoría de los sonidos.
2,000-20,000 Hz	Frecuencias altas , también conocidas como agudos, el oído humano es más sensible a estas frecuencias con respecto de las frecuencias bajas.
> 20,000 Hz	Ultrasonido , las ondas rebotan fácilmente y algunas especies animales e instrumentos las utilizan para crear una percepción del espacio.

Fuente: Adaptado de Arau, 1999, p.12 y R. Josse, 1975, p. 06.

Por otra parte, existen frecuencias menores a 20 Hz conocidas como infrasonido, que si bien no puede ser escuchado por el oído humano son percibidas, algunas veces, a través de la vibración. Estas frecuencias son usualmente resultado de los procesos de la naturaleza, y al ser una onda de gran tamaño es de fácil transmisión y difícil reducción (Tabla 3.2). Otra clasificación de frecuencias es el ultrasonido (a partir de 20, 000 Hz), este tipo de ondas al ser pequeñas rebotan fácilmente y algunos animales e instrumentos lo utilizan como referencia del espacio como un sistema de ecolocación (Tabla 3.2).

3.2.1 Análisis de las ondas sonoras

Un sonido emitido en una frecuencia única (una onda sinusoidal) se conocerá como un *tono puro* o *sonido puro* y será la forma más elemental del sonido. Es inusual en la naturaleza encontrar un *sonido puro* (Figura 3.3), por el contrario es común encontrar sonidos que integren diversas frecuencias, éstos son llamados *sonidos compuestos* (Figura 3.6)

A partir de éste razonamiento, en la práctica los sonidos complejos son desarticulados en armónicos (o frecuencias), a este análisis se le conoce como espectro de frecuencias y es utilizada en la descripción de una señal, ya que al desintegrar un sonido (análisis de Fourier) se observará como estará distribuida la señal en frecuencias (Everest, 1994) (Figura 3.4); esto podría explicar el comportamiento de un material y su utilización en campo como material reflejante, conductor o aislante de una señal acústica.

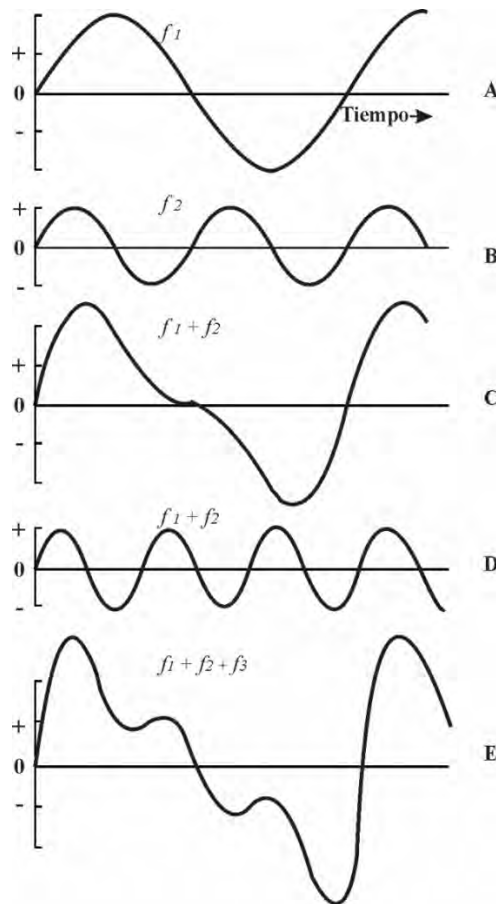


Figura 3.6 Análisis de una onda compleja: A) Primer armónico, B) Segundo armónico, C) Composición de la onda $f_1 + f_2$, D) Tercer armónico y E) Combinación de armónicos en una onda $f_1 + f_2 + f_3$.

Fuente: Adaptado de Everest, 1994, p. 11.

En acústica arquitectónica, ya que el espectro de frecuencias es amplio y la percepción del oído humano limitada, por práctica el análisis de una señal acústica se centra en el espectro audible (20 Hz a 20,000 Hz).

El oído humano presenta mayor sensibilidad a conjuntos de frecuencias que a frecuencias individuales; esto es que al escuchar una señal en una frecuencia de 125Hz y al compararla con una de 130Hz el cambio será apenas perceptible para el oído humano, pero al doblar la frecuencia inicial, es decir emitiendo 250Hz el oído percibirá un cambio notable y por lo tanto percibirá una señal ‘diferente’ a la inicial, por esta razón se considera que la variación obedece a una relación de dos (Arau, 1999) ya que necesita duplicar la señal para que la variación sea percibida. Es así que al espectro audible es dividido en paquetes de frecuencias, conocidos como octavas⁷ (Tabla 3.3).

Tabla 3.3

Banda de octavas de espectro de frecuencias y longitud de onda.

Banda de octavas (armónicos) de espectro de frecuencias										
Centro de octava (Hz)	31.5	63.0	125.0	250.0	500.0	1000.0	2000.0	4000.0	8000.0	16000.0
Límite de octava (Hz)	22.0	44.0	88.0	177.0	354.0	707.0	1,414.0	2,828.0	5,656.0	11,312.0
										22,627.0

Fuente: Adaptado de Szokolay, 2008 p. 206, 208.

Para análisis de mayor detalle, son utilizados intervalos menores, conocidos como tercios de octava que comprende las siguientes frecuencias:

25Hz 31.5Hz 40Hz 50Hz 63Hz 80Hz 100Hz 125Hz 160Hz 200Hz
 250Hz 315Hz 400Hz 500Hz 630Hz 800Hz 1000Hz 1250 Hz 1600 Hz 2000Hz
 2500Hz 3150Hz 4000Hz 5000 Hz.

3.2.2 Parámetros básicos del sonido

Como ya se mencionó, el sonido se produce por una variación de presiones; la presión atmosférica y la ocasionada del movimiento vibratorio de la fuente. En el estudio de la acústica arquitectónica esta variación, proporcionada en pascales (Pa ó N/m²), presenta cierta dificultad, por un lado porque se encuentra dentro de un amplia gama, de 20 µPa (0.000002 Pa) a 20 Pa (Arau, 1999, p. 56) y por el otro no se correlaciona con la audición humana, ya que la percepción de variación no es lineal, más bien logarítmica (de acuerdo a la ley psicofísica de Weber y

⁷ Una banda de octava es el intervalo de frecuencias entre una frecuencia y el doble de esta, y es usualmente designada por su centro de frecuencia (f_c) o banda central (Szokolay, 2008;206)

Fechner⁸) (Llinares, Llopis, & Sancho, 2008). Es así que se adopta para su medición un parámetro conocido como nivel de presión sonora (SPL^9 o L_p).

El nivel de presión sonora (L_p), expresa la relación entre dos cantidades: la presión observada (P), y la presión base o presión mínima audible (P_o). Para adaptar ésta escala a la escala de audición humana esta magnitud relaciona veinte veces el producto del logaritmo de la razón de éstas dos cantidades [3], esto es expresado en una unidad logarítmica llamada Decibel (dB)¹⁰.

$$L_p = 20 \text{ Log}_{10} \left(\frac{P}{P_o} \right) \quad (dB) \quad [3]$$

Donde P_o = Presión mínima audible P = presión observada

Ésta adaptación que brinda un rango limitado y de fácil uso, se presenta en una escala de entre 0 y 120 dB, en la cual de acuerdo a la audición humana: 0dB será en mínimo audible y a partir 120 dB se producirá dolor, esto se retomará posteriormente.

Un aspecto a considerar, es que debido la relación logarítmica del dB, la adición de uno o varios dB no se comportará como una suma aritmética, sino como una suma energética. Por ejemplo, para dos sonidos del mismo nivel, digamos 30dB, la adición no será 60dB, si no 33dB ya que la equivalencia sonora incrementa sólo 3dB. Una forma de simplificar esta relación es aumentar de forma aritmética ΔL (Figura 3.7) a la magnitud mayor, esto obedecerá a la siguiente relación (Arau, 1999, p. 58):

- cuando la diferencia aritmética entre las magnitudes sea 0 o 1 dB, ΔL será igual a 3dB y éstos se sumarán a la magnitud mayor;
- cuando la diferencia sea de entre 2 y 4 dB se sumarán 2dB;
- cuando la diferencia sea de 5 a 10 dB ΔL será igual a 1dB; y
- cuando la diferencia de magnitudes sea mayor a 11 dB la adición resultante será igual a la magnitud mayor.

⁸ La cuál establece que la relación entre un estímulo físico como es el sonido y la sensación percibida es proporcional al logaritmo del estímulo.

⁹ por sus siglas en inglés *Sound Pressure Level*.

¹⁰ Expresa la relación entre dos magnitudes, en este caso la presión estudiada y una de referencia.

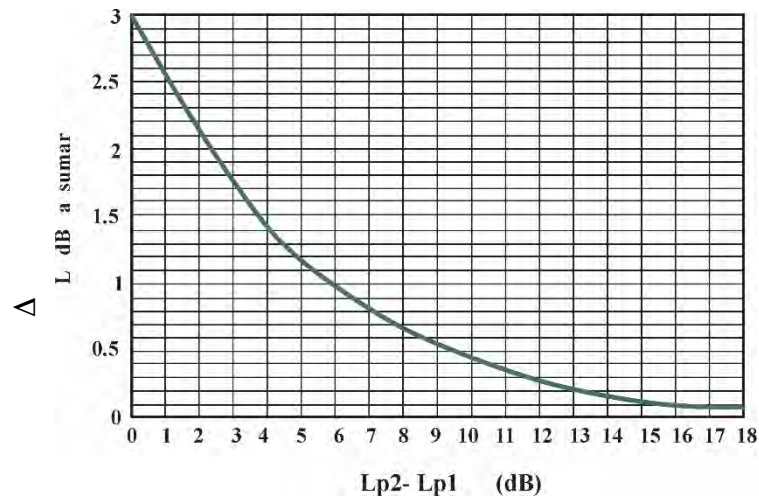


Figura 3.7. Adición de nivel de presión sonora. Fuente: Adaptado de Arau, 1999, p. 58.

Consideraciones en la medición

Cuando se analiza un espectro de frecuencias con base en L_p debe ser considerado que la sensibilidad humana no es equivalente en todas las frecuencias, es así que en respuesta a ello se generan las **escalas de ponderación**, incluidas en sonómetros analizadores.

Estas escalas, adaptan L_p (que es lineal) a la respuesta del oído humano (que es más bien curva). Cada ponderación compensa y adecua el espectro de frecuencias y su nivel de presión sonora a cierto rango de la sensibilidad del oído humano, en la gráfica (Figura 3.8) se muestra que la curva de cada una de ellas se adecua para cada frecuencia y que cuando el nivel sonoro aumenta la sensibilidad disminuye, a un L_p elevado es poco probable que el oído humano perciba diferencias notables entre frecuencias.

Existen cuatro escalas normalizadas (de acuerdo a Norma S1.4 de ASA, y ISO R226: 1961, 1961)¹¹ utilizadas en la medición:

- La escala **A** (L_{Aeq}), aproximada a la sensibilidad del oído humano, entre 20-55 dB
- La escala **B** (L_{Beq}), aproximada a la sensibilidad del oído humano entre los 55-85dB

¹¹ (ISO, 1961)

- La escala **C** (L_{Ceq}), se aproxima a sensibilidad del oído humano, entre los 85-140dB
- Y la Escala **D** (L_{Deq}), aproximada para niveles que sobrepasan el umbral del dolor, usualmente utilizado en aeronáutica.

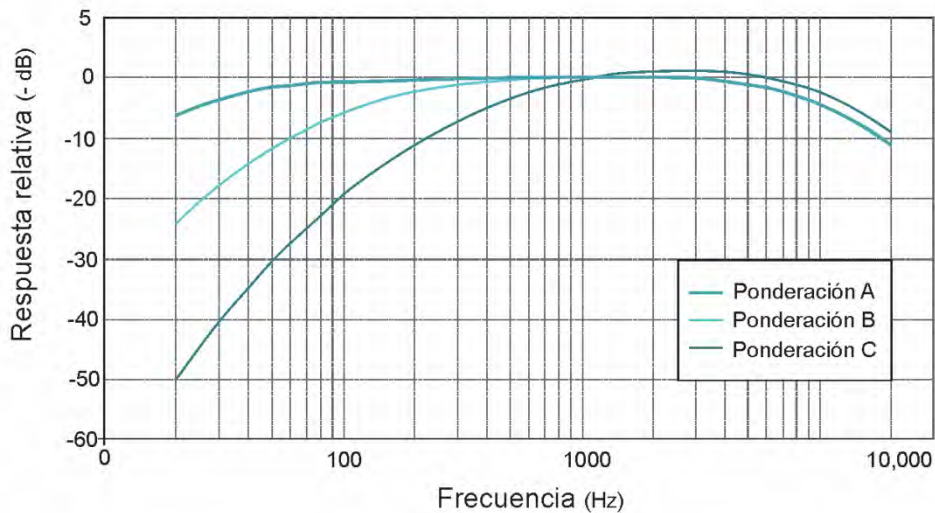


Figura 3.8 Curvas de ponderación: a) Ponderación A b) Ponderación y c) Ponderación C.
Fuente: Adaptado de ANSI S1 .4-1971 en Everest, 1994, p. 32.

En mediciones de ruido normalizadas (ISO 1996-1 e ISO 1996-2) usualmente se demanda utilizar el nivel sonoro Ponderado A ya que las recomendaciones de las mismas generalmente serán a partir de este parámetro. El nivel ponderado B es poco utilizado en el trabajo acústico, por otra parte el nivel Ponderado C se utiliza en el estudio de la molestia por ruido elevado, particularmente ruidos con elevado contenido de baja frecuencia (Schomer, 1982)

Otra forma de integración de los datos en los sonómetros es la relacionada con el tiempo de medición, que puede ser rápida y medir cada $\frac{1}{8}$ de segundo, o lenta y medir cada 1 segundo. Para sonidos estables la medición lenta no representa problema alguno pero para sonidos que fluctúan rápidamente en sus características (situación típica del sonido) es usual la medición a partir de una respuesta rápida (*fast*) (Harris 1997), por lo cual en la práctica se recomienda utilizar éste tipo de respuesta.

3.3 EL EFECTO DEL SONIDO EN EL HOMBRE

Desde el punto de vista fisiológico el sonido es la sensación auditiva producida en el órgano del oído, causada por el fenómeno físico (Stevens y Warshofsky, 1981, p.07).

Conocer el impacto del sonido en el hombre llevará a comprender, desde su generación, la respuesta del ser humano al fenómeno físico, desde la sensación auditiva (o el proceso de recolección de la información física del sonido), el proceso de percepción del espacio y como éste influye en la formación de juicios perceptuales. Se identifican dos procesos en la estructuración mental de un espacio:

- a) la sensación auditiva, y
- b) la percepción sonora.

3.3.1 Sensación auditiva

La sensación auditiva¹² proporciona el 11% de la información (Everest, 1994, p. 33) que el ser humano percibe del ambiente, la cual es captada a través de los oídos. Éstos que están compuesto por tres partes que pueden observarse en la figura 3.9: el oído externo (color naranja), el oído medio (color rosa) y el oído interno (color azul).

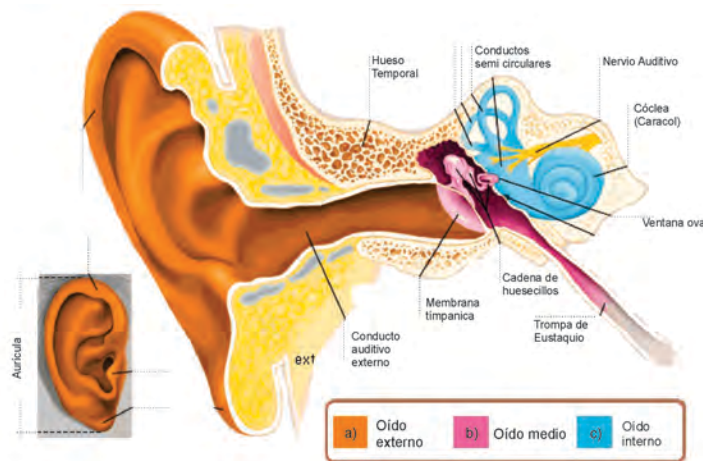


Figura 3.9 Esquema de las partes del oído humano a) oído externo, b) oído medio y c) oído interno.

Fuente: Adaptado de http://www.brighamandwomens.org/Departments_and_Services/surgery/services/otolaryngology/ear/ear-infections-and-conditions.aspx

¹² es la experiencia que se experimenta con respuesta a la información recibida a través del oído.

El sonido llega al oído humano en forma de vibraciones captadas por el **oído externo** (Figura 3.9 a) el cual aporta cierta discriminación direccional y lo transmite a través del canal auditivo que (como un resonador) amplifica en frecuencias de entre 2500 y 5000 Hz¹³ (Zwicker y Fastl, 2007, p. 24) y hace vibrar el tímpano.

Posterior a eso, las vibraciones que pasan al **oído medio** a través del tímpano (Figura 3.9b) son transmitidas por medio del aire hasta los huesos (martillo, yunque y estribo) cuya función es aumentar la presión sonora (unas veinte veces) lo cual equivale a una ganancia de entre 20 y 30 dB a través de movimientos vibrantes¹⁴ (Everest, 1994, p. 34) pero a su vez, debido a la rigidez de este proceso la transferencia de las frecuencias bajas al oído interno disminuye. Las vibraciones son transmitidas al **oído interno**, por la ventana oval, donde a través de la cóclea (que también determina el equilibrio), a partir de la excitación de la membrana basilar (cada frecuencia excita diferentes partes de la membrana) se originan las señales, finalmente el órgano de Corti transforma la energía mecánica en señales eléctricas que se transmiten por medio de pulsaciones al cerebro a través del nervio auditivo, de acuerdo a la teoría de las descargas¹⁵ (Schiffman, 2010).

Umbral de audición

Como ya se mencionó, la audición humana se considera dentro de ciertos límites, definidos en términos de probabilidad (ya que depende de la persona y de su edad). Con respecto a las frecuencias se considera que el promedio de área audible se encuentra entre los 20 Hz y 20,000 Hz, sin embargo algunos autores difieren (Arau, 1999) ya que el sistema auditivo responde a frecuencias inferiores (Harris, 1997).

¹³ Una de las teorías establece que alta sensibilidad de la audición en esta gama de frecuencias es producida por este fenómeno.

¹⁴ Esto es a fin de adecuar las vibraciones al pasar de un medio aéreo a uno líquido (humor acuoso), como es el oído interno.

¹⁵ Establece que la intensidad del sonido es percibido por la velocidad de los impulsos nerviosos, para frecuencias bajas suceden varios impulsos por ciclo y para frecuencias altas un único impulso en varios ciclos.

Por otra parte, se determina el umbral de mínima presión audible, o el nivel de presión sonora mínimo capaz de evocar una sensación auditiva donde el mínimo será (L_p) 0 dB, según Harris (1997) a partir 120 dB se percibe alta molestia (umbral de malestar), a 130 dB se percibe ‘cosquilleo’ (Umbral del tacto) y a los 140 dB se genera dolor (umbral del dolor) (Figura 3.10).

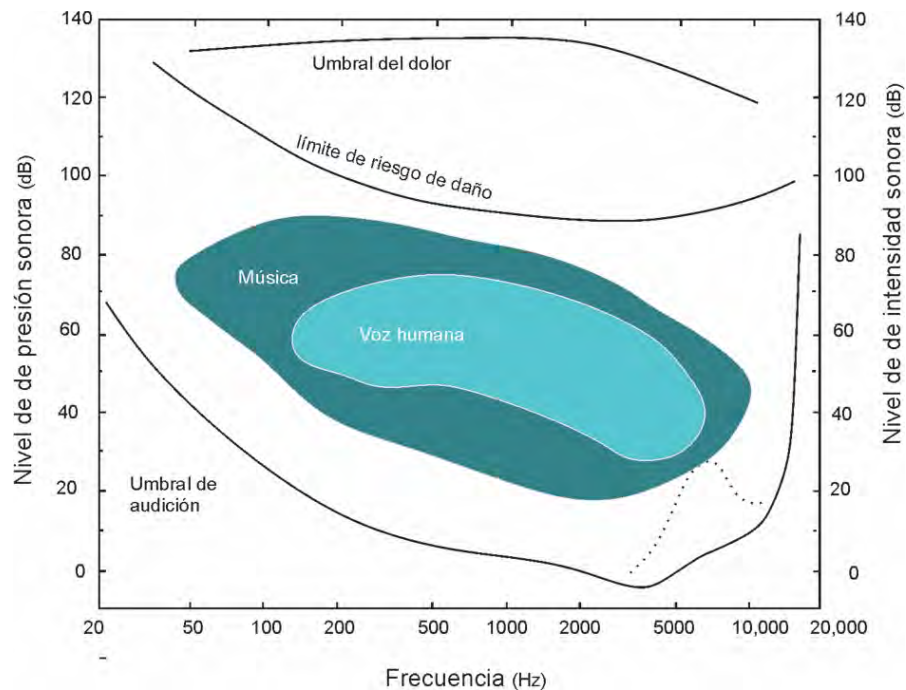


Figura 3.10 Área de audición con respecto de la frecuencia y el nivel de presión sonora (SPL), muestra el umbral de audición y los umbrales de molestia y dolor. Y comparación con áreas de producción de la voz y la música. Fuente: Adaptado de Zwicker y Fastl, 2007, p. 19.

Como se observa en las figuras 3.10 y 3.11, las frecuencias son percibidas con diferente intensidad, el sonido se ‘amortigua’ en bajas (20-100 Hz) y altas frecuencias (10,000 a 20,000 Hz), y en frecuencias medias (entre los que fluctúa el habla humana) presenta cierta sensibilidad, que se eleva entre los 2000 y 5000 Hz ya que no necesita un alto nivel de presión sonora para notarse un cambio o ser percibido. Esto quiere decir que, la presión de un sonido grave tendrá que ser mayor que uno correspondiente a frecuencias medias para que ambos puedan ser percibidos con la misma intensidad (Carrión, 1988).

Una forma de caracterizar la sensación auditiva, es a través del nivel de sonoridad, que cuantifica subjetivamente la intensidad percibida de un sonido con respecto de su frecuencia¹⁶ (también es afectada por la duración de sonido y el ancho de banda) traducida en una magnitud, el fon (*phon*) (M. Pana, 1983) (R., 1975). Ésta magnitud parte de la premisa que dos sonidos de espectro diferente pueden producir sensaciones comparables (R, Josse, 1975, p. 48).

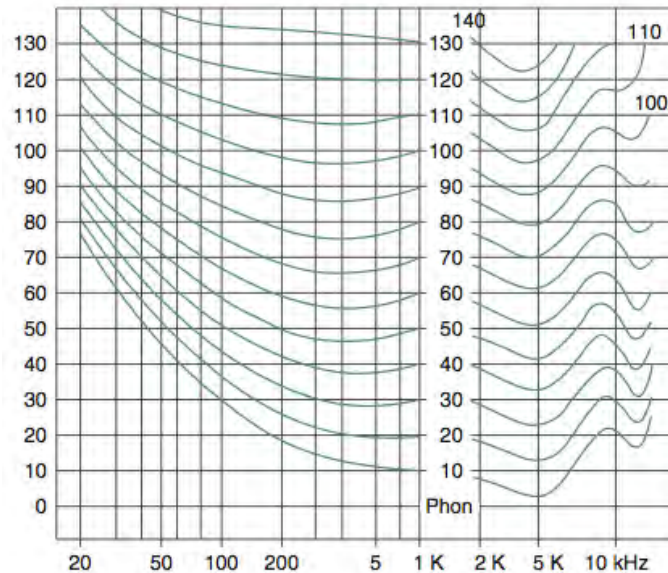


Figura 3.11 Curvas isofónicas de igual sonoridad. Fuente: Szokolay, 2008, p. 211.

El nivel de sonoridad se desarrolla en las curvas isofónicas o de igual sonoridad (Figura 3.11), normalizadas por el estándar ISO 226 (2003), donde se muestra cual es la presión sonora necesaria para que diferentes frecuencias sean percibidas con la misma ‘intensidad’. Si se analiza un tono puro, la segunda curva de referencia duplica la sensación de intensidad con respecto a la primera referencia y así sucesivamente, a esto se le denomina *sonia* de un sonido y no puede ser considerada como una escala. Es así que se presenta una magnitud diferente que corrige este déficit, la sonoridad (S) (medida en sones), que establece una escala de 0 a 120 sones (Figura 3.12a) y puede caracterizar sonidos puros o sonidos compuestos.

¹⁶ El individuo escucha un sonido puro y evalúa que tan ‘fuerte’ es percibido y le asigna una cantidad.

La necesidad de esta magnitud puede observarse al comparar los niveles de sonoridad y de presión de un sonido. Por ejemplo, un violín (Figura 3.12) que emite un nivel sonoro de 88 sones únicamente; por otra parte el paso de una motocicleta que emite 94 dB(A) provoca una sensación de sonoridad mayor, de 110 sones.

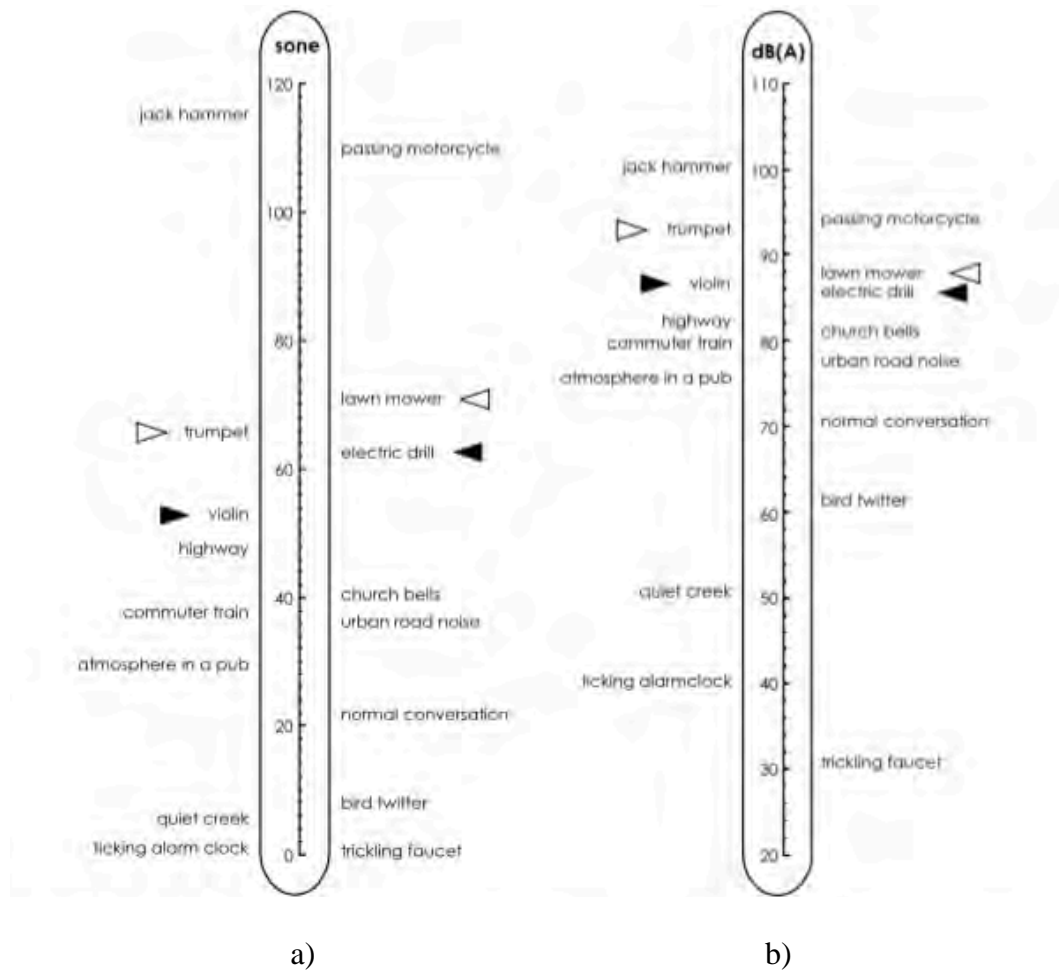


Figura 3.12 Comparación de la sonoridad de fuentes sonoras comunes con su nivel de presión sonora. Izquierda nivel de sonoridad y derecha nivel de presión sonora. Fuente: Fastl, H. 2006, p. 6.

Enmascaramiento

La capacidad para escuchar un sonido disminuye por la presencia de otros sonidos, estas consideraciones ocurren por: la sensibilidad del oído a ciertas frecuencias o por la disposición temporal del sonido.

Por ejemplo, podría denotar que el oído humano tiene poca capacidad para escuchar sonidos en frecuencias bajas si se compara con la sensibilidad a altas frecuencias. Una de las suposiciones aceptadas para explicar esto es la teoría del lugar, la cual establece que *de acuerdo al lugar donde la membrana basilar sea estimulada se determinará la frecuencia que será escuchada* (Goldstein, 2011, p.212), las frecuencias altas excitan la zona ubicada al inicio cerca de la ventana oval y las bajas excitan las zonas alejadas de la ventana oval (Figura 3.13).

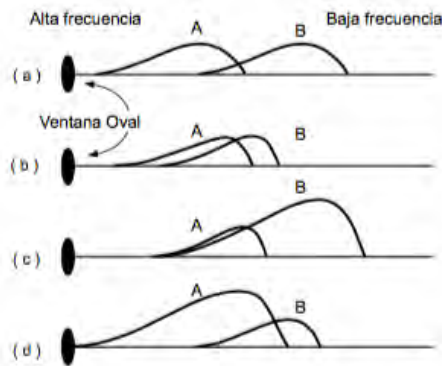


Figura 3.13 Respuesta de la membrana basilar a diferentes combinaciones de tonos puros.

Fuente: Carrión, 1988, p. 39.

Debido a la forma de la cóclea las frecuencias bajas tendrán una amplitud de recorrido mayor (asimétrico) hasta la zona que le corresponde con relación a frecuencias altas, esto hace que un tono de baja frecuencia pueda enmascarar a un tono de frecuencia elevada de acuerdo a Carrión (1988) y con referencia a la Figura 3.13, esto sucederá en las siguientes circunstancias:

- El enmascaramiento no será apreciado cuando: la frecuencia del tono A sea mayor que la del tono B y su intensidad sea o igual (Figura 3.13a); o mucho mayor que B (Figura 3.13 d)
- El enmascaramiento será apreciado cuando: el tono A tenga frecuencia ligeramente mayor al tono B y los niveles sean similares en ambos tonos (Figura 3.13 b); o cuando el nivel del tono A sea menor con respecto al tono B y su frecuencia sea mayor (Figura 3.13 c).

Otra forma en que un sonido puede ser enmascarado por otro es la disposición temporal del mismo. Por ejemplo un sonido C puede ser enmascarado por un sonido D cuando éste sea a) emitido antes de la fuente, b) cuando D sea emitido durante toda la duración de C y c) cuando D sea emitido poco tiempo después que C. Esta relación aumenta con la frecuencia por encima de

los 500 Hz, por debajo de los 200 Hz para que esto suceda la intensidad necesaria será inversamente proporcional (Zwicker y Fastl 2007, p. 29)

3.3.2 Percepción sonora

Una vez que la información sensorial ha sido recibida por el oído, es transportada por el nervio auditivo al cerebro y el proceso básico en el desarrollo cognoscitivo¹⁷ humano inicia, la percepción. Y es a través de este proceso que el ser humano sintetiza, conceptualiza y reconoce un ambiente.

Cuando la información de la sensación auditiva llega al cerebro, éste la selecciona, la organiza, la compara y la interpreta. Finalmente cuando la información ha pasado por dicho proceso, el ser humano es capaz de concebir conocimiento (pensamiento), emitir juicios, interpretar actitudes y expectativas hacia un ambiente, como el confort (Hartman 1997) (R. H. Forgas 1979),. En el análisis de la información la psique¹⁸ tiende a la simplificación de un objeto o escena, por lo cual la percepción auditiva selecciona, organiza e interpreta la información, de esta manera. Desde esta perspectiva el grupo de la GESTALT establece leyes sobre la percepción y como es percibida la forma (Köler, 1996)¹⁹ (Leone, 2011).

3.3.2.1 Selección de la información

El sistema de percepción de la escena auditiva, inicialmente segrega la información extraída de la sensación auditiva identificando objetos y eventos sonoros (Arias & Ramos, 2003), analizados de dos diferentes maneras: a) desde la composición del objeto, y b) desde la posición espacial del objeto.

¹⁷ El desarrollo cognoscitivo, según la psicología, denota el proceso por el que las personas adquieren conocimiento (Rivas N., 2008).

¹⁸ Se denomina al conjunto de procesos conscientes e inconscientes propios de la mente humana, en oposición a los que son puramente orgánicos.

¹⁹ Estas leyes usualmente son aplicados a lo visual pero pueden aplicarse a otro tipo de percepciones de igual manera.

La composición sonora de objeto, es simplificada por la percepción de dos aspectos: la agudeza de un sonido o tono (Arau, 1999 en Lancón, 2012, p.56), y las características espectrales (pero menos perceptibles) que acompañan a ese sonido, conocidas como timbre.

El tono, es determinado por la sensación de la frecuencia fundamental y mantiene dependencia con la sonoridad por lo cual responderá a las características mencionadas en el apartado anterior (decrece en frecuencias menores a 1000 Hz y presenta mayor sensibilidad en frecuencias entre 1000 Hz y 3 000Hz). Otra característica derivada de esta selección es el 'volumen' como la sensación de la intensidad con que es escuchado un sonido.

La posición espacial de un objeto sonoro, es detectada biauralmente, ya que es captada a través de ambos oídos de diferente manera, de acuerdo a la posición en la que se encuentre la fuente sonora. La percepción de un objeto sucede en diferentes planos, como se puede observar en la Figura 3.14: el plano horizontal (x) o azimut, extendido de izquierda a derecha; el plano frontal o cenit (y), o la elevación de arriba hacia abajo; y por la distancia (z) (Goldstein, 2011, p. 292).

El ser humano es eficiente en la ubicación de sonidos en el plano horizontal, capacidad que se ve disminuida en la interpretación del plano vertical y la distancia (Moore, 1995 en Arias & Ramos, 2003). Además de esto, la percepción estará determinada por el tiempo en que un sonido llega a un oído o a otro y por la distancia, entre más lejana se encuentre una fuente será percibida como más aguda (de acuerdo al efecto doppler²⁰). Si analiza únicamente la percepción espacial sin el contenido de la información, el individuo enfocará su atención en las fuentes cercanas.

²⁰ Se trata de un cambio en la percepción del tono de un sonido cuando la fuente o el oyente se encuentra en movimiento.

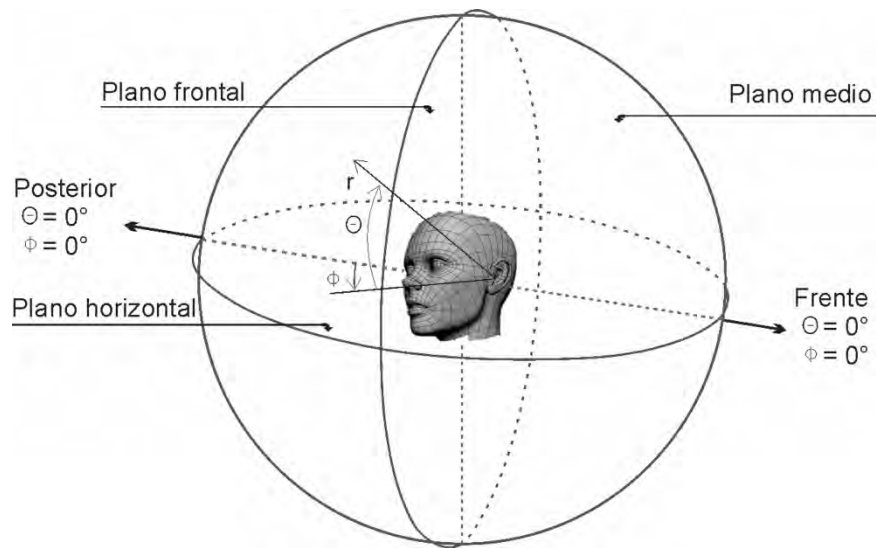


Figura 3.14. Sistema de referencia de la audición humana. Direcciones utilizadas en la localización de sonidos.
Fuente: Propio basado en Schiffman, 2010, p. 125.

Organización de la información

Una escena auditiva se presenta en esquemas de fácil interpretación organizados jerárquicamente, de modo que en función de dicha jerarquía sostenga las bases de la organización e interpretación. Este proceso se realiza a través de:

1. La discriminación de un objeto sobre el fondo,
2. La estabilización del objeto y
3. El reconocimiento y/o identificación del objeto.

Interpretación de la información

De acuerdo a las leyes de la GESTALT, la psique crea diversos esquemas de 'fácil interpretación', que actúan simultáneamente y al influenciarse crean resultados complejos (pensamiento complejo) (Schiffman, 2010, p. 329-339) como la interpretación de la escena auditiva o el *Paisaje sonoro* (que se retomará más adelante); y estos esquemas son ajustables al tiempo y al espacio.

De estas formulaciones se podría discernir que la escena auditiva se formula de acuerdo a ciertos lineamientos:

- La organización tiende a la simplicidad (*principio de la simplicidad*) y se presenta en esquemas de fácil interpretación (*Principio de la continuidad*).
- Una escena será concebida como un fondo en el cual sobresale una figura (*principio figura-fondo*).
- Se crea un modelo de detalles que mantienen un patrón, puede ser una escena o un ambiente (*Principio de la experiencia*),
- Las escenas o ambientes mantendrán características únicas derivadas del espacio y el tiempo (*principio de la proximidad*).

Por otra parte la simplificación de grupos en objetos se determinará por:

- Las formas tenderán a parecer regulares, simples y simétricas (*principio de la simplicidad*).
- La constitución de un patrón (*Principio de la dirección común*) que esto ocurre por que comparten una forma o una dirección común.
- Porque comparten características físicas como forma, aparecen en un mismo lapso de tiempo o presentan la misma intensidad; o por sus características culturales como una danza, asociadas a un símbolo cultural o proveniente de alguna actividad (*principio de igualdad o equivalencia*), en este caso las cualidades de los sonidos definirán la posición figura-fondo que ocupe cada uno de ellos.
- La claridad con que será escuchada la señal (*Ley del contraste*) intervendrá en el individuo al comparar la información que ofrece cada fuente.

Finalmente la percepción de una escena puede ser almacenada como información sí es útil a futuro para el individuo.

CAPÍTULO IV

EL SONIDO EN LA CIUDAD

Este apartado analiza perspectivas teóricas de la presencia del sonido en el espacio urbano como el ruido ambiental y el paisaje sonoro. Finalmente, partir del estudio de la calidad de los ambientes sonoros y retomando esta aproximación se estudian los factores y parámetros que evalúan la calidad acústica de un espacio urbano.

4.1 LA CIUDAD COMO GENERADORA DE SONIDO

Las diferentes actividades que las personas realizan en el espacio urbano (transporte, recreación, trabajo, entre otros), además de las personas mismas y los elementos de la naturaleza que habitan en él son generadoras de un acumulado de sonidos que al ser combinado con las cualidades formales del entorno, ya sea por el clima, configuración geomorfológica, la estructura urbana, los elementos urbanos que integran un espacio o por los materiales, será modificado en sus cualidades acústicas.

El estudio del sonido en la ciudad es generado mediante dos posturas, el ruido ambiental y el paisaje sonoro, que pueden ser entendidas como:

- a) el análisis de sonidos usuales en el medio urbano sin contenido de información relevante como el derivado del transporte o producto de elementos mecánicos conocido como *Ruido ambiental*, y
- a) el estudio de las fuentes sonoras producto de la interacción humana, analizado a partir de su calidad y contenido informativo, *Paisaje sonoro*.

Ambas posturas son sustanciales y complementarias, una actúa hacia la reducción de niveles sonoros nocivos para la salud humana en exteriores e interiores, tomando en cuenta la respuesta a la molestia hacia altos niveles sonoros y el otro hacia el diseño de las cualidades sonoras de un espacio determinado a partir de sus cualidades acústicas y urbanas (Tabla 4.1).

Tabla 4.1

Comparación de alcances en el estudio del ambiente sonoro urbano.

<i>Ruido ambiental</i>	<i>Paisaje sonoro</i>
Resultado único (molestia)	Diversos resultados
Estudio en interiores (acerca del sonido en exteriores)	Diferentes lugares
Actividades del hogar	Diferentes actividades
Es estable en dicha ubicación	Puede ser temporal en dicha ubicación
Asume la respuesta a la molestia en un periodo de tiempo amplio	
Se basa en altos niveles sonoros	Rango de niveles sonoros
Sonidos usuales (transporte)	Diversas fuentes sonoras

Fuente: Brown, Kang y Gjestland 2011, p. 389.

4.2 RUIDO AMBIENTAL

Al disentir el ruido con el sonido no existe distinción alguna, ya que el ruido es sólo una percepción sensorial, muchas veces considerada molesta o desagradable. Ahora bien, existen en el espacio urbano contemporáneo identidades o sonidos comunes derivados de los formas de habitarlo, como son: el transporte, los servicios, las actividades lúdicas, la industria y la construcción. A este conjunto de sonidos derivados de las actividades humanas en el espacio urbano se le atribuye el nombre de *Ruido ambiental*.

Algunas fuentes sonoras emiten altos niveles sonoros (L_{Aeq}) que permanecen en el ambiente, como un continuo sonoro. Y es debido a estas condiciones que el confort de la población es menguado, debido a que su influencia crea un déficit en la salud física y mental de la población expuesta (como ya se mencionó en Capítulo I y Capítulo III apartado 3.2). Es así, que se hace necesario conocer la influencia de estas fuentes a fin de caracterizarlas y controlarlas.

4.2.1 Tipos de ruido ambiental

Las fuentes sonoras que frecuentemente intervienen en el estudio de este fenómeno son: el ruido por tráfico vehicular, tráfico ferroviario, tránsito aéreo, fuentes de origen industrial o comercial y ruido comunitario.

Ruido por tráfico vehicular

Es el ruido con mayor presencia en el medio urbano, producto de los vehículos en circulación. Es derivado del contacto de los autos con el pavimento y del mecanismo mecánico del mismo, la aceleración y desaceleración, debido a esto que dicha fuente es generadora de bajas frecuencias (Rodríguez, F.; et al, 2011) (NBE-CA-88). La medición es realizada de acuerdo a la cantidad y tipo de vehículos promedio que pasan por una vía en 1 hora y el L_{Aeq} producido en ese lapso de tiempo tomando en cuenta los parámetros antes mencionados. Además, existen modelos matemáticos de predicción como el *NMPB-Routes-96* generado y utilizado en Francia o el *RLS-90*, *VBUS* para Alemania (también utilizado en el cálculo del mapa de ruido de la zona Metropolitana del Valle de México) utilizados en la generación de mapas de ruido como el de la Figura 4.1a, que al combinar esta información con los usos de suelo de las ciudades pueden predecir el impacto que este genera en las áreas urbanas.

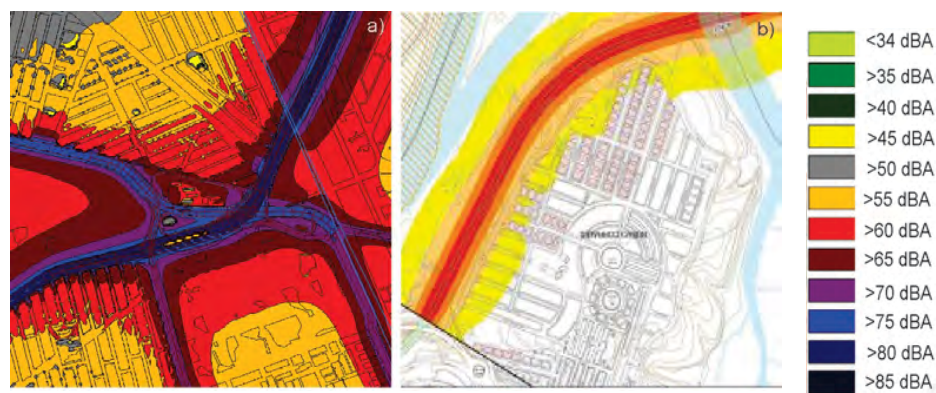


Figura 4.1 Mapa de ruido. a) Mapa de ruido por tráfico vehicular*, b) Mapa de ruido por tráfico ferroviario**.

Fuente: Rodríguez-Manzo et al, 2015, p.05*, y sica.web.cedex.es**.

Ruido por tráfico ferroviario

El ruido producido por el paso de trenes y ferrocarriles, por el choque de rieles y ruedas de un tren, además de los provocados por la maquinaria. Es un sonido intermitente, pues no está presente a lo

largo del día sino únicamente al paso del tren. Para cuantificar su influencia se considera un promedio energético del conjunto de ruidos derivados de los trenes que transcurren a lo largo del día; para trenes de viajeros se considera un nivel de 87 y 90 dBA, y para trenes de mercancías de entre 85 y 83 dBA, ambos a 25m de la vía y 5m de altura (Llinares, Llopis y Sancho 2008, p. 353), de este tipo de información se pueden generar mapas de ruido como el de la figura 4.2b donde se observan la influencia del paso de la vía en el entorno.

Ruido de tráfico aéreo

Es el ruido generado por el despegue y aterrizaje de aviones, de acuerdo a Llinares, Llopis y Sancho (2008, p. 354), los valores de los niveles sonoros generados van de entre los 81 dBA a 109 dBA a 300 m de un avión, su influencia dependerá del número de aviones y el nivel sonoro producido. Se generan mapas de ruido, donde se muestra las zonas o áreas de influencia de acuerdo a las rutas 'habituales', como el de la Figura 4.2, mismo que muestran la influencia en las zonas aledañas, es ideal que estas no afecten zonas sensibles como las zonas habitacionales o zonas con equipamiento de educación o salud.



Figura 4.2 Mapa de ruido por tránsito aéreo. Fuente: sica.web.cedex.es

Ruido de fuentes de origen industrial o comercial

Es derivado de equipos industriales como una central eléctrica, una refinería una cementera, entre otros. Es ideal que estos emplazamientos se encuentren en áreas de influencia delimitadas, alejado de áreas urbanas ya que pueden generar entre 60 a 100 dBA (Llinares, Llopis y Sancho 2008, p. 3.25) (4.2b), esto dependerá de la distancia y el lugar donde este colocada la fuente de ruido, algunas generan incluso más.

Ruido comunitario

Es el generado en espacios urbanos en los que las fuentes sonoras no pueden identificarse plenamente. Son derivadas de las actividades humanas, de las que destaca, la actividad comercial en la vía pública, también se relaciona con los usos del suelo como son la vivienda y los equipamientos urbanos (Rodríguez y Garay, 2011), en el mapa de la Figura 4.3 se observa un ambiente típico de un centro histórico con gran presencia de ruido comunitario.

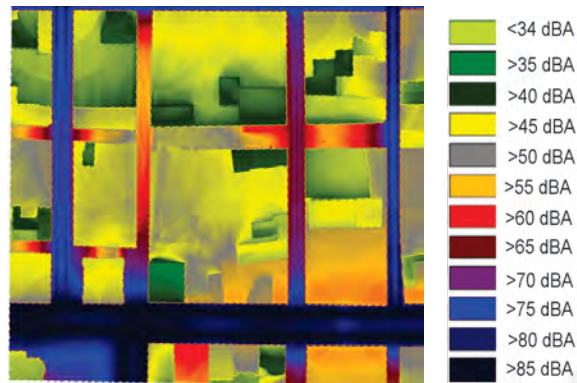


Figura 4.3 Mapa de ruido comunitario del Centro Histórico de la ciudad de México.

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, Llinares (et al, 2008, p. 321) asocia el ruido comunitario, con las características socioeconómicas de la región y la densidad de población (d_p). De acuerdo a esto, los modelos matemáticos de predicción se basan en las expresiones [4] y [5], donde para un espacio urbano con densidad baja se utilizará la expresión [4] y para un espacio urbano con densidad alta la expresión [5].

$$L_c = 10.6 \cdot \log(d_p + 16) \quad (dBA) \quad [4]$$

$$L_c = 9 \cdot \log(d_p + 22) \quad (dBA) \quad [5]$$

Donde L_c = Nivel de ruido comunitario d_p = densidad de población

4.2.1 Efectos de la contaminación acústica

Cuando el ruido ambiental es dosificado en niveles sonoros elevados y la exposición es excesiva pueden engendrar efectos nocivos en el ser humano desde molestia hasta el deterioro en la salud, que no se limita al órgano de la escucha.

La Molestia, es considerada como una perturbación o malestar producido por el ruido y es una cualidad percibida, determinada no sólo por factores acústicos sino que además depende de factores de naturaleza social, psicológica o económica. El estudio de la molestia ha sido ampliamente desarrollado debido a que deriva en el rendimiento para la realización de actividades específicas como la concentración, interferencia en la comunicación, en grupos reduce la actitud cooperativa y puede aumentar la predisposición a la agresividad. De acuerdo a Berglund y su equipo (1999) pocas personas se sienten perturbadas por debajo de los 55dBA (p.07).

En la práctica, se han generado parámetros a partir de la calificación de este término para determinar su influencia en el confort acústico urbano, como: nivel de exposición sonora (SEL) o el nivel de ruido percibido (PNL), orientado a medir el nivel sonoro corregido, sin embargo aunque se utiliza en la práctica común en todo tipo de ambientes urbanos, se basa en una tabla normalizada desarrollada únicamente a partir del ruido de aviones (Kyyter, 1982, p.79).

El Deterioro en la salud, se genera tanto en efectos fisiológicos como en la salud mental. Uno de los efectos evidentes es la deficiencia auditiva, producida en bandas de frecuencia de 2000 a 6000 Hz, que puede ser provocada bajo una exposición arriba de 75 dBA en un lapso de 8 horas durante un prolongado lapso de tiempo y es irreversible. Otro de los efectos es la perturbación en el sueño y por lo tanto en el descanso, esto genera efectos secundarios como: cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, incremento del pulso, vasoconstricción, variación en la respiración, arritmia cardíaca y mayores movimientos corporales.

Los individuos presentan además mayores probabilidades de desarrollar hipertensión, cardiopatías (exposición diaria de 65-70 dBA); acidez y úlceras en el aparato digestivo, alteración en la visión y fatiga (producida por la vibración generada entre 20Hz y 100 Hz). Además, se presentan electroencefalogramas irregulares, trastornos de la conciencia, puede llegar a la pérdida del

conocimiento (potenciado en enfermos epilépticos), aumento en la tensión vascular cerebral disminución de la capacidad motriz e intelectual (exposición a 85 dBA a nivel constante).

4.2.2 Pautas para el diseño

Las metodologías propuestas por las normas y reglamentos consideran el continuo sonoro o ruido de fondo y la exposición promedio a la que está expuesta una persona a lo largo del día.

4.2.2.3 Parámetros que definen el ruido

El ruido de fondo es uno de los parámetros esenciales en la definición del ruido en exteriores e interiores, representa el contenido energético promedio de una medición; en un punto determinado, con una duración de tiempo determinado y es medido en niveles sonoros en ponderación A (dBA) y en niveles sonoros lineales (dB) de acuerdo al espectro de frecuencias. Al comparar el ruido de fondo con el tiempo al que una persona está expuesta a él se determina el grado de afectación que tiene en ella. Por ejemplo, para espacios de trabajo, se calcula el ruido de fondo y la exposición diaria en horas, para conocer la exposición al ruido y el grado de afectación que tendrá sobre el individuo. En la práctica, se generan tablas y gráficos como el de la Figura 4.4 que los diseñadores pueden utilizar para calcular el nivel diario de exposición efectiva.

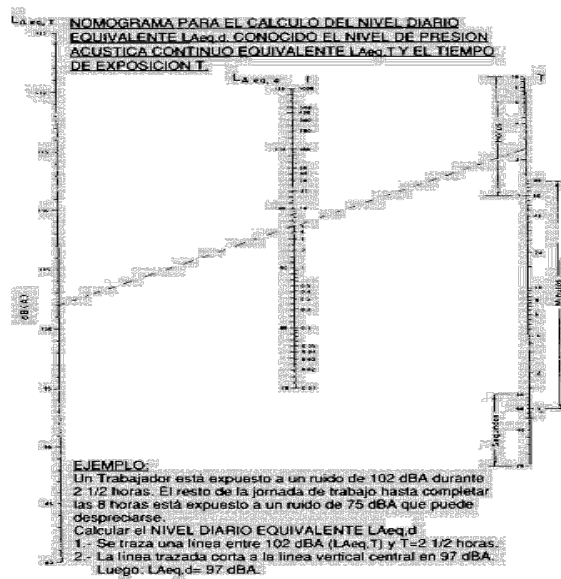


Figura 4.4 Cálculo del nivel diario equivalente de exposición efectiva para ambientes laborales. Fuente: R.D. 1316/1989 y 86/188/CEE, p. 29)

Al comparar, el influencia que pueden tener altos niveles de ruido en ambientes interiores se determina la gran influencia que tienen los niveles sonoros en el entorno humano y la necesidad de mediar además de su valor absoluto en dBA la exposición en tiempo del usuario para conocer el grado de afectación efectivo sobre las personas expuestas.

Para la medición del ruido ambiental se consideran el nivel de presión sonora presente el 90% (L_{A90}) o 50% (L_{A50}) del tiempo de medición, y de acuerdo a la norma NMX-CH-1996-1-IMNC-2009 (2009) para la medición y evaluación del ruido ambiental, derivada de la ISO 1996-1, se elige como útil el dato con mayor valor. El valor del ruido de fondo en un periodo de 24 horas pueden ser determinados por medio de la expresión [6]

$$L_{dn} = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(\sum_{i=1}^{24} 10^{0.1 \cdot L_{1h}(i)} \right) \right] \quad (dBA) \quad [6]$$

Donde L_{dn} = Nivel sonoro equivalente día-noche L_{1h} = el nivel sonoro equivalente en 1 hora

Como puede notarse, la expresión [6] es similar a [7] y el único factor que varía es el tiempo de integración, determinado en horas. De acuerdo a esto, son generados parámetros para conocer la influencia sonora en un área o edificio específico en el intervalo horario de interés; usualmente el tiempo que es utilizado el espacio.

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 \cdot L_{AE}(i)} \right) \right] \quad (dBA) \quad [7]$$

Donde L_{eq} = Nivel sonoro equivalente L_{AE} = el nivel sonoro equivalente en 1 unidad de tiempo
T= Tiempo de medición

Los intervalos horarios más utilizados son día (L_{day}); de 7:00 a 19:00 horas, con tiempo de integración de 12 horas, tarde ($L_{evening}$); de 19:00 a 23:00 horas, con un tiempo de integración de 4 horas y noche (L_{night}); medido de 23:00 a 7:00 horas, con un tiempo de integración de 8 horas (Cowan, 1994, p.180)(ISO 1996, 2003).

En estudios especializados, por ejemplo, cuando se quiere conocer la influencia individual de ciertos sonidos se considera además del nivel sonoro promedio (L_{eq}) las variaciones temporales como:

- a) el nivel sonoro máximo (L_{AMax}) que evidencia fuentes predominantes,*
- b) el nivel sonoro mínimo (L_{AMin}) evidencia la ausencia de la fuente o*
- c) el nivel de exposición de cada suceso sonoro ($L_{AE, i}$),*
- d) otra forma es realizar un análisis de octavas en frecuencias, para conocer el contenido espectral que causa el disturbio.*

El análisis de las variaciones temporales puede realizarse a través de los valores percentiles derivados de una medición de L_{Aeq} , estos valores presentados en porcentajes; como L_{A90} , L_{A50} o L_{A10} , representan los valores estadísticos del ambiente sonoro como el nivel máximo, el nivel medio y una media ponderada (Berglund, Lindvall, & Schwela, 1999).

Las mediciones antes mencionadas deberán ser relacionadas con los valores máximos recomendables de ruido de fondo para ambientes sonoros específicos y el efecto que producen en la salud en caso de no ser acatados, generados por las normas y reglamentos nacionales e internacionales como expuestos en la *Tabla 4.2* para la Comunidad Europea y los Estados Unidos de América¹. Estas herramientas son generadas como base para el diseño tanto urbano como arquitectónico, que deberá, por un lado establecer soluciones de diseño de acuerdo al ruido ambiental existente y las condiciones al exterior y por el otro implantar acciones con el fin de mitigar la inmisión de los mismos en ambientes sensibles.

¹ Los valores para la normativa nacional de acuerdo a la norma *NADF-005-AMBT-2013 que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el distrito federal*, en su reciente actualización no son considerados debido a que los valores expuestos en la norma de acuerdo al uso o actividad rebasan los niveles críticos presentes en estudios de salud pública y ruido ambiental (Alain Muzet, 2007) (Lundquist, P., et al, 2000) (Berglund, Lindvall y Schwela 1999, p.12).

Tabla 4.2

Guía de valores de ruido comunitario en ambientes específicos.

Ambiente específico	Efectos en la salud	Comunidad Europea			U.S. (EPA-HUD) ²	
		L_{Aeq} (dBA)	Tiempo (horas)	L_{AMax} (dBA)	L_{dn} (dBA)	L_{Aeq} (dBA)
Espacios abiertos en áreas habitables	Molestia severa, durante el día y la tarde. Molestia moderada, durante el día y la tarde	55 50	16 16		≤ 55	60-65
Interiores de vivienda e interior de recamaras	Inteligibilidad de la palabra y molestia moderada en día y tarde. Disturbios de sueño por la noche.	30 35	16 8	45	≤ 45	52-55 ****
Exterior de recamaras	Disturbios de sueño, ventana abierta (valores del exterior)	45		60	≤ 55	60-65
Salones de clase e interiores en escuelas de pre-escolar	Inteligibilidad de la palabra, problemas con la captación de la información y la comunicación del mensaje.	35			≤ 45	60-65
Salones de pre-escolar e interiores.	Disturbios de sueño	30 35		45	≤ 45	
Escuelas y patio de juegos en exterior	Molestia (por fuentes externas)	55 50			≤ 55 $L_{eq(24)}$	
Hospitales, sala de recuperación e interiores.	Disturbios de sueño por la noche y/o a lo largo del día.	30 30		40	≤ 45	60-65
Hospitales salas de tratamiento e interiores.	Interferencia con el descanso y recuperación.	*			≤ 45	
Industrial, centros comerciales y áreas de tráfico, interiores y exteriores	Discapacidad auditiva	70	24	110	≤ 70	50-70
Centros de ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Discapacidad auditiva (patrones de <5 veces al año)	100	4	110	≤ 70	50-60
Espacios públicos interiores y exteriores	Discapacidad auditiva	85		110	≤ 70	60-75
Música por medio de auriculares y audífonos		85**		110		
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas de fuego.	Discapacidad auditiva (adultos y niños)			140 (adultos) 120 (niños)		
Espacios exteriores en parques de diversiones y áreas de conservación	Interferencia en la tranquilidad	***			≤ 55	55-65

* Tan bajo como sea posible. **Para auriculares se adapta a los valores de campo libre, ***Exteriores tranquilos existentes deberán ser preservados y el ruido de fondo promedio deberá mantenerse bajo **** El segundo valor corresponderá a L_{10}

Fuente: Propio basado en Berglund, Lindvall y Schwela 1999, p.12 y Cowan, 1994, p. 180-182.

4.3 PAISAJE SONORO

La influencia del sonido en el espacio urbano es indeleble y participa de forma indiscutible, una plaza, un parque, un barrio, un corredor peatonal o una ciudad serán determinados por una serie de sonidos inconexos, que al ser percibidos se tornan en algo heterogéneo y coherente (Köhler, 1996). De esta manera, los sonidos en el espacio urbano constituyen una red de símbolos que funcionan como una composición, a la que el individuo o los grupos de un lugar determinado otorgan un significado específico y según Schafer (1977) esto sucede de forma irreplicable en cada espacio, creando un **Paisaje Sonoro**.

Este concepto ha evolucionado hasta la creación reciente de la norma ISO 12913-1 *Acoustics - Soundscape- Part 1: Definition and conceptual framework* (2014) que establece que el paisaje sonoro será definido como: “*el ambiente acústico percibido, experimentado y/o comprendido por las personas, esto en su contexto*” (p.1). La norma establece una diferencia importante al señalar que el paisaje sonoro no se basa únicamente en el estudio de los campos acústicos al que llama *ambiente acústico* si no que existe a través de la percepción humana (Brown, Kang and Gjestland, 2011).

Desde esta perspectiva se deduce que el paisaje sonoro ocurre en un proceso dosis-respuesta que se desarrolla a partir de siete aspectos cuya relación puede observarse en la Figura 4.5 (ISO 12913-1, 2014, p.2):

1. Contexto (medio): condiciones urbano – arquitectónicas y consensos sociales.
2. Fuentes sonoras (emisor): cualquier fuente productora de sonido
3. Entorno acústico (medio): condiciones bióticas, urbanas y arquitectónicas
4. Sensación auditiva (receptor): recepción de la señal sonora a través del oído
5. Interpretación de la sensación auditiva (receptor): análisis, percepción e interpretación cognitiva cuando el cerebro analiza las señales sonoras
6. Respuestas (emisor-medio-receptor): resolución inmediata.
7. Salidas: resolución a largo plazo

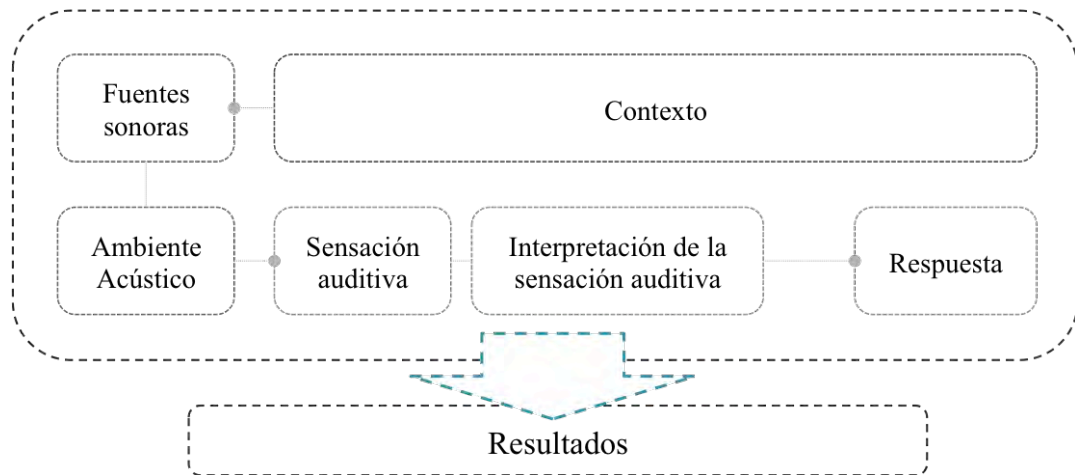


Figura 4.5 Marco conceptual de paisajes sonoros según la ISO 1293-1 *Acoustics - Soundscape*. Par 1. *Definition and conceptual framework*. Fuente: Adaptado de ISO 12913-1, 2014, p.02.

Al analizar por un lado el entorno; como el contexto, que incluye información visual, las fuentes sonoras y el entorno acústico, y por otro la interpretación que el individuo desarrolla de éste (a través de la escucha y las sensaciones auditivas), podrán analizarse las respuestas de los individuos a corto plazo; como la percepción de confort o *discomfort* que generan actitudes, como la decisión de permanecer en el lugar o utilizar el lugar para una u otra actividad, y a largo plazo; formular decisiones como volver al espacio, utilizarlo o recordarlo por su entorno sonoro específico.

Esta propuesta implementa un paradigma integral al estudio de los campos sonoros en el espacio urbano, desplaza el enfoque de estudio en los efectos negativos que produce el sonido (molestia, efectos en la salud, perturbaciones, entre otros) y propone su análisis a partir de la capacidad de los sonidos de dar identidad, crear atmósferas y calidad a un espacio urbano (Maristany, 2013). Esto manifiesta la posibilidad del diseño de ambientes sonoros teniendo en cuenta la calidad y el confort acústico percibidos por los individuos.

4.3.1 Composición del paisaje sonoro

Schafer (1977) se refiere a las leyes de GESTALT cuando sugiere que la percepción del paisaje sonoro actúa como una composición; que surge de la totalidad de los sonidos presentes en el

espacio urbano modificados por el ambiente (ambiente sonoro), en la cual el ideal es la simetría, la continuidad, la nitidez y su definición (p.11).

En un *ambiente sonoro* determinado se aprecia que un mayor porcentaje de las fuentes sonoras al ser percibidas se aglomeran y son identificadas como una unidad o un todo, llamado *fondo* o *ruido de fondo*. Además, en esta composición pueden identificarse sonidos que destacan, como *figuras* sobre un fondo definido ya sea por cualidades que lo hacen especialmente notorios o por que sean característicos de un contexto social (cultural), a los que se considera *figuras o marcas sonoras*, las cuales confieren identidad a los ambientes sonoros (Tabla 4.3).

Tabla 4.3

Características del paisaje sonoro a partir de la relación figura-fondo.

	Componente	Sonidos	Tiempo de permanencia	Significado	Percepción	Nitidez	Intensidad	Respuesta
<i>Fondo</i>	Ruido de fondo	Composición de uno o varios sonidos	Estable	Carece de información por lo tanto no es significativa	Segundo plano	Difuso Saturado	Debil	Poco recordable
	Marcas sonoras	Uno o varios sonidos	Estable Esporádico	Cultural, específico de un espacio o área geográfica	Primer plano	Nítido	Fuerte	Se recuerda mejor
<i>Figura</i>	<i>Señales sonoras</i>	Un sonido	Esporádicos	Es determinando a partir de acuerdos culturales y posee connotaciones especiales.	Primer plano	Nítido	Fuerte	Ampliamente comprendido y reconocido.

Todos son dependientes del tiempo y el espacio.

Fuente: Elaboración propia adaptado de Shafer, 1977, p. 78 y Rubin (1958) en Schiffman, 2010, p. 331-332

Dentro de esta clasificación podrían encontrarse sonidos o *señales sonoras* esporádicos que son escuchados de manera consiente y por convención socialmente aceptada, proporcionan información a los individuos; así el sonido de una ambulancia, un claxon, una alarma sísmica o la sirena de una patrulla o incluso campanas son señales que simbolizan alerta.

El ambiente sonoro puede ser evaluado, también, considerando diversos aspectos como: la intensidad sonora experimentada (sonoridad o nivel sonoro) y la claridad (nitidez) con que es percibido. De acuerdo a la intensidad un ambiente sonoro podrá ser considerado leve o potente. Así, si la intensidad es alta será juzgado potente, en caso contrario con intensidad baja será considerado leve.

Por otra parte se evalúan las marcas sonoras con relación a la intensidad del ruido de fondo: si las marcas son fuertes o predominantes sobre un fondo débil el ambiente sonoro será considerado *claro*, por el contrario cuando un sonido es débil sobre un fondo fuerte el ambiente sonoro se considera *saturado o lleno*.

De lo anterior puede concluirse que el paisaje sonoro será dependiente del tiempo y del espacio y pueden existir diferentes ambientes sonoros específicos dentro un mismo espacio, zona o comunidad. Éstos ambientes sonoros específicos y sus significados estarán determinados por una parte por la comprensión de los individuos (información cultural) y por otra por la composición paisajística dinámica (fuentes sonoras); su estructura relación figura-fondo.

4.4 CALIDAD ACÚSTICA

El estudio de la calidad acústica está basado en comprender la dualidad de la relación causal entre los campos acústicos como los fenómenos y conceptos físicos del sonido y los aspectos subjetivos de la audición; que se convierten en el juicio subjetivo del individuo, con el fin de establecer parámetros de valoración acústica y factores modulares que orienten hacia un entorno sonoro agradable para el oído humano.

Genuit (1996) define la **calidad acústica** como “el grado en que se satisfacen totalmente los requerimientos individuales de un evento auditivo” (p.3), por otra parte Rodríguez (2002) la define como las “características espaciales que permitan considerar el grado en que un recinto es acústicamente adecuado para alguna actividad específica” (p.71) concluyendo que las características de un recinto como la forma y los materiales influyen en el sonido y así en la percepción humana.

La evaluación sonora de la calidad acústica de espacios se ha desarrollado con la finalidad de lograr la reproducción adecuada y confortable de un sonido en el espacio interior. Esto se logra mediante evaluaciones físicas del espacio como el coeficiente de absorción, reverberación, la difusión del sonido, el decaimiento sonoro, entre otros y se comprueba la viabilidad de estas adecuaciones a

través de parámetros subjetivos³ como el **índice de claridad**⁴ (C o C_{80}), el **tiempo de decaimiento temprano**⁵, la **sonoridad o fuerza**, entre otros (González, 2009).

Es indudable la intervención del diseño urbano-arquitectónico que favorece, difumina o diluye la transmisión del mensaje sonoro (Garay, 2010), es así que, las magnitudes e índices acústicos deberán evaluar cuantitativamente la calidad con que esto sucede, de acuerdo a las condiciones de un espacio.

4.4.1 Evaluación de la calidad acústica en el espacio urbano

De acuerdo a Genuit (2002), la calidad acústica será considerada negativa cuando el entorno sea percibido molesto, desagradable o perturbador, y será considerada positiva cuando la impresión del evento auditivo sea considerado agradable, confortable o proyecten una relación positiva con el espacio (p. 04).

En espacios abiertos como espacio urbano, la calidad de un área o un espacio determinado es establecida por el ruido de fondo (que puede partir de una medición de un día L_{den} , un rango de horas promedio o unos minutos L_{Teq}) y de acuerdo a su L_{Aeq} la calidad se considera: *normalmente aceptable, condicionalmente aceptable, normalmente inaceptable o condicionalmente inaceptable* (Cowan, 1994, p. 201), estas escalas (como se vio en el apartado anterior en la figura 4.2) serán adaptables a diversos tipos de espacios de acuerdo al grado en que el nivel sonoro afecta la calidad de la actividad realizada así como el confort físico y psicológico del ser humano (Botteldooren & De Coensel, 2006).

Desde esta perspectiva la valoración de la calidad se hace a dos niveles: la valoración de la calidad negativa (o las molestias) y la valoración de la interferencia con la comunicación o cuál es el aumento de dBA que una fuente necesita para ser escuchada sobre el ruido de fondo (Directiva Europea, 2002).

³ Sugeridos en la norma ISO 3382:1997.

⁴ Índica el grado de detalle con el que se percibe la señal acústica por efecto del espacio arquitectónico (Rodríguez:2003).

⁵ *Early Decay Time (EDT)*, asociado a la viveza y difusión de un espacio, corresponde al tiempo de la caída de los primeros 10 dB de la curva de decaimiento.

De acuerdo a los estudios analizados en el capítulo II se puede observar que el parámetro L_{Aeq} , mantiene cierta presencia en la valoración de la calidad acústica debido a la similitud de la curva de ponderación A con la curva de audición humana, por ejemplo está claro que una exposición arriba de 75 dBA (límite de L_{den} para E.U.) (Cowan, 1994, p. 211), o de 85 dBA (límite para la Unión Europea) (Berglund, Lindvall y Schwela, 1999, p.10) se presenta riesgo en la salud del escucha.

Sin embargo, algunos consideran que debajo de éste rango, cuando las condiciones de salud del escucha no se ven afectadas, la reducción de L_{Aeq} podría no resultar en un aumento en la calidad del ambientes sonoro (Aletta, Kang y Axelsson, 2015) debido a que la ponderación A no considera el impacto de las bajas frecuencias, derivadas principalmente del tráfico rodado o equipo mecánico (Nilsson, 2007), por otra parte, se suprime el impacto de la sensibilidad hacia las cualidades espectrales o al enmascaramiento producto de la fluctuación temporal del sonido, además de la aportación del reconocimiento subjetivo (Genuit, 2002).

De acuerdo a lo anterior, aunque el parámetro explique la energía acústica contenida en un espacio, el actuar arquitectónico podría no ser el adecuado ya que se realiza con base en el contenido energético mayor, el cual no será necesariamente percibido o el que cause la molestia o el agrado, en este caso el sono o sonio (unidad de la sonoridad) se asocia como un buen parámetro para definir la calidad del sonido (Axelsson, ö.; Nilsson, Berglund; 2010).

4.4.2 Parámetros de calidad acústica en espacios abiertos

El estudio de la calidad acústica se basa en el análisis de grabaciones o mediciones acústicas realizadas en campo, tomadas en condiciones de un paisaje sonoro habitual; con personas realizando sus actividades en tiempo real, en el espacio real. Esto sucede con el fin de combinar factores físicos del sonido, con factores contextuales y perceptuales (De Coensel, Botteldooren, Debacq, Nilsson, & y Berglund, 2008).

Diversos autores como Berglund et al (2005), Nilsson, Botteldooren, & De Coensel (2007), Maristany (2013), Rychtáriková y Vermeir (2013) se basan en el ideología del paisaje sonoro para

proponer indicadores acústicos que valoren la calidad del ‘espacio sonoro’⁶ en áreas urbanas específicamente el espacio público abierto a partir de la valoración de los patrones que éste sigue (Truax 2001), los parámetros pueden observarse en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4

Indicadores acústicos propuestos en la evaluación de la calidad acústica.

	Indicador Acústico	Descripción	Unidad
Energía sonora del suceso	L_{Aeq}	Nivel de presión sonora continuo equivalente	dBA
	N	Sonoridad	sonio
Estructura y patrón temporal	L_{A10}	Nivel de presión sonora excedido 10% del tiempo	dBA
	L_{A50}	Nivel de presión sonora excedido 50% del tiempo	dBA
	L_{A90}	Nivel de presión sonora excedido 90% del tiempo	dBA
Estructura espectral	$L_{Ceq} - L_{Aeq}$	Diferencia entre nivel de presión sonora en ponderación C y ponderación A	dB
	CoG, Log CoG	Espectro de centro de gravedad	Hz
Eventos sonoros	$L_{A10} - L_{A90}$	Diferencia entre nivel de presión sonora en ponderación A excedido 10% y 90% del tiempo	dBA
Percepción psicoacústica	S	Nitidez (<i>Sharpness</i>)	acum
	R	Aspereza (<i>Roughness</i>)	asper
	F	Tasa de Fluctuación (<i>Fluctuation strength</i>)	vacil

Fuente: Propio basado en (Nilsson, Botteldooren, & De Coensel, 2007, p. 03)

Los resultados han sugerido que dichos indicadores se relacionan con la percepción del usuario en espacios exteriores y corresponden a la evaluación del ambiente sonoro desde: la energía sonora del suceso, la estructura y patrón temporal del suceso, la estructura espectral y la composición del ambiente sonoro de acuerdo al tipo de fuente (Tabla 4.4).

4.4.2.1 Energía sonora del suceso

La evaluación de la energía sonora a la que está expuesto el ser humano usualmente, se realiza por medio del parámetro L_{eq} se refiere a la medición de la presión sonora promedio de una combinación de sucesos sonoros de acuerdo a la expresión [8](Linares, 2008).

⁶ Se refiere al sonido que ya ha sido modificado por las condiciones del entorno

$$L_{eq} = 10 \text{ Log} \left[\frac{1}{T} \cdot \left(\sum T_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \right] \quad (\text{dBA}) \quad [8]$$

Donde L_{eq} = nivel sonoro equivalente

L_i = nivel sonoro de una unidad de medición⁷

T= Tiempo de integración total de unidad de medición (días, horas, minutos...)
integración de 1 unidad de medición

T_i = Tiempo de

En la práctica, teóricamente al conocer la energía de un suceso podría determinarse la utilización de una barrera o la cancelación de una fuente sonora, sin embargo, los sonidos que muestren mayor nivel sonoro no serán necesariamente los que mayor molestia ocasionen ya que el oído presenta cierta sensibilidad que algunas veces no corresponde a la intensidad con la que ocurre un suceso (véase Capítulo III, apartado 3.3.1.1), en ese caso la sonoridad suele ser un buen parámetro para describir la calidad de un evento sonoro.

La sonoridad (*Loudness, N*), es la magnitud de la sensación auditiva (Fastl, 2006) en relación a la intensidad de la sensibilidad percibida del individuo hacia ciertas frecuencias de un sonido en determinados niveles sonoros. En función de la sonoridad un sonido se percibe como fuerte cuando la intensidad es elevada o débil cuando la intensidad es baja.

La magnitud de la sonoridad no es absoluta, por lo tanto para medir el nivel de sonoridad se utilizan dos unidades de medición: el fon o fonio (*phon, L_n*)⁸ que se utiliza para comparar el nivel de sonoridad de las frecuencias que componen un sonido de acuerdo a la sensibilidad del oído humano⁹, y el sonio¹⁰ (*sones, N*); que expresa un cambio de percepción de sonoridad respecto a un tono de referencia (ISO 532) y establece la relación real de sonoridad de sonidos diferentes.

⁷ El nivel sonoro continuo equivalente pueden ser medidos en presión sonora lineal (L_i , dB) o ponderado, usualmente se utiliza un filtro en ponderación A (L_{Aeq} , en dBA) para la medición de ruido ambiental o un filtro en ponderación C (L_{Ceq} , en dBC) en la medición de altos niveles sonoros.

⁸ Se define como la sonoridad de un tono puro de 1000 Hz con un nivel de presión sonora de 0 dB y mantiene una escala de 0 a 120 fones

⁹ Esta relación se obtiene a través de las curvas isofónicas establecidas en la ISO 226-2003 *Normal equal-loudness-level contours* y pueden observarse en la figura 3.11 del capítulo III, p. 46.

¹⁰ la sonoridad en sones está determinada por los valores establecidos en los fones, de acuerdo a esto se definen como la sonoridad de un tono puro de 1000 Hz a 40 dB.

Por ejemplo, un sonido con una frecuencia de 100 Hz necesitará que sea emitida a 30 dB para ser escuchada y su nivel de sonoridad sea de 10 fonos, en cambio 5000 Hz únicamente necesitará ser emitida en 2 dB para ser percibida con un nivel de sonoridad de 10 fonos. En este caso ambos tendrán una sonoridad de 0.019 sonios, el sonio estandariza esa mínima percepción y hace una escala comparable entre dos sonidos diferentes.

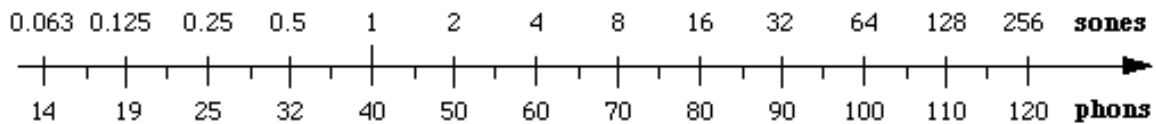


Figura 4.6 Relación entre sonoridad en sonios (N) y en nivel de sonoridad en fonos (L_N).
 Fuente: <http://www.sengpielaudio.com/calculatorSonephon.htm>

El cálculo se realiza de acuerdo a la norma ISO 532 *Acoustics -Method for calculating loudness level* (2000) y puede determinarse de dos maneras:

- a) ISO 532A a partir de *un tono puro* donde, para una intensidad mayor a 40 fonios la sonoridad producida es igual a dos elevado al nivel de sonoridad (fonios) de la banda de frecuencia determinada (L_n) y se obtiene de acuerdo a la expresión [9]. (Harris, 1997, p. 15-17)

$$L_n > 40 \text{ phons} = 2^{\left(\frac{L_n - 40}{10}\right)} \quad (\text{sones}) \quad [9]$$

Donde L_n= nivel sonoro equivalente del tono puro en fonos

- b) ISO 532B, para sonidos compuestos [10] en la cual la suma del nivel de sonoridad de las frecuencias individuales (S_i) es afectada por una constante y sumada al tono con mayor nivel de sonoridad (S_m) (Harris, 1997, p.17.16).

$$S_t = S_m + (0.3) \sum S_i \quad (\text{sones}) \quad [10]$$

Donde S_t= Sonoridad de un sonido compuesto (sones)
 S_m= Sonoridad del tono con mayor nivel de sonoridad (sones)
 S_i= Sonoridad por banda de frecuencia (sones)

Al describir la calidad de un evento sonoro, la sonoridad resulta bastante conveniente en la determinación de los sonidos que realmente están afectando la perturbación o mejorando la percepción de un entorno en general, ya que es superior que L_{Aeq} para caracterizar la molestia¹¹ (Nilsson, 2007). Por otra parte, una vez determinado el sonido sobre al cuál se va a actuar, se definirán los requerimientos y las especificaciones técnicas (para elementos formales o materiales) de acuerdo a L_{eq} .

4.4.2.2 Estructura y patrón temporal.

La relación figura –fondo de un evento sonoro, es descrita a partir del patrón de aparición de los sonidos en un determinado tiempo. Es así como el fondo será determinado por un nivel promedio, que discrimine eventos máximos y mínimos, y la presencia de una figura acontece ya sea por su repetitividad temporal o por su energía acústica, esta relación es descrita por parámetros energéticos conocidos como niveles sonoros estadísticos o percentiles.

Los niveles estadísticos o percentiles, son usualmente expresados en dBA y relacionan los niveles sonoros con el porcentaje de tiempo (entre 100% y 1%) en que éstos estuvieron presentes en el lapso de una medición, como la de la Figura 4.7 donde se pueden observar que en un tiempo de medición cualquiera pueden agruparse valores con mayor presencia a lo largo del tiempo y por otro lado valores máximos o mínimos eventuales.

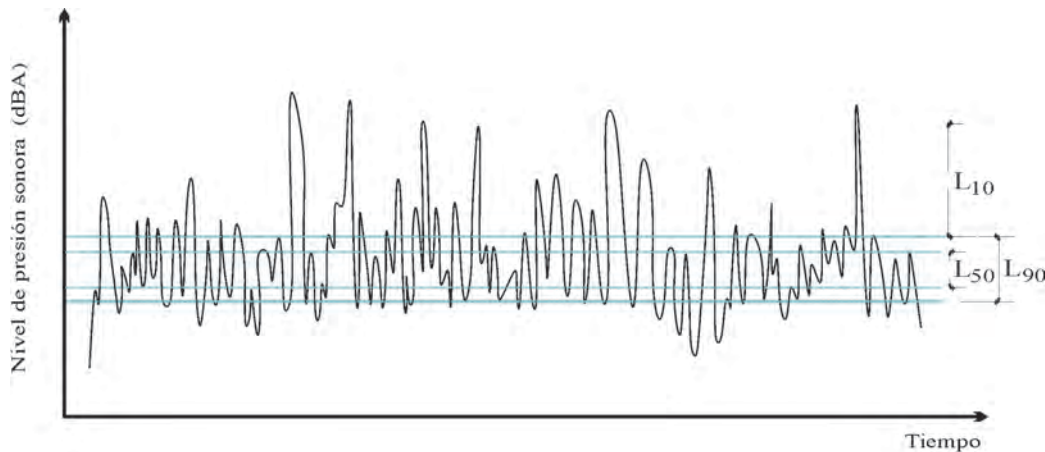


Figura 4.7 Determinación de niveles sonoros percentiles en un evento sonoro. Fuente: Elaboración propia.

¹¹ ya que si considera la influencia de las bajas frecuencias

Los niveles percentiles tienen diversas posibilidades, la Figura 4.7 muestra las más utilizadas en la práctica, que son:

- a) *el nivel sonoro continuo equivalente percentil 90 (L_{90})*, el cual promedia el 90% de la energía de una muestra, ósea que partir de una discriminación de valores máximos o mínimos eventuales se determina el nivel sonoro promedio que existió el 90% del tiempo de la medición. Usualmente es considerada como el índice valorativo del ruido de fondo,
- b) *el nivel sonoro continuo equivalente percentil 50 (L_{50})* o Nivel 50 (N50), es la media estadística de la energía de una muestra durante un lapso igual al 50% del periodo de medición, este parámetro es considerado, también, en la medición del ruido de fondo¹²,
- c) *el nivel sonoro continuo equivalente percentil 10 (L_{10})*, es el nivel sonoro promedio máximo presente en el 10% del evento, no evalúa mínimos sino niveles superiores al ruido de fondo. Muestra la presencia o ausencia de sonidos que se destaquen sobre el fondo como marcas sonoras.

La evolución del sonido en el tiempo determina el nivel de presencia de marcas sonoras ya sea por su contenido energético o su aparición en el tiempo. Los parámetros utilizados son:

- a) *La diferencia entre el nivel de presión sonora en ponderación A excedido 10% y 90% del tiempo*, corresponde a determinar el rango dinámico que excede el ruido de fondo (L_{A90}) a través de una resta aritmética [11] entre el nivel promedio máximo (L_{A10}). Muestra la presencia de marcas sonoras; entre mayor sea la diferencia la presencia de la marca tendrá mas fuerza, por el contrario un valor pequeño muestra una marca sonora débil o inexistente (Maristany, 2013)

$$(L_{A10} - L_{A90}) \quad (\text{dBA}) \quad [11]$$

Donde L_{A10} = el nivel sonoro continuo equivalente percentil 10 en ponderación A
 L_{A90} = el nivel sonoro continuo equivalente percentil 90 en ponderación A

¹² La elección del parámetro para determinar el ruido de fondo entre L_{90} y L_{50} es determinada por el que presente mayor presión sonora (dBA) de acuerdo a la NADF AMBT 005 y la ISO 1996 -2.

También es utilizado el parámetro N_{10} - N_{90} que muestra la presencia de una marca en función de su sonoridad.

- b) **El número de eventos sonoros** (NCN), analiza la aparición de una marca sonora (sonidos individuales) sobre el ruido de fondo. Para L_{Aeq} , los sonidos que sobrepasen 3 dB del promedio en un segundo serán considerados, y para L_{50} , se consideran los sonidos que sobrepasen 3dB en un lapso de 3 segundos (Nilsson, Botteldooren, & De Coensel, 2007) checar la idea en el artículo

4.4.2.3 Estructura espectral

Una vez que se conoce como actúa un evento sonoro en el tiempo, otro de los factores que impacta en la calidad es el contenido espectral de frecuencias. El tono fundamental y el contenido de armónicos determina la percepción. Por ejemplo, Nilsson (2007) sugiere que la presencia de contenido en frecuencias bajas en una señal aumenta la molestia en dos sonidos con el mismo nivel sonoro (dBA), por otra parte, contenido en frecuencias con alto contenido de agudos genera un sonido agresivo. El manejo de un espectro equilibrado contribuirá a la relación positiva de un evento sonoro. Los indicadores asociados con la tendencia de la frecuencia y el contenido en frecuencias bajas más utilizados son:

- a) **El Centroide espectral de frecuencias** (*CoG*) o "*centro de gravedad*" usualmente asociado con la brillantez de un sonido (contenido de agudos), indica la cantidad de frecuencias altas comparado con el contenido en bajas frecuencias de acuerdo al nivel sonoro (Axelsson, Ö, Nilsson, Berglund, 2010). A partir de una media ponderada (estadística) se indica la distribución de la muestra se agrupa hacia cierto contenido de frecuencias y determina el rango de frecuencias que tiene mayor presencia en el entorno o cuál es la tendencia de los componentes espectrales del sonido.

Esta relación puede observarse en la Figura 4.8, en el primer caso **a** la muestra es simétrica y su media se encuentra en el centro del espectro en la banda de frecuencias de 630 Hz aproximadamente, en el caso **b** la muestra presenta inclinación hacia la izquierda y se observa una tendencia de mayor contenido en bajas frecuencias.

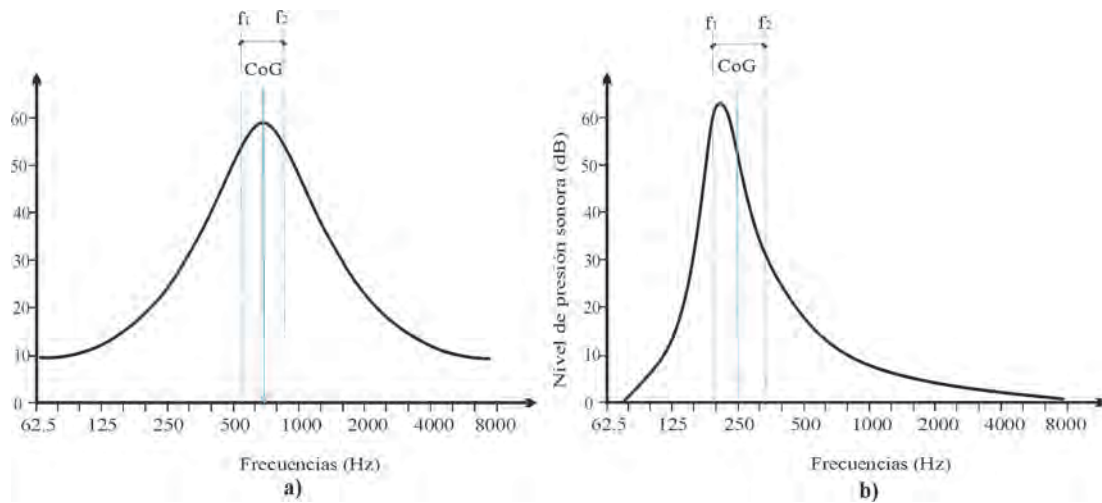


Figura 4.8 Centro de frecuencias de un evento sonoro. a) La tendencia se agrupa hacia las frecuencias medias y b) La tendencia se agrupa en frecuencias bajas. Fuente: Elaboración propia.

Para su cálculo se realiza un análisis en tercios de octava¹³ y se deduce a partir de la ecuación 12, donde L_j representa el nivel sonoro lineal (dB) de una frecuencia B_i (Raimbault, M., Lavandier, C., & Bérengier, M.; 2003, p. 1247). Otros autores como Axelsson, Ö, Nilsson, Berglund (2010) o Curcuruto (2011) utilizan el logaritmo del indicador (CoG) para asociarlo con la molestia y sugieren que entre menor sea el indicador mayor es la influencia de las bajas frecuencias: un indicador mayor a 2.5 pero menor a 2.6 representa baja concentración, mayor a 2.6 pero menor a 2.8 indica contenido medio y un indicador mayor a 2.8 indica una concentración alta.

$$CoG = \frac{\sum_i \left[10^{\frac{L_j}{10}} \times B_i \right]}{\sum_i \left[10^{\frac{L_j}{10}} \right]} \quad (\text{Hz}) \quad [12]$$

Donde CoG = centro espectral de frecuencias
 B_i = banda de frecuencias correspondiente (entre 80 y 8000 Hz)
 L_j = el nivel sonoro lineal de la banda de frecuencias correspondiente.

¹³ Se analiza un espectro de los 80 a los 8000 Hz, frecuencias usuales en el entorno urbano (Raimbault, M., Lavandier, C., & Bérengier, M.; 2003).

- b) **Diferencia entre Nivel sonoro continuo equivalente en ponderación A y Nivel sonoro continuo equivalente en ponderación C** [13], se obtiene mediante la diferencia aritmética entre los dos valores para observar el rango dinámico entre ambos, a través de este, se determina el contenido de frecuencia baja de un suceso sonoro. El parámetro presenta mayor relación con calidad acústica cuando el ruido por tráfico vehicular es parte del ambiente (Nilsson, Botteldooren y De Coensel, 2007).

$$(L_{Aeq} - L_{Ceq}) \quad (dB) \quad [13]$$

Donde L_{Aeq} = el nivel sonoro continuo equivalente en ponderación A
 L_{Ceq} = el nivel sonoro continuo equivalente en ponderación C

De acuerdo a Nilsson (2007) a mayor diferencia el ambiente sonoro será más agudo y molesto (bajo contenido de bajas frecuencias) y ambas cualidades funcionarán a la inversa, cuando la diferencia disminuye, corresponderá a un mayor contenido de frecuencia baja¹⁴. Un cambio de diferencia de 1 dB tiene el mismo efecto en la sonoridad que un cambio de 0.4 dBA.

La relación de la sensibilidad humana al contenido espectral es evaluada mediante de parámetros psicoacústicos como:

- c) **La Nitidez o agudeza (S)**, esta magnitud evalúa la sensación del timbre causado por el contenido de frecuencias altas y tiene relación con CoG, la frecuencia predominante, su unidad es el *acum* (Zwicker y Fastl, 2007, p. 245) (Yang y Kang 2012).

Es derivada del cálculo de sonoridad (N), y se obtiene a través de la expresión [14] donde se considera la banda crítica¹⁵ (z) y a la ponderación de la banda crítica (g) de acuerdo a dicha banda crítica correspondiente (z), el valor derivado de esa comparación se obtiene a

¹⁴ De acuerdo Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España (2003) una diferencia mayor a 10dB mostrará una marcada presencia de frecuencias bajas, una diferencia igual o mayor a 2 dB muestra mayor contenido de frecuencias medias y menor a 2 dB se presenta contenido en frecuencias altas.

¹⁵ Son rangos de frecuencia en los que un tono bloquea la percepción de otro (véase apartado 3.1.2., en capítulo III, p. 48). La escala corresponde a las primeras 24 bandas críticas de la audición humana y son medidas en *Bark* (Zwicker & Fastl, 2007)

partir de la Figura 4.9, donde el valor será aproximadamente de 1 para las bandas de 0 a 16 Bark y de 1 a 4 para las bandas de 16 a 24 Bark.

$$S = 0.11 \left(\frac{\int_0^{24\text{Bark}} N' g(z) z dz}{\int_0^{24\text{Bark}} N' dz} \right) \quad (\text{acum}) \quad [14]$$

Donde S = nitidez o agudeza de un sonido
 N = es la sonoridad para cada banda de frecuencias
 z = banda crítica
 g = factor de ponderación de agudeza.

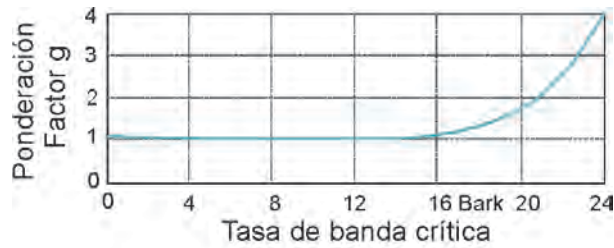


Figura 4.9 Factor de ponderación de agudeza (g) en función de la banda crítica (Bark).
 Fuente: Adaptado de Zwicker y Fastl, 2007, p242.

Genuit (2002, de acuerdo a Fastl, 2006) establece que, la molestia hacia un sonido es incrementada por su contenido en frecuencias altas, en la Figura 4.10 se observa que el agrado relativo está en función a la agudeza de un sonido: un nivel alto de Agudeza (S) crea un sonido agresivo ya que presenta mayor contenido en frecuencia alta, por el contrario, la cantidad adecuada da un carácter de poder al sonido mejorando la percepción; a niveles demasiado bajos también se genera molestia.

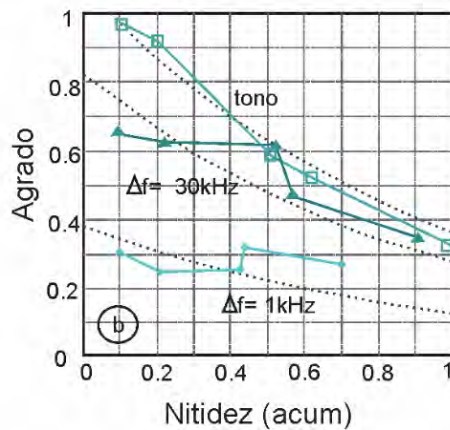


Figura 4.10 Agrado relativo en función a la agudeza de un sonido. Fuente: Adaptado de Zwicker y Fastl 2007,p.243.

Esta magnitud se relaciona el análisis del centroide de gravedad¹⁶, ya que determina el rango de magnitudes prominentes energéticamente, y la banda crítica cercana, el enmascaramiento dado para dicha frecuencia.

4.4.2.4 Percepción psicoacústica.

Otros parámetros psicoacústicos que determinados por las estructuras temporales de un evento sonoro han sido relacionados con la calidad acústica, aunque, han sido catalogados como menos exitosos en la valoración en exteriores (Raimbault, y otros s.f.) ya que están más relacionados con la calidad misma del sonido, Genuit (2002) considera que producen que un sonido sea percibido con más desagrado o sea más aparente. Estas magnitudes son:

- a) **La Rugosidad** o aspereza (*Roughness*), mide las variaciones rápidas percibidas a partir de la modulación de la amplitud y frecuencia de un sonido temporal en el rango de las bajas frecuencias (70 Hz) [15] y predice el patrón de enmascaramiento temporal, a partir de la integración de la amplitud de la onda del patrón de enmascaramiento temporal (ΔL) y la frecuencia (z) para cada banda crítica (*Zwicker y Fastl 2007, Fastl 2006*).

$$R = 0.3 f_{mod} \int_0^{24Bark} \Delta L_E(z) dz \quad (\text{asper}) \quad [15]$$

Donde R = rugosidad o aspereza de un sonido
 f_{mod} = frecuencia modulada
 ΔL = amplitud de la onda
 z = frecuencia para cada banda crítica (24 bandas)

- b) **La Tasa de Fluctuación** (*Fluctuation strength*), es similar a la aspereza y mide las variaciones lentas del sonido a una frecuencia específica (4Hz) similar en el que la voz humana emite un número de sílabas pronunciadas por segundo, fluctuaciones a la que el oído humano es más sensible [16]¹⁷. Su utilidad es en la realización de señales de alerta; el aumento del valor de F será proporcional a la sensibilidad. (*Zwicker y Fastl 2007, Fastl 2006*).

¹⁶ Ni la estructura espectral detallada, ni el nivel general, tienen significado en los valores de nitidez calculado.

¹⁷ Para el cálculo de 4.11 se utilizan las mismas magnitudes que R.

$$F \sim \frac{\Delta L}{\left(\frac{f_{mod}}{4Hz}\right) + \left(\frac{4Hz}{f_{mod}}\right)} \quad (\text{vacil}) \quad [16]$$

Donde F = tasa de fluctuación
 f_{mod} = frecuencia modulada
 ΔL = amplitud de la onda

4.4.2.4 Composición del ambiente sonoro de acuerdo al tipo de fuentes sonoras.

El sonido es la presión ejercida en el oído humano a través de vibraciones que no tienen sentido alguno y que al evaluarlos por medio de la percepción se modifican en términos de objetos o eventos y esos objetos (Brown, 2013) adquieren una connotación de símbolos o señales y es ahí donde el sonido físico adquiere significado.

Los sonidos en el ambiente sonoro son clasificados de acuerdo a su procedencia, que pueden ser producto de la generación humana ya sea por su actividad (derivado de mecanismos tecnológicos, de transporte o de la interacción de una comunidad) o por la misma generación de la voz, existen sonidos derivados de la naturaleza ya sea utilizados para la comunicación de la fauna o por los procesos climáticos, geológicos o la flora de un determinado ambiente, la Figura 4.11 muestra la clasificación en una evaluación de un ambiente sonoro.

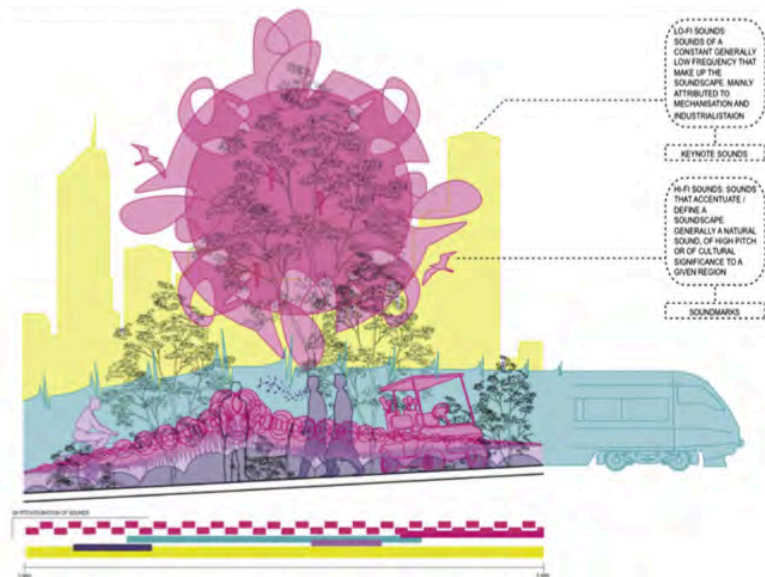


Figura 4.11 Ambiente sonoro evaluado de acuerdo a sonidos característicos de un espacio.

Fuente: Brown, 2013, p.119.

Fastl (2006) considera que los aspectos cognitivos que evalúan la información del sonido tienen gran influencia en los juicios donde algunas diferencias culturales marcan una pauta para determinar el comportamiento hacia la fuente. Posteriormente, diversas investigaciones como las realizadas por Brown (2013), Kang & Gjestland (2011), De Coensel, Botteldooren, Deback, Nilsson, & Berglund (2008) y Maristany (2013) lo corroboran, ya que consideran que las fuentes sonoras de un espacio es un indicador importante de la calidad afectiva (Axelsson, 2010).

Es así que, los sonidos típicos de un ambiente sonoro urbano comparados con el grado de aceptación que proyectan determinan que: los sonidos de origen natural (Figura 4.12, color azul) son percibidas como componentes positivos del paisaje y tienen mejor nivel de aceptación que los generados por el hombre (Figura 4.12 color verde); con respecto a éstos los generados por el transporte o la construcción tendrán una presencia negativa en el ambiente sonoro (Figura 4.12 color naranja), por otra parte los generados por la actividad humana dentro de un espacio ya sean de carácter cultural o la aparición de la voz humana presentará mayor aceptación (Figura 4.12 color azul) (Dubouis et al 2006) (Nilsson, Berglund 2006) (Viollon y Lavandier 2000) (Axelsson, Nilsson y Berglund, 2010) (Yang & Kang, 2012).

Ambiente acústico en el espacio urbano	Sonido generado por la actividad o instalaciones humanas.	Transporte Motorizado	Tráfico rodado, tráfico ferroviario, tráfico náutico y tráfico aéreo
		Movimiento Humano	Pasos y no motorizado (bicicleta, patin, entre otros)
		Fuentes Electro-Mecánicas	Construcción, ventilación, agricultura, domestico, recreación e instalaciones eléctricas o industriales.
		Voz e instrumentos	Amplificados (derivados de la voz como canto, discurso o risa) o No Amplificados (música).
		Otros sonidos humanos	Estornudos, tos, ronquidos, entre otros.
		Social / comunal	Campanas, relojes, fuegos artificiales y alarmas.
	Sonido no generado por la actividad o instalaciones humanas.	De la naturaleza	Vida salvaje, viento, agua, truenos movimiento terrestre o movimientos de hielo.
		Animales domesticados	Ruidos domésticos o animales

Figura 4.12 Sonidos típicos del ambiente urbano y grado de aceptación de acuerdo a color a)Naranja, poca aceptación, b)Verde aceptación media o indiferente y c) Azul, buena o muy buena aceptación. Fuente: Propio de acuerdo a Brown, Kang y Gjestland, 2011, p. 389, y Zhang & Kang, 2007, p. 71.

Finalmente, algunos casos fuentes, consideradas agradables como las derivadas de la naturaleza o producidas por el ser humano serán consideradas desagradables cuando el receptor no logre identificar la señal en función de sus esquemas simbólicos auditivos (Maristany, 2013).

CAPÍTULO V

METODOLOGÍA DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En este apartado se describe el proceso metodológico seguido a lo largo de esta investigación, hacia la valoración acústica y la percepción de confort acústico por los ocupantes en los ambientes sonoros determinados: dos corredores urbanos y dos espacios de recreación.

Es así, que se eligió la encuesta como instrumento de medición de las variables cualitativas como la percepción y la sensación, y se realizaron grabaciones y mediciones simultáneas a la aplicación de la encuesta, para conocer las condiciones acústicas del ambiente sonoro. El valor asignado a la percepción de confort acústico se correlacionó con los parámetros acústicos de estudio que reflejen la complejidad sonora del espacio desde diferentes aspectos como el ruido de fondo, el contenido en el espectro de frecuencias, o la relación del ruido de fondo con las marcas o señales sonoras.

Este capítulo inicia con el diseño de la investigación, y posteriormente se desarrolla el proceso metodológico utilizado, que se dividió en 5 etapas (figura 5.1):

1. **Definición y caracterización del sitio de estudio**, designación de sitios de estudio y caracterización física, espacial y de calidad acústica de los sitios elegidos de acuerdo a investigaciones anteriores (Maristany A. , 2013)(De Gortari,2013) (Atienza, 2008).
2. **Evaluación de indicadores subjetivos**, se generó y valoró una encuesta de opinión para su posterior aplicación en los sitios designados.
3. **Evaluación de indicadores acústicos**, medición y grabación de acuerdo a norma ISO 1996-2 y cálculo de parámetros acústicos a partir de las ecuaciones [8],[11],[12] y [13] (capítulo IV, apartado 4.4.2),
4. **La correlación de indicadores subjetivos y acústicos**, integración y comparación de indicadores subjetivos e indicador acústicos a partir de un modelo explicativo de regresión

lineal múltiple de la respuesta cualitativa de la muestra total para explicar el valor de la percepción del confort acústico considerando la influencia conjunta de los parámetros acústicos propuestos en la percepción del confort acústico; además se realizaron pruebas de hipótesis para verificar la significancia de las variables acústicas para el estudio.

5. **Análisis de resultados**, Evaluación de parámetros acústicos significativos en el estudio de la percepción de confort acústico y rango de valores para cada juicio y evaluación del rendimiento de los modelos explicativos y aplicación práctica.

0. Diseño de la investigación	Enfoque no experimental	Tipo transversal	Alcance
1. Definición y caracterización de espacios	Selección de espacios de estudio	Caracterización urbana y acústica de 4 sitios de estudio	
2. Evaluación de indicadores subjetivos	Diseño de encuesta	Aplicación de encuesta	Captura de datos
3. Evaluación de indicadores acústicos	Recolección de datos a partir de grabaciones	Cálculo de índices acústicos	Captura de datos
4. Correlación de datos	Correlación de datos por variable acústica	Correlación por conjunto de variables acústicas	
5. Análisis de resultados	Resultados por tipo de variable acústica	Resultados por conjunto de variables	

Figura 5.1 Esquema metodológico de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

5.1 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de esta investigación es describir como se efectúa la relación que existe entre la magnitud subjetiva de *confort acústico* y las magnitudes acústicas propuestas así como determinar el comportamiento de las mismas, a partir de ésta relación, en cuatro ambientes nativos, con cualidades diferentes, espacio de recreación (Jardín Hidalgo y Parque de la China) y corredor urbano (Avenida Azcapotzalco, Calle Clavería).

5.1.1 Enfoque de estudio

De acuerdo a los alcances y necesidades de la investigación se determinó que, un enfoque no experimental era conveniente. Ya que la observación en sitio presenta ciertas ventajas: porque los juicios sensoriales son construidos en contexto de situaciones multisensoriales y sólo la observación en sitio puede identificar los criterios para validar (David et al, 2000) (Ballas, 1993). Howell (en Alton, 1989, p.54) señala que durante las mediciones sonoras se pueden tomar en cuenta los aspectos sociales, psicológicos y la exposición sonora, afirma que con la medición de la exposición directa al estímulo, el estudio identifica variables que con mediciones en un ambiente controlado no podrían reproducirse, como la tolerabilidad¹, la funcionalidad² o la agradabilidad con el entorno³ (W. Yang, 2005).

5.1.2 Definición del tipo de estudio

Es así que la toma de muestras se realizó bajo un enfoque de tipo no experimental ya que las variables no fueron manipulables por el investigador y los sujetos fueron seleccionados de manera aleatoria en un ambiente nativo.

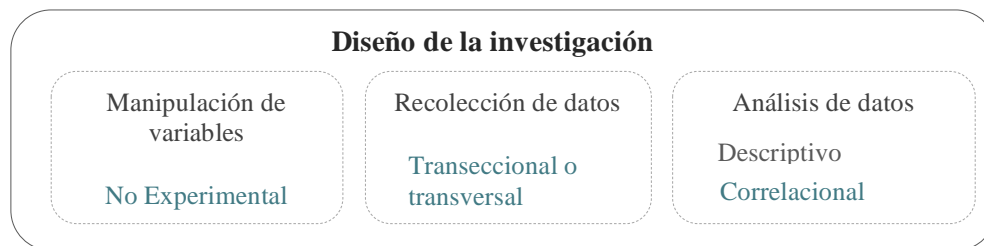


Figura 5.2 Diseño esquemático de investigación de ruido ambiental. Fuente: Elaboración propia, basado en Hernández-Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010, p. 57-72.

Además, de acuerdo a las condiciones temporales de aplicación la investigación es de tipo transversal o transeccional ya que los datos serán comparados a partir de una única toma de datos. Finalmente, el análisis de los datos sugirió la aplicación de dos posturas: por un lado la *investigación descriptiva*; la cual busca la caracterización objetiva del sitio a analizar, y por otro

¹ Grado de sensibilidad hacia el sonido.

² Grado de necesidad para el usuario.

³ Tolerancia hacia la fuente en entornos agradables.

lado la *investigación correlacional*; que busca medir el grado de relación entre dos o más variables concurrentes en un problema de estudio (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista 2010) (Figura 5.1).

5.1.3 Metodología y estrategias para abordar el problema

El levantamiento de datos en un ambiente nativo caracteriza mejor la respuesta de las personas en su hábitat. Un experimento de mayor control no podría generar situaciones como las visuales o la interacción con otras personas o situaciones generadoras por fuentes sonoras que contienen información. De acuerdo a esto, un recorrido sonoro y toma de mediciones en puntos que caracterizarán los diferentes escenarios sonoros que pueden existir en un espacio determinado ofrecerán una pauta para la concepción de exposición promedio y las diferentes respuestas. De acuerdo a las herramientas factibles para la caracterización de los datos de este estudio destaca la encuesta y el uso de instrumentos que midan las condiciones acústicas en los puntos determinados.

Ahora bien, la evaluación de la ocurrencia de las diferentes variables identificadas (variables independientes) con la magnitud sensorial definida (variable dependiente) ofrece dos perspectivas utilizables de estudio: la correlación lineal, si se quiere saber la influencia de una única variable o la correlación múltiple y los modelos probabilísticos que pueden demostrar cual es la influencia conjunta de las variables y la importancia individual de cada una, además de estimar el porcentaje de respuesta no contestado mediante de dichas variables.

5.2 ETAPA 1 - CARACTERIZACIÓN DE CASOS DE ESTUDIO

Se realizó el análisis de espacios públicos en la Delegación Azcapotzalco con el fin de observar factores visuales, espaciales, sociales y acústicos (Figura 5.3 y Tabla 5.1) y proceder a la selección de espacios con características físicas y espaciales homogéneas. Se pretende que, a partir de la comparación de diferentes escenarios, clasificados por su uso la extracción de conclusiones con relación al confort sonoro y acústico del ambiente sonoro.



Figura 5.3 Ubicación de sitios potenciales de estudio: a) Delegación Azcapotzalco, b) Conexión de Parque Azcapotzalco a partir de la Av. Azcapotzalco con el Jardín Hidalgo y c) Conexión Glorieta Clavería a partir de Av. Clavería con Parque de la China. Fuente: elaboración propia a partir de cartografía de OpenStreetMap <https://cartodb.com>

Con base en una visita de campo fueron seleccionados cuatro espacios, que por su configuración espacial, uso de suelo y afluencia de utilización fueran similares entre sí. Dentro de esta selección, dos de estos representan espacios públicos de recreación, Jardín Hidalgo (JHi) y Parque de la China (PCh), y dos representan corredores urbanos de uso comercial, Avenida Azcapotzalco (AAzc) y calle Clavería (CCI). Ambos casos exhiben condiciones físico-geográficas similares, además se encuentran en zonas de uso de suelo mixto habitacional y comercial. Otra característica es que los espacios de recreación JHi y PCh están ligados a la estructura vial de corredores urbanos comerciales AAzc y CCI de uso medio-alto con servicios de transporte público e importante flujo de usuarios.

Tabla 5.1
potenciales de la Delegación Azcapotzalco.

Espacios

Espacio	Planta de conjunto	Usos	Fuentes sonoras	Descripción
Jardín Hidalgo (JHi)		Comercial, recreativo, cultural, relajación.	Música, instrumentos, personas, pájaros, tráfico vehicular, transporte urbano, agua de fuente, campana.	Subcentro de barrio peatonal, con calidad de área verde rodeado de uso de suelo comercial y tránsito vehicular de mediana densidad.
Avenida Azcapotzalco (AAzc)		Comercial, cultural.	Bocinas a calle, instrumentos, personas, comercio, comercio informal, tráfico vehicular, transporte urbano, campanas.	Vialidad secundaria de tránsito vehicular con densidad media. Presenta usos de suelo mixto (habitacional y comercial).
Parque Azcapotzalco (PAzc)		Relajación, deporte, cultural y comercial.	Comercio informal, personas hablando, tráfico vehicular medio, niños jugando.	Centro de barrio, espacio peatonal con calidad de área verde, con flujo de uso regular. Rodeado de equipamiento urbano.
Avenida Clavería (CCI)		Comercial y habitacional.	Comercio, comercio informal, transporte público, tráfico vehicular medio, bocinas a calle y pájaros.	Espacio de tránsito vehicular con usos de suelo mixto (habitacional y comercial)
Parque de la China (PCh)		Relajación, cultural, deportivo, comercial.	Juegos mecánicos, niños, gente hablando, pájaros, árboles, tráfico vehicular medio.	Subcentro de barrio, espacio de esparcimiento de uso peatonal catalogada como área verde, alrededor el uso de suelo es mixto (comercial y habitacional)
Glorieta Av. Clavería (GCl)		Relajación	Pájaros, árboles y tráfico bajo.	Punto nodal peatonal de uso recreativo con poca afluencia de utilización.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1 Casos de estudio

En las Figuras 5.3b y 5.4 se puede observar que el Jardín Hidalgo (JHi) está conectado a la traza urbana por la Avenida Azcapotzalco (AAzc) que se ubica dentro del casco histórico⁴ de la Delegación. Por otra parte el Parque de la China (PCh) se encuentra conectado a la traza urbana a partir de la calle Clavería (Ch) dentro de la colonia del mismo nombre (Figura 5.3c y Figura 5.5). En ambos casos la traza urbana es tipo reticular con alta densificación, el uso de suelo es mixto, destaca el uso comercial y de equipamiento urbano. Los espacios están rodeados de edificaciones de dos niveles de altura (6 m aproximadamente) y los corredores comerciales son vialidades secundarias con densidad de tráfico vehicular medio con uso continuo del transporte público.



Figura 5.4 Vistas de Jardín Hidalgo y Avenida Azcapotzalco. Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.5 Vistas de Calle Clavería (izq.) y Parque de la China (der.). Fuente: Elaboración propia.

En este contexto, cada tipo de espacio proveerá información acústica, sonora y sensorial diversa partiendo de condiciones similares.

⁴ Declarada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH)

5.2.2 Caracterización de ambiente sonoro

La evaluación del ambiente sonoro en espacios abiertos, ha sido valorada desde diversas perspectivas teóricas y prácticas, como ya se mencionó con anterioridad (Capítulo II), de las cuales destacan tres aspectos fundamentales: los **efectos acústicos del espacio** o la distribución del sonido de acuerdo a las características espaciales (De Gortari, 2012) (Kang, 2004) (Maristany, 2014), **las condiciones acústicas** o análisis estadístico de niveles energéticos, espectro de frecuencias y condiciones de evolución temporal del paisaje sonoro (Maristany & Recuero, 2010) (Nilsson M. E., 2007) y **la calidad sonora** o evaluación subjetiva de estas condiciones (Rychtáriková & Vermeir, 2011) (Raimbault, 2000). A partir del análisis estadístico de los tres aspectos puede concluirse las condiciones acústicas, sonoras y sensoriales de dicho espacio, es así que se realizó una caracterización del paisaje sonoro de cada espacio de estudio (Anexo I).

Caracterización de corredores comerciales

La **Avenida Azcapotzalco** es una vialidad secundaria de tráfico vehicular medio con uso continuo del transporte público, cuenta con tres carriles y se encuentra rodeada de edificaciones que no rebasan los dos niveles de altura, con configuración densa. Uso de suelo: mixto, destacando el uso comercial y de equipamiento urbano.

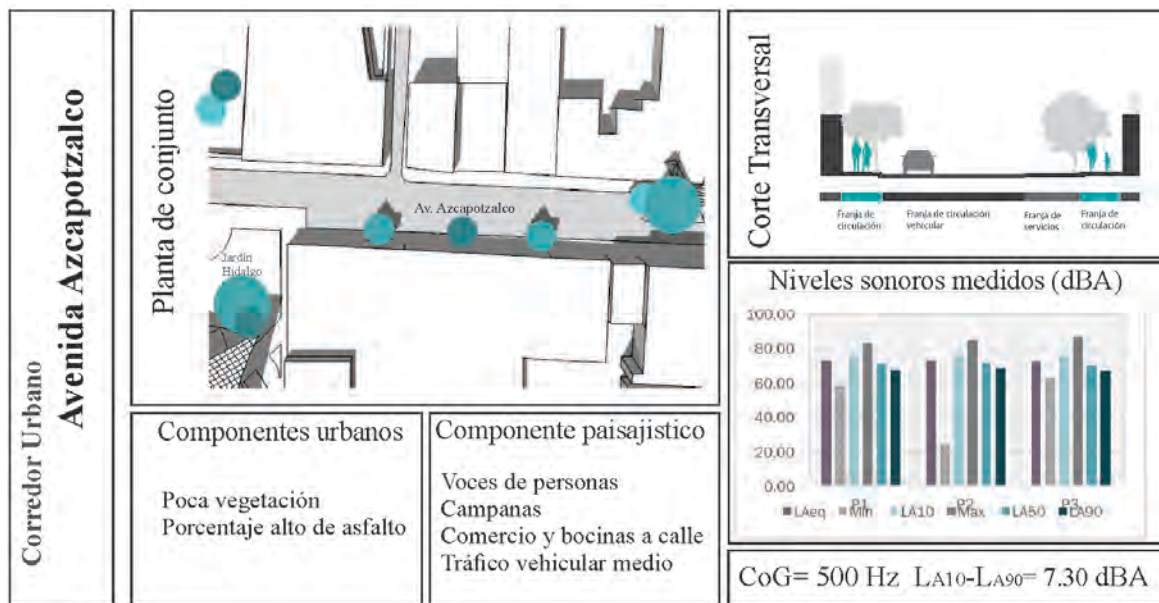


Figura 5.6 Caracterización de Avenida Azcapotzalco: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.

El ambiente sonoro presenta niveles altos de ruido de fondo, entre 65 y 70 dBA en promedio. La relación figura fondo es débil (7.30 dBA) y los sonidos característicos como son los derivados del comercio informal, las bocinas a calle de los comercios establecidos, el transporte público y el tráfico vehicular son mezclados, siendo los sonidos de las voces humanas los más escuchados (CoG = 500 Hz) (Figura 5.6).

La **Avenida Clavería** es una vialidad secundaria de tránsito bajo - medio con circulación de rutas de transporte público. La traza urbana es tipo reticular con alta densificación y las edificaciones rebasan los dos niveles de altura en algunos tramos.

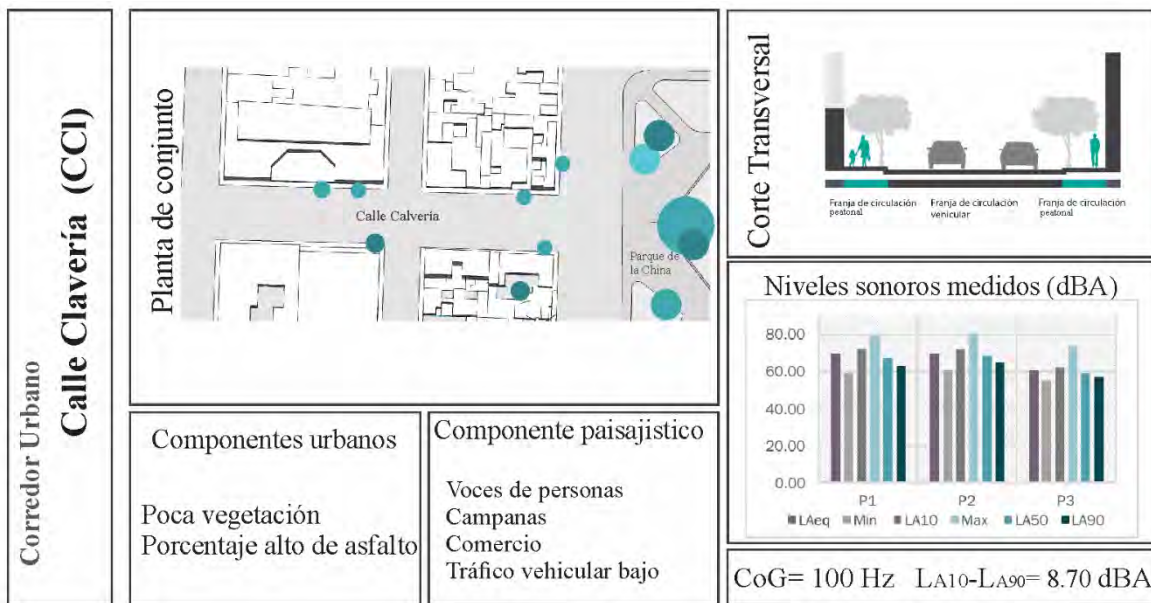


Figura 5.7 Caracterización de Avenida Clavería: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.

El ambiente sonoro presenta un ruido de fondo que se encuentra entre los 60 dBA y los 74 dBA y existe una disparidad media entre sus niveles de ruido fondo promedio y los valores máximos (L10-L90=8.70 dBA) por lo cual algunos sonidos eventuales pueden apreciarse claramente. Las fuentes sonoras usuales son: el sonido de las personas al pasear, las bocinas a calle de los establecimientos comerciales, el transporte público y los derivados de los vehículos que circulan la avenida, siendo estos últimos los que mayor influencia tienen en el espectro de frecuencias del ambiente sonoro (CoG= 100Hz) (Figura 5.7)

Caracterización de espacios de recreación

El *Jardín Miguel Hidalgo*, tiene un área de 56.411 Ha⁵ y está rodeado de vialidades en tres de sus flancos (Figura 5.8); dos vialidades secundarias con densidad de tráfico medio y una vialidad local con bajo nivel de tráfico vehicular. En su contorno, las edificaciones no rebasan los dos niveles de altura, entre 6 m y 7 m, y presentan con una configuración densa. (Anexo Ia). El espacio es utilizado para el ocio y la recreación, realizándose ocasionalmente eventos públicos.

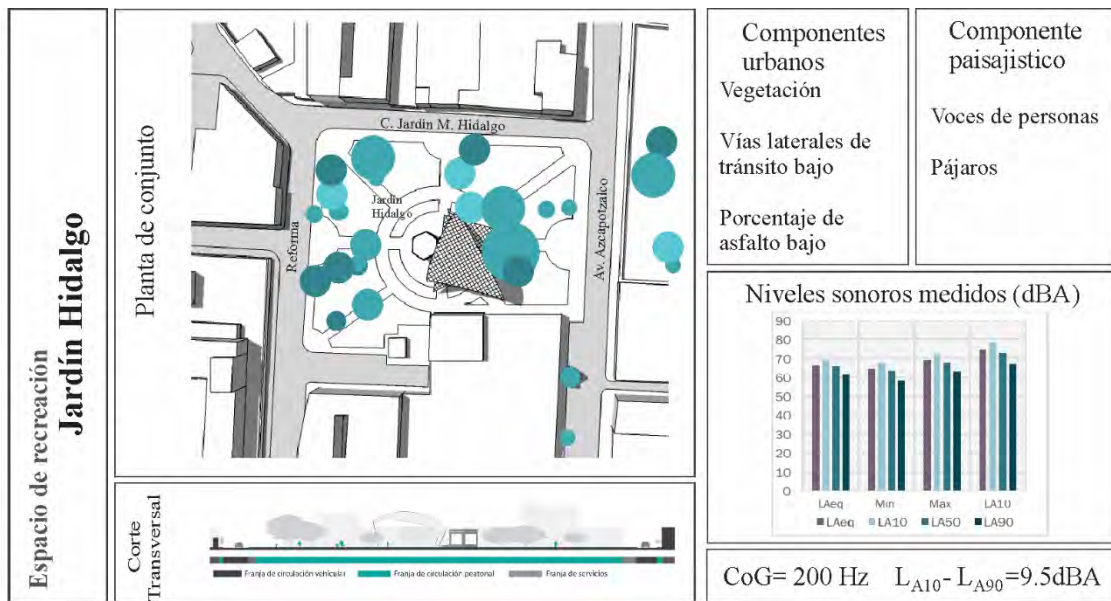


Figura 5.8 Caracterización de Jardín Azcapotzalco: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.

El ambiente sonoro presenta un ruido de fondo que varía entre 62 dBA al interior y 72 dBA en el contorno del espacio, la diferencia entre los valores de presión sonora máximos (L_{A10}) con respecto al ruido de fondo (L_{A50} y L_{A90}) es media-alta (9.5 dBA) por lo cual los sonidos intensos, esporádicos o con características especiales son percibidos eventualmente. Las fuentes sonoras usuales son: instrumentos acústicos tocados por artistas urbanos, danza y música de danzón, plática de las personas, sonidos naturales como pájaros o el viento sobre

⁵ Calculado a partir del plano de catastro 2005 de la delegación Azcapotzalco.

los árboles (Figura 5.8). El espectro de frecuencias del ambiente sonoro muestra inclinación hacia las frecuencias bajas que sugieren ser producto del tráfico vehicular (CoG= 200 Hz).

El *Parque de la China*, en la colonia Clavería se encuentra rodeado de vialidades en su contorno (Figura 5.9); una vialidad secundaria con densidad de tráfico medio-bajo y tres vialidades locales con bajo nivel de tráfico vehicular. En el contexto urbano, las edificaciones varían el 80% está compuesto por edificaciones que no rebasan los dos niveles de altura, entre 6 m y 7 m y el 20% está compuesto por edificaciones con una altura entre 12 m y 15 m, se presenta alto grado de densificación en el área. El espacio es utilizado para el ocio, la recreación y el deporte.

El ambiente sonoro presenta un ruido de fondo que varía entre 55 dBA en el interior y 61 dBA en el contorno del espacio; presenta una relación figura-fondo débil (6.5 dB) por lo cual puede considerarse un lugar tranquilo con baja percepción de eventos sonoros significativos. Las fuentes predominantes del paisaje sonoro son los pájaros, las mascotas y las voces de las personas (CoG= 400 Hz) (Figura 5.10).

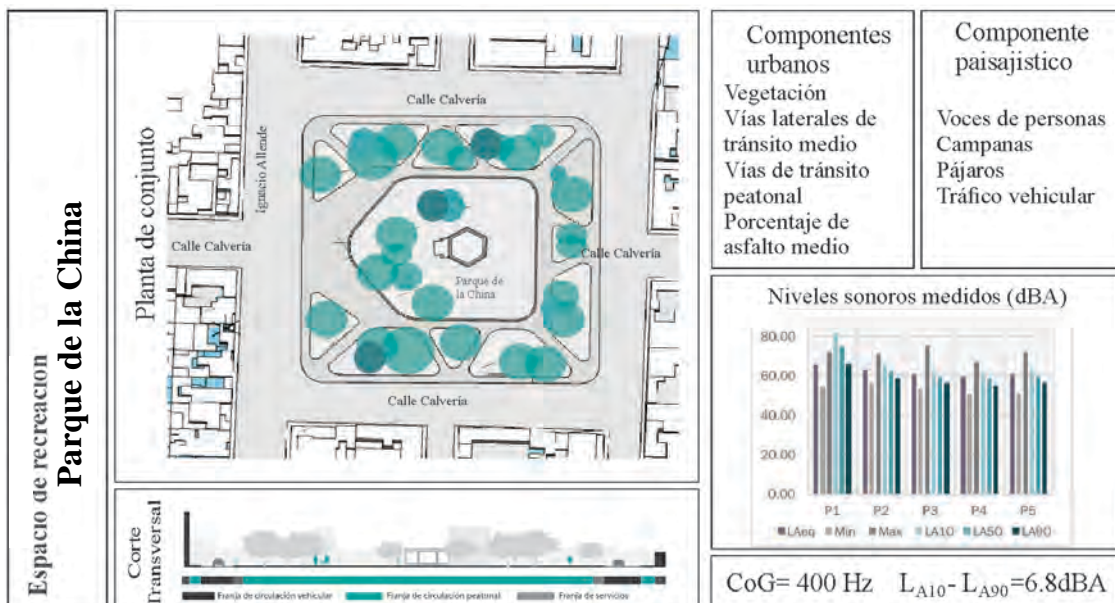


Figura 5.9 Caracterización de Parque de la China: Planta de conjunto, Corte transversal, análisis de los componentes urbanos y paisajísticos y análisis de ambiente sonoro. Fuente: Elaboración propia.

5.3 ETAPA 2 - EVALUACIÓN DE INDICADORES SUBJETIVOS

5.3.1 Variables e instrumentos de medición

De acuerdo al carácter de la investigación se determinó la utilización de la encuesta como instrumento principal. El cuestionario tratará de validar el modelo establecido en el apartado anterior, evaluando el papel que juegan todas las variables identificadas, aunque quizás en algunos casos no será posible reflejar todas las variables identificadas en el apartado anterior directamente en el cuestionario por la complejidad conceptual o logística de la medición.

5.3.1.1 Diseño de la herramienta de medición “La encuesta”

El instrumento de medición identificado como útil y veraz en la valoración acústica de los usuarios de un espacio es la evaluación individual y vivencial mediante un cuestionario de autoevaluación aplicado en sitio. El instrumento permite la evaluación de las variables identificadas a través de su preponderancia y relación. Para la elaboración del cuestionario, se efectuó un proceso de diseño basado en el estudio de tres casos análogos como referencia y la realización de pruebas piloto para finalizar con un modelo práctico de la herramienta. El proceso de toma de decisiones se muestra en la Figura 5.10.

Diseño de la encuesta	Análisis de casos análogos	Valoración del espacio público	Redescubriendo el ámbito urbano y espacios abiertos			
			Proyecto Silence, planes de acción contra el ruido en el ámbito local			
		Valoración de ruido urbano	Sostenibilidad ambiental urbana			
			Exposición de ruido urbano			
	Efectos del ruido urbano	Valoración de ruido urbano				
	Consideraciones de diseño	Consideraciones técnicas	Estructura	Periodicidad	Tipo de respuestas	
		Consideraciones conceptuales	Socioeconómico	Salud	Experiencia	
			Valoración del espacio	Valoración sonora		
			Ruido de fondo	Agrado de timbre		
	Construcción de la encuesta	Estructura	Formato	Encuesta preeliminar		
		Evaluación	Evaluación preeliminar	Ajuste		
	Encuesta final	Proyección de tamaño muestral				

Figura 5.10 Diseño de encuesta. Fuente: Elaboración propia.

Se analizaron casos análogos de valoración del paisaje sonoro con el objetivo de que a través de modelos de análisis ya establecidos se determine la consideración de niveles escalares para cada tipo de pregunta así como la información básica necesaria en dicha valoración, de los casos analizados destacan los siguientes:

La encuesta “*Valoración de los efectos de ruido urbano*” (Barrigón, Vílchez, Gómez, Méndez, Tejeiro, Alejandro y Vaquero; 2002), establece el análisis de la sensación producida por el ruido en interiores y exteriores, está estructurado de forma modular e identifica factores que si bien se relacionan entre sí pueden utilizarse de manera individual. El cuestionario consta de 65 preguntas en total, el 85% de las preguntas son semi-abiertas y el 15% abiertas. Esta considerado para ser respondido en un periodo de 20 a 25 minutos.

Los módulos que contiene el cuestionario son: ubicación de la vivienda; **datos del encuestado**, aspectos sociológicos que puedan influir en la precepción como horario laboral, estado de salud, capacidad auditiva; **características del entorno** que se centra en la percepción del espacio; **respecto al ruido** se basa en la identificación de fuentes sonoras (en este caso 25 exteriores y 16 interiores con opción de agregar a la lista) y se califica la sensación del mismo, como la molestia; **efectos del ruido** establece el análisis del efecto del ruido en actividades cotidianas o alteraciones físicas o psicológicas del usuario; **medidas tomadas contra el ruido** en forma de acciones individuales para evitar la existencia del mismo; **características de la vivienda**, aspectos sonoros presentes en la vivienda y confort sonoro dentro de la misma; **datos para el control de la realización y tratamiento de la encuesta**, parámetros de control del encuestador y el nivel de fase en la que se encuentra la misma.

Dentro de la redacción, se describen sensaciones como la molestia y la perturbación, los cuales el autor sugiere la adecuación de algunos términos a lugar de estudio. Para la indicación de grados de satisfacción; 1.mucho, 2.bastante, 3.regular, 4.poco, 5.nada; o frecuencia; 1.muy a menudo, 2.a menudo, 3.a veces, 4.raramente, 5.nunca. Se optó por una escala verbal de Linkert de 5 niveles, que muestra preferencia por la multi dicotomía.

Por otra parte, a partir del Proyecto **Redescubriendo el ámbito urbano y los espacios abiertos** (Nikolopoulou, Kofoed, Scudo, Steemers, Katzschner, Compagnon, Avdelidi & Kang; 2004) se desarrolla un cuestionario para la evaluación del espacio urbano abierto desde un enfoque cualitativo (adaptativo) que toma en cuenta aspectos físicos, psicológicos y ambientales de la sensación percibida del espacio y provee un análisis integral de la percepción del espacio urbano. El cuestionario está estructurado en dos partes.

La primera parte del cuestionario corresponde a información para ser llenada por el encuestador y a su vez se compone de tres aspectos: a) información general como fecha, hora, ubicación; b) información estadística como sexo y edad; c) cualidades y actitudes del entrevistado, como vestimenta, accesorios, actitudes corporales, estado basal; y d) ubicación del entrevistado, este apartado consta de un mapa y orientación del campo de visión del entrevistado. Esta parte se basa en respuestas cerradas donde el 50 % son escaladas con cinco o tres opciones, el otro 50% presenta respuestas dicotómicas (sí o no).

La segunda parte del cuestionario se enfoca en la sensación percibida del usuario, este análisis se centra en aspectos de confort térmico, acústico y visual, y se caracteriza por la evaluación subjetiva del usuario en comparación con valores térmicos, acústicos y climatológicos realizados en sitio. Se encuentra estructurado en cuatro partes: a) sensación térmica, percepción del sol, viento y humedad; b) sensación visual; apreciación visual, iluminación, deslumbramiento; c) sensación sonora; apreciación sonora, confort sonoro, identificación y apreciación de sonidos; y d) evaluación espacial; frecuencia de uso, preferencia. La evaluación de la sensación percibida del usuario (a, b y c) presenta respuestas cerradas de dos, tres y cinco respuestas; para el estudio de confort propone respuesta dicotómica. En la evaluación espacial, el autor prefiere respuestas cerradas para indicar frecuencia o al referirse a respuestas dicotómicas. El lenguaje utilizado es técnico, es posible que no sea comprendido tomando en cuenta el aspecto cultural.

Otro cuestionario sobresaliente, es el generado a partir del **Proyecto SILENCE** (Semidor, 2006) que fue diseñado como un herramienta de diseño urbano para la evaluación de espacios urbanos y el paisaje sonoro. La redacción es sencilla, simple y de fácil comprensión consta de 11 preguntas, el 80% de ellas cerradas, 10% semi-abiertas y el 10% abiertas.

El diseño propuesto de aplicación es en sitio por un encuestador y consta de tres partes: frecuencia de uso del espacio, que evalúa la continuidad de utilización del espacio por el usuario horarios y motivos; evaluación del espacio mediante observaciones positivas y negativas del espacio como seguridad, limpieza, visual, ruido, frecuencia de uso, actividades, entre otros; evaluación sonora de las fuentes (esta parte es respondida por el usuario sin intermediarios) donde se procede a la identificación de fuentes sonoras en el espacio a evaluar de una lista proporcionada y mediante de una escala Linkert de 5 opciones se califica el grado de satisfacción de los sonidos.

La **Encuesta de sostenibilidad ambiental urbana**⁶, desarrollada por el grupo de acústica de la universidad de Sheffield (2014), tiene como objetivo realizar el estudio del entorno urbano desde el punto de vista acústico, se centra en el análisis de espacios residenciales donde pretende comprender el entorno acústico del usuario dentro y fuera de su residencia. El diseño esta propuesto e implementado para aplicación online y está formado por 5 partes que son: a) Datos estadísticos del usuario, como sexo, género, educación y ocupación; b) Vivienda y área residencial, ubicación, tipo de vivienda, preferencias, estadía; c) Valoración de área residencial confort ambiental y confort acústico; d) valoración e identificación sonora (identificación de sonidos al interior y exterior de la vivienda, preferencias sonoras) y e) datos económicos.

Tiene una estructura visual clara, que permite al usuario la identificación y valoración de los objetivos, si bien la estructura no está claramente separada, resulta comprensible y de fácil manejo, se observa la intención de analizar espacios cerrados enfocándose en su relación con el exterior. La secuencia de preguntas se observa regularmente una estructura de lo regular a lo específico. Consta de veinte preguntas, es sencillo y rápido de contestar, las preguntas son planteadas de forma positiva y más del 50% de las preguntas son de tipo cerrado y se manejan con escalas. En lo relativo a confort y evaluación del medio se optó por una escala verbal de Linkert de 5 niveles. Para la evaluación sonora se optó por preguntas semi-abiertas donde el autor propone una serie de sonidos a identificar y se pide evaluarlos en una escala de cinco niveles de permanencia: *0. No existe, 1. No molesto, 2. Ocasional, 3. Medio, 4. Molesto, 5. Muy molesto.*

⁶ <http://acoustics.group.shef.ac.uk/asalink.php>

Finalmente, considerando la importancia de la salud auditiva del entrevistado al momento de emitir un voto se tomó en cuenta el cuestionario **Exposición de ruido urbano** enfocada a la salud en escuelas públicas (*Mailman School Public Health, Columbia University*) que fue diseñado para la evaluación de la influencia de altos niveles sonoros en la salud de la población y consta de 41 objetivos distribuidos en cinco secciones: información individual, uso de transporte público, información de espacio de trabajo, actividades de ocio y estado de salud. Las preguntas son abiertas y semi-abiertas. La redacción es sencilla y realiza la evaluación basado en la exposición continua y la salud del entrevistado.

Consideraciones técnicas del cuestionario, se optó por la utilización de un cuestionario manejado por un entrevistador en presencia del entrevistado. En la realización del cuestionario se han considerado ciertas condicionantes para aumentar la efectividad y confiabilidad de la misma: asegurar la compatibilidad entre cuestionarios, facilitar la distribución y agilidad en la obtención de los cuestionarios completados, facilitar la comprensión de las preguntas, simplicidad estructural y facilitar el análisis posterior. Respondiendo a estas condiciones y a las necesidades dentro de las opciones descritas, el cuestionario deberá corresponder a las siguientes características (Linger & Warwick, 1985) (D'Anocona, 2012): a) estructura fija, b) aplicación por el encuestador, c) periodicidad única, d) respuestas cerradas y semi-abiertas y, e) respuestas policotómicas⁷ El cuestionario consta de 23 preguntas, con un tiempo de respuesta en un periodo de tiempo de 10 minutos (Ver Anexo II).

Recomendaciones seguidas en la redacción, uno de los factores que pueden repercutir negativamente en el análisis o la obtención de respuestas es la redacción de las preguntas y respuestas, la cual según Cea D'Ancona (2012) y Linger y Warwick (1985) deberán seguir las pautas: formulación de preguntas breves y fáciles de comprender, la redacción de la pregunta debe ser precisa, redacción de preguntas en forma positiva, redacción cortés, de forma personal y directa, formulación de una idea única por pregunta, evitar el uso de palabras que comporten una reacción estereotipada y la generación de preguntas persuasivas. Finalmente, la redacción de las preguntas

⁷ Se utilizará la escala aditiva de Linkert de cinco opciones de respuesta (J. M. Barrigón, 2002)

y respuestas, se intenta que cubran los siguientes objetivos: brevedad, claridad, simplicidad y relevancia.

Tabla 5.2
Conceptualización de variables en cuestionario

Variable del modelo	Nº de preguntas	Término a utilizar	Descripción de la variable	Unidad
Estadística	3	Factores socioeconómicos	Género	1.11-17, 2.18-24, 3.25-34, 4.35-54, 5.54, 6.55-64 y 7. >65 1.Femenino y 2. Masculino
			Edad Escolaridad	0. Ninguna, 1.Primaria, 2.Secundaria, 3.Medio Superior, 4.Superior y 5.Otro
Salud	1	Afectaciones al oído	Salud auditiva	1. Si – 2. No
Experiencia	7	Confort	Comodidad	1.Muy cómodo -5.Muy incómodo
		Confort acústico	Confort	1.Muy confortable-5.Muy inconfortable
		Interferencia con actividades	Actividad Frecuencia de interferencia	Tipo de actividad 1.Nada frecuente -5.Muy frecuente
Nivel medio de presión sonora	2	Valoración sobre ruido de fondo	Ambiente sonoro Sonoridad	1.Muy agradable -10.Muy desagradable 1. Nada ruidoso - 10.Muy ruidoso
Predictibilidad	1	Presencia de ruidos que se repiten cada cierto tiempo	Identificación de sonidos más escuchados	Sonidos usuales del medio urbano
Agrado del timbre	1	Presencia de ruidos desagradables	Grado de molestia	0.No existe- 1.Muy agradable-3.No molesto-5.Muy molesto
Valoración del espacio	7	Confort	Agrado	1.Muy agradable - 5.Muy desagradable
		Confort térmico	Confort térmico	1.Muy confortable- 5.Muy inconfortable
		Condiciones acústicas	Agrado del ambiente sonoro	1.Muy agradable - 10.Muy desagradable
Valoración sonora	5	Identificación de sonidos	Sonidos que más escucha	Sonidos usuales del medio urbano
		Molestia	Grado de molestia	1.Muy agradable -5.Muy desagradable
		Confort acústico	Grado de confort	1.Muy confortable -5.Muy confortable

Fuente: Propio basado en Sampieri (2001).

Consideraciones conceptuales, la comprensión de los conceptos a evaluar es esencial ya que eso asegura que en la redacción de la pregunta exprese de manera correcta y comprensible el concepto. Esto potencializa el hecho de que el usuario entienda y responda las preguntas en los términos referidos a cada una de ellas. La tabla 5.2 muestra los componentes principales, las variables identificadas y los términos utilizados en el cuestionario (Anexo II).

Construcción de encuesta, el cuestionario se basó en la propuesta del proyecto de Valoración de los efectos de ruido urbano (J. M. Barrigón, 2002), se le realizaron modificaciones para la simplificación de resultados y las necesidades del proyecto como la valoración del espacio urbano basado en el confort y el agrado. De acuerdo a lo anterior, se formularon siete grupos de preguntas, los cuales fueron:

1. Datos generales, se enfocan en el control de la misma.
2. Entorno habitacional, valoración de tolerancia predispuesta a través de la valoración en el entorno regular, en este caso el hogar o el lugar de trabajo.
3. Salud auditiva, evalúa el diagnóstico o consideración del entrevistado sobre su estado de su salud auditiva.
4. Evaluación del espacio urbano, valoración general del espacio urbano, confort térmico, uso y frecuencia de uso.
5. Evaluación del ambiente sonoro; valoración de la calidad acústica del espacio mediante la identificación de sonidos y las condiciones de confort, tolerancia y/o molestia por los niveles presentes.
6. Factores sociodemográficos; enfocados en aspectos de género, edad, ocupación y escolaridad.
7. Datos de monitoreo, relación de encuesta con el lugar, la grabación, toma de muestra con el *SoundDatalogger* al momento de la prueba y observaciones especiales.
8. Uso del espacio, valoración urbana de uso del espacio y tipo de tránsito

Calibración de encuesta, el cuestionario fue evaluado en una prueba piloto de 20 muestras aplicada en las instalaciones de la Plaza Roja de la UAM-A. Se observó la comprensión de los términos, la redacción, rangos, el acopio y la codificación de datos. De acuerdo a la prueba se realizaron modificaciones a la encuesta final en consideraciones técnicas como el uso de respuestas cerradas o semi-cerradas (Anexo IIa). Adicional a la encuesta se realizó una cédula para la valoración sonora del espacio urbano y la relación de la encuesta con la grabación correspondiente (Anexo IIb).

5.3.2 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se tomó en cuenta la formula (Rojas, 2008) utilizada en estudios simples para muestras finitas [17]. El estudio fue diseñado con base en un nivel de confianza de 95% (Z), un margen de error (i) del 10% y probabilidad de ocurrencia (pq) de 0.7 y 0.3. La muestra es tomada de un conjunto de población (N) de dos áreas, con una población de entre 12 años y más de 65 años, de 14021 personas para el centro de Azcapotzalco (AAzc y JHi) y 8977 personas en el caso de la colonia Clavería (CCI y PCh) (INEGI, 2010).

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{i^2 (N-1) + Z^2 p q} \quad (\text{Número de personas}) \quad [17]$$

Donde n = tamaño de la muestra
 N = población
 Z = nivel de confianza
 pq = constantes de probabilidad de ocurrencia

El cálculo sugiere una muestra proyectada (n) de 80 y 96 observaciones para cada caso. Sin embargo, Yang y Kang (2005, p.2013) y Nilsson, Botteldooren, & De Coensel (2007, p.02) sugieren que una muestra de entre 70 y 100 observaciones en cada espacio a evaluar reflejan positivamente el estudio de un ambiente sonoro. De acuerdo a lo anterior, se proyectó una muestra de 400 objetivos aplicados en los cuatro sitios seleccionados durante un día laboral (Lunes a viernes) en horario matutino.

5.3.3 Metodología de aplicación de encuesta

Cada encuesta fue aplicada en los espacios seleccionados, en horarios de las 10:00 am a las 4:00 pm en grupos de 2 a 4 encuestadores. Las personas fueron elegidas aleatoriamente mientras realizaban sus actividades cotidianas (compras, trabajo, recreación, entre otras), el rango de edad de los sujetos se encuentra entre los 12 y los 65 años de edad. El encuestador abordó a las personas y respetuosamente les pidió ser entrevistados, la duración de la entrevista varía entre 7 y 10 min.

Al mismo tiempo de la aplicación de cada encuesta o inmediatamente después, se realizó una grabación 'representativa' de las condiciones del ambiente sonoro con duración de 2 minutos, con un **Micrófono condensador stereo**, Marca TASCAM modelo iM2 y la medición del nivel sonoro con un **Sound Level Datalogger**, marca Extech, modelo 407760, el proceso se explicará adelante.

Debido a la limitante del equipo (sólo se cuenta con un equipo) y que los encuestadores eran más que los elementos de medición, además, muchas veces, las entrevistas eran realizadas a la par, por lo tanto una grabación en algunas ocasiones, represento a dos o más muestras.

5.3.3.1 Captura de datos

Se aplicaron 398 observaciones y se obtuvo una muestra universal de 373 votos válidos, ya que veinticinco fueron descartados ya sea por falta de información⁸ (4 votos) o por que los encuestados presentaron un diagnóstico profesional de deficiencia auditiva (Tabla 5.3).

Tabla 5.3

Resultado de encuestas sobre salud auditiva percibida y diagnosticada.

	A.Azc		CCL		Jhi		PCh		Total	Porcentaje	
Salud auditiva deficiente diagnosticada											
1	Si	7	29.09%	4	4.81%	6	6.19%	4	4.00%	21	5.58%
2	No	103	70.91%	83	95.40%	91	93.81%	96	96.00%	373	94.67%
		110	100.00%	87	100.00%	97	100.00%	100	100.00%	394	100.00%

Fuente: elaboración propia.

5.4 ETAPA 3 - EVALUACIÓN DE INDICADORES ACÚSTICOS

5.4.1 Variables e instrumentos de medición

Las variables explicativas identificadas pueden ser clasificables en dos aspectos: variables endógenas, producto de la cognición humana (evaluadas en la etapa 2) y variables exógenas, producto de los campos acústicos y son descritas en la Tabla 5.4.

Se ha determinado, que los parámetros acústicos iterativos en los estudios de calidad acústica de acuerdo al término correspondiente son: para la fuerza los factores L_{ee} y N , para el balance temporal se considera el parámetro CoG , de acuerdo a la evolución temporal del sonido se considera el parámetro $L_{A10}-L_{A90}$, para la perturbación el parámetro $L_{Aeq}-L_{Ceq}$ y adicional a este análisis se considera la influencia del tipo de fuentes y su presencia en el espacio de estudio.

⁸ Muestras con formulario incompleto o con información que no concuerda con los cánones propuestos de respuesta.

Los parámetros sonoridad (N) y nitidez (S), aunque prometen resultados positivos fueron descartados debido a las limitantes de medición y cálculo, sin embargo se sugieren ampliamente para estudios posteriores.

Tabla 5.4
Variables explicativas del confort acústico.

Tipo de variable	Término	Variables endógenas	Variables exógenas
Acústica	Fuerza	Sensibilidad, edad, salud auditiva y conocimiento previo.	L_{eq} , N, LogG, G
	Balance temporal	Sensibilidad, edad y salud auditiva.	LogG, G
	Evolución temporal	Predictibilidad, beneficios, sensibilidad.	L_{A10} - L_{A90} , NbEm, EmT ML
	Claridad	Cognición, identificación de fuentes.	S, R y FL
Espacial	Actividad	Beneficios personales, información, valor monetario y complejidad de la tarea.	Tipo de fuente sonora
Cognitiva	Valoración general	Confort lumínico, confort térmico, confort visual.	
	Perturbación	Edad y sensibilidad	L_{eq} , N, S, L_{Ceq} - L_{Aeq} , L_{A10}

Fuente: elaboración propia.

5.4.1.1 Instrumentos de medición

La elección de la instrumentación es importante para la resolución y confiabilidad de la prueba, está en función de las necesidades de las variables con diferentes enfoques de selección: a) precisión y rango, b) disponibilidad y accesibilidad y c) complejidad en la operación.

En la medición en campo, al mismo tiempo de la aplicación de cada encuesta, se realizó una grabación de audio de 2 minutos de duración con unos **Micrófonos condensadores stereo** para conexión por dock, Marca TASCAM modelo iM2 (Figura 5.11), utilizados para grabaciones en alta calidad. En este caso, se colocó una pantalla de viento y a una distancia prudente del entrevistado (entre 3 y 5m) y de materiales reflectantes y se realizaron las grabaciones pertinentes; las cuales fueron descargadas y reproducidas en la aplicación TASCAM PCMRecMKII en un formato wav.



Figura 5.11 Micrófonos condensadores stereo, marca TASCAM, modelo iM2.

Fuente: <http://tascam.com/product/im2/>.

Paralelo al registro sonoro se realizó el registro del L_{eq} con un equipo *Sound Level Datalogger*, marca Extech, modelo 407760, Clase 2 que permite realizar mediciones generales en los trabajos de campo (Norma IEC 61.672). Consta de un micrófono electret de 0.5" (Figura 5.12). Se utiliza para obtener el nivel de presión sonora en un rango de 30 a 130 dB y expresa resultados en rangos de 50ms, 500ms, 1s, 2s, 10s, y 60s. Para este caso el equipo fue calibrado y configurado, para una frecuencia de muestreo de 500 ms, lo cual genera una medición ininterrumpida con una duración de 1 hora 26 minutos.



Figura 5.12 Sound Level Datalogger Extech, modelo 407760.

Fuente: <http://www.extech.com/instruments/product.asp?catid=18&prodid=551>

La medición, descripción y evaluación del ruido ambiental fueron establecidos de acuerdo a los lineamientos establecidos en las normas NADF-005-AMBT-2013, NOM 081-SEMARNAT-2013 y sustancialmente en la ISO 1996 (2009). Con la condición de que la toma de la encuesta no afectase a la grabación o a la medición del nivel sonoro, se consideró que la ubicación de puntos de medición cumpliera con las siguientes consideraciones: altura de medición no inferior a 1.20m, distancia no menor a 3.5m apuntando en dirección contraria al encuestado y separación mínima

0.5m de obstáculos como muretes, muros, ventanas o algún elemento que por sus condiciones materiales o formales afectaran las condiciones acústicas.

Para la segunda etapa de la medición, esta vez en una cámara sonoamortiguada, se utilizaron bocinas marca M-AUDIO, Modelo AV 40, para la reproducción de la grabación tomada en campo y a una distancia de 1.5m se colocó un **Sonómetro integrador** de Clase 1⁹, para el análisis de parámetros acústicos. La marca del equipo es Norsonic, modelo Nor 140 (Figura 5.13), el cual cuenta con un solo canal de entrada que se conecta al preamplificador Norsonic modelo Nor1209 y al micrófono modelo Nor1225 (Figura 5.20). Los resultados son expresados en decibeles dB lineales (L_i) y pueden ser ponderados en A, C o Z, permite el análisis de frecuencia con 1/1 ó 1/3-bandas de octava en el rango 0,4Hz - 20kHz, además permite medir los niveles percentiles de la presión ponderada L_{10} , L_{50} , L_{90} , entre otros.



Figura 5.13 Sonómetro integrador NORSONIC, modelo Nor140. Fuente: www.norsonic.com

5.4.1.2 Calibración de instrumentos

Los equipos de medición de parámetros acústicos *Sound Level Datalogger* modelo 407760 y el **Sonómetro** Nor 140 fueron calibrados antes de ser utilizados, para cada evento de mediciones. Para ambos, se utilizó un **Calibrador** *Norsonic AS* (Figura 5.14), que se coloca en el micrófono del equipo integrador y emite un tono puro de 1000 Hz con una presión de 114 dB, en el caso de la ciudad de México se utiliza una corrección de la presión, siendo el valor 113.9 dB aceptable.

⁹ De acuerdo a la Norma IEC 61.672

El sonómetro Nor 140 realiza el ajuste automáticamente durante la generación del sonido, por su parte para el *Sound Level Datalogger*, utiliza un software para su calibración y manejo de datos (Figura 5.15).



Figura 5.14 Calibrador NORSONIC, modelo Norsonic AS. Fuente: www.norsonic.com

Start Time	28/04/16 16:19:16	Mode	STOR	DataNo.	66	Sound Alarm Hi	130
Sample Rate	500 ms	Unit	dBA	Speed	FAST	Sound Alarm Low	30
Sound MAX	114.8 @16:19:31 28/04/16	MIN	113.3 @16:19:48 28/04/16	AVG	113.94		

Figura 5.15 Resultado de calibración de Sound Level Datalogger a partir del software EXTECH. Fuente: Elaboración propia.

5.4.2 Metodología de registro de indicadores acústicos

Como ya se mencionó, se hizo el levantamiento en campo de grabaciones de audio y medición de L_{Aeq} simultaneo al levantamiento de la encuesta. Posterior a esto y de acuerdo a los datos obtenidos del Sound Level Datalogger, se extrajeron los datos de L_{Aeq} en formatos .xls, del que se aislaron 240 muestras de L_{Aeq} , correspondientes en tiempo (hora de la grabación) y duración (2 minutos) a cada grabación individual. A partir, de dichos datos se calculó el nivel L_{Aeq} real (RL_{Aeq}) por medio de la ecuación [8] mencionada en el capítulo IV.

La segunda etapa de registro de variables se realizó en un ambiente controlado a partir de la reproducción de las grabaciones y la toma de muestras por medio del equipo Nor 140 (Figura 5.16). El registro se realizó de la siguiente manera: la grabación era reproducida y el nivel L_{Aeq} simulado (SL_{Aeq}), medido con el sonómetro. El dato obtenido era comparado con el RL_{Aeq} .

Finalmente, las mediciones que presentaron una diferencia de L_{Aeq} simulado y nivel L_{Aeq} real ($RL_{Aeq} - SL_{Aeq}$) menor a 3dBA^{10} , fueron consideradas como válidas (Anexo I), 321 grabaciones que fueron analizadas, de las cuales se anularon 23 por la presencia de viento o condiciones que contaminasen la situación real observada.



Figura 5.16 Simulación y medición de parámetros acústicos. Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos, además de L_{Aeq} , fueron: el nivel de presión sonora en ponderación C (L_{Ceq}), los valores percentiles L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} y el nivel de presión (L_i) para cada frecuencia del espectro a partir de un análisis en 1/3 de octavas, las frecuencias analizadas fueron:

80Hz, 100Hz, 200Hz, 250Hz, 315Hz, 400Hz, 500Hz, 630Hz, 800Hz, 1000Hz, 1250Hz, 1600Hz, 2000Hz, 3150Hz, 4000Hz, 5000Hz, 6300Hz y 8000Hz.

5.4.3 Metodología de cálculo

Una vez obtenidos los datos acústicos, a partir de estos, fueron calculados los parámetros acústicos considerando la ecuación correspondiente a cada caso, referida en el capítulo IV: para el centroide espectral de gravedad (CoG) ecuación [12], el rango dinámico de la diferencia aritmética entre Nivel sonoro continuo equivalente en ponderación A y Nivel continuo equivalente en ponderación C le corresponde la ecuación [13] y al rango dinámico entre el nivel de presión sonora en ponderación A excedido 10% y 90% del tiempo le corresponde la ecuación [11].

¹⁰ Ya que se necesita un cambio de 3dBA para que la diferencia del nivel sonoro sea percibida por el oído humano.

Captura de datos , se generó una hoja de cálculo en el programa Excel donde se vaciaron los datos de 308 muestras, convertidas a archivos con extensión .xlsx por el programa NorXfer. A partir de los mismos, se obtuvieron los siguientes datos: de acuerdo a su ponderación L_{Aeq} y L_{Ceq} , de acuerdo al nivel percentil en ponderación A L_{10} , L_{50} y L_{90} , y la a partir de la estructura espectral en un análisis de 1/3 de octava se obtuvieron los niveles lineales (L_i) de 80 Hz a 8000 Hz, correspondientes al rango de frecuencias usualmente asociadas al espacio urbano (Raimbault, Lavandier , Cremezi-Charlet, & Walker), Ver Anexo III Datos simulados. Finalmente, se integraron los datos calculados a partir de los datos simulados.

5.5 ETAPA 4 - MANEJO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recolectados en las etapas anteriores, correspondientes a las variables subjetivas, en este caso la encuesta y a la medición de parámetros acústicos, medidos, simulados y calculados, son integrados y relacionados en esta etapa. Los datos recolectados fueron analizados por su congruencia lógica y los métodos para el manejo de los mismos así como las reglas a seguir para su análisis fueron expuestos.

5.5.1 Relación de indicadores

La captura de datos se realizó en una base de datos correspondiente a una hoja de cálculo del programa Excel, los reactivos fueron ubicados en la categoría de estudio correspondiente: I Corredor urbano (AAzc y CCl) y II Parque (JHi y PCh). A partir de una codificación¹¹ fueron descargados los reactivos del cuestionario y los parámetros acústicos relacionados con dichos reactivos, para posteriormente ser analizados en el mismo programa y en el programa MatLab.

5.5.2 Pruebas de consistencia de datos

Se realizó una revisión visual general de los datos generados en la hoja de cálculo de Excel, tales como el formato, la ubicación en la casilla correcta o valor adecuado al parámetro correspondiente. Por ejemplo que el rango de valor del parámetro sea de 1 a 5 y la casilla contenga un valor 8. En caso de encontrar dichas incongruencias se refería al dato correspondiente (el archivo de origen o la encuesta) y se corregía en caso de ser posible, en caso contrario el valor fue eliminado.

¹¹ Realizada de acuerdo a recomendaciones de Visauta (1998) y Sampieri (2001, p.448-459)

Una segunda etapa de pruebas de consistencia fue aplicada, en busca de valores que se alejaban o no correspondían a valores coherentes o probables en la muestras. Por ejemplo, hallar un L_{eq} de 150 dBA cuando no ocurre en la realidad, o hallar una diferencia de L_{10} y L_{10} de 40 cuando el último dato es de 10 y la dispersión no es tan amplia. A partir de estas aseveraciones se eliminaron 4 encuestas. Finalmente, 369 encuestas fueron consideradas válidas; 184 en la tipología I Corredor comercial y 185 encuestas para la tipología II para espacios recreativos.

5.5.3 Procedimiento de análisis de datos

La evaluación de las diferentes variables identificadas teóricamente, que se presume, mantienen una relación con la magnitud de confort acústico definida o la variable dependiente es evaluada por la intervención conjunta de las variables explicativas en su definición. La percepción del ambiente sonoro relaciona las cualidades acústicas con la respuesta del usuario, en este caso la percepción de confort acústico, y es a partir de esta concepción que se ha propuesto que los parámetros acústicos tienen relación con el confort, es decir que una combinación de parámetros acústicos A+B+C determinarán el valor de la percepción de confort acústico y en la medida que estos cambien su proporción o valor la resolución de la percepción será afectada.

Es así, que se utilizan modelos explicativos complejos para explorar la factibilidad de la relación de dichos parámetros aplicados; para predecir así la calidad del paisaje sonoro de los usuarios potenciales de los espacios urbanos en la etapa de diseño. Brocolini (2012) ha desarrollado una serie de estudios comparativos de métodos de evaluación y muestreo como el modelo de regresión múltiple o los modelos de redes artificiales neuronales, y concluye que los modelos de regresión son los que mayores coeficientes auto-explicativos emiten en la influencia de las variables en modelos en los cuales el sonido es considerado como positivo.

La relación entre dos variables (Y como respuesta y X como variable explicativa de Y) puede visualizarse a través de un diagrama de dispersión como el de la Figura 17, en el cual se grafican valores medidos de acuerdo a sus valores nominales y se visualiza la forma, la dirección y la fuerza de la relación entre las dos variables.

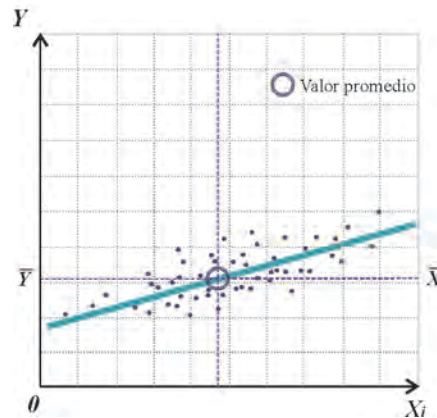


Figura 5.17 Diagrama de dispersión de regresión lineal simple. Fuente: Adaptado de Moore, 2000, p.133.

Si la dispersión del diagrama muestra una relación lineal es resumida trazando una recta a través de la nube de datos de los valores medidos. Esta relación sólo puede darse cuando una variable ayuda a explicar o predecir la otra (Moore, 2000, p. 132). Se dice que una relación lineal es fuerte cuando los puntos del diagrama de dispersión se sitúan cerca de la recta y es débil o inexistente si los puntos se encuentran muy alejados de la misma.

Si se quisiera describir como se relacionan, el valor de Y (la respuesta) a partir de la información sobre la variable explicativa (X) se utiliza la ecuación de la recta de regresión llamada modelo de regresión [18], la Y calculada (\hat{Y}) será explicada por β_0 y β_1 que serán coeficientes calculados que afectan a la variable X , que será la variable conocida.

$$\hat{Y} = (\beta_0) + (\beta_1 X_1) \quad [18]$$

Donde \hat{Y} = variable dependiente calculada
 X = variable independiente determinada
 β_0 = coeficiente de intersección de la recta
 β_1 = coeficiente de intersección de la recta para cada valor de X

Cuando existan más de una variable explicativa (X_i) que afecten a la variable de respuesta (Y) se emplean los modelos de regresión múltiple (

Figura 5.18) en la cual X puede representar diversos parámetros, relacionados a través de sus medias estadísticas muestrales (\bar{X}).

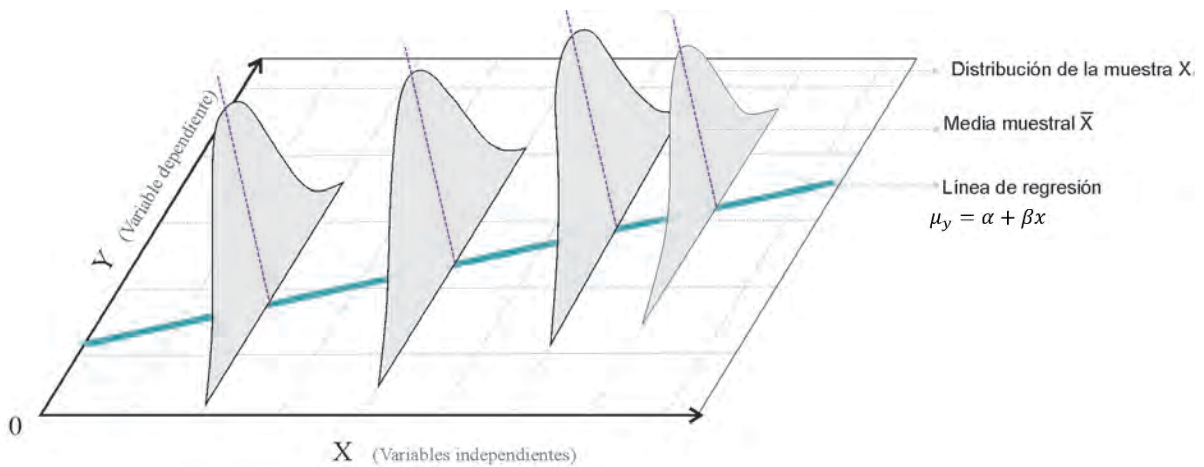


Figura 5.18 Modelo de regresión múltiple, la recta es la verdadera recta de regresión que indica como cambia la respuesta de la media μ_y , a medida que la variable explicativa X_i cambia de valor. Para cualquier valor concreto de X_i , la respuesta observada y varía según una distribución normal que tiene como media μ_y . Fuente: Adaptado de Moore, 2000, p. 691.

5.2.1 Modelo lineal múltiple de predicción del confort acústico de un espacio urbano

De acuerdo a lo anterior, el análisis de la relación de los parámetros acústicos con el estudio de la percepción de confort acústico se basa en el desarrollo de un **modelo de regresión** fundamentado en **Modelos de regresión lineal múltiple** (Moore, 2000, p. 690), donde se consideró el confort acústico como variable dependiente o de respuesta (Y) y los parámetros acústicos (X_i) como variables explicativas de Y o regresoras (

Figura 5.18)(Figura 5.19).

	Nomenclatura	Variable medida
Variable dependiente	Confort acústico	Percepción de confort acústico
Variable explicativa	L_{Aeq}	Nivel sonoro continuo equivalente
	LA_{10}	Nivel sonoro continuo percentil 10
	LA_{50}	Nivel sonoro continuo percentil 50
	LA_{90}	Nivel sonoro continuo percentil 90
	CoG	Centroide espectral de frecuencias
	$LC_{eq}-L_{Aeq}$	Diferencia de ponderación C y A
	$LA_{10}-LA_{90}$	Diferencia entre percentiles 10 y 90

Figura 5.19 Definición de variables en el modelo. Fuente: Elaboración propia.

Respuesta de percepción de confort acústico	1. Muy confortable
	2. Confortable
	3. Ni confortable ni inconfortable
	4. Inconfortable
	5. Muy inconfortable

Figura 5.20 Significado de valores de respuesta (Y) para la percepción de confort acústico.
Fuente: Elaboración propia.

La sensación de confort acústico fue codificada y determinada a partir de una escala ascendente en la cual los valores numéricos de Y (para el modelo) varían entre 1 y 5, estos valores corresponden una escala Linkert propuesta por Yang y Kang (2005) donde los valores representan respuestas cualitativas: 1 *muy confortable*, 2 *confortable*, 3 *ni confortable ni inconfortable*, 4 *inconfortable* y 5 *muy inconfortable*. Para los valores de X_i (Figura 5.20) o variables explicativas no se utilizaron codificaciones sino que se empleó el valor numérico medido para cada variable.

Finalmente, los modelos simples suponen que la relación de Y sobre X es homocedástica¹² y lineal, sin embargo en el caso del confort acústico con respecto a los índices acústicos esto no sucede siempre (Kang, 2003; Nilsson, 2007; Botteldooren, 2006) por esta razón, diferentes modelos, de acuerdo a su comportamiento funcional (forma) fueron evaluados; para determinar qué comportamiento de los datos se adecuaba mejor al escenario planteado.

Basados en la sustentación teórica, el confort acústico mantiene una dependencia con los parámetros acústicos propuestos, a partir de esto se desarrolló un modelo predictivo basado en la regresión lineal múltiple. El objetivo es estudiar o predecir el comportamiento del confort acústico (Y) para determinados valores de los parámetros propuestos derivados de la fundamentación teórica (X_i) que serán afectados por los coeficientes calculados, β_0 y β_i ¹³, un modelo lineal simple

¹² Presentan varianza constante.

¹³ El coeficiente β indica la pendiente de la recta, β_i indica en cuanto aumenta como media el valor de X_i en cuanto número de picos aumenta en una unidad. (Moore, 2000, p. 692)

corresponde a la ecuación [18] y es representado en la Figura 5.21, todo esto a partir de los datos medidos en campo.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \beta_3 \cdot X_3 + \beta_4 \cdot X_4 + \beta_5 \cdot X_5 + \beta_6 \cdot X_6 + \beta_7 \cdot X_7$$

[18]

- Donde \hat{Y} = grado de confort acústico calculado (variable dependiente)
 β_0 = coeficiente de intersección de la recta
 X_1 = nivel de presión sonora en ponderación A (L_{Aeq})
 X_2 = nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A (L_{A10})
 X_3 = nivel de presión sonora percentil 50 en ponderación A (L_{A50})
 X_4 = nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A (L_{A90})
 X_5 = centro espectral de gravedad (CoG)
 X_6 = diferencia entre nivel de presión sonora en ponderación C y nivel de presión sonora en ponderación A ($L_{Ceq} - L_{Aeq}$)
 X_7 = diferencia entre nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A y nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A ($L_{A10} - L_{A90}$)
 β_i = coeficiente de intersección de la recta calculado para cada valor de X.

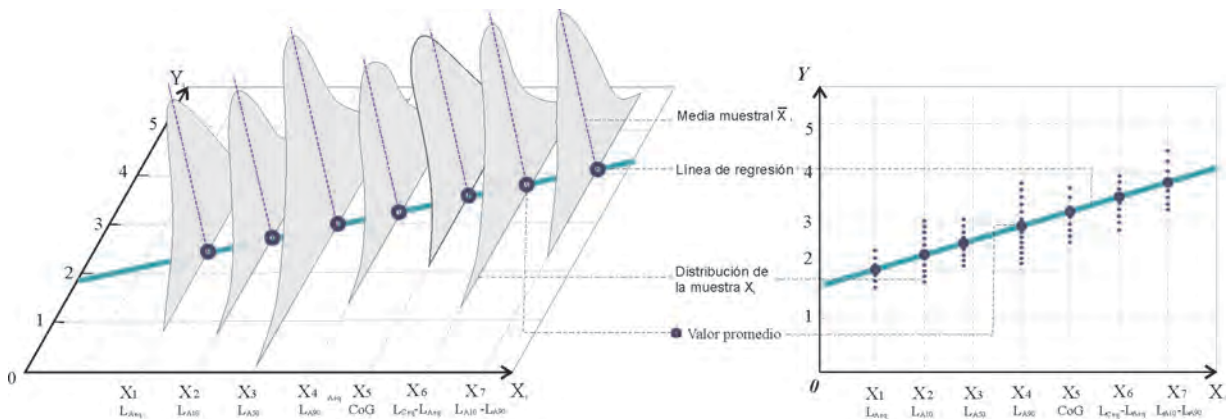


Figura 5.21 Modelo de regresión lineal múltiple que representa la expresión [18] a) Vista en isométrico y b) Visto en planta. Fuente: Elaboración propia

Otro procedimiento diferente a los planteados, de mayor complejidad llamado programación genética fue elaborado. La programación genética es un método que trabaja a partir del planteamiento de un problema específico y por medio de un ordenador automatiza y optimiza las opciones a partir de lo que se necesita para que las variables significativas de entrada resuelvan el problema planteado, es así que crea automáticamente un programa de ordenador para resolverlo, en este caso se utilizó el programa MatLab, con la ayuda de Román Mora.

El programa seleccionó las variables de entrada (los parámetros acústicos) significativos y a partir de esto, se generaron conexiones o nodos en varios niveles donde las variables son utilizadas y conectadas por ecuaciones, que pueden encontrarse en el anexo IX, estas conexiones generan la mejor forma de explicar el problema, en este la percepción de confort acústico. El programa no puede ser caracterizado como una ecuación sino como un árbol de interacciones, en el cual en el último nivel será explicado el problema, la variable de salida (el confort acústico) tomará los valores de la Figura 5.22.

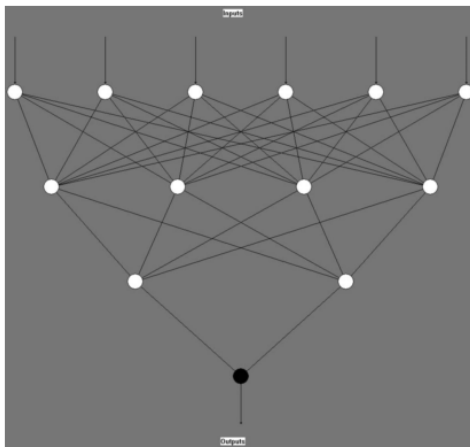


Figura 5.22 Árbol de interacciones, Estructura de modelo para evaluación del nivel sonoro.
Fuente: L. Yu and J. Kang, 2009, p.1169

5.2.2 Consideraciones en el análisis de resultados de los modelos a evaluar

Una vez definidas las variables de estudio (Figura 5.19) se identificaron las formas funcionales que pudiesen adecuarse al comportamiento de los datos: lineal (Figura 5.21), logarítmica (Figura 5.23 a y b) o exponencial (Figura 5.23 c y d), a partir de esto se definió la estructura de la ecuación para cada modelo.

De acuerdo a cada modelo los valores medidos para Y y para X fueron transformados como parte del ajuste de la relación no lineal (Figura 5.23). Los modelos se estimaron y evaluaron con base en el **Método de regresión lineal múltiple**, elaborados a partir del programa Excel donde se obtuvieron los valores de los coeficientes β_i , la suma de residuos (SSR), la suma de cuadrados totales (SST), el cuadrado del error (Se) y la bondad del ajuste (R^2) (Ver Anexo VIII).

Cada modelo fue validado de acuerdo a su capacidad explicativa, que define si se acepta o no el modelo, y a las regresoras (X) significativas para el estudio.

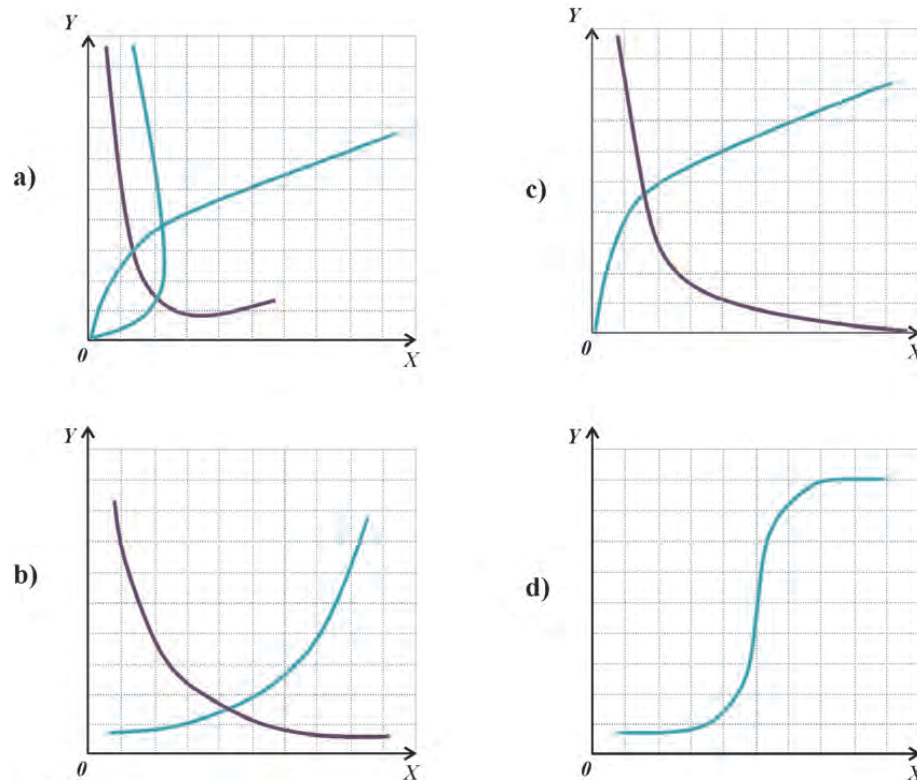


Figura 5.23 Gráfico de funciones linealizables: a) relación logarítmica, b) relación logarítmica en X, c) relación exponencial, d) relación exponencial tipo II. Línea verde indica relación positiva, línea azul relación negativa. Fuente: Adaptado de Winston, 2004, p. 1313

La validación conjunta del modelo se evaluó a partir de la bondad del ajuste representada por R^2 el cual compara el valor real de Y (Y_r) y el valor calculado (\hat{Y}) por el modelo, para cada muestra e indica el porcentaje de casos de la muestra explicada por el modelo, es decir, el porcentaje de casos que el modelo es capaz de predecir. Un valor de 0.5 representa una explicación del 50% de los datos, el valor 1 representa una muestra perfectamente explicada el 100%, para estudios sociales con variables cualitativas modelos mayores al 60% son aceptable para este tipo de modelos (Gujarati & Porter 2010, p.532).

La valoración individual de los coeficientes individuales de β_i se realiza para determinar las variables que son significativas estadísticamente y que tienen un efecto en Y , para esto se realiza una prueba de hipótesis¹⁴, llamada *Prueba de Z*.

Para efectuar la prueba de hipótesis, inicialmente se plantea una hipótesis nula (H_0) que busca evidencia en contra de la afirmación buscada o el alcance esperado como ‘que no existe un efecto de X_i sobre Y ’ o ‘la ausencia del efecto de X_i ’ (Moore, 2000, p.425). Al aceptar H_0 se demuestra la poca significancia de la variable de estudio, por el contrario al rechazar H_0 se muestra evidencia a favor de una hipótesis alternativa (H_a) que fortalece la afirmación buscada como ‘la presencia de un efecto de X_i en Y ’ o ‘la existencia de X_i sí produce una secuela’ por lo cual los argumentos o valores representados por X_i presentarán validez.

La prueba Z , es utilizada para valorar la fuerza en contra de la hipótesis nula (Gujarati & Porter 2010, p.532) y determina si las variables predictoras (X_i) en los análisis tienen un efecto significativo en la respuesta. Está en función de los grados de libertad del modelo (V) de acuerdo a la expresión [19]¹⁵, el valor obtenido se compara con el estadístico de la tabla de puntos porcentuales superiores de la distribución de Z de acuerdo a los grados de libertad de la muestra y la significancia que se presente¹⁶, en este caso se utiliza un valor de significancia del 95% (ver Tabla A y Tabla C., en Moore, 2000, p.787, p.789); valores menores a los referidos en la tabla indicarán hipótesis nula (H_0)¹⁷, por el contrario un valor mayor rechaza la hipótesis nula (H_0).

$$V = N^{\circ} \text{ de datos} + N^{\circ} \text{ de variables} - 2 \quad [19]$$

¹⁴ Lo que se evalúa en una prueba de hipótesis es si la hipótesis poblacional es congruente con los datos obtenidos de la muestra... una hipótesis se retiene como un valor aceptable del parámetro si es consistente con los datos (Sampieri, Fernández, & Baptista, 2001, p.308)

¹⁵ Para este caso se calculó para 369 muestras, correspondientes al número de encuestas válidas y siete variables, es decir las regresoras (X) propuestas.

¹⁶ Los valores de significancia aceptados son de 95% (0.05) y 99% (0.01).

¹⁷ La hipótesis nula establece que el predictor no es significativo.

Para cada modelo, ***H₀*** considera que el valor de β_i será igual a cero, de ser aceptada, el parámetro representado por X_i no será significativo con relación al estudio de confort acústico para dicho modelo, en caso contrario la hipótesis nula es rechazada y la hipótesis alternativa donde β_i es mayor a cero se valida, y el parámetro X_i que la presente será significativo.

De acuerdo a las pruebas anteriores se descartaron los modelos que presentaron un bajo porcentaje de explicación de los valores de Y y se seleccionaron las variables X_i en las que β_i fue significativo en la prueba Z . Es así que se construyeron nuevos modelos, basados en los anteriores a partir de las variables que sí influyen en el confort acústico, esto con el fin de agotar las posibilidades para elegir un modelo más explicativo que establezca y que albergue únicamente las variables que le aportan al caso de estudio.

Para la evaluación de los parámetros significativos se utilizaron gráficos de cajas y bigotes para conocer el rango de valores de dichos parámetros para el juicio de percepción de confort acústico que presentaban. En el análisis se descartaron valores atípicos y se centró en evaluar el desempeño de la variable para cada juicio a través de la dispersión de los datos, la simetría y distribución de las muestras.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

En este apartado se expone el análisis de los datos recabados en campo, así como los simulados y el grado de relación que presentan de acuerdo a los casos de estudio: Caso I Corredor comercial (CCo) y Caso II Espacio de recreación (ER).

Se presenta un análisis por tipo de espacio del grado de relación que tiene el confort acústico de acuerdo a los parámetros acústicos determinados, con el fin de saber el grado de relación y la forma de su comportamiento; además, como resultado de observaciones previas se realizó un análisis de la influencia de cierto tipo de fuentes sonoras y el agrado o molestia que éstas representan y su aportación al confort acústico.

A partir del conocimiento del comportamiento individual de los parámetros acústicos, se concreta y analiza un modelo predictivo del confort de un espacio (C) de acuerdo al comportamiento de los parámetros acústicos, que incluye, aspectos relacionados con la evaluación del espacio y los factores socio-demográficos de los usuarios.

6.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

El análisis descriptivo de la muestra se realizó con el fin de conocer el comportamiento y la distribución de los datos, así como para determinar si éstos se pueden generalizar, con base en los datos de la población analizada. El análisis estableció la concordancia entre comportamiento teórico y el real de los datos, así mismo, se ofrece un panorama de las condiciones en las que fue recolectada la muestra. Se consideraron los parámetros acústicos L_{Aeq} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} , CoG , L_{Ceq} , L_{Aeq} y L_{A10} - L_{A90} , la valoración de las características espaciales y las condiciones socioeconómicas de los entrevistados (Anexo IV).

6.1.1 Corredor comercial

En los espacios de los corredores urbanos, la percepción de confort acústico va de 1.66 (*Muy Agradable-Agradable*) a 3.66 (*Neutro- Disconfort*) y muestra una tendencia baja hacia la molestia aun considerando los elevados niveles sonoros que se presentan, de entre 70 y 71 dBA; además se muestra una relación *Figura-Fondo* fuerte donde las fuentes sonoras derivadas del transporte público adquieren gran presencia, incluso a pesar de su eventualidad (Tabla 6.1). Además, se puede notar, que las fuentes que emiten el habla humana, ya sea por conducto del ser humano o aparatos como altavoces, tienen gran presencia a lo largo de estos espacios.

Tabla 6.1

Datos estadísticos de parámetros acústicos en los espacios de Corredores Urbanos

	Nivel sonoro L_{Aeq} (dBA)	Percentil 10 L_{A10} (dBA)	Percentil 50 L_{A50} (dBA)	Percentil 90 L_{A90} (dBA)	Centroide de gravedad CoG (Hz)	Diferencia $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ (dB)	Diferencia $L_{A10}-L_{A90}$ (dBA)	Percepción de Confort Acústico CAc
Media	69.09	71.41	65.98	61.74	451.27	6.34	9.68	2.66
Mediana	68.90	70.75	65.35	61.55	500.00	4.15	9.00	2.00
Moda	74.20	68.20	61.50	65.00	500.00	4.10	9.00	2.00
Desv. Est. (σ)	6.71	6.99	7.00	7.09	321.53	4.74	3.87	0.99
Rango	26.90	26.70	33.20	34.20	1920.00	18.16	25.40	4.00
Mínimo	55.90	59.00	49.30	42.40	80.00	1.00	2.90	1.00
Máximo	82.80	85.70	82.50	76.60	2000.00	19.16	28.30	5.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.2

Datos estadísticos de molestia por fuente sonora en corredores urbanos.

	Sonidos mecánicos					Sonidos Humanos				Sonidos instrumentales/ mecánicos				Sonidos naturales		
	$P_{1.a}$	$P_{1.b}$	$P_{1.c}$	$P_{1.d}$	$P_{1.e}$	$P_{2.a}$	$P_{2.b}$	$P_{2.c}$	$P_{2.d}$	$P_{3.a}$	$P_{3.b}$	$P_{3.c}$	$P_{3.d}$	$P_{4.a}$	$P_{4.b}$	$P_{4.c}$
Media	3.33	3.15	2.54	2.40	0.34	2.25	1.11	1.46	1.89	2.20	1.08	0.72	0.43	1.20	0.16	0.24
Error típico	0.09	0.12	0.14	0.14	0.08	0.10	0.11	0.11	0.11	0.14	0.11	0.10	0.08	0.08	0.04	0.06
Mediana	3.00	4.00	3.00	3.00	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Moda	3.00	4.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Desv. Est. (σ)	1.25	1.60	1.89	1.90	1.15	1.29	1.44	1.54	1.54	1.91	1.53	1.35	1.10	1.10	0.58	0.82
Rango	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.00	4.00
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.00	4.00

Fuente: Elaboración propia.

La presencia de distintas fuentes es notable, en este tipo de espacios los sonidos derivados del transporte son considerados *no molestos*. Los sonidos derivados de la generación humana y los instrumentales o mecánicos son considerados como ‘neutrales’ con tendencia a la aceptación y los sonidos naturales tienen tendencia al agrado que presenta una variación pequeña de la opinión ($\sigma \pm 0.58$) (Tabla 6.2).

6.1.2 Espacio recreativo

En los espacios de uso recreativo el nivel sonoro es considerablemente menor con respecto de los Corredores comerciales pudiendo algunas veces alcanzar incluso los estándares para zonas tranquilas (55 y 65 dBA¹). Sin embargo la percepción de confort es baja 3.42 (*Neutro*); indica que las personas no están ni en confort ni en disconfort ($\sigma \pm 2.15$) (Tabla 6.3).

Tabla 6.3

Datos estadísticos de parámetros acústicos en los espacios recreación

	Nivel sonoro L_{Aeq} (dBA)	Percentil 10 L_{A10} (dBA)	Percentil 50 L_{A50} (dBA)	Percentil 90 L_{A90} (dBA)	Centroide de gravedad CoG (Hz)	Diferencia $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ (dB)	Diferencia $L_{A10}-L_{A90}$ (dBA)	Percepción de Confort Acústico CAc
Media	60.71	63.40	58.79	55.30	451.27	9.35	8.10	3.42
Mediana	58.70	61.90	57.10	54.50	500.00	9.10	7.50	3.00
Moda	56.30	58.70	52.90	50.80	500.00	5.30	7.10	3.00
Desv. Est. (σ)	5.07	5.13	4.99	4.71	321.53	5.00	2.48	2.15
Rango	22.70	26.40	23.80	24.20	1920.00	16.30	11.90	5.00
Mínimo	52.00	54.00	51.00	45.30	80.00	2.50	3.90	0.00
Máximo	74.70	80.40	74.80	69.50	2000.00	18.80	15.80	5.00

Fuente: Elaboración propia.

El sonido de mayor presencia en el ambiente sonoro es el generado entre los 300 y 800 Hz, rango que alcanza a emitir la voz humana. Es aquí donde fuentes sonoras generadas por el transporte presentan una opinión de que no son significativas en el confort y fuentes como la derivada de la voz humana, instrumental y naturales son apreciadas (Tabla 6.4).

¹ De acuerdo a la Agencia Ambiental Europea (EEA)(2014)

Tabla 6.4

Datos estadísticos de molestia por fuente sonora en espacios recreativos.

	<i>Sonidos mecánicos- derivados del transporte</i>					<i>Sonidos humanos</i>				<i>Sonidos instrumentales/ mecánicos</i>				<i>Sonidos naturales</i>		
	<i>P1.a</i>	<i>P1.b</i>	<i>P1.c</i>	<i>P1.d</i>	<i>P1.e</i>	<i>P2.a</i>	<i>P2.b</i>	<i>P2.c</i>	<i>P2.d</i>	<i>P3.a</i>	<i>P3.b</i>	<i>P3.c</i>	<i>P3.d</i>	<i>P4.a</i>	<i>P4.b</i>	<i>P4.c</i>
Media	3.22	2.37	1.82	1.72	0.83	2.08	1.47	1.53	1.59	0.95	0.66	0.68	0.45	1.37	0.11	0.05
Mediana	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	3.00	0.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Moda	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
Desv. Est. (σ)	0.77	1.63	1.73	1.69	1.35	1.38	1.53	1.51	1.55	1.46	1.19	1.32	1.06	0.70	0.54	0.33
Rango	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	5.00	4.00	3.00	3.00	3.00

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Muestra total

La muestra final, que concentra ambos casos presenta una media representativa del ruido de fondo 64.89 dBA que sobrepasa lo estipulado por las normas internacionales para los espacios de recreación de 55 dBA (Capítulo IV apartado 6.1.4) y estos valores tienden a presentar una diferencia de $\sigma \pm 7.27$ presentes hasta 85.70 dBA (Tabla 6.5). Las frecuencias que predominan en los espacios son de entre 300 y 800 Hz, derivadas de la voz humana (Tabla 6.6), debido al uso del espacio.

Tabla 6.5

Datos estadísticos de parámetros acústicos en la muestra total.

	<i>Nivel sonoro L_{Aeq} (dBA)</i>	<i>Percentil 10 L_{A10} (dBA)</i>	<i>Percentil 50 L_{A50} (dBA)</i>	<i>Percentil 90 L_{A90} (dBA)</i>	<i>Centroide de gravedad CoG (Hz)</i>	<i>Diferencia $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ (dB)</i>	<i>Diferencia $L_{A10} - L_{A90}$ (dBA)</i>	<i>Percepción de Confort Acústico CAc</i>
Media	64.89	67.39	62.37	58.51	453.47	7.85	8.88	2.26
Mediana	64.60	66.80	62.10	57.70	500.00	5.30	8.50	2.00
Moda	64.60	68.20	63.40	50.80	500.00	4.00	9.00	2.00
Desv. Est. (σ)	7.27	7.32	7.05	6.82	321.53	5.10	3.34	0.96
Rango	30.80	31.70	33.20	34.20	1920.00	18.16	25.40	4.00
Mínimo	52.00	54.00	49.30	42.40	80.00	1.00	2.90	1.00
Máximo	82.80	85.70	82.50	76.60	2000.00	19.16	28.30	5.00

Fuente: Elaboración propia.

La molestia a las fuentes sonoras muestra que los sonidos derivados del transporte público son muchas veces despreciados, pero si se toman en cuenta ciertas fuentes como el escape de los camiones o las motocicletas; incluso el tráfico, la percepción de confort tiende a la molestia. Los sonidos humanos, los sonidos instrumentales y mecánicos son usualmente despreciados y si las condiciones favorecen la percepción, serán considerados agradables. Por otra parte, como se ha observado los sonidos naturales tendrán una connotación positiva (Muy agradables- Agradables) con poca tendencia al cambio de opinión, $\sigma \pm 0.56$ u opinión negativa, como la molestia (Tabla 6.6).

Tabla 6.6

Datos estadísticos de molestia por fuente sonora en espacios recreativos.

	<i>Sonidos mecánicos</i>					<i>Sonidos Humanos</i>			<i>Sonidos instrumentales/ mecánicos</i>					<i>Sonidos naturales</i>		
	<i>P1.a</i>	<i>P1.b</i>	<i>P1.c</i>	<i>P1.d</i>	<i>P1.e</i>	<i>P2.a</i>	<i>P2.b</i>	<i>P2.c</i>	<i>P3.a</i>	<i>P3.b</i>	<i>P3.c</i>	<i>P3.d</i>	<i>P3.e</i>	<i>P4.a</i>	<i>P4.b</i>	<i>P4.c</i>
Media	3.28	2.76	2.18	2.06	0.59	2.17	1.29	1.50	1.72	1.57	0.87	0.70	0.44	1.28	0.14	0.14
Mediana	3.00	3.00	3.00	3.00	0.00	3.00	0.00	2.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Moda	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
Desv. Est. (σ)	1.04	1.66	1.84	1.83	1.28	1.34	1.49	1.52	1.63	1.81	1.39	1.34	1.08	0.93	0.56	0.63
Rango	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.00	4.00
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	4.00	3.00	4.00

Fuente: Elaboración propia.

6.2 MODELO LINEAL MÚLTIPLE DE PREDICCIÓN DEL CONFORT ACÚSTICO DE UN ESPACIO URBANO

6.2.1 Evaluación de modelos predictivos

En el modelo base propuesto, Y representa la variable de respuesta, en este caso el confort acústico, la cual es explicada por la variable X_n , representada por los parámetros acústicos de estudio: L_{Aeq} , L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} , CoG , $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ y $L_{A10}-L_{A90}$.

Se realizaron 5 modelos diferentes preliminares, de acuerdo al tipo de relación explicativa de los datos (de acuerdo a las figuras 5.21 y 5.23 del capítulo V); exponencial, logarítmica, lineal o

inversa. Posteriormente se seleccionó a aquel que presentó un mayor coeficiente de ajuste de los datos (R^2) colectados. Los modelos planteados son los siguientes (los resultados de los modelos se encuentran en el Anexo VIII):

6.2.1.1 Modelo 1 de regresión lineal

Este modelo considera que la relación entre las variables X y Y, con respecto a sus medias, es lineal y recta (similar al observado en la Figura 5.21 del capítulo V). Es representada por la expresión [20] donde el valor Y es calculado a partir de la adición del confort autónomo (β_0) (o que no depende de los parámetros acústicos) y los productos derivados del coeficiente β_i (valor calculado a partir del modelo) y el valor de X para cada parámetro.

$$Y = \beta_0 + (\beta_1 \cdot L_{Aeq}) + (\beta_2 \cdot L_{A10}) + (\beta_3 \cdot L_{A50}) + (\beta_4 \cdot L_{A90}) + (\beta_5 \cdot CoG) + [\beta_6 \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})] + [\beta_7 \cdot (L_{A10} \cdot L_{A90})] \quad [20]$$

En la Figura 6.1 se muestran los valores de Y reales y los valores de Y calculados y se observa poca relación explicativa de los datos, corroborado un porcentaje de clasificación de la muestra del 29 % por este modelo al que se determinará como Modelo 1.1, los coeficientes de β_i que resultaron significativos fueron los adjudicados a los parámetros: L_{eq} , L_{A50} , L_{A90} , CoG y $L_{Ceq} - L_{Aeq}$.

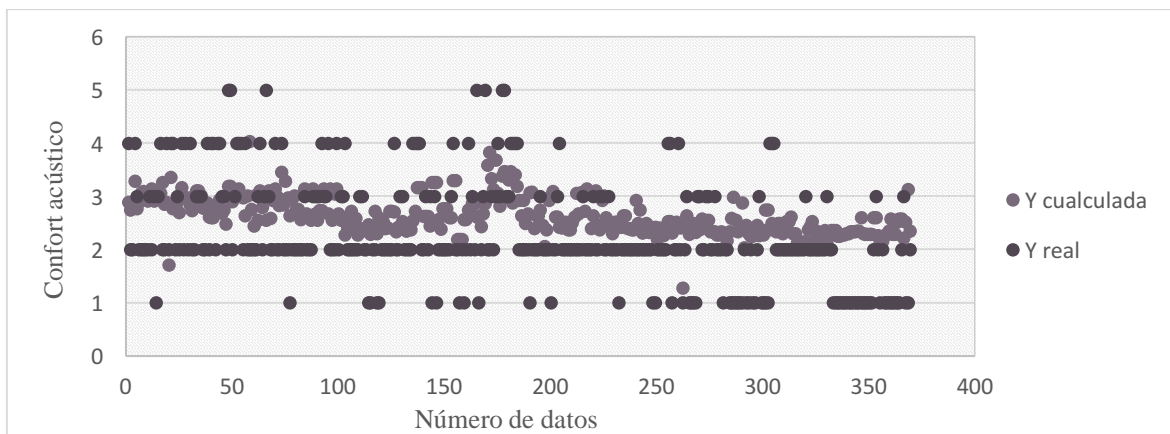


Figura 6.1 Modelo 1.1: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales.
Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una segunda caracterización a partir de este modelo, al que llamaremos Modelo 1.2, en la cual la variable Y_c fue discretizada a partir de un redondeo del valor, que resulta en una clasificación de los datos que proyectó mejoría y cercanía, del 63% (Figura 6.2).

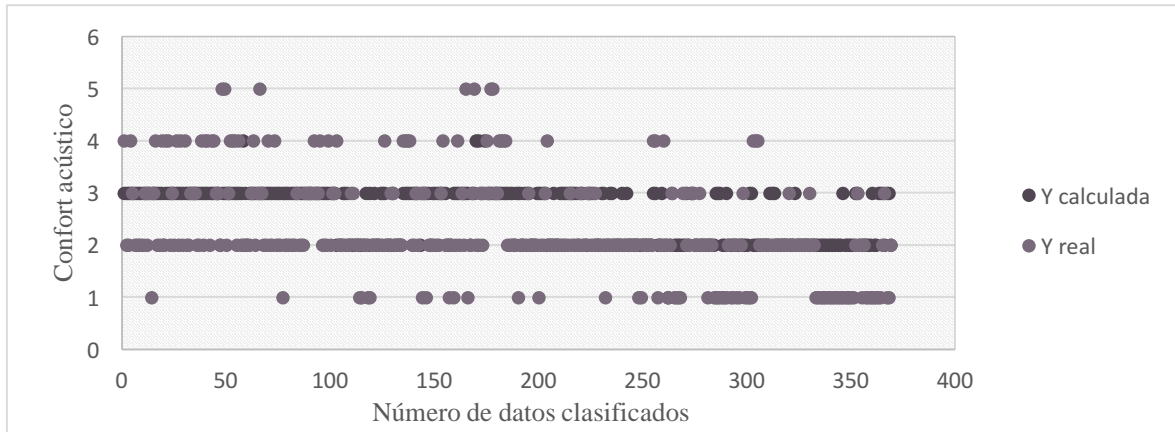


Figura 6.2 Modelo 1.2: Comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales.
Fuente: Elaboración propia.

6.2.1.2 Modelos de regresión no lineal

Modelo 2 de regresión logarítmica

En el modelo 2 se considera que la relación entre las variables X y Y, con respecto a sus medias, es logarítmica. Y es determinada por la expresión [21] en la cual el valor Y es calculado a partir del producto de β_0 y los valores de X (para cada parámetro) elevados al coeficiente β_i (valor calculado a partir del modelo).

$$Y = \beta_0 \cdot (L_{eq})^{\beta_1} \cdot (L_{A10})^{\beta_2} \cdot (L_{A50})^{\beta_3} \cdot (L_{A90})^{\beta_4} \cdot (CoG)^{\beta_5} \cdot [(L_{Ceq} - L_{Aeq})^{\beta_6}] \cdot [(L_{A10} - L_{A90})^{\beta_7}]$$

[21]

Para la determinación de este modelo los valores X y Y medidos fueron transformados en el logaritmo natural de ambos casos para su cálculo. El modelo explica el 18% de los casos (Figura 6.3). Únicamente dos variables: CoG y $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ fueron representativas en este modelo.

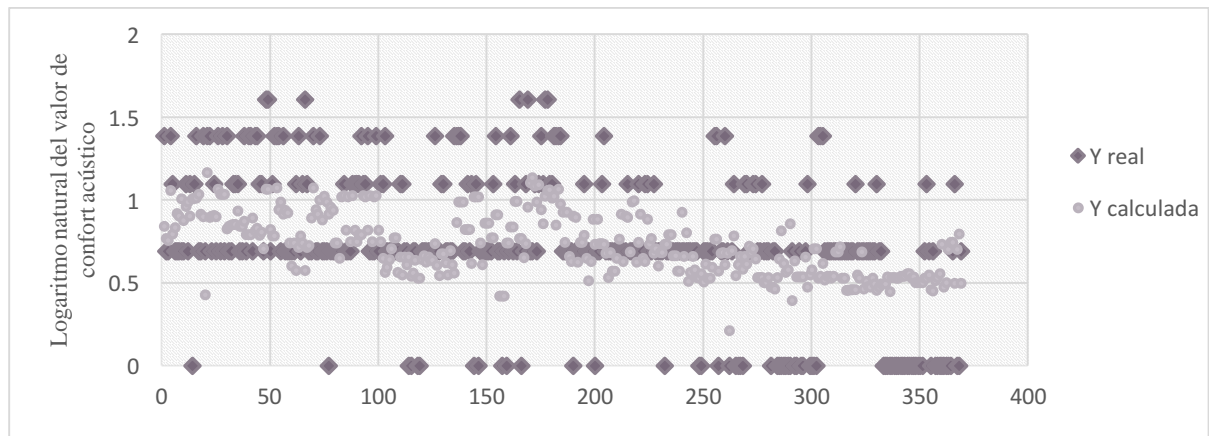


Figura 6.3 Modelo 2: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales.
Fuente: Elaboración propia.

Modelo 3 de regresión logarítmica en X

En el modelo 3 se considera que la relación entre las variables X y Y, con respecto a sus medias, es logarítmica y su comportamiento es lineal al inicio, presenta una curva y posteriormente su comportamiento vuelve a ser lineal (Figura 5.23b). Y es determinada por la expresión [22] en la cual el valor Y es calculado a partir de la adición de β_0 y los valores del producto de β_i del logaritmo natural (ln) de los valores de X para cada parámetro.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot [\ln(L_{eq})] + \beta_2 \cdot [\ln(L_{A10})] + \beta_3 \cdot [\ln(L_{A50})] + \beta_4 \cdot [\ln(L_{A90})] + \beta_5 \cdot [\ln(CoG)] \\ + \beta_6 \cdot [\ln(L_{Ceq} - L_{Aeq})] + \beta_7 \cdot [\ln(L_{A10} - L_{A90})]$$

[22]

Para la determinación de este modelo los valores X reales fueron transformados en su logaritmo natural para su cálculo y el valor de Y real no fue modificado. Para el cálculo del error el valor de Y calculada fue discretizado. De acuerdo a los datos obtenidos, el modelo explica el 31% de los casos (Figura 6.4). Las variables X significativas son: L_{A10} , L_{A50} , L_{A90} .

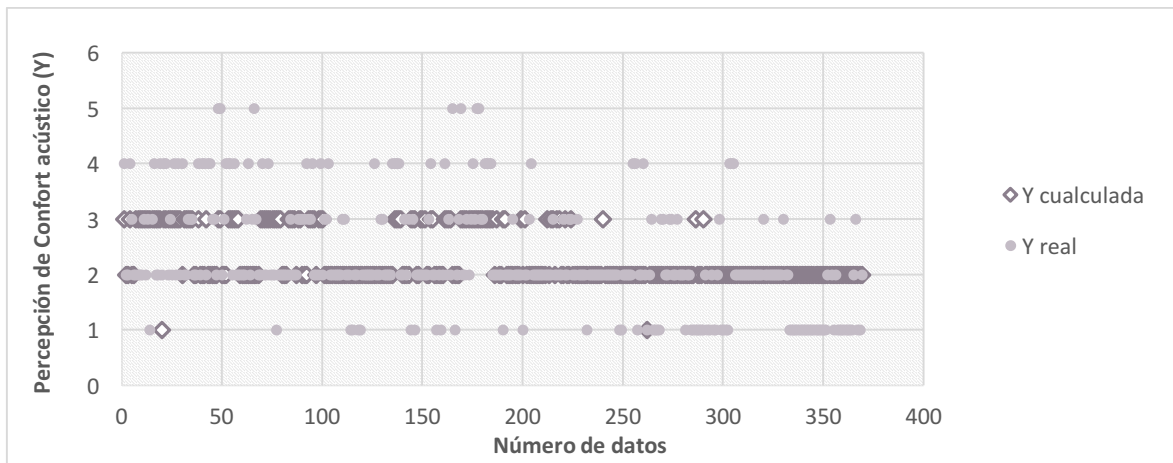


Figura 6.4 Modelo 3: Comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales.
Fuente: Elaboración propia.

Modelo 4 de regresión exponencial

El modelo 4.1 considera que la relación entre las variables X y Y, con respecto a sus medias, es exponencial (Figura 5.23c). Es determinada por la expresión [23] en la cual el valor Y es calculado a partir del producto de β_0 y los productos de la función exponencial (exp) de los valores del producto de β_i y el valor de X, esto para cada parámetro.

$$Y = \beta_0 \cdot [\exp(\beta_1 \cdot L_{eq})] \cdot [\exp(\beta_2 \cdot L_{A10})] \cdot [\exp(\beta_3 \cdot L_{A50})] \cdot [\exp(\beta_4 \cdot L_{A90})] \cdot [\exp(\beta_5 \cdot CoG)] \\ \cdot \{\exp[\beta_6(L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} \cdot \{\exp[\beta_7(L_{A10} - L_{A90})]\} \quad [23]$$

Para la determinación de este modelo los valores X no fueron modificados y los valor de Y real fueron transformados en su logaritmo natural. De acuerdo a los datos obtenidos, el modelo explica el 40% de los casos. Un segundo modelo llamado Modelo 4.2 fue realizado, en el cual la variable Y fue discretizada, para obtener que, la explicación de los casos reales fue 53%. Las variables significativas que explican Y en estos modelos son: L_{eq} , L_{A50} , CoG y $L_{Ceq}-L_{Aeq}$.

Modelo 5 de regresión polinómica

El modelo 5 considera que la relación entre las variables X y Y, con respecto a sus medias, es exponencial e inversa (Figura 5.23d). Es determinado por la expresión [24] en la cual el valor Y es calculado a partir del producto de β_0 y los productos de la función exponencial (exp) del cociente del coeficiente β_i y el valor de X, esto para cada parámetro.

$$Y = e^{\left(\beta_0 + \frac{\beta_1}{\text{Leq}} + \frac{\beta_2}{\text{LA10}} + \frac{\beta_3}{\text{LA50}} + \frac{\beta_4}{\text{LA90}} + \frac{\beta_5}{\text{CoG}} + \frac{\beta_6}{(\text{LCeq} - \text{LAeq})} + \frac{\beta_7}{(\text{Leq10} - \text{Leq90})}\right)} \quad [24]$$

Para la determinación de este modelo los valores X modificados por su valor inverso ($\frac{1}{X}$) y los valores de Y real fueron transformados en su logaritmo natural. De acuerdo a los datos obtenidos, el modelo explica el 18% de los casos (Figura 6.5). Para todas las variables de este modelo se aceptan la hipótesis nula, por lo tanto no son significativas.

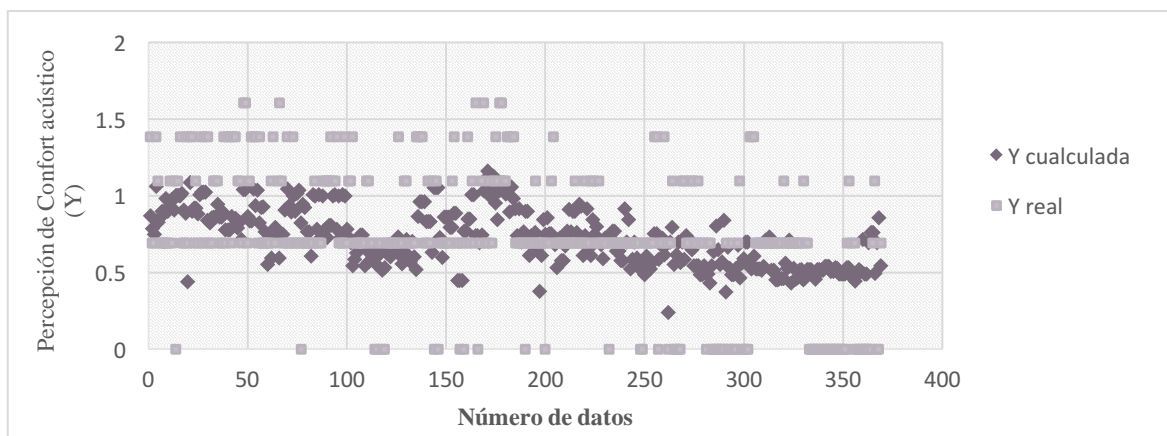


Figura 6.5 Modelo 5: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales.

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Elección del modelo explicativo

Al comparar el porcentaje de casos explicados para cada modelo se determina por una parte que el modelo que se ajusta a las necesidades del experimento; ya que en análisis para ciencias sociales es necesario que el modelo explique como mínimo el 60% de los casos. De acuerdo a lo anterior, el modelo 1.2 cumple con los requerimientos mínimos por lo cual se determina como el mejor modelo del total evaluado, seguido por el modelo 4 y 4.1 (Tabla 6.7).

Tabla 6.7

Tabla comparativa del porcentaje de casos pronosticados para cada modelo

	Modelo 1.1	Modelo 1.2	Modelo 3	Modelo 4.1	Modelo 4.2	Modelo 5
Porcentaje de casos pronosticados	29%	63%	31%	40%	53%	18%

Fuente: Elaboración propia

En la *Tabla 6.7* se muestra que los modelos 1.2, 4.1 y 4.2 generan los mejores resultados. Cabe mencionar que al realizar una prueba sobre la significancia de las variables sobre los modelos (*Tabla 6.8*), los modelos 1.2, 4.1 y 4.2 mostraron que en ambos casos los parámetros son: L_{Aeq} , L_{A50} , CoG, $L_{Ceq}-L_{Aeq}$. Esta coincidencia, refleja por una parte que la relación es lineal con una ligera curvatura y por otra, la importancia de dichas variables.

Tabla 6.8

Tabla comparativa de hipótesis nula para parámetros de X_i de estadístico calculado y estadístico de tabla para cada modelo evaluado.

Valores de β_i	Valores del modelo Valores en X_i	Estadístico calculado				Estadístico de tabla ¹
		Modelo 1 ²	Modelo 3	Modelo 4 ³	Modelo 5	
β_1	L_{Aeq}	204.36	0.32	86.00	-0.02	1.96
β_2	L_{A10}	-4.98×10^{-14}	-6.89	0.00	0.00	1.96
β_3	L_{A50}	-66.54	-2.53	-23.75	0.00	1.96
β_4	L_{A90}	-6.37×10^{-14}	1.98	0.00	-0.00	1.96
β_5	CoG	303.31	-0.11	-456.19	0.01	1.96
β_6	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	-3.99	-0.12	-13.34	0.86	1.96
β_7	$L_{A10}-L_{A90}$	-2.08×10^{-14}	0.58	0.00	-0.11	1.96

¹ Para una significancia de 0.05 y 369 grados de libertad. ² Los valores de β_i son iguales para los modelos 1.1 y 1.2 c. ³ Los valores de β_i son iguales para los modelos 4.1 y 4.2 c.

Nota: los valores del estadístico calculado para los valores de β_i mayores al estadístico de tabla rechazan la hipótesis nula para esa variable, por lo tanto serán significativos para explicar la respuesta de Y.

Fuente: Elaboración propia

Para este caso los parámetros para la medición energética los parámetros que miden el ruido de fondo presentan mayor importancia que la caracterización ruidos elevados eventuales calculados mediante L_{A10} (*Tabla 6.8*, el estadístico calculado es igual a -4.98×10^{-14}). Los parámetros que miden la composición espectral como CoG y $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ presentan fortaleza al explicar el confort acústico donde CoG posee mayores cualidades explicativas (*Tabla 6.8* estadístico calculado. De -4.98×10^{-14}).

6.2.2.1 Utilización del modelo seleccionado, predicción e interpretación de confort acústico

Se implementó el modelo 1.2, donde a partir de los coeficientes obtenidos, la expresión final es [26] donde C_{Ac} será el confort acústico resultante. De acuerdo a esto, la expresión fue generada en una hoja de Excel que contiene los coeficientes de β para cada X_i , se agregaron los datos de X_i (variables de entrada) correspondientes a un punto de medición y se analizaron los resultados de la percepción de confort acústico para los cuatro casos de estudio, se tomó en consideración para cada uno un punto de medición.

$$\begin{aligned}
 C_{Ac} = & (0.206) + [(0.869) \cdot (L_{eq})] + [(0.0352) \cdot (L_{A10})] + [(-0.134) \cdot (L_{A50})] + \\
 & [(0.045) \cdot (L_{A90})] + [(2.3 \cdot 10^{-7}) \cdot (CoG)] + [(-0.0014) \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})] + \\
 & [(0.015) \cdot (L_{A10} - L_{A90})]
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

Donde C_{Ac} = grado de confort acústico
 L_{Aeq} = nivel de presión sonora en ponderación A
 L_{A10} = nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A
 L_{A50} = nivel de presión sonora percentil 50 en ponderación A
 L_{A90} = nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A
 CoG = centro espectral de gravedad
 $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ = diferencia entre nivel de presión sonora en ponderación C y nivel de presión sonora en ponderación A
 $L_{A10} - L_{A90}$ = diferencia entre nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A y nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A

Las variables de respuesta o valores de C_{Ac} , representan el grado de confort acústico de un espacio y oscilarán entre 1 y 5 donde: 1. *Muy comfortable*, 2. *Comfortable*, 3. *Ni comfortable ni discomfortable*, 4. *Discomfortable*, y 5. *Muy discomfortable*. Cuando los valores sean entre 1 y 3 el espacio presentará buena calidad acústica o *Hi-Fi*, en cambio cuando los valores sean 4 o 5 corresponderá a un espacio con baja calidad acústica o *Low-Fi*.

Tabla 6.9Variables X_i de entrada y valor de salida resultante del modelo para corredores urbanos.

<i>Avenida Azcapotzalco (Aazc)</i>				
L_{Aeq}	72.50	CoG	315	Confort acústico 3
L_{A10}	75.70	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	6.50	
L_{A50}	71.00	$L_{A10}-L_{A90}$	8.90	
L_{A90}	66.80			
<i>Calle Clavería (CCI)</i>				
L_{Aeq}	60.10	CoG	400	Confort acústico 2
L_{A10}	62.00	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	5.40	
L_{A50}	59.00	$L_{A10}-L_{A90}$	5.00	
L_{A90}	57.00			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.10Variables X_i de entrada y valor de salida resultante del modelo para espacios de recreación.

<i>Jardín Hidalgo (JHi)</i>				
L_{Aeq}	66.60	CoG	400	Confort acústico 3
L_{A10}	69.20	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	5.1	
L_{A50}	65.70	$L_{A10}-L_{A90}$	7.9	
L_{A90}	61.30			
<i>Parque de la China (PCh)</i>				
L_{Aeq}	59.40	CoG	630	Confort acústico 2
L_{A10}	62.00	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	3.40	
L_{A50}	58.50	$L_{A10}-L_{A90}$	7.40	
L_{A90}	54.60			

Fuente: Elaboración propia

6.2.3 Modelo de interrelación de variables explicativas.

Los modelos muestran que el parámetro que determinan el ruido de fondo como L_{Aeq} y L_{A50} se mantienen como buenos predictores del confort acústico, sin embargo su estudio deberá ser complementado con análisis del espectro de frecuencias. Debido a esto se realizó un nuevo modelo para conocer la relación y dependencia entre estas variables. La estructura del modelo se basó en la forma que presentó mejor predicción de Y, y se explica por la expresión [25].

$$\begin{aligned}
Y = & \beta_0 + (\beta_1 \cdot L_{eq}) + (\beta_2 \cdot L_{A50}) + (\beta_3 \cdot CoG) + [\beta_4 \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})] + [\beta_5 \cdot (L_{eq} \cdot L_{A50})] \\
& + [\beta_6 \cdot (L_{eq} \cdot CoG)] + \{\beta_7 \cdot [L_{eq} \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} + [\beta_8 \cdot (L_{A50} \cdot CoG)] \\
& + \{\beta_9 \cdot [L_{A50} \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} + \{\beta_{10} [CoG \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} \\
& + [\beta_{11} (L_{eq} \cdot L_{A50} \cdot CoG)] + \{\beta_{12} [L_{eq} \cdot L_{A50} \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} \\
& + \{\beta_{13} [L_{eq} \cdot CoG \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} + \{\beta_{14} [L_{A50} \cdot CoG \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\} \\
& + \{\beta_{15} [L_{eq} \cdot L_{A50} \cdot CoG \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})]\}
\end{aligned}$$

[25]

Donde Y = valores de grado de confort acústico
 L_{Aeq} = nivel de presión sonora en ponderación A
 L_{A10} = nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A
 L_{A50} = nivel de presión sonora percentil 50 en ponderación A
 L_{A90} = nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A
 CoG = centro espectral de gravedad
 $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ = diferencia entre nivel de presión sonora en ponderación C y nivel de presión sonora en ponderación A
 $L_{A10} - L_{A90}$ = diferencia entre nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A y nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A
 β_i = valor de coeficiente de intersección calculado para cada valor de X.

El modelo explica el 44% de las muestras obtenidas (*Figura 6.6*), la Tabla 6.11 muestra que la interacción de los parámetros es significativa, ya que en casi todos los casos, el estadístico calculado es mayor al estadístico de tabla (1.96) (recuadros en gris), esto sucede con excepción de β_4 correspondiente al rango dinámico de $L_{Ceq} - L_{Aeq}$.

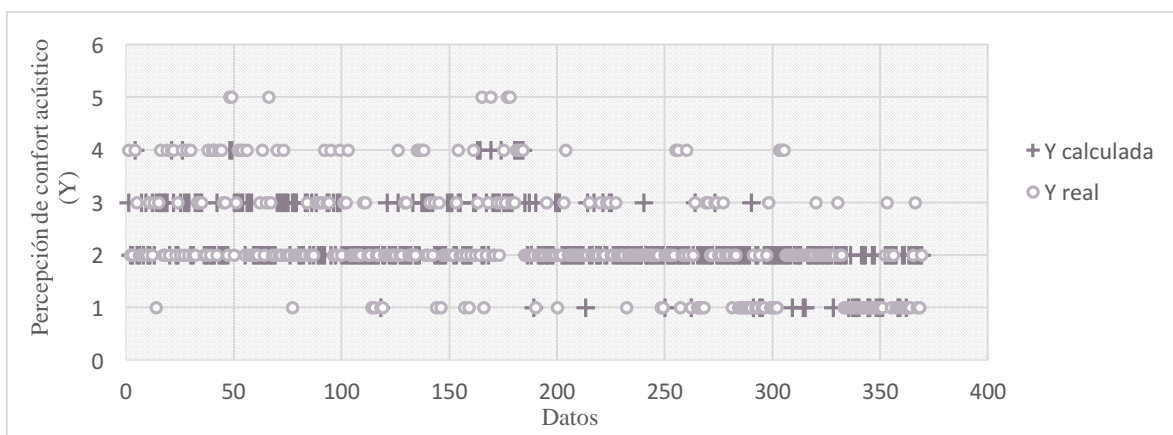


Figura 6.6 Modelo 6: comparación entre los valores de Y calculados y los valores de Y reales del modelo 6.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.11
Valores del coeficiente β para el Modelo 6.

Valores del modelo		Valores calculados		
Valores de β_i	Valores en X_i	Coefficiente de β_i	Estadístico calculado (Ec)	Estadístico de tabla ¹
β_0		54.1201		
β_1	L_{Aeq}	-0.9241	-4.83	1.96
β_2	L_{A50}	-0.8194	-4.04	1.96
β_3	CoG	-0.0916	-70.98	1.96
β_4	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	-6.1577	-1.77	1.96
β_5	$(L_{Aeq})(L_{A50})$	0.0145	343.60	1.96
β_6	$(L_{Aeq})(CoG)$	0.0016	5097.74	1.96
β_7	$(L_{Aeq})(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	0.1065	113.23	1.96
β_8	$(L_{A50})(CoG)$	0.0013	4097.37	1.96
β_9	$(L_{A50})(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	0.0869	96.63	1.96
β_{10}	$(CoG)(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	0.0095	94.13	1.96
β_{11}	$(L_{Aeq})(L_{A50})(CoG)$	0.0000	-351988.11	1.96
β_{12}	$(L_{Aeq})(L_{A50})(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	-0.0015	-6877.70	1.96
β_{13}	$(L_{Aeq})(CoG)(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	-0.0001	-5980.24	1.96
β_{14}	$(L_{A50})(CoG)(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	-0.0001	-3869.84	1.96
β_{15}	$(L_{Aeq})(L_{A50})(CoG)(L_{Ceq}-L_{Aeq})$	0.0000	258318.74	1.96

¹ Para una significancia de 0.05 y 369 grados de libertad. Tomado de Tabla A y Tabla C., en Moore, 2000, p.787, p.789
Nota: los valores del estadístico calculado para los valores de β_i mayores al estadístico de tabla rechazan la hipótesis nula para esa variable, por lo tanto serán significativos para explicar la respuesta de Y.

Fuente: Elaboración propia.

La interrelación de los parámetros muestra que una combinación de dos o tres parámetros puede ser más explicativa para sucesos que a simple vista no mantienen una lógica. Las combinaciones significativas en el caso de la evaluación del ruido de fondo y el contenido de frecuencias muestran que (Tabla 6.11): β_6 (Estadístico calculado igual a 5097.74) y β_8 (Estadístico calculado igual a 4097.37) sugieren ser una combinación aceptable para el estudio. En β_7 (Estadístico calculado igual a 113.23), β_{11} (Estadístico calculado igual a -351988.11) y β_{12} (Estadístico calculado igual a -6877.70) se puede observar que aunque el parámetro $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ carece de significancia para el modelo, en comparación con parámetros como CoG, mantiene mayor significancia, al ser combinado con L_{Aeq} .

6.3 MODELO DETERMINADO A PARTIR DE PROGRAMACIÓN GENÉTICA

Debido a los bajos y poco explicativos valores de la la bondad del ajuste para modelos lineales y no lineales, y en busca de un mejor predictor, se optó por la implementación de Inteligencia artificial para la generación de un modelo explicativo más complejo en estructura en forma de red.

La estructura del modelo se muestra en la Figura 6.7, es un árbol que integra en su tronco las variables de entrada y coeficientes calculados por el programa, posteriormente combinando esta información por medio de ecuaciones (que pueden encontrarse en el anexo VII) se genera una respuesta o dato de salida, que con valores entre 1 y 5 donde: 1. *Muy comfortable*, 2. *Comfortable*, 3. *Ni comfortable ni disconfortable*, 4. *Disconfortable*, y 5. *Muy disconfortable*.

De acuerdo al modelo generado, que puede observarse en la figura 6.8, se infiere lo siguiente:

El modelo ofrece una bondad de ajuste (R^2) de 0.59, por lo tanto, explica el 59% de la muestra real y no llega al valor mínimo para este tipo de estudios (R^2 de al menos 0.60). De acuerdo a las variables explicativas se encontró que para el espectro de frecuencias el parámetro CoG fue significativo, de acuerdo al contenido energético los parámetros L_{Aeq} y L_{A90} son utilizados, en este caso la determinación figura-fondo ($L_{A10}-L_{A90}$) vuelve a ser significativa.

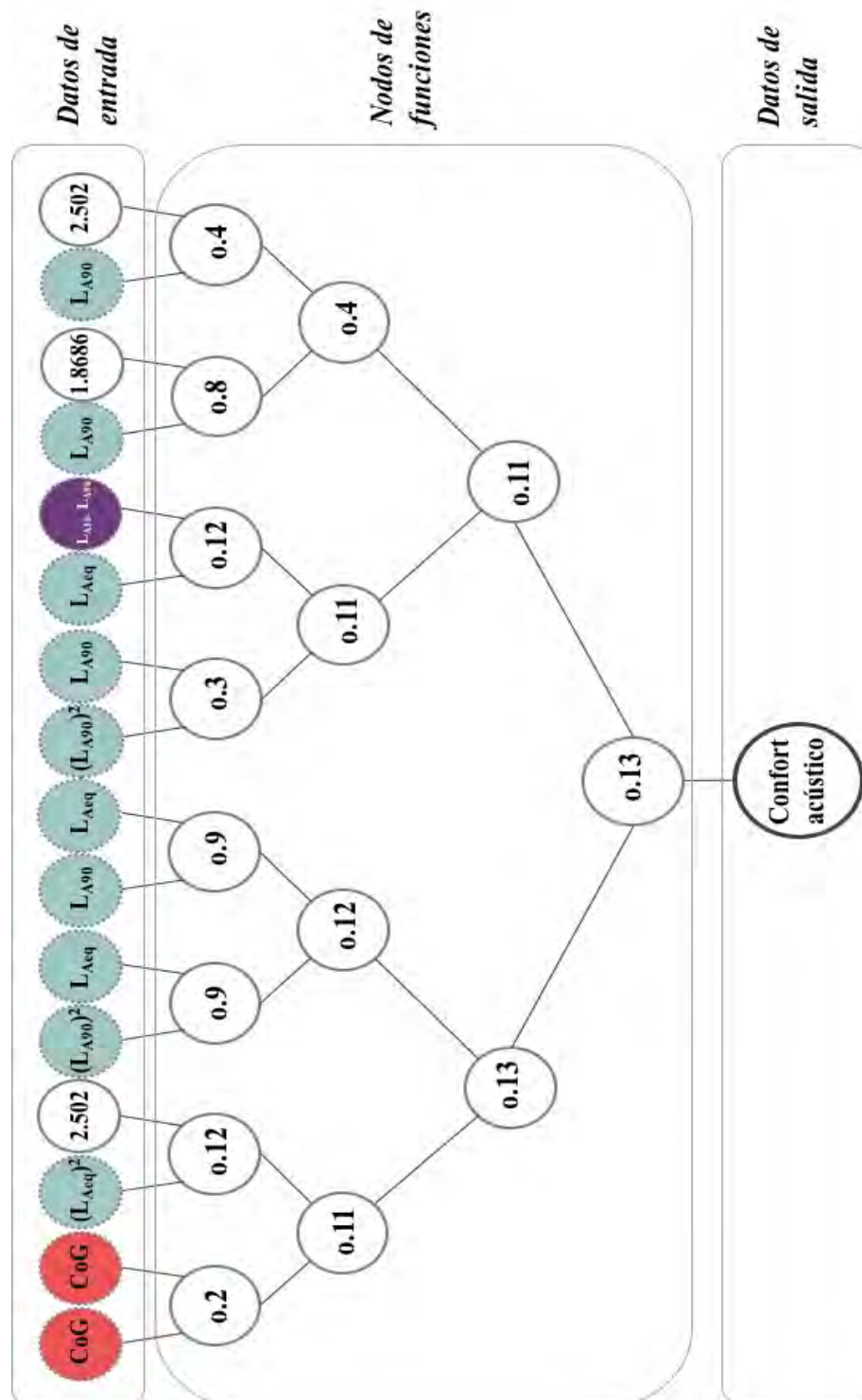


Figura 6.7 Modelo de confort acústico generado a partir de programación genética. Los círculos en colores corresponden a los parámetros acústicos con respecto a: a) su contenido energético (color azul), b) el contenido espectral (color rosa), y c) la relación figura-fondo (color morado). Los nodos de funciones corresponden a las funciones de la tabla IX. Fuente: elaborado con ayuda de Román A. Mora G.

6.4 RANGO DE VALORES PARA VARIABLES SIGNIFICATIVAS

6.4.1 Parámetros energéticos

Con relación a los parámetros energéticos, el parámetro L_{Aeq} muestra una relación positiva con el confort acústico, ya que cuando el nivel sonoro aumenta el confort disminuye y se generan juicios como *disconfortable* o *muy disconfortable*. Este efecto se muestra claramente en la Figura 6.8 de la cual se puede concluir lo siguiente:

Cuando se considera el ambiente sonoro como ‘*Muy comfortable*’ el rango de valores para L_{Aeq} oscila entre 54 y 70 dBA, por lo tanto difícilmente acontecerá cuando L_{Aeq} sobrepase los 70 dBA. Para el ítem ‘*Comfortable*’, se observa un rango amplio, L_{Aeq} puede tomar cualquier valor entre 52 y 84 dBA, por lo tanto, podría definirse como poco explicativo. Un juicio neutro ‘*Ni comfortable ni disconfortable*’ presenta un rango entre los 55 y los 80 dBA por lo tanto, es poco probable tener un juicio neutro cuando L_{Aeq} sobrepase los 80 dB.

Por otra parte los juicios negativos como *disconfortable*, presentan dispersión amplia, pocas personas percibirán *disconfort* con niveles de L_{Aeq} mayores de 84 dBA. El juicio *muy disconfortable* es poco probable ocurra cuando L_{Aeq} es menor a 57 dBA y se presentará difícilmente cuando sea mayor de 75 dBA.

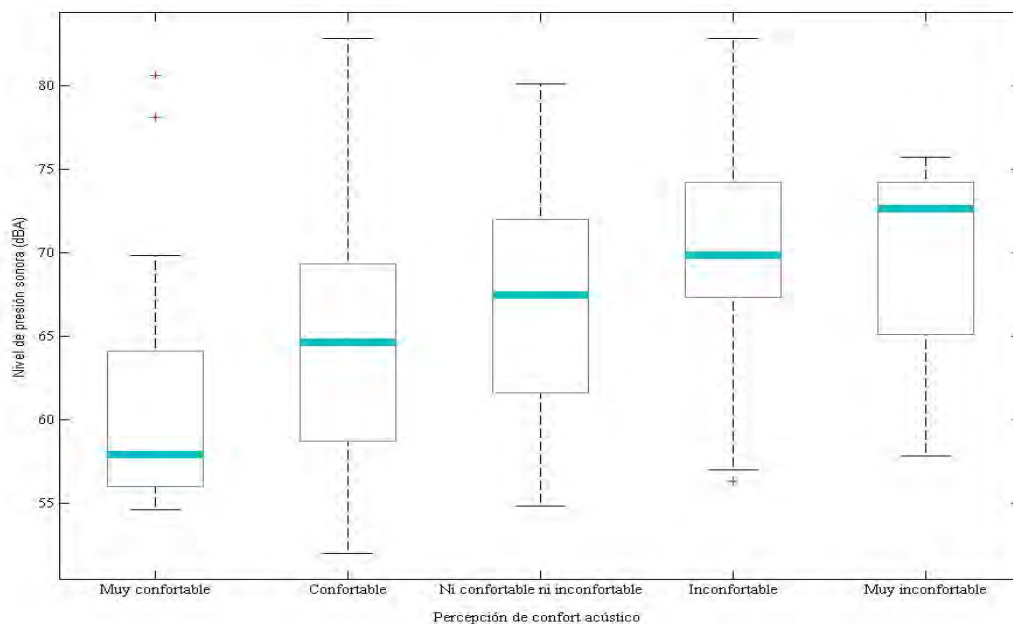


Figura 6.8 Rango de valores del parámetro L_{Aeq} para juicios de percepción de confort. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos observados en la Figura 6.8 se concluye; además, que el juicio *muy comfortable* es el que presenta mayor estabilidad en el rango de datos. Juicios como *comfortable* y *ni comfortable ni muy discomfortable* son muy similares entre si ya sea por el valor de su mediana o el rango de datos, lo mismo sucede con los juicios *discomfortable* y *muy discomfortable*. Por lo tanto podría establecerse una nueva clasificación con tres ítems *Comfortable*(*Muy comfortable*), *Neutro* (a partir de *comfortable* y *ni comfortable ni muy discomfortable*) y *discomfortable* (*discomfortable* y *muy discomfortable*). De los cuales se puede concluir lo siguiente:

- *Comfortable*, es probable que este juicio ocurra cuando L_{Aeq} sea menor a 70 dBA.
- *Neutro*, al menos el 75 % de los juicios serán neutros cuando L_{Aeq} sea de entre 55 y 70 dBA.
- *Discomfortable*, al menos el 75 % de los juicios serán *discomfortables* o negativos cuando L_{Aeq} tenga un valor de entre 55 y 75 dBA.

El ruido de fondo representado por el parámetro L_{A50} y expuesto en la Figura 6.9 muestra características similares a L_{Aeq} ; cuando el nivel sonoro aumenta el confort disminuye. Además el juicio *muy comfortable* presenta mayor estabilidad en el rango de datos y juicios neutros: como *comfortable* y *ni comfortable ni muy discomfortable*, y negativos o *Discomfortable*; *discomfortable* y *muy discomfortable*, continúan manteniendo características similares. De acuerdo a esta reclasificación puede concluirse lo siguiente:

- *Comfortable*, es probable que este juicio ocurra cuando L_{A50} sea menor a 68 dBA.
- *Neutro*, es poco probable que este juicio ocurra cuando L_{A50} sea mayor a 79 dBA y al menos el 75 % de los juicios serán neutros cuando el valor de L_{A50} sea de entre 54 y 66 dBA.
- *Discomfortable*, los valores abarcan un rango amplio que oscilan entre 53 y 84 dBA, el juicio *discomfortable* podría aparecer cuando sucedan cualquiera de estos valores.

De acuerdo a esto, el juicio *Confortable* presenta fortaleza en los datos (igual que con el parámetro L_{Aeq}), para este caso, los juicios *Neutro* y *Disconfortable* son muy amplios, las relaciones son muy cercanas por lo cual los datos que proporcionan aportan poco al estudio.

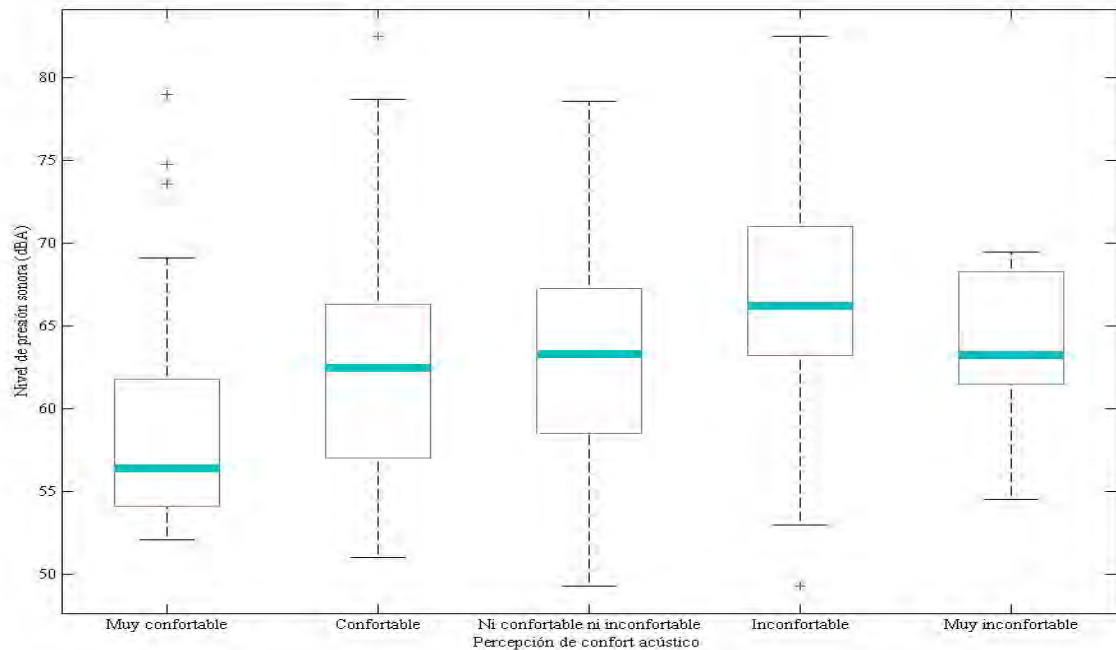


Figura 6.9 Rango de confort acústico para el parámetro L_{A50} . Fuente: Elaboración propia

6.4.2 Parámetros de espectro de frecuencia

Los parámetros significativos que indican el contenido fundamental del espectro de frecuencias son $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ y CoG . La distribución de los valores de $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ con respecto a la percepción de confort acústico son muy dispersos, este efecto se muestra en la Figura 6.10. A partir de ahí se concluye lo siguiente:

El rango de valores es similar para juicios como: *Muy confortable*, *confortable* y *ni confortable ni disconfortable*. Por ejemplo, el valor máximo en los tres casos es de 19 dB, para el caso de *confortable* y *ni confortable ni disconfortable* el valor mínimo es de 1 dB y para *muy confortable* de 1.5 dB. Por consiguiente los tres ítems pudiesen incluirse en una nueva clasificación como *confortable*, de la cual se afirmaría que este suceso puede presentarse cuando el rango dinámico tenga un valor de entre 1 y 19 dB.

Al considerar los juicios negativos *disconfortable* y *muy disconfortable* puede decirse que es poco probable que ocurra cuando el rango dinámico de $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ sea mayor a 5 dB y menor a 1.7 dB este ítem presenta mayor fortaleza en este caso por su poca dispersión. Por consiguiente puede expresarse que cuando el rango dinámico de $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ se encuentre entre 1 y 20 dB es probable que el juicio sea positivo o en *confort*. Sin embargo, existe la posibilidad de que cuando el rango oscile entre 1.7 y 5 dB se presente *disconfort*, este rango puede ser ampliado hasta 12 dB; pero esto dependerá de otros factores como L_{Aeq} .

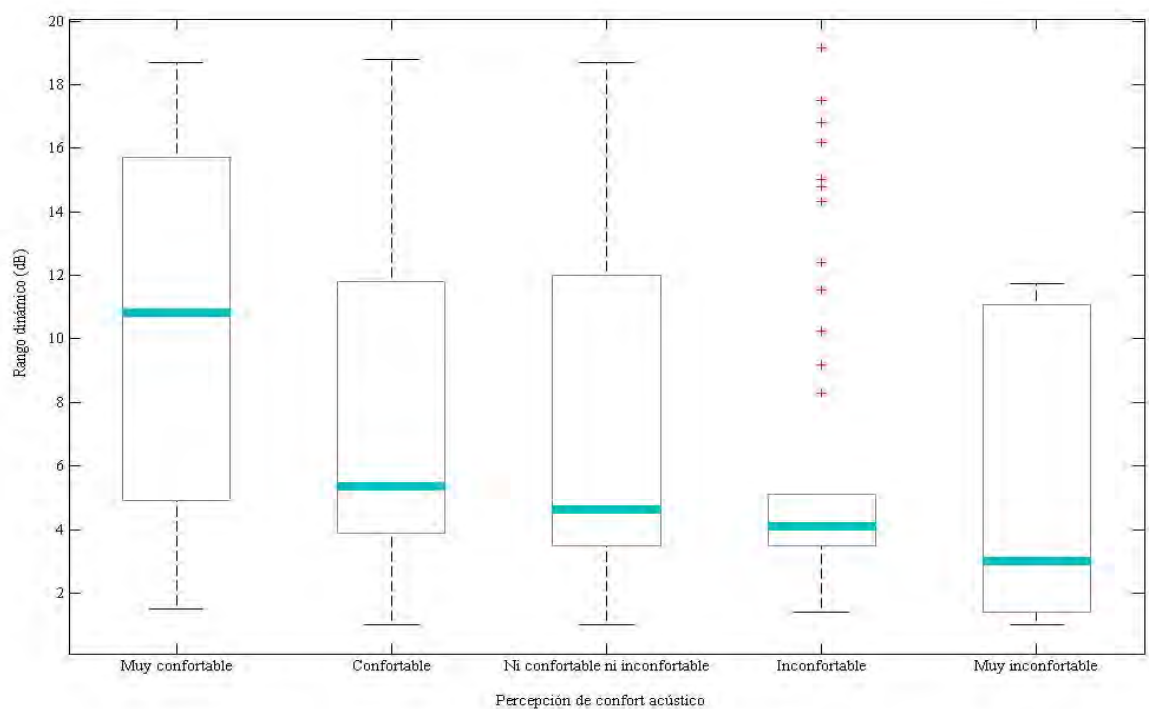


Figura 6.10 Rango de confort acústico para el parámetro $L_{Ceq} - L_{Aeq}$. Fuente: Elaboración propia

Para el parámetro CoG, ocurre nuevamente que los datos pueden ser agrupados, por ejemplo el ítem *muy confortable* tiene un rango y definido que va de los 80 a los 800 Hz, sin embargo, *confortable*, *ni confortable ni disconfortable* y *disconfortable* presentan los mismos valores; en valor mínimo y mediana, los ítems *confortable*, *ni confortable ni disconfortable* incluso son idénticos en el valor máximo, esto puede observarse en la Figura 6.11 de la cual se puede concluir lo siguiente:

El ítem *muy comfortable* ocurrirá cuando los valores de CoG se encuentren dentro del rango de frecuencias de 80 a 800 Hz, y será poco probable que ocurra cuando el valor supere 800 Hz. Cuando el juicio sea *neutro* (*comfortable- ni comfortable ni disconfortable*) será poco probable que ocurra con frecuencias mayores a 1200 Hz.

El juicio negativo o *muy disconfortable*, ocurre entre los 200 y los 2000 Hz, difícilmente sucederá para frecuencias bajas, inferiores a 200 Hz y en el 50% de los casos es probable que se presente cuando la frecuencia se encuentre entre los 1000 y los 2000 Hz (incluso hasta 4000 Hz debido a la sensibilidad del oído a esta banda de frecuencias). Por consiguiente puede expresarse que un contenido de frecuencias no molesto oscilará entre los 80 y los 1200 Hz, y es probable que valores mayores a 1200 Hz generen molestia o *disconfort*.

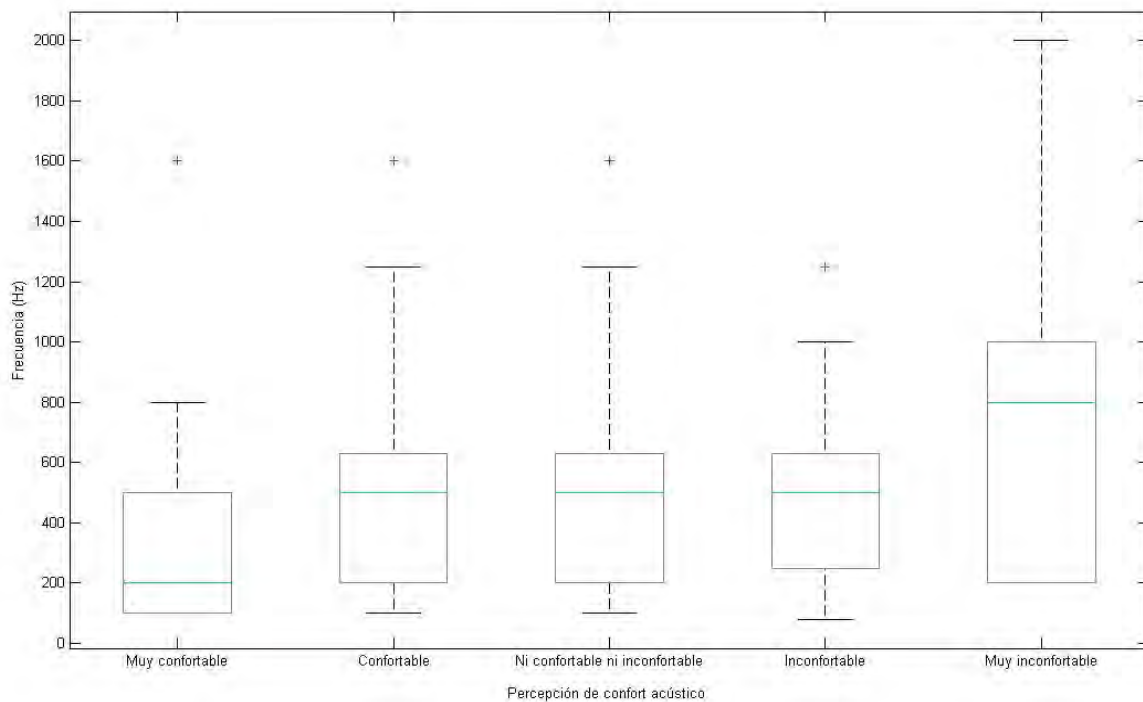


Figura 6.11 Rango de confort acústico para el parámetro CoG. Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se discute cuál es el impacto individual y conjunto de los factores acústicos en la percepción de confort acústico de los individuos en espacios públicos abiertos, a partir de los resultados obtenidos de un modelo explicativo generado, que incluye variables acústicas que evalúan aspectos del ambiente sonoro como: el contenido energético, el contenido espectral de frecuencias y la relación figura-fondo. Las variables y su relación con el confort acústico fueron estudiadas de manera individual, así como sus interrelaciones, de lo anterior se extraen conclusiones del modelo y sus posibles usos que serán explicadas más adelante.

El objetivo es generar conocimiento del confort acústico urbano dentro del área de la Arquitectura Bioclimática para determinar las condiciones de bienestar del espacio urbano en la Ciudad de México. Se exponen conclusiones sobre la influencia e importancia de los parámetros acústicos en la determinación de la percepción del confort acústico urbano y su posible acción en el diseño urbano. Es pertinente mencionar, que existen pocos estudios de este tipo, y este es el único realizado en la Ciudad de México y en el país, es así que se plantean recomendaciones y comparaciones de situaciones adecuadas al contexto; conjuntamente se plantean futuras líneas de investigación derivadas de vacíos del conocimiento observados.

7.1 RELACIÓN INDIVIDUAL DE LA LA VALORACIÓN DEL CONFORT ACÚSTICO A TRAVÉS DE PARÁMETROS ACÚSTICOS SIGNIFICATIVOS

Una de las hipótesis de esta investigación fue que *‘el confort acústico en espacios urbanos no puede describirse únicamente mediante L_{eq} sino que influye en él: el contenido espectral y la relación figura-fondo del ambiente sonoro’*; es así que se planteó la búsqueda de los parámetros acústicos que pueden ser relacionados eficientemente con evaluaciones de confort acústico en espacios urbanos, de lo cual se concluyó lo siguiente:

En los modelos explicativos, las pruebas de significancia de los parámetros mostraron que los parámetros sustanciales en el estudio del confort fueron: L_{Aeq} y L_{A50} como descriptores energético y $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ y CoG como descriptores del contenido del espectro de frecuencias.

En relación a los descriptores energéticos L_{Aeq} y L_{A50} , éstos continúan manteniendo su vigencia al ser uno de los que presenta mayor significatividad y relación en este estudio como en otros, esta influencia como ha señalado Kang (2004) o Maristany (2014) cuando su límite de referencia corresponda entre los 60 y 70 dBA, a mayor nivel sonoro el deterioro en la salud y la molestia es inminente. Nilsson afirma en diversas investigaciones (2007 p. 206) (2007, p. 4) como la presentada para la Tabla 7.1, que L_{A50} es un mejor parámetro que L_{Aeq} para la descripción de la calidad acústica. En este caso el ponderado A nivel de presión sonora es un indicador útil de la sonoridad a corto plazo y molestia de los del tráfico rodado (Nilsson, 2007).

De acuerdo al rango de datos por percepción para estos parámetros; se concluye además, que un espacio que presente un nivel sonoro ya sea L_{Aeq} o L_{A50} , de hasta 70 dBA será considerado adecuado para su uso, si presenta niveles mayores, éstos deberán ser reducidos.

Tabla 7.1

Modelos de regresión de influencia de variables acústicas e identificación de fuentes sonoras en la calidad del paisaje sonoro percibido

Model	Model fit (R^2)	F-change	Independent variables	Coefficient	Standardized coefficient	p-value
1	0.30	468.5***	L_{A50}	-0.09	-0.55	<.001
2	0.31	17.4***	L_{A50} $L_{Ceq}-L_{Aeq}$	-0.09 -0.04	-0.53 -0.11	<.001 <.001
3	0.45	147.3***	L_{A50} $L_{Ceq}-L_{Aeq}$ Nature sounds Technological sounds	-0.05 -0.00 0.19 -0.40	-0.29 -0.01 0.17 -0.40	<.001 .71 <.001 <.001

***p <.001

Fuente: Nilsson, Botteldooren y De Coensel, 2007, p. 04

En el estudio del contenido de frecuencias del ambiente sonoro, se observó de los parámetros CoG y el rango dinámico de L_{Ceq} - L_{Aeq} son buenos predictores. Otros estudios como el de Maristany (2014), Nilsson (2007a) o Botteldooren y De Coensel (2007), están de acuerdo con esto y sugieren a L_{Ceq} - L_{Aeq} como un mejor parámetro ya que considera mejor la influencia de las bajas frecuencias, usualmente adjudicadas al tráfico vehicular.

Los parámetros derivados del análisis de la frecuencia espectral estarán directamente relacionado con los parámetros energéticos, por lo cual podría afirmarse que a un mismo nivel sonoro:

- Para el rango dinámico de L_{Ceq} - L_{Aeq} , cuando el valor del rango dinámico disminuye, el confort disminuye, es decir se vuelve *disconfortable*.
- Para el parámetro CoG la presencia de frecuencia bajas (80 -125 Hz) y medias (256-2000 Hz); de 256 – hasta 1200 Hz, serán consideradas favorables, frecuencias mayores a 1250 Hz deberán ser controladas y reducidas.

Estos rangos resultan coherentes al compararlos con la sensibilidad del oído, que puede observarse en las curvas isofónicas presentadas en el capítulo III (Figura 3.11, p. 46), se observa que se presenta mayor sensibilidad entre los 2000 y los 5000 Hz, y frecuencias menores resultaron agradables o neutras ya que ese rango es adjudicado a los primeros armónicos de la voz humana (Figura 3.10, p.45).

Finalmente, un descriptor recurrente en la investigación realizada es el rango dinámico entre L_{A10} - L_{A90} , que para este caso no resulto significativo, probablemente porque los valores del parámetro fueron bajos usualmente debajo de 10 dBA y Shiffman considera que *mientras mayor sea el el grado de cambio de estímulo aplicado, mejor se perciben las cualidades de la forma* (p.320), y en este caso por ejemplo la figura tendría que ser mayor a 10 dBA para que exista una inteligibilidad suficiente para la comunicación (Instituto Nacional de seguridad e higiene para el trabajo, p. 28).

Es importante resaltar, que al eliminar esta variable el modelo disminuía su capacidad explicativa, es así que aunque no sea primordial como los parámetros antes expuestos, es necesaria su inclusión en el estudio del confort acústico. El parámetro es difícil de clasificar

(Maristany, 2014) ya que depende de características no evaluadas en esta investigación como la presencia de fuentes sonoras, su procedencia, su permanencia en el ambiente sonoro, la distancia entre el emisor y el receptor, entre otras.

Con respecto a la interrelaciones entre variables significativas, se observa que: son necesarias y ofrecen mayor solidez explicativa que interviniendo únicamente un parámetro. Es así que, la evaluación del ruido de fondo y el contenido de frecuencias puede ser evaluado desde dos combinaciones:

- a) El parámetro L_{Aeq} , presenta una mejor relación explicativa cuando es acompañado del parámetro CoG (Valor de Estadístico calculado de 5097.74 para β_6).
- b) El parámetro L_{A50} presenta mayores cualidades explicativas si es analizado a la par el parámetro CoG.
- c) Ambas consideraciones presentarán mayor fortaleza si son acompañadas por el parámetro $L_{Ceq}-L_{Aeq}$.

7.2 CONCLUSIONES SOBRE LA PERCEPCIÓN DE CONFORT ACÚSTICO EN ESPACIO EXTERIORES

Considerando la baja relación de indicadores que se encontró puede relacionarse a que las personas muestran mayor tolerancia al confort acústico (Yang y Kang, 2005) ya que por ejemplo hubo un mayor número de respuestas de la percepción de confort para el factor 2 (*confortable*) y pocas para el factor 5 (*Muy discomfortable*); además, es pertinente mencionar que el caso Mexicano es peculiar con respecto a otros estudios, y eso puede deberse a diversos factores como: el factor cultural y el estilo de vida.

El factor cultural, Yang y Kang (2005) consideran que en países cálidos se presenta mayor tolerancia porque al tener menor necesidad de protección térmica en las construcciones el aislamiento acústico disminuye, por ejemplo es necesario abrir la ventana para ventilar lo que hace que los sonidos procedentes del exterior sean percibidos y a conforme pasa el tiempo la costumbre de escucharlos hace que la población sea más tolerante.

El estilo de vida y las diferencias culturales es otro factor y puede notarse en la evaluación de los espacios recreativos, mientras en JHi se consideró un espacio en *confort* (2) aún con elevados niveles sonoros y alta fluctuación de las fuentes sonoras así como gran presencia de transporte público, en PCh aunque su calificación fue mejor (1.5, *muy confortable* y *confortable*) y considerando que las condiciones de acuerdo al nivel sonoro y los demás factores representativos, las respuestas mostraron mayor sensibilidad a la molestia.

Es notable además, la falta de marcas sonoras en los espacios o la poca atención que los usuarios tienen a los sonidos, ya que un gran agrado por las fuentes naturales no fue reflejada en la relación que existe con la percepción de confort acústico que parece enfocarse en los aspectos negativos del ambiente.

Finalmente, otro posible factor de la discrepancia de los factores sea la del diferencial semántico en el caso de Nilsson, De Coensel y Botteldooren (2007) la pregunta es con referencia a la calidad del ambiente sonoro y en este caso es al confort acústico percibido. En el estudio de Yang y Kang (2005) hace referencia al confort acústico percibido y es así que presenta mayor relación con los datos obtenidos.

7.3 PROPUESTA: MODELO EXPLICATIVO DE PERCEPCIÓN DE CONFORT ACÚSTICO EN ESPACIO EXTERIORES

Al inicio de la investigación se planteó como hipótesis que *para el estudio del confort acústico es necesario considerar la dependencia de los parámetros de calidad acústica y no las magnitudes por separado*, es así que los modelos explicativos se proyectaron como una solución a dicho planteamiento de lo cual se puede concluir lo siguiente:

El confort acústico no depende únicamente de los factores acústicos pero si tienen influencia en esta percepción, al enfocarnos a la parte que se le adjudica al ambiente sonoro se pueden observar descriptores que interactúan para establecer un carácter sonoro al espacio urbano (Maristany, 2007), cada uno influye de diferente manera y la relación que tiene con otros parámetros será importante.

Al analizar los resultados se planteó un modelo explicativo en el que se explica el comportamiento de la percepción de confort acústico con base en las características acústicas del ambiente sonoro. El objetivo es que los diseñadores se generen una idea de las condiciones de confort de un ambiente urbano debido a sus condiciones acústicas. Se presenta la ecuación propuesta [20] y se modifica a partir de los coeficientes obtenidos, la expresión final será [25].

$$\begin{aligned}
 CAc = & (0.206) + [(0.869) \cdot (L_{eq})] + [(0.0352) \cdot (L_{A10})] + [(-0.134) \cdot (L_{A50})] + \\
 & [(0.045) \cdot (L_{A90})] + [(2.3 \cdot 10^{-7}) \cdot (CoG)] + [(-0.0014) \cdot (L_{Ceq} - L_{Aeq})] + \\
 & [(0.015) \cdot (L_{A10} - L_{A90})]
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

Donde CAc = grado de confort acústico
 L_{Aeq} = nivel de presión sonora en ponderación A
 L_{A10} = nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A
 L_{A50} = nivel de presión sonora percentil 50 en ponderación A
 L_{A90} = nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A
 CoG = centro espectral de gravedad
 $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ = diferencia entre nivel de presión sonora en ponderación C y nivel de presión sonora en ponderación A
 $L_{A10} - L_{A90}$ = diferencia entre nivel de presión sonora percentil 10 en ponderación A y nivel de presión sonora percentil 90 en ponderación A

Los datos de entrada de la expresión [26] dependerán de la medición de un punto, se recomienda tenga una duración de entre 5 y 10 min., y los parámetros derivados de dicha medición serán integrados en la ecuación. El resultado será un valor entre 1 y 5 donde:

- 1, corresponde a la percepción *muy comfortable*
- 2, corresponde a la percepción *comfortable*
- 3, corresponde a la percepción *ni comfortable ni discomfortable*
- 4, corresponde a la percepción *discomfortable*
- 5, corresponde a la percepción *muy discomfortable*.

El modelo evalúa la calidad de un punto de medición en un espacio abierto, a través de la valoración subjetiva del confort acústico de los usuarios, de acuerdo a las condiciones acústicas que presente, así como evaluar la respuesta que se producirá al cambiar cualquiera de estas

variables¹; además, estos resultados pueden ser implementados en mapas de sensación como el de la Figura 7.1 que reflejen el confort acústico real de los espacios urbanos.

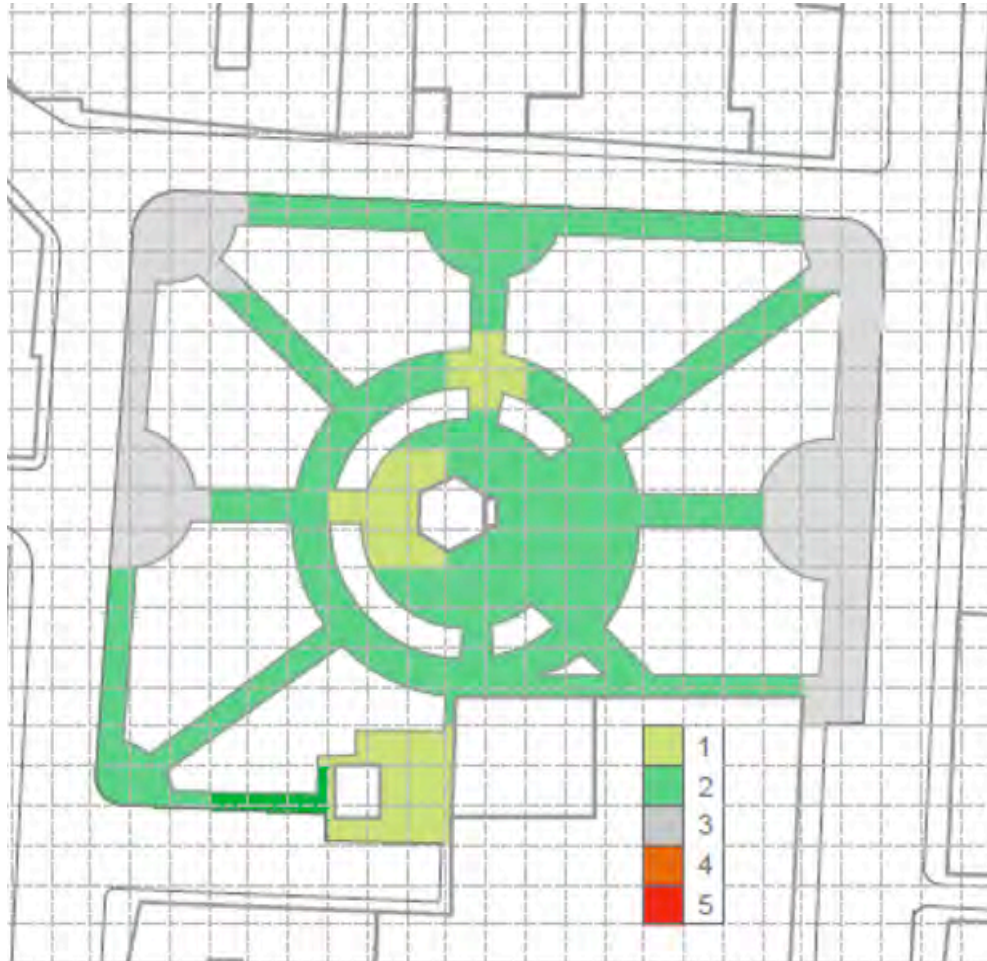


Figura 7.1 Mapa de evaluación de confort acústico para el Jardín Hidalgo (sitio 3). Fuente: Elaboración propia

7.3.1 Conclusiones de modelos explicativos de la percepción de confort acústico en espacios exteriores.

En la aplicación del modelo explicativo, de acuerdo a los casos analizados y tomando en cuenta la capacidad explicativa de cada modelo, puede observarse que los valores calculados muestran una relación explicativa débil, en la que únicamente el modelo 1.2 cubre con los valores mínimos para este tipo de estudios con una bondad del ajuste (R^2) del 0.63 (explica el 63% de las muestras

¹ Las variables que presentarán mayores cambios son las variables significativas antes expuestas

reales), esto no se aleja de otros estudios como el de Nilsson, Botteldooren y De Coensel (2007) quienes a partir de un modelo que contiene cuatro variables X_i (L_{A50} , L_{Ceq} - L_{Aeq} , sonidos naturales y sonidos tecnológicos) obtienen coeficientes R^2 de entre 0.30 y 0.45 (únicamente explican el 30% y 45% de la muestra real) (Tabla 7.1).

Los bajos coeficientes explicativos de acuerdo a Nilsson, Botteldooren y De Coensel (2007) y Brocolini (2010) se deben por una parte a que la evaluación subjetiva de percepción de confort en general no se encuentra basada únicamente en la presencia del sonido sino que intervienen además factores como el confort visual, el confort térmico, la aceptabilidad del entorno, además de factores que califican el espacio como la seguridad, la accesibilidad, vida social, entre otros (Tse, M. S., et al, 2012, p. 2769)(Semidor, et al, 2007, p. 15-18). Otro factor que pudo influir es la inclusión de pocos parámetros que puedan usarse en su descripción ya que se considera que entre mayor sea el número de parámetros explicativos la bondad del ajuste presentará mayor fortaleza como pasa en el caso del modelo 1.2 en el que al analizarse 7 variables aumenta el coeficiente explicativo con relación al modelo de Nilsson, Botteldooren y De Coensel (2007) que presenta únicamente cuatro parámetros.

Finalmente, otro inconveniente encontrado es que existe desigualdad en el número de variables para la variable dependiente, el confort acústico, que tiene cinco opciones de valoración pero no el mismo número de respuestas para cada opción, por ejemplo para la respuesta 2 (*confortable*) existen 196 respuestas y para la valoración 5 existen 6 respuestas lo cual debilita al modelo.

Mejores cualidades explicativas, pueden ser obtenidas por un lado agregando variables de estudio significativas o mediante métodos con razonamientos menos lineales como la lógica difusa que se basa en la semejanza que tiene con el razonamiento humano, tendiendo a obtener resultados no necesariamente exactos sino más bien perfectibles (Maristany, 2014 y De Coensel, Dick Botteldooren, Debacq, Nilsson & Berglund, 2008).

7.4 RECOMENDACIONES

De acuerdo al estudio de la percepción del confort acústico es necesario disminuir los alcances de estudio y evaluar individualmente los parámetros analizados para tener mejores condiciones explicativas de cada uno, especialmente la relación figura- fondo ($L_{A10}-L_{A90}$); en ese caso se sugiere la utilización un término diferente que explique la sensación individual de cada parámetro, por ejemplo para el nivel sonoro puede considerarse la *fuerza* o la intensidad del *volumen* y no el conjunto, que en este caso es la percepción de confort.

Continuando con el carácter semántico y para proveer una mejor comparación con otros estudios, sería recomendable evaluar la *calidad acústica*, no sin antes evaluar si el término es comprendido.

En la medición y toma de datos, pueden explicarse mejor las condiciones promedio de cada espacio o zona del espacio urbano y asociándolo a las encuestas levantadas a dicha zona, ya que el ambiente sonoro suele tener pocas variaciones por sectores, además de que disminuiría la cantidad de muestras y el estudio podría reducirse en tiempo. Es preferente realizar una caracterización previa para detectar estas condiciones.

7.5 INVESTIGACIONES FUTURAS

Es necesaria la inclusión de otros factores en la evaluación del confort o la calidad del ambiente sonoro, como la sonoridad (N), la nitidez (S) o el rango dinámico de la diferencia entre L_{Deq} y L_{Aeq} , que pueden aportar mejores condiciones explicativas a los términos. Por otra parte, de acuerdo a lo observado, la caracterización del carácter sonoro de acuerdo a la preferencia de diversas tipologías de espacios puede ser posible, será prudente la búsqueda de espacios con mayores cualidades sonoras paisajísticas como barrios tradicionales o espacios únicos para su preservación.

Finalmente, las consideraciones y resultados de esta investigación, incluidas el modelo de evaluación [26] están referidas al caso de la delegación Azcapotzalco, de acuerdo a sus condiciones sociales, económicas y culturales. Si quisiera considerarse como válidas estas aseveraciones para la ciudad de México, sería necesario la implementación de un nuevo estudio con una muestra mayor, que incluyese el análisis de un mayor número de espacios en diferentes delegaciones de la Ciudad.

En el caso de encontrar resultados más favorables, un estudio de este tipo sería factible de implementación en modelos de predicción complejos como los análisis de lógica difusa. O, modelos que mediante la integración de las cualidades urbano-arquitectónicas pudiesen predecir la calidad acústica de un espacio y finalmente las condiciones de confort acústico que éste presente.

GLOSARIO

Amplitud, grado de desplazamiento de las partículas vibratorias en cualquier dirección a partir de la posición de reposo (Schiffman, 2010).

Apreciación subjetiva, capacidad de comprender el ambiente en base a la experiencia propia del individuo.

Ambiente sonoro, se considera a la totalidad de sonidos presentes en el espacio urbano que han sido modificados por las condiciones físicas y climáticas.

Banda de octava, se refiere al intervalo de frecuencias contenido en entre una determinada y otra igual al doble que la anterior. También se determina como el intervalo de frecuencia entre dos sonidos cuya relación de frecuencia es dos. Las más usuales son: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz.

Biaural, percepción de ambos oídos.

Confort, aquello que produce bienestar.

Ciclo, el transcurso de dos picos o senos sucesivos. Y al tiempo referido entre estos se le denomina 'periodo'.

Confort acústico, aquellas condiciones acústicas del entorno que permiten al usuario realizar su tarea con comodidad (Daumal, 2007).

Decibel (dB), unidad de nivel o dimensional que denota la relación diez veces el logaritmo base 10 entre una cantidad de medida y una cantidad de referencia. El decibelio es la décima parte del belio y se utiliza para describir niveles de intensidad, potencia y presión sonora.

dBA or dB(A): nivel sonoro medido en ponderación A, que hace una corrección de los niveles sonoros a la sensibilidad asignada al rango audible de frecuencias del oído humano.

Disconfort, grado de molestia o desagrado.

Espacio público, aquel territorio de la ciudad donde cualquier persona tiene derecho a estar y circular libremente, como un derecho, ya sean espacios abiertos o espacios cerrados (Borja, 2003).

Espectro de frecuencias, la distribución de la energía de una señal en frecuencia.

Espectro del sonido se refiere a la composición de frecuencias y a la posibilidad de que un sonido sea percibido por el oído humano.

Espectro de banda, espectro en el cual se representa el nivel de presión sonora correspondiente a cada una de las bandas en las que se ha subdividido el eje de frecuencia, como las bandas de octavas o en tercios de octava.

Hz (Hertz): La unidad de la frecuencia del sonido en ciclos por segundo.

$L_{Aeq,T}$: El nivel sonoro equivalente en dB que contiene la misma energía acústica como el nivel sonoro fluctuante de un periodo de tiempo dado.

L_{A10} : El nivel sonoro máximo medido en ponderación A que ocurre el 10 % de las ocasiones en un periodo específico de tiempo.

L_{A50} : El nivel sonoro máximo medido en ponderación A que ocurre el 50% de las ocasiones en un periodo específico de tiempo.

L_{A90} : El nivel sonoro máximo medido en ponderación A que ocurre el 90% de las ocasiones en un periodo específico de tiempo.

L_{A95} : El nivel sonoro máximo medido en ponderación A que ocurre el 95% de las ocasiones en un periodo específico de tiempo.

Modelos lineales múltiples, en estadística es un modelo matemático que intenta predecir los valores de una variable dependiente (Y) con respecto de los valores de X e indica como cambia la respuesta de la media μ_y , a medida que la variable explicativa X cambia de valor.

Monoaural, percepción de un oído.

Nivel de ruido de fondo, nivel de presión sonora ponderado A para la valoración ruido residual que es excedido por el 90% de un intervalo de tiempo dado, T ($L_{A90,T}$)

Nivel sonoro continuo equivalente: (nivel sonoro promediado en el tiempo), el nivel de un sonido estable que, en un periodo de tiempo establecido y en una localización determinada tiene la misma energía sonora con ponderación A que el sonido que varía en el tiempo.

Onda Transversal, se lleva a cabo por medio de pulsos que se distribuyen de forma perpendicular a su dirección de propagación.

Onda Longitudinal, se lleva a cabo por medio de compresiones y rarefacciones; de esta forma, los puntos del medio en que se difunden estas ondas vibran en forma paralela a la dirección de propagación, en el caso de un resorte.

Paisaje sonoro, *el ambiente acústico percibido, experimentado y/o comprendido por las personas, esto en su contexto* (ISO, 2014).

Periodo (T), expresa el tiempo de oscilación mínima para que las partículas se sitúen en el mismo estado de vibración, ya sea de presión máxima o mínima.

Prueba de hipótesis, es la negación del objetivo planteado la cual considera que las variables no están relacionadas.

Sonido, es una alteración mecánica (audible o no) que se propaga en forma de movimiento ondulatorio (Stevens & Warshofsky, 1981).

Redes neuronales artificiales: El resultado de varias disciplinas (física, psicología, biología, entre otros), las redes neuronales artificiales son un método de cálculo que se inspira en la estructura de las neuronas biológicas. Son muy útiles en muchos campos (aeroespacial, industria de la bilis automoción, entre otros) y eficiente para tratar los problemas de clasificación, reconocimiento de formas o de aproximación de funciones.

Ruido: Un sonido no deseado.

Ruido ambiental: sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo, y por emplazamientos de actividades industriales”... (Anexo I 96/61/CE,1996)

Sensación auditiva: la experiencia que se experimenta con respuesta a la información recibida a través del oído.

Sonido puro: (una onda senoidal) es aquella que solo posee una frecuencia.

Sonidos compuestos, sonidos que integran diversas frecuencias.

Octava: intervalo de frecuencias perceptible entre dos sonidos, cuyo cociente es igual a dos.

Mapa de ruido: Presentación de datos sobre una situación acústica relevante o pronosticada en función de un indicador sonoro en la que se indicará el rebasamiento de cualquier valor límite pertinente vigilante, el número de personas afectadas en una zona específica o el número de viviendas expuestas a determinados valores de un indicador de ruido en una zona específica.

BIBLIOGRAFÍA

A. LIBROS

- Arau, Higini.** *ABC de la Acústica Arquitectónica*. Barcelona: Ediciones ceac, 1999.
- Bruegmann, Robert.** *The Plan of Chicago*. Chicago: Rohner Printing Company, 1980.
- Gehl, Jan, and Lars Gemzoe** (2002). *Nuevos espacios urbanos*. Barcelona : Editorial Gustavo Gili, SA.,
- Carrión, Antoni.** *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Primer. Barcelona: Edicions UPC, 1988.
- Cooper y C. Francis** (1998) *People Places: Design Guidelines for Urban Open Space*, 2da Edición. JOHN WILEY & SONS, INC. N.Y.
- Cowan, James P.** *Handbook of environmental acoustics*. New York: VAN NOSTRAND REINHOLD, 1994.
- D'Anocona, C.** (2012). *Métodos de encuesta. Teoría, práctica errores y mejora*. Madrid , España: Editorial sintesis.
- Daumal** (2007) *Arquitectura Acústica*, Edicions UPC, Barcelona .
- De Gortari, J.** (2012). *Guía sonora para una ciudad* . México, Distrito Federal, Distrito Federal: UAM- CUAJIMALPA .81
- Everest, F. Alton.** *The master handbook of acoustics*. 3rd. N.Y.: Mc Graw Hill, 1994.
- Forgus, Ronald H.** *El proceso básico en el desarrollo cognositivo*. Traducido por Edgar Galindo. Distrito Feredal: Trillas, 1979.
- Gehl, Jan & Gemzøe, Lars.** *Nuevos espacios urbanos*. Editorial Gustavo Gili; España, 2002.
- Goldstein, E.** *Sensación y percepción*. 8va. Editado por Antonio Nuñez Ramos y Lorena. Peralta Rosales. México: CENGAGE LEARNING, 2011.
- Gujarati, D., & Porter, D.** (2010). *Econometría*. México D.F, México: McGrawHill.
- Hernández-Sampieri, R., C. Fernández, and P. Baptista.** *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill, 2010.
- Harris, Cyril M.** *Manual de medidas acústicas y control de ruido*. D.F., México: Mc Graw Hill , 1997.
- Harting, Heike.**, (2004). “This Tormenting Time of Indecision: Performative Metaphors in Austin Clarke’s *The Origin of Waves*.” *Adjacencies*. Ed. Lianne Moyes, Licia Canton, and Dominic A. Beneventi. Toronto: Guernica Editions, p. 103-127.
- Hartman, W.** *Signal, sound and sensation*. New York: AIP PRESS, 1997.
- Harris, Cyril M.** *Manual de medidas acústicas y control de ruido*. D.F., México: Mc Graw Hill , 1997.
- Lucha, F. D. E.** (1996). *Contra el ruido libro verde de la comisión europea*. BRUSELAS.

- Linger, C. A., & Warwick, D. P.** (1985). *La encuesta por muestreo: teoría y práctica*. (5ta ed.). México, Distrito Federal: C.E.C.S.A.
- Llinares, J., A. Llopis, y J. Sancho.** *Acústica arquitectónica y urbanística*. México: LIMUSA , 2008.
- Nikolopoulou, Marialena et al.** *Designing Open Space in the urban Environment : a Bioclimatic Approach*. Centre for Renewable Energy Sources (C.R.E.S.), 2004.
- Organización de los Naciones Unidas (ONU).** "Declaración de Estocolmo." *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente*. Estocolmo, Suecia.: Organización de los Naciones Unidas (ONU), 1972. 5.
- Olgay, V.** *Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.
- Pana, M.** *Aislamiento térmico y acústico* . Barcelona: Ediciones CEAC, 1983, 21 - 27.
- Perico-Agudelo, D.** (2009). *The Public Space of the City : O espaço público da cidade :*
- R., Josse.** *La acústica en la construcción*. Gustavo Gili, 1975, 20 - 56.
- Rivas N., Manuel.** *Procesos cognitivos y aprendizaje significativo*. Madrid : BOCM, 2008.
- R., J.** (1975). *La acústica en la construcción*. Gustavo Gili.
- Schiffman, Harvey Richard.** *La percepción sensorial*. México, DF.: LIMUSA , 2010.
- Serra, R.** *Arquitectura y climas*. Barcelona : Gustavo Gili, 2004.
- Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P.** (2001). *Metodología de la investigación*. Distrito Federal, México: Mc Graw Hill.
- Semidor, C.** (2006). *Soundscape approach as a tool for urban design: "frecuentation, use and sound environment perception in four cities in Europe: Barcelona, Bristol, Brussel and Genoa"*. European Commission DG Research, Sustainable development, global change y ecosystems integrated project. Barcelona: European Commission DG Research.
- Stevens, S., y F. Warshofsky.** *Sound and hearing*. New York: Time Life Education, 1981.
- Szokolay, Steven V.** *Introduction to architectural science. The basis of sustainable design*. Segunda. Oxford: ELSEVIER, 2008.
- Schafer, R. Murray** (1977) *Our Sonic Environment and The Soundscape the Tuning of the World*. Rochester, Vermont.: Destiny Books.
- Traux. B.,** (1978) "The Handbook for Acoustic Ecology", A.R.C. Publications, Vancouver.
- Tippens, Paul E.** (2011) *Física Conceptos y Aplicaciones*. México: Mc Graw Hill.
- WHO** 1996, *Noise exposure and public health, Netherland*.
- Y. Gerges, Samir N.** (1988). *Ruido: Fundamentos y Control*. Florianopolis: Universidad Federal de Santa Catarina.
- Zwicker, E., and H. Fastl** (2007). *Psychoacoustics Facts and Models*. N.Y: Springer.

B. ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN

- Agency, E. E.** (2010). *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*.
- Antonio, J., & Diego, P.** (2009). Análisis de la percepción de los diferentes paisajes sonoros presentes en los entornos urbanos, p. 1–7.
- Arias, Claudia, y Oscar A. Ramos** (2003) «Audición Espacial en Ambientes Reverberantes: Aspectos Teóricos Relevantes.» *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology* 37 , nº 2: 373-382.
- Atienza, Ricardo** (2007). "Ambientes sonoros urbanos : la identidad sonora. Modos de permanencia y variación de una configuración urbana." *Encuentro iberoamericano sobre paisajes sonoros* . Madrid, España: Revue p. 1-13.
- (2008). Identidad sonora urbana: tiempo, sonido y proyecto urbano. *Les*, 16–19.
- Axelsson, Ö., M. Nilsson, and B Berglund.** "A principal components model of soundscape perception." *Acoustical Society of América*, 2010: 2836-2846.
- Berglund, Lindvall & Schwela.** *GUÍAS PARA EL RUIDO URBANO*. Edited by Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 1999.
- De Coensel, B., Botteldooren, D., Debacq, K., Nilsson, Mats E., & Birgitta Berglund.** (2008) "Clustering outdoor soundscapes using fuzzy ants." *Congress on Evolutionary Computation* . p. 1556-1562.
- Pour, L. B., Sp, C., Soutenance, A., Lavandier, C., Quoy, M., Botteldooren, D., Lavandier, M.** (2012). Caractérisation del ' environnement sonore urbain : Proposition de nouveaux indicateurs de qualité.
- Barrigón, J. M. R. V.-G.** (2002). Presentación de una encuesta para la realización de estudios sociales sobre el impacto del ruido urbano. *Revista de acústica*, 13, p. 0210-3680.
- Brocolini, L., Waks, L., Lavandier, C., Marquis-Favre, C., Quoy, M., & Lavandier, M.** (2010). Comparison between multiple linear regressions and artificial neural networks to predict urban sound quality. *Proceedings of the 20th International Congress on Acoustics*. Revisado abril 2015:
- <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00520230>https://www.researchgate.net/publication/268435776_Comparison_between_multiple_linear_regressions_and_artificial_neural_networks_to_predict_urban_sound_quality
- Brocolini, L., Lavandier, C., Quoy, M., & Ribeiro, C.** (2013). Measurements of acoustic environments for urban soundscapes: choice of homogeneous periods, optimization of durations, and selection of indicators. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(1), 813–821. <http://doi.org/10.1121/1.4807809>
- Brown, A. L. & Muhar, Andreas.** "An approach to the acoustic design of outdoor space." *Journal of Environmental Planning and Management* 47, no. 6 (Noviembre 2004): p. 827–842.
- **Jian Kang, and Truls Gjestland.** "Towards standarization in soundscape preference assessment." (2011) *ELSEVIER. Applied Acoustics.*: p 387-392.

- (2013) «The sounds people might hear in a place? Describing sources in the acoustic environment, and their role in the perception of soundscape.» En *Soundscape of European Cities and Landscapes*, de J. Kang K. Chourmouziadou K. Sakantamis B. Wang Y. Hao, 98..
- Brown, A.L., Jian Kang, and Truls Gjestland.** “Towards standarization in soundscape preference assessment.” *ELSEVIER. Applied Acoustics.*, 2011: 387-392.
- Cabrera, D., Ferguson, S., & Schubert, E.** (2007). ‘PSYSOUND3’: SOFTWARE FOR ACOUSTICAL AND PSYCHOACOUSTICAL ANALYSIS OF SOUND RECORDINGS. *Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display*, (págs. 26-29). Montréal, Canada.
- Carles et al.**(1999) *Sound influence on landscape value.* Landscape and urban planning, p.43,
- Carles, J.L., Palmese.** Identidad sonora urbano, Revista Digital, Uruguay, 2004. Revisado Diciembre 2015. www.eumus.edu.uy/ps/txt.
- D. Cabrera, S. F.** (2008). PsySound3: a program for the analysis of sound recordings. *Acoustics 2008*, (págs. 1609-1613). Paris .
- Dubois, D., C. Guastavino, and M. Raimbault.** (2006). *Approach to urban soundscape usig verbal data to access everyday life auditory categories.* Vol. 92. (2006) 865-874 vols. Paris: Acoustic united with acustica,
- Dubois, D.** (2007). ACOUSTICS COGNITIVE EVALUATION OF SOUND QUALITY: BRIDGING THE GAP BETWEEN ACOUSTIC MEASUREMENTS AND MEANING, (September), p. 2–7.
- Fastl, Hugo.** «Psychoacoustic basis of sound quality evaluation and sound engineering.» *International Congress on Sound and Vibration.* Viena, 2006.
- F. F., F.** (1930). *Practical Methods of Noise Measurement.* New York, EUA.: Acoustical Society of America.
- Fastl, H.** "The Psychoacoustics of Sound-Quality Evaluation." (Acta Acustica united with Acustica) 83, no. 5 (1999): 754-764
- Fastl, H.** (2006). Psychoacoustic basis of sound quality evaluation and sound engineering. *Proceeding in the ICSV13 - The 13th International Congress on Sound and Vibration 2006*, 39(3/4), 324–345. <http://doi.org/10.2307/2334029>
- 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(May), p. 2753-2763. <http://doi.org/10.1121/1.405851>
- De Coensel, B, D. Botteldooren, K Debacq, Mats E. Nilsson, y B. y Berglund.** «Clustering outdoor soundscapes using fuzzy ants.» *IEEE Congress on Evolutionary Computation.* Hong Kong., 2008. P. 1556- 1562.
- G. Memoli, I. Aspuru, I. Garcia, O. Aribilaga, R. Proy,** 2009, “Soundscape as a criterion for urban design” *Acta Acustica united with Acustica*, 95, p.115
- Genuit, K.** 1996 "Standardization of sound quality measurement." *Noise Con 96.* Washington, E.U.A.

- Genuit, Klaus.** "Sound quality aspects for environmental noise." *International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. Miami, 2002.
- German-González, M y Santillán, A.** (2006). Del concepto de ruido urbano al paisaje sonoro. *Revista Bitácora Urbano Territorial* Vol. 1 N° 10, Colombia, p. 39-52.
- Hassenzahl y Salier** *Assessing noise annoyance: an improvement-oriented approach*. Ergonomics, 2000 - Taylor & Francis 2000 .
- Hedfors, P., & Berg, P. G.** (2003). The Sounds of Two Landscape Settings: Auditory concepts for physical planning and design. *Landscape Research*, p.245–263. Revisado Febrero 2015
<http://doi.org/10.1080/01426390306524>
- Hong, J. Y., & Jeon, J. Y.** (2013). Designing sound and visual components for enhancement of urban soundscapes. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 134(3), p. 2026–36. Revisado enero 2014:
<http://doi.org/10.1121/1.4817924>
- 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), 3761–70. <http://doi.org/10.1121/1.3652902>
- Kang, Jian.** *Urban Sound Environment*. Taylor and Francis. Londres U.K 2007 pp. 199
- Klæboe, R., Engelién, E., & Steinnes, M.** (2006). Context sensitive noise impact mapping. *Applied Acoustics*, 67(7), 620–642. <http://doi.org/10.1016/j.apacoust.2006>
- Koenigsberg, et. al.,** Characterizing affective instability in borderline personality disorder, *American Journal of Acoustics*, 1977
- Köler, (1996.)** *Multi-lingual phoneme recognition exploiting acoustic-phonetic similarities of sounds*, *Spoken Language*, 1996. *ICSLP 96. Proceedings., Fourth International Conference on Volumen 4, Filadelfia, U.S.*
- López-Barrio, I., and J. Guillén,** (2005). "Calidad acústica urbana: influencia de las interacciones audiovisuales en la valoración del ambiente sonoro." In *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*,. Madrid: Editorial Resma. P. 101-117
- López-Barrio, Isabel.** "El significado del medio ambiente sonoro en el entorno urbano." *Estudios geográficos* LXII, no. 244 (2001): 447-466.
- Lundquist, P., Holmberg, K., & Landstrom, U.** (2000). Annoyance and effects on work from environmental noise at school. *Noise & health*, 2(8), p. 39.
- Méndez-Sierra.** (2014) Aplicación del método de categorización a dos distritos de Madrid: Usera y Carabanchel, 1º Congreso Nacional de Acústica 6º Congreso Ibérico de Acústica.
- Maristany, A., & Recuero, M.** (2010). "Relationship between objective and subjective indicators in soundscape analysis. The case of Córdoba – Argentina". *39th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering*. , (pág. 7). Lisboa.
- Miraya, Federico (2001).** "Paradigmas para la investigación de las molestias por ruido." *Las Jornadas Sobre el Ruido y sus consecuencias en la Salud de la Población* . Buenos Aires, p1-15.

- Muzet, A.** (2007). Environmental noise, sleep and health. *Sleep medicine reviews*, 11(2), 135-142.
- Mora-Gutiérrez, R. ; Cruz, C. J.; de los Cobos-Silva, S. ; Rincón-García, E.A.; Gutiérrez-Andrade, M.A.; Ponsich, Antonin; Lara-Velázquez, P.; Ramírez-Rodríguez, J.,** (2016) Hybrid algorithm for generating functions with applications in psychiatry.
- Moreno Escorza, J., & Zamora i Mestre, J.-L.** (2013). Espectrograma como base para la agrupación de paisajes sonoros urbanos. *Tecniacustica. Valladolid 2013*, (pág. 466). Valladolid.
- Nilsson, M. E.** (2007). *A-weighted sound pressure level as an indicator of short-term loudness or annoyance of road-traffic sound. Journal of Sound and Vibration*, 302(1-2), 197–207.
<http://doi.org/10.1016/j.jsv.2006.11.010>
- Nilsson, M., D. Botteldooren, and B. De Coensel.** "Acoustic Indicators of Soundscape Quality and Noise Annoyance in Outdoor Urban Areas." *International Congress on Acoustics*. Madrid, 2007.
- Nilsson, Mats E., Dick Botteldooren, and Bert De Coensel.** "Acoustic indicators of soundscape quality and noise annoyance in outdoor urban areas ." *International Congress on Acoustics*, Septiembre 2007.
- Palazzi, F. A., & Barcelona, U. De.** (2014). El análisis de la calidad acústica del 22 @ según criterios de orden subjetivo, 141–150.
- Raimbault, Manon;** (2000). Methodology for analyzing perceptual criteria of urban soundscape. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 108(5), 2498. <http://doi.org/10.1121/1.4743223>
- **Catherine Lavandier, and Michel Bérengier** (2003) "Ambient sound assessment of urban environments: field studies in two French cities." *Applied Acoustics* (ELSEVIER): p.1241-1256.
 - **&.Dubois** (s.f.). Urban soundscapes: Experiences and knowledge . *Cities, Applied Acoustic*, 2005.
 - **Catherine Lavandier , Cora Cremezi-Charlet, and Eva Walker** (2003) "Situations de multi-exposition aux bruits routier et ferroviaire : quelles pistes de recherche pour de nouveaux indicateurs ?" *Acoustique & Techniques* 22, 27.
- Rodríguez-Manzo, Fausto** (2014). *Espacio, sonido y arquitectura: una reflexión teórica acerca del carácter acústico del espacio arquitectónico*. Distrito Federal: Limusa.
- **F; Garay, E.** (2011). *El ruido por tráfico vehicular. Un análisis preliminar del problema en la Ciudad de México*. Anuario de Espacios Urbanos. Universidad Autónoma Metropolitana: México, p. 87-108
 - **Lancon, L.; Garay, E.** (2013). Estudio del impacto del ruido por tráfico vehicular en las delegaciones y barrios de la ciudad de México: el caso de la delegación Azcapotzalco . *Tecniacustica. Valladolid 2013*, Valladolid, p. 325.
- Rychtáriková y Vermeir,** (2013) Soundscape categorization on the basis of objective acoustical parameters *Applied Acoustics* 74 (2), p. 240-247.
- Sailer, U, and M Hassenzahl.** "Assessing noise annoyance: an improvement-oriented approach. ." *Ergonomics*. Vol. 11. 2000.
- Schultz, T. J.** (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 64(2), p. 377–405. Revisad Septiembre 2014: <http://doi.org/10.1121/1.382013>

- Sze Tse, Man, y Chau Chi Kwan** (2012). «Perception of urban park soundscape.» *J. Acoustical Society of America*: p. 2762-2771.
- Schomer, A.** (1982) Aislamiento acústico en las capas de plastic para estructuras de acero.
- Sze Tse, Man, y Chau Chi Kwan.** «Perception of urban park soundscape.» *J. Acoustical Society of America*, 2012: 2762-2771.
- Tardieu, J., Susini, P., & Poisson, F.** (s.f.). Soundscape design in train stations: perceptual study of soundscapes. *Acoustics Applied*.
- Terán, A.** (2006) Medio ambiente, bienestar y ecología. Edit Resma. Madrid.
- Torija, A. J., Genaro, N., Ruiz, D. P., Ramos-Ridao, A., Zamorano, M., & Requena, I.** (2010). Priorization of acoustic variables: Environmental decision support for the physical characterization of urban sound environments. *Building and Environment*, 45(6), p. 1477–1489. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.12.011>
- Vidal, C. T., & Bueno, L. A.** (n.d.). Presentación de una encuesta para la realización de estudios sociales sobre el impacto del ruido urbano, *XXXIII*.
- Viollon & Lavandier, (2000)**, *Influence of visual setting on sound ratings in an urban environment. Applied Acoustics* p.63493-511,.
- Yang , Ming, y J. Kang** (2012). «Psychoacoustical evaluation of natural and urban sounds in soundscapes.» *Acoustical Society of America*.: p. 840–851.
- Yang, W., and Jian Kang** (2005). "Acoustic comfort evaluation in urban open public spaces." *Applied Acoustics*: 211-229.
- Yu, Lei, and Jian Kang.** (2008). "Effects of social, demographical and behavioral factors on the sound level evaluation in urban open spaces." *Acoustical Society of America*: p. 772–783.
- (2009). Modeling subjective evaluation of soundscape quality in urban open spaces : An artificial neural network approach, p. 1163–1174.
 - (2010) "Factors influencing the sound preference in urban open spaces ." *Applied Acoustics* (Elsevier Ltd.) 71: p. 622–633.

C. TESIS

- Bertran Ramos, S.** (2008). Análisis y evaluación de la percepción del confort acústico en bibliotecas. Retrieved from <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/4545>
- Bojórquez Morales, G.** (2010). Confort térmico en exteriores: actividades en espacios recreativos, en clima cálido seco extremo. Colima: Universidad de Colima.
- Brocolini. Pour, L., Sp, C., Soutenance, A., Lavandier, C., Quoy, M., Botteldooren, D., Lavandier, M.** (2012). Université de Cergy-Pontoise Thèse *Caractérisation de l' environnement sonore urbain : Proposition de nouveaux indicateurs de qualité.*
- Garay V., E.** Análisis del impacto de la difusión sonora en la reverberación de un espacio arquitectónico. Una propuesta de caracterización de superficies de difusión sonora en modelos a escala. Tesis Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño. México, 2010.
- González, Luz.** *Simulación de las características acústicas del espacio arquitectónico.* Tesis Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño. México, Distrito Federal, 2009.
- Lancón R., L.** Caracterización de la absorción sonora en modelos físicos a escala. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, México, 2012
- Maristany, A.** "Caracterización del Paisaje Sonoro y su Interacción con el Paisaje Urbano." *Tesis.* Madrid España: Universidad Politécnica de Madrid, 2013.
- Yu, Lei, and Jan Kang** (2013) Tesis: *Modeling subjective evaluation of soundscape quality in urban open spaces: An artificial neural network approach.* School of Architecture, University of Sheffield.

D. NORMAS

- ASHRAE.** *Standard 55 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.* Atlanta: ASHRAE Inc., 1995.
- Directiva Europea,** Directiva 2002/49/CE
- España, Gobierno de.** «Norma básica de edificación NBE-CA-88 sobre Condiciones Acústicas en los edificios.» 1988.
- España, Gobierno de ,** Instituto Nal. de seguridad e higiene en el trabajo. *NTP 638: Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.* España.: Ministerio de Trabajo y Asuntis sociales, 2003.
- European Environmental Agency.** (2014). *Good practice guide on quiet areas.* <http://doi.org/10.2800/12611>
- Imnc, N. M. (2009).** *Acústica – Descripción , medición y evaluación de ruido ambiental – Parte 1 : Magnitudes básicas y procedimientos de evaluación.*
- Gaceta Oficial de Distrito Federal.** *NADF-005-AMBT-2013 Norma Ambiental para el Distrito Federal .* DISTRITO FEDERAL: Gaceta Oficial de Distrito Federal, 2013.

Institute for Health and Consumer Protection, (2012) "CONOSSOS-EU Assigning noise levels and population to buildings." Edited by Christian Popp. Bruselas : LARMKONTOR.

International standard (ISO), (2014). "ISO 12913-1:2014 Acoustics Soundscape. Part 1: Definition and conceptual framework .".

International Organization for Standardization (ISO). «ISO 226:2003 Acoustics—Normal Equal-Loudness-Level Contours,» 2003.

International Organization for Standardization (ISO). 1996 *Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures*. 2003

International Organization for Standardization (ISO). ISO 1996 -2 *Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels*. 2007

E. PÁGINA WEB

Acoustic Group of Sheffield. *Urban Environmental Sustainability Survey*. School of Architecture, University of Sheffield. Revisado Diciembre 2013: <http://acoustics.group.shef.ac.uk/amberquestionnaire.html>

Borja, Jordi. *El espacio público: ciudad y ciudadanía*. 2000. Revisado abril 2014 : http://www.esdi-online.com/repositori/public/dossiers/DIDAC_wdw7ydy1.pdf.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía . (s.f.). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Recuperado el 12 de Octubre de 2014, de Mapa digital de México: <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/>

Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial, (2016), Gobierno del Distrito Federal. Resultado de investigaciones: PAOT en cifras, denuncias y actuaciones de oficio. Datos generales. Revisado enero 2016: http://www.paot.org.mx/contenidos_graficas/delegaciones/graficas_gral.php?anio=2014
http://www.paot.org.mx/contenidos_graficas/delegaciones/graficas_gral.php?anio=2015

Schafer, R. Murray (2006) *I Have Never Seen a Sound. Environmental & Architectural Phenomenology Newsletter (2006)* . Revisado Diciembre 2015:

SMA-UAM-A-LADAc , (2011). Primer Mapa de ruido de la Zona Metropolitana del Valle de México. p. V. Revisado mayo 2014: <http://www.azc.uam.mx/privado/difusion/adjuntos/MAPA%20DE%20RUIDO%20ANEXO1>

Sengpiel, Eberhard. Domain of Psychoacoustics. Revisado noviembre 2015: <http://www.sengpielaudio.com/calculatorSonephon.htm>

ANEXO I CARACTERIZACIÓN DE ESPACIOS DE ESTUDIO

1. Corredor comercial

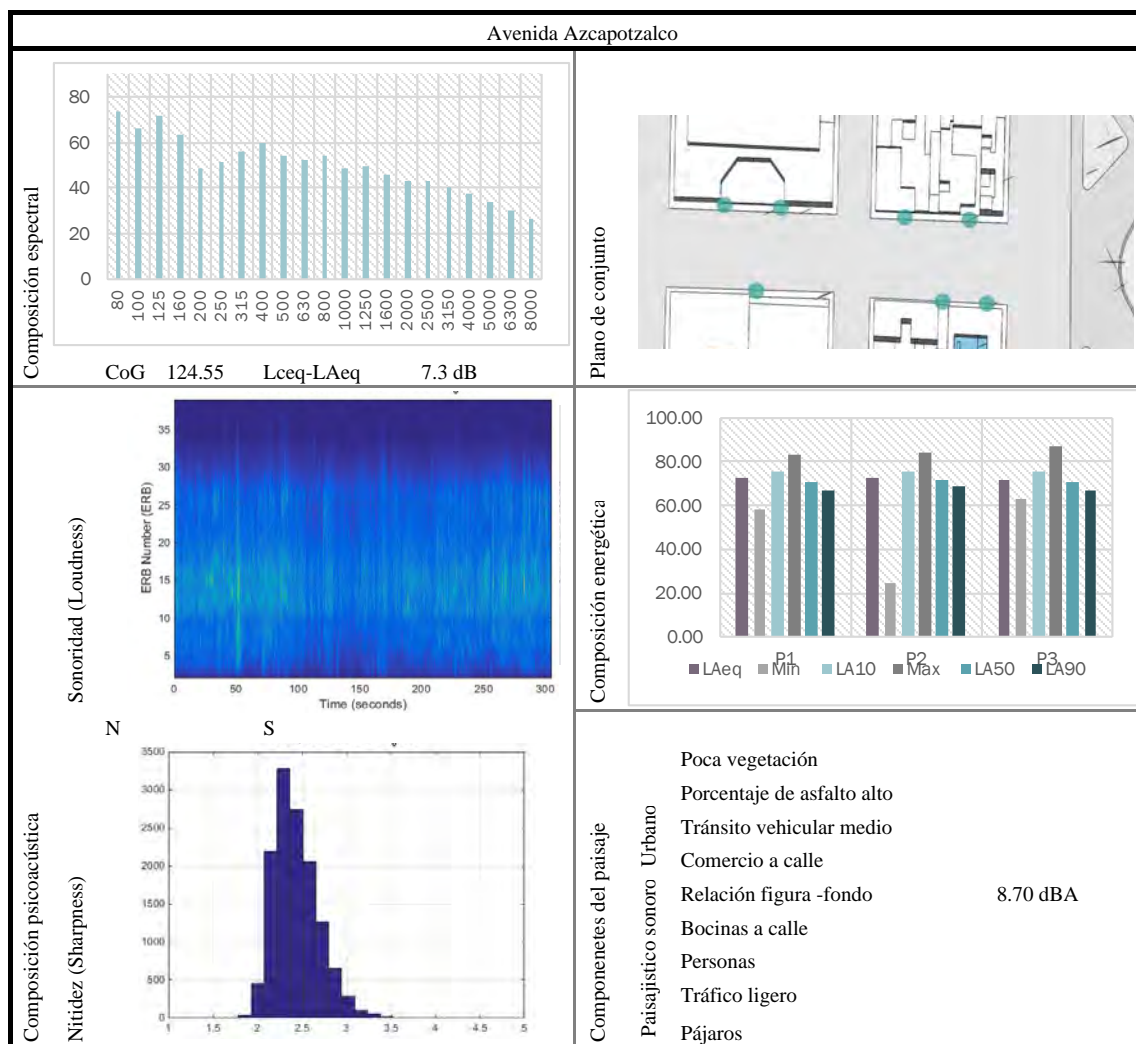


Figura 1a. Ficha técnica de Avenida Azcapotzalco (Aazc) Fuente: Elaboración propia.

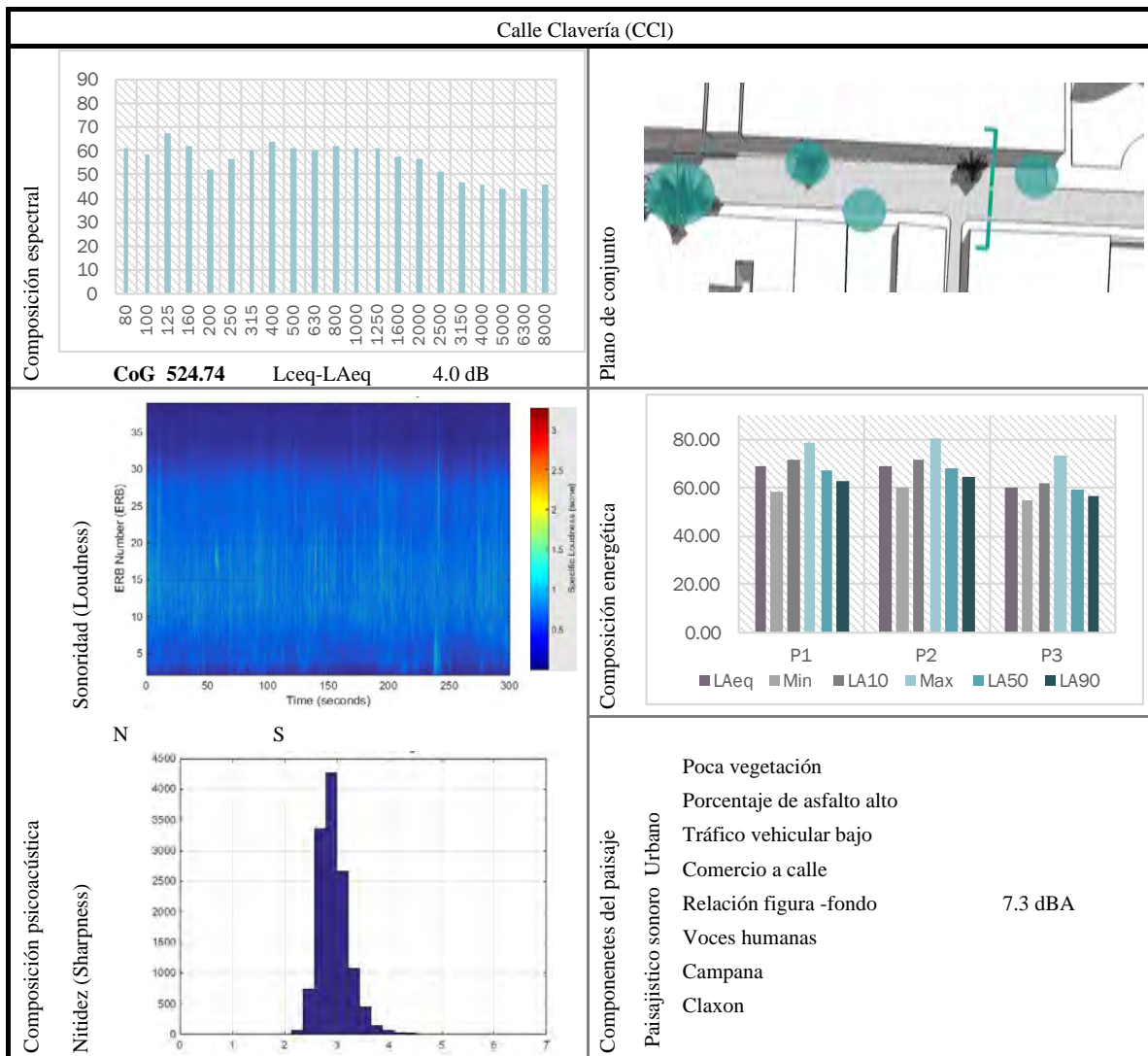


Figura 1b. Ficha técnica de Calle Clavería (Ccl). Fuente: Elaboración propia.

2. Espacios de recreación

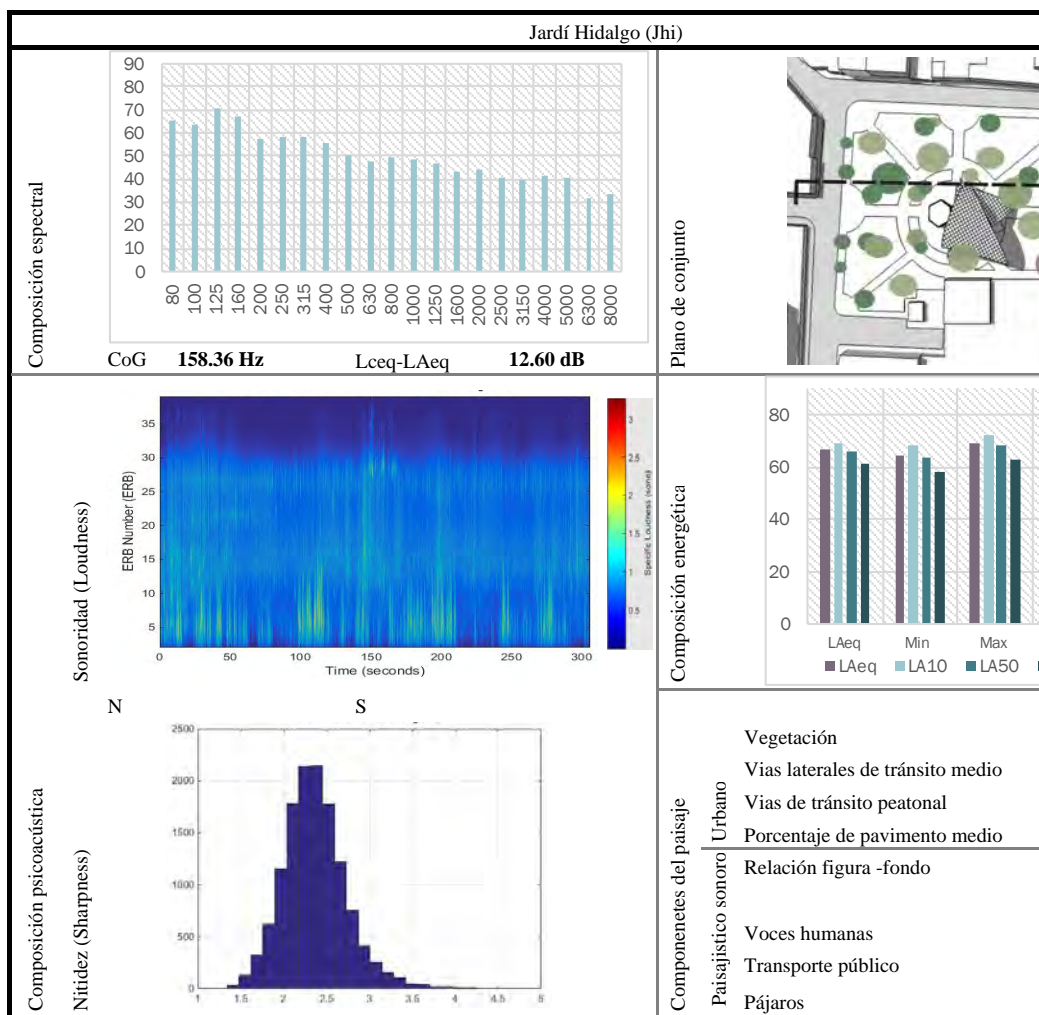


Figura 1c. Ficha técnica de Jardín Hidalgo (Jhi). Fuente: Elaboración propia.

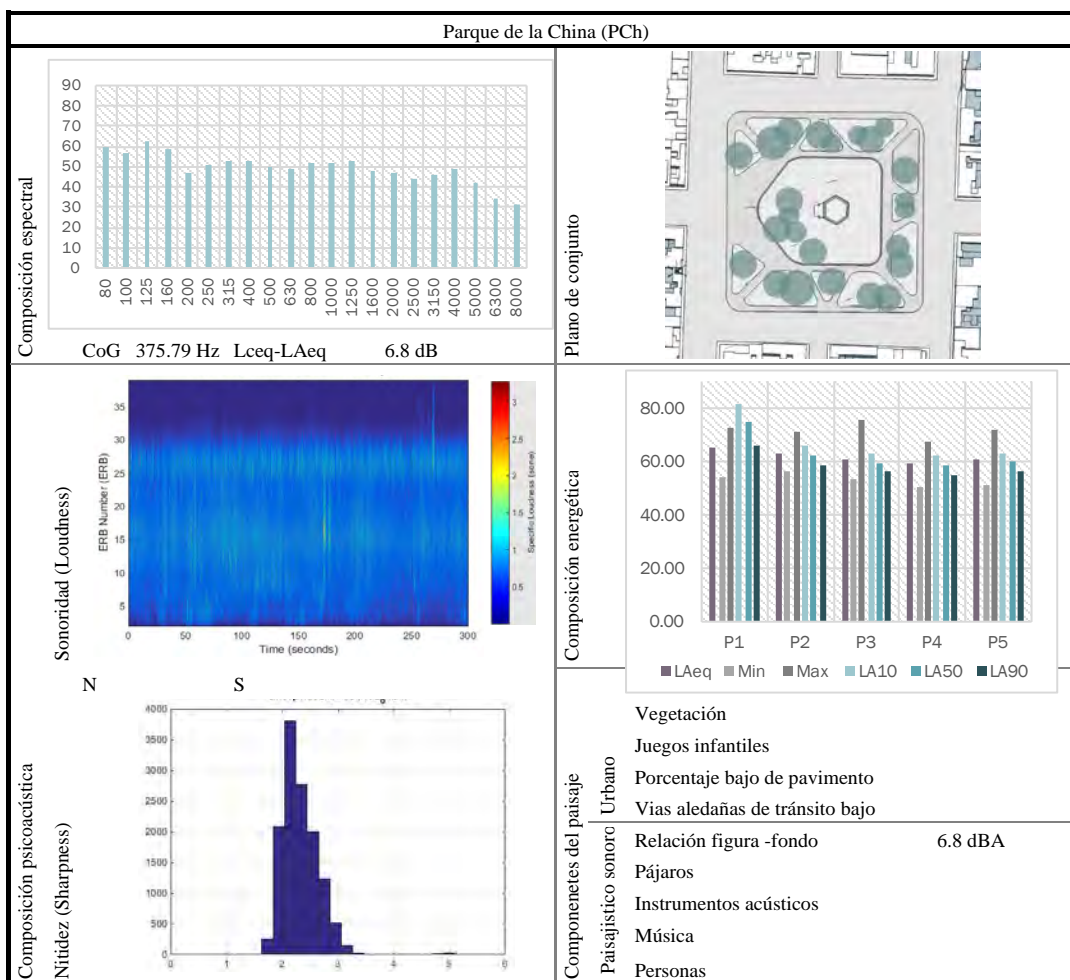


Figura 1d. Ficha técnica de Parque de la China (Pch). Fuente: Elaboración propia.

ANEXO II ENCUESTA FINAL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA		DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO		Especialización, Maestría, Doctorado en Diseño		VALORACIÓN DE RUIDO URBANO	
		A	Folio Encuestador	01-	Captura:		
			Fecha:	septiembre	Grabación:	Hi: .:	Hf: .:
I. ENTORNO HABITACIONAL							
B	En general: ¿Qué tan a gusto se siente en la zona o barrio donde vive?	1. Muy cómodo	2. Cómodo	3. Ni cómodo ni incómodo	4. Incómodo	5. Muy incómodo	
C	¿Cómo considera la presencia de sonido en su hogar?	1. Muy confortable	2. Confortable	3. Ni incomfortable ni confortable	4. Incomfortable	5. Muy incomfortable	
	¿Cómo considera la presencia del sonido en su lugar de trabajo / escuela?	1. Muy agradable	2. Agradable	3. Ni agradable ni desagradable	4. Desagradable	5. Muy desagradable	
D1	¿La presencia del ruido a interferido con alguna actividad?	1. Si	2. No				
D2	En caso afirmativo: ¿Qué actividades se han visto afectadas? (pueden ser varias)	1. Sueño	2. Lectura	3. Conversación	4. Concentración	5. Trabajo / Estudio 6. Otro _____	
D3	¿Con que frecuencia se ven afectada(s) esta(s) actividade(s)?	1. Nada frecuente	2. Poco frecuente	3. Eventual	4. Frecuente	5. Muy frecuente	
E	¿Cómo considera el ruido en la zona o barrio donde vive?	1. Muy agradable	2. Agradable	3. Ni agradable ni desagradable	4. Desagradable	5. Muy desagradable	
F	¿Usted vive o trabaja en esta zona?	1. Si	2. No				
II. SALUD AUDITIVA							
G1	¿Considera usted que esta perdiendo la escucha?	1. Si	2. No			¿Le ha sido diagnosticado algún grado de pérdida auditiva?	
G2					1. Si	2. No	
III. EVALUACIÓN DEL ESPACIO URBANO							
Con base en el lugar donde se encuentra en este momento, responda por favor las siguientes preguntas:							
H	¿Con qué frecuencia acude usted a este sitio?	1. Es la primera vez	2. Ocasionalmente	3. Menos de una vez por semana	4. Varias veces por semana	5. Todos o casi todos los días	
I	¿Para qué suele venir a este sitio?	1. Trabajo	2. Compras	3. Recreación	4. Deporte	5. Encontrarse con otras personas 6. Otros _____	
J	Considera que este espacio es:	1. Muy Agradable	2. Agradable	3. Ni agradable ni desagradable		4. Desagradable	5. Muy desagradable
K	¿Cómo considera el clima en este momento?	1. Muy confortable	2. Confortable	3. Ni incomfortable ni confortable		4. Incomfortable	5. Muy incomfortable
L	¿Qué le parece el ambiente sonoro?	1. Muy Agradable	2	3	4	5	6 7 8 9 10. Muy desagradable
IV. EVALUACIÓN DE AMBIENTE SONORO URBANO							
Entendiendo el confort como el grado optimo de bienestar físico y mental.							
M	¿Que tan confortable le parece el sonido en este momento?	1. Muy confortable	2. Confortable	3. Ni incomfortable ni confortable		4. Incomfortable	5. Muy incomfortable
N	¿Qué tan ruidoso le parece el ambiente sonoro?	1. Nada ruidoso	2	3	4	5	6 7 8 9 10. Muy ruidoso
O	Podría identificar cuál es el sonido que más se escucha (más representativo) aquí:	1. Transporte	2. Trafico vehicular	3. Pasos	4. Conversacion	5. Bocinas a calle	6. Construcción
P	Dentro de la siguiente clasificación, puede identificar las siguientes fuentes de ruido considerando su presencia en este momento y el grado de molestia que le ocasionan:	7. Mascotas	8. Motocicletas	9. Pájaros	10. Comercios	11. Niños	12. Otros _____
Sonidos mecanicos		0. No existe	1. Muy agradable	2. Agradable	3. No molesto	4. Molesto	5. Muy molesto
P1	Coches Transporte privado Transporte público Transporte de carga Motocicletas/V. Ciclomotores Construcción						
Sonido Humano		0. No existe	1. Muy agradable	2. Agradable	3. No molesto	4. Molesto	5. Muy molesto
P2	Conversación Pisadas Niños Comercios						
Instrumental / Mecania		0. No existe	1. Muy agradable	2. Agradable	3. No molesto	4. Molesto	5. Muy molesto
P3	Comercios Bocinas a calle Música en vivo Música grabada Campanas Reloj*						
Natural		0. No existe	1. Muy agradable	2. Agradable	3. No molesto	4. Molesto	5. Muy molesto
P4	Pájaros Agua Insectos						
Q	¿Qué tan molesto le parece el ambiente	1. Muy Agradable	2. Agradable	3. Ni agradable ni desagradable		4. Molesto	5. Muy molesto
V. INFORMACIÓN INDIVIDUAL / FACTORES SOCIODEMOGRÁFICO							
R	Edad	1. 11-17	2. 18 - 24	3. 25 - 34	4. 35 - 44	5. 45 - 54	6. 55 - 64 7. > 65
S	Género	1. Femenino 2. Masculino					
T	Escolaridad	0. Ninguna	1. Primaria	2. Secundaria	3. M. superior	4. Superior	5. Otro
VI. DATOS DE MONITOREO (Observaciones del encuestador)				VII. USO DEL ESPACIO			
U	Fotografía	Monitoreo:	Uso del espacio		Mixto	Comercial	Recreación Habitacional
	Localización:	Jardín Hidalgo	Observaciones:	Tipo de transito	Peatonal	Vehicular	

Encuesta de valoración de ruido urbano en el espacio público. Fuente: elaboración propia.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
 DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
 Especialización, Maestría, Doctorado en Diseño
 Cédula de valoración sonora del espacio urbano



A Nº de Cédula		1		Fecha: ___ septiembre		Hora: _____		Hi: ___:___		Hf: ___:___	
I. CARACTERÍSTICAS DEL ESPACIO URBANO (Observaciones del encuestador)											
Localización:		Croquis			Tipo		Sub centro de barrio				
1							Plano de ubicación				
B Descripción del sitio		2			3						
C Uso de espacio		Habitacional		Mixto		Comercial		Recreación		Tipo de tránsito	
D Vialidad:		Primaria		Secundaria		Local		Callejon		Peatonal	
										Vehicular	
II. DESCRIPCIÓN SONORA DE SITIO											
E Fuentes sonoras		1. Campana		4. Camiones (transporte público)		7. Músicos		10. Mascotas		13. Industria	
		2. Claxon		5. Camionetas (transporte de carga)		8. Comercios		11. Gente hablando		14. Construcción	
F Ruido de fondo		3. Coches		6. Motocicletas		9. Comercio informal		12. Taller		15. Bocinas a la calle	
G Alteraciones		1. Ambulancia		2. Avión		3. Camión		4. Alarma		5. Claxon	
										6. Helicoptero	
										7. Otro _____	
III. DATOS DE MONITOREO											
Nº	Nº Encuesta	Hora	Monitoreo Leq	Grabación	Duración	Hi:	Leq	C-A			
1	01-				00:03:00						
2	01-				00:03:00						
3	01-				00:03:00						
4	01-				00:03:00						
5	01-				00:03:00						
6	01-				00:03:00						
7	01-				00:03:00						
8	01-				00:03:00						
9	01-				00:03:00						
10	01-				00:03:00						
11	01-				00:03:00						
12	01-				00:03:00						
13	01-				00:03:00						
14	01-				00:03:00						
15	01-				00:03:00						
16	01-				00:03:00						
17	01-				00:03:00						
18	01-				00:03:00						
19	01-				00:03:00						
20	01-				00:03:00						
21	01-				00:03:00						
22	01-				00:03:00						

Cédula de valoración sonora del espacio urbano. Fuente: elaboración propia.

Sitio	Datos simulados																											
	L _{Aeq} M (dBA)	L _{Aeq} M - L _{Aeq} S	Nivel sonoro continuo equivalente (dB)					Espectro de frecuencias (Hz)																				
			L _{Aeq}	L _{Ceq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Aazc	57,50	-2,10	59,60	64,20	62,70	57,80	51,20	34,10	40,00	54,30	55,50	53,50	53,30	55,10	57,30	52,30	51,40	50,40	47,90	46,30	45,10	46,30	46,60	41,90	41,70	39,30	37,20	37,10
Aazc	56,30	0,70	55,60	59,30	58,10	54,30	51,50	35,20	38,60	50,00	47,70	46,20	48,90	50,30	51,70	45,00	41,70	41,50	42,30	43,30	41,00	47,50	45,20	40,30	41,90	37,60	40,60	37,40
Aazc	55,40	-0,10	55,50	58,90	58,00	54,10	51,50	34,20	38,40	49,70	47,50	46,40	48,50	50,20	51,70	44,80	41,30	41,20	42,10	43,10	40,80	47,40	45,10	40,20	41,90	37,50	40,60	37,30
Aazc	53,40	-2,10	55,50	58,90	58,00	54,20	51,60	34,30	38,40	49,70	47,50	46,50	48,60	50,30	51,70	44,80	41,40	41,30	42,30	43,00	40,90	47,50	45,10	40,20	41,90	37,60	40,70	37,30
Aazc	72,50	-1,20	73,70	79,10	76,00	71,40	68,10	54,00	58,40	70,40	69,30	69,30	70,80	70,70	70,60	66,70	64,50	62,00	59,80	59,20	61,00	63,90	60,20	53,10	48,50	46,40	46,90	50,10
Aazc	83,40	1,00	82,40	86,60	84,80	80,50	75,90	50,30	57,00	72,30	71,10	72,60	74,70	75,40	82,60	78,70	77,00	70,40	65,60	66,20	63,20	66,90	63,60	56,30	52,60	51,50	49,30	50,30
Aazc	73,20	-1,60	74,80	78,60	77,90	72,10	67,30	45,00	50,30	65,30	64,60	64,80	67,10	70,00	73,70	69,00	67,80	62,10	57,50	56,80	55,50	61,20	61,10	61,20	60,70	58,50	55,30	52,80
Aazc	73,20	0,40	72,80	76,60	76,10	71,30	66,70	41,80	49,50	61,70	60,50	61,50	62,90	66,00	72,60	68,70	67,60	62,60	53,50	53,20	52,40	52,70	53,70	54,40	56,60	55,20	49,00	45,60
Aazc	74,60	-2,00	76,60	80,00	81,40	71,30	67,80	53,10	51,80	68,80	68,60	68,30	68,60	71,80	72,80	66,70	67,40	66,60	65,20	65,10	63,50	66,50	64,50	61,40	62,00	57,80	56,60	53,70
Aazc	74,10	2,70	71,40	73,90	74,40	69,40	65,20	42,30	45,80	61,00	62,50	62,60	62,90	65,90	65,80	59,80	58,90	58,90	58,80	58,70	59,40	63,60	60,60	56,80	58,60	55,80	54,50	51,80
Aazc	79,40	1,90	77,50	80,60	80,30	73,10	69,40	48,00	56,70	71,30	69,50	70,60	69,00	70,50	73,30	66,70	66,50	64,80	62,40	61,90	64,00	69,70	69,60	62,20	60,10	60,30	57,30	53,80
Aazc	76,30	1,00	75,30	76,70	78,20	73,80	71,00	40,70	49,70	62,40	61,80	60,50	63,70	66,50	69,70	64,80	62,90	61,10	62,20	62,90	63,70	66,50	67,10	61,60	63,00	59,50	56,20	54,40
Aazc	69,40	-0,40	69,80	74,40	72,00	69,10	66,40	43,30	50,60	63,90	65,30	61,00	62,30	65,70	68,30	63,80	61,20	60,90	61,10	58,30	50,40	52,80	51,40	49,40	49,90	47,20	43,20	42,20
Aazc	75,00	0,70	74,30	77,60	76,10	71,80	68,20	43,30	53,00	64,50	66,30	64,20	63,60	65,00	72,50	67,10	69,40	63,50	60,10	60,00	61,70	59,90	58,20	60,60	61,20	54,90	50,20	44,00
Aazc	75,30	1,10	74,20	78,50	77,80	71,30	66,20	47,20	52,30	67,90	67,90	66,60	68,60	69,50	71,20	67,40	68,50	62,90	62,50	66,20	58,50	55,10	52,10	53,80	53,40	46,20	41,70	36,00
Aazc	72,00	1,10	70,90	74,70	73,90	56,40	49,70	42,80	47,60	66,00	63,60	64,00	63,90	65,50	66,50	60,70	62,40	63,60	62,10	60,50	56,40	57,70	55,30	54,20	54,40	50,60	48,40	43,40
Aazc	61,50	1,20	60,30	63,80	63,60	57,80	53,10	29,70	35,10	54,20	51,50	51,20	50,20	53,50	57,10	52,60	53,50	53,00	50,30	50,10	46,50	45,20	44,10	43,30	41,80	39,50	33,60	29,20
Aazc	53,20	-1,90	55,10	60,80	56,80	51,50	48,80	26,80	30,90	47,90	52,70	48,60	52,90	55,00	51,80	45,10	43,80	42,80	43,20	41,00	39,10	41,40	40,20	40,40	40,60	37,70	31,10	28,20
Aazc	59,60	1,40	58,20	61,20	61,50	54,80	51,20	29,30	33,30	45,80	46,70	46,70	48,90	52,10	54,60	51,90	52,20	50,60	48,50	47,60	44,50	42,30	40,50	38,10	38,70	34,90	32,80	28,40
Aazc	60,40	1,00	59,40	61,30	61,10	51,90	49,20	28,70	32,50	45,50	45,10	43,20	47,80	49,40	51,40	53,00	53,50	54,70	49,60	44,90	46,10	46,20	44,20	41,90	39,40	36,60	36,00	35,10
Aazc	54,20	0,30	53,90	58,50	58,70	48,30	43,50	25,70	29,80	47,10	45,70	45,70	49,30	51,50	52,50	46,10	43,40	42,20	42,20	41,00	36,60	37,30	40,70	40,60	39,40	35,20	32,20	28,30
Aazc	49,30	1,50	47,80	51,90	50,50	44,50	42,00	27,40	28,10	40,50	41,20	38,10	39,00	41,90	45,80	39,80	39,00	35,90	34,80	32,90	32,00	33,60	33,60	35,30	36,90	33,70	33,30	27,10
Aazc	49,50	0,60	48,90	53,90	49,60	39,30	36,20	27,50	28,10	45,30	45,80	44,00	44,50	46,50	42,30	38,10	37,80	38,10	35,50	35,10	35,20	37,50	36,30	36,50	37,60	34,90	29,90	23,80
Aazc	73,20	0,40	72,80	76,60	76,10	71,30	66,70	41,80	49,50	61,70	60,50	61,50	62,90	66,00	72,60	68,70	67,60	62,60	53,50	53,20	52,40	52,70	53,70	54,40	56,60	55,20	49,00	45,60
Aazc	74,60	-2,00	76,60	80,00	81,40	71,30	67,80	53,10	51,80	68,80	68,60	68,30	68,60	71,80	72,80	66,70	67,40	66,60	65,20	65,10	63,50	66,50	64,50	61,40	62,00	57,80	56,60	53,70
Aazc	74,10	2,70	71,40	73,90	74,40	69,40	65,20	42,30	45,80	61,00	62,50	62,60	62,90	65,90	65,80	59,80	58,90	58,90	58,80	58,70	59,40	63,60	60,60	56,80	58,60	55,80	54,50	51,80
Aazc	79,40	1,90	77,50	80,60	80,30	73,10	69,40	48,00	56,70	71,30	69,50	70,60	69,00	70,50	73,30	66,70	66,50	64,80	62,40	61,90	64,00	69,70	69,60	62,20	60,10	60,30	57,30	53,80
Aazc	76,30	1,00	75,30	76,70	78,20	73,80	71,00	40,70	49,70	62,40	61,80	60,50	63,70	66,50	69,70	64,80	62,90	61,10	62,20	62,90	63,70	66,50	67,10	61,60	63,00	59,50	56,20	54,40
Aazc	69,40	-0,40	69,80	74,40	72,00	69,10	66,40	43,30	50,60	63,90	65,30	61,00	62,30	65,70	68,30	63,80	61,20	60,90	61,10	58,30	50,40	52,80	51,40	49,40	49,90	47,20	43,20	42,20
Aazc	75,00	0,70	74,30	77,60	76,10	71,80	68,20	43,30	53,00	64,50	66,30	64,20	63,60	65,00	72,50	67,10	69,40	63,50	60,10	60,00	61,70	59,90	58,20	60,60	61,20	54,90	50,20	44,00
Aazc	75,30	1,10	74,20	78,50	77,80	71,30	66,20	47,20	52,30	67,90	67,90	66,60	68,60	69,50	71,20	67,40	68,50	62,90	62,50	66,20	58,50	55,10	52,10	53,80	53,40	46,20	41,70	36,00
Aazc	72,00	1,10	70,90	74,70	73,90	56,40	49,70	42,80	47,60	66,00	63,60	64,00	63,90	65,50	66,50	60,70	62,40	63,60	62,10	60,50	56,40	57,70	55,30	54,20	54,40	50,60	48,40	43,40
Aazc	67,30	1,10	66,20	71,20	67,90	62,50	59,30	42,70	47,30	63,90	62,70	58,40	59,80	62,20	63,70	57,50	57,40	58,00	54,50	52,90	51,60	52,30	50,90	49,60	51,00	49,30	47,10	44,40

Sitio	Datos simulados																															
	L _{Aeq} M (dBA)	L _{Aeq} M - L _{Aeq} S	Nivel sonoro continuo equivalente (dB)					Espectro de frecuencias (Hz)																								
			L _{Aeq}	L _{Ceq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000				
CCI	62,20	-5.10	67,30	84,00	71,00	65,20	60,30	78,90	72,20	78,60	71,20	57,90	61,80	63,60	60,70	56,00	53,40	54,70	51,30	50,70	49,70	43,40	42,50	41,90	37,90	36,20	30,60	27,30				
CCI	61,07	-2.43	63,50	74,60	67,00	61,50	58,40	70,10	57,70	68,90	61,10	45,90	50,70	59,50	59,90	53,80	53,50	56,00	53,20	52,20	50,40	46,50	47,70	45,30	42,80	40,60	35,20	30,60				
CCI	57,47	-0.93	58,40	73,30	64,60	61,20	58,30	67,30	59,60	67,70	61,20	47,10	50,90	56,20	57,20	52,70	51,90	54,90	52,70	51,30	49,80	49,70	49,00	41,80	38,10	34,70	29,80	28,60				
CCI	59,24	-1.56	60,80	73,70	64,00	59,60	55,80	69,00	60,90	66,30	59,70	44,20	48,70	54,90	55,80	52,00	51,90	54,20	51,70	50,00	47,30	42,30	41,80	39,10	35,30	32,60	27,10	20,70				
CCI	62,42	0.82	61,60	70,00	64,00	60,70	58,20	63,30	54,60	64,60	59,00	45,60	49,30	55,90	60,40	54,40	53,50	54,20	51,00	49,60	47,20	42,10	42,30	41,10	35,30	33,70	29,20	22,10				
CCI	58,39	-2.01	60,40	73,00	63,90	60,10	57,70	66,60	58,20	64,00	56,70	43,60	49,00	54,40	57,10	54,20	53,00	54,90	50,70	50,30	49,30	44,80	44,50	41,30	38,00	36,90	33,70	31,90				
CCI	56,82	-2.18	59,00	74,60	62,60	58,40	54,70	70,00	62,00	68,20	60,60	45,90	49,00	53,10	53,90	51,00	49,80	52,50	48,70	47,80	46,50	42,30	42,50	40,50	37,00	35,70	35,80	34,10				
CCI	56,80	-2.00	58,80	70,90	62,40	55,00	49,90	61,10	59,50	68,50	59,90	46,20	45,70	50,40	52,00	49,70	49,20	51,80	48,40	47,70	44,60	41,00	40,90	37,80	33,60	30,70	26,80	22,40				
CCI	61,85	1.05	60,80	75,80	63,50	59,60	56,70	70,20	63,70	69,80	60,00	45,90	47,50	51,70	54,80	52,00	50,60	51,70	49,40	49,30	46,40	41,10	42,30	44,20	46,70	41,60	34,20	27,00				
CCI	61,92	-2.68	64,60	80,70	66,60	64,10	62,00	71,30	67,50	79,50	61,00	47,20	49,80	54,80	56,70	51,40	50,40	50,80	48,20	49,40	46,10	41,50	39,20	36,30	35,30	31,80	29,40	26,10				
CCI	64,41	3.51	60,90	75,40	62,60	60,30	58,10	62,80	61,90	74,90	56,00	41,40	42,30	47,90	52,10	49,60	48,40	51,90	47,20	47,40	44,70	39,80	41,90	39,30	38,50	37,00	32,00	28,90				
CCI	61,13	1.93	59,20	73,20	62,90	56,90	52,80	67,80	60,90	67,00	59,90	44,00	47,90	52,90	55,80	51,10	51,80	50,20	45,50	46,30	44,80	40,40	40,90	41,50	37,30	32,50	27,50	23,20				
CCI	62,78	2.18	60,60	78,60	64,50	59,00	52,50	73,80	66,50	72,60	64,10	48,80	49,80	52,60	54,10	49,30	45,50	47,70	43,80	42,90	40,00	35,60	36,60	39,00	37,80	32,10	26,30	22,60				
CCI	59,82	0.62	59,20	68,40	61,40	57,50	55,30	57,70	54,50	65,90	52,80	39,80	43,60	50,60	58,80	52,10	49,20	51,50	46,70	45,70	43,30	37,30	40,10	43,40	44,30	35,30	29,50	25,00				
CCI	59,14	-0.86	60,00	76,00	62,80	58,30	56,20	71,10	63,40	70,40	63,00	46,50	47,00	51,20	55,60	51,30	50,20	51,00	45,00	45,00	43,00	37,30	37,60	35,30	34,10	29,20	27,80	24,40				
CCI	65,56	1.26	64,30	73,10	65,90	61,80	57,90	64,40	60,70	68,80	61,90	49,90	54,10	61,60	62,00	57,90	55,90	56,80	52,80	51,80	49,20	43,30	43,70	41,80	40,50	38,00	34,70	32,00				
CCI	66,13	0.93	65,20	76,40	68,10	62,80	59,60	69,80	63,70	71,90	63,10	48,70	53,00	59,30	60,60	58,90	56,70	58,60	53,50	53,40	50,80	48,90	46,90	42,70	41,10	37,30	35,10	37,00				
CCI	61,63	-0.67	62,30	75,40	65,20	59,40	55,90	69,20	63,80	70,80	61,90	48,50	48,90	54,40	56,70	52,40	53,10	55,20	49,70	51,70	48,80	45,90	47,30	43,50	41,10	37,60	33,50	30,60				
CCI	61,64	0.44	61,20	71,90	63,40	60,70	57,80	66,60	58,10	64,50	56,80	46,30	50,60	57,30	59,00	51,70	50,70	54,00	49,20	51,90	47,40	45,40	45,10	39,20	36,40	32,90	28,90	26,30				
CCI	65,05	2.55	62,50	76,60	82,20	68,40	64,80	71,80	64,70	70,90	64,00	48,40	50,00	55,10	58,60	55,20	53,10	54,40	49,30	49,80	47,40	44,40	44,50	40,40	39,50	36,20	32,80	30,40				
CCI	61,64	0.64	61,00	70,60	63,50	60,30	57,20	65,20	57,20	63,60	56,00	40,80	44,70	52,30	58,30	56,20	53,50	54,40	49,00	49,30	46,90	44,40	43,60	38,70	37,40	34,60	30,90	29,10				
CCI	64,75	2.15	62,60	77,80	82,40	73,70	65,20	73,70	66,60	71,60	63,50	48,70	51,30	55,70	59,40	53,90	52,10	54,60	48,50	49,10	45,80	43,10	43,20	40,00	37,20	33,60	29,70	26,60				
CCI	64,32	2.82	61,50	73,40	64,60	59,50	56,70	67,70	63,10	67,80	57,20	44,00	49,00	55,60	57,00	54,70	53,10	55,30	50,10	48,30	47,10	43,50	44,10	40,10	39,60	34,30	30,00	28,00				
CCI	65,37	-3.73	69,10	81,10	72,90	67,20	60,30	75,10	68,40	76,60	68,50	54,40	58,60	63,70	65,10	62,60	60,20	62,40	56,60	56,00	55,00	49,60	49,80	47,10	47,20	43,80	38,40	35,70				
CCI	57,87	-0.93	58,80	66,10	61,30	57,80	55,00	59,80	52,20	59,30	50,30	37,50	42,90	51,10	55,60	53,10	51,00	52,30	48,50	49,10	45,30	39,70	39,80	36,20	32,90	34,30	27,20	25,20				
CCI	58,85	-1.45	60,30	73,20	63,90	57,80	54,50	66,00	62,60	70,90	60,10	42,70	42,10	50,50	53,90	50,00	50,40	53,60	48,90	49,70	45,50	41,00	40,60	37,50	35,60	31,50	26,80	23,50				
CCI	61,47	2.07	59,40	74,00	60,70	57,20	54,50	69,40	61,10	65,80	57,70	42,90	44,10	49,10	51,50	48,40	49,10	49,80	48,00	48,40	46,20	41,70	39,70	38,00	38,60	34,30	28,60	26,60				
CCI	60,30	0.90	59,40	62,80	62,00	58,50	54,60	50,20	48,40	56,20	51,80	43,20	49,10	50,40	51,90	48,90	49,40	51,90	51,40	51,20	46,60	45,90	42,30	44,80	46,80	42,60	38,10	31,10				
CCI	61,50	0.80	60,70	63,60	63,30	59,70	56,00	50,10	48,20	56,80	53,50	45,30	49,60	51,40	52,00	49,50	48,70	52,40	53,60	52,60	47,80	47,50	43,10	46,80	48,80	43,50	39,60	36,00				

2. Espacio recreativo

Sitio	L _{Aeq M} (dBA)	L _{Aeq M} - L _{Aeq S}	Datos simulados																								
			Nivel sonoro continuo equivalente (dB)					Espectro de frecuencias (Hz)																			
			L _{Aeq}	L _{Ceq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300
JHi 65,12	1,82	63,30	78,60	66,10	61,50	57,50	72,70	66,40	73,60	66,70	50,50	51,70	55,80	57,40	53,50	51,70	55,20	51,40	49,80	46,70	43,00	42,70	38,90	35,10	31,70	26,00	22,30
JHi 57,57	0,67	56,90	74,70	61,20	54,50	50,00	70,00	62,20	68,00	60,00	44,40	43,90	48,30	50,20	46,50	44,70	46,40	40,90	41,50	38,90	37,40	36,50	32,60	31,20	25,30	21,80	19,10
JHi 58,80	1,00	57,80	70,30	60,30	56,80	53,80	65,40	57,60	63,60	57,10	39,60	43,20	49,60	54,60	52,80	48,60	51,50	45,60	43,40	41,80	39,40	37,80	38,60	34,70	28,80	22,40	18,00
JHi 58,14	-1,66	59,80	78,10	63,20	58,50	53,20	73,40	65,90	71,80	64,60	49,20	49,00	51,20	50,40	47,00	44,60	45,80	44,60	43,90	39,60	35,10	33,90	32,30	29,40	25,30	22,20	24,10
JHi 56,07	-1,63	57,70	71,50	60,90	56,30	54,10	66,60	59,40	65,50	58,30	43,80	44,50	49,70	53,70	50,60	48,20	50,30	45,80	45,50	43,90	37,20	37,80	37,70	34,60	30,60	23,30	20,20
JHi 59,81	4,21	55,60	67,80	58,20	54,30	52,40	63,10	54,70	60,00	51,60	37,70	38,80	45,90	52,00	50,10	47,60	49,10	44,10	43,20	41,70	37,50	36,70	37,00	35,20	31,10	24,50	22,60
JHi 56,08	-1,32	57,40	69,70	60,00	56,20	54,30	65,00	56,50	61,90	53,60	39,80	41,10	47,90	53,70	51,90	49,40	51,00	45,60	45,60	43,40	39,50	38,80	39,20	37,20	33,10	26,40	24,40
JHi 59,08	1,28	57,80	72,20	60,50	56,50	54,30	66,80	59,80	65,50	58,90	43,80	44,40	48,90	53,50	52,20	48,20	49,60	45,60	45,20	43,10	38,20	39,50	39,50	37,00	29,40	22,30	18,30
JHi 59,40	0,50	58,90	76,30	63,70	54,90	50,80	71,30	64,90	70,40	63,10	48,00	49,10	51,80	51,50	48,70	45,30	48,10	42,00	41,50	40,00	34,70	36,20	35,40	32,60	26,20	19,90	16,20
JHi 60,89	0,89	60,00	76,70	63,50	58,20	54,00	72,20	64,50	70,20	62,60	47,40	47,90	51,10	53,20	49,60	48,40	52,20	46,40	45,50	44,70	39,10	38,20	37,20	33,60	32,10	26,80	19,90
JHi 58,30	1,30	57,00	72,70	59,30	56,00	50,60	67,50	59,50	65,60	58,40	42,40	43,40	49,20	52,30	50,30	46,80	48,50	45,70	44,60	41,50	36,80	35,10	33,90	32,20	29,00	21,10	16,70
JHi 74,77	5,07	69,70	82,00	71,90	68,90	66,50	77,20	69,30	76,10	70,00	56,90	60,90	64,80	65,30	63,10	59,10	61,60	59,20	59,10	55,10	50,30	49,80	47,80	48,20	43,00	34,90	27,50
JHi 52,80	-0,50	53,30	72,00	56,90	51,10	45,80	67,50	59,10	64,90	58,00	42,90	42,50	46,40	45,20	40,10	36,30	38,80	34,60	34,70	32,00	30,50	29,40	30,50	30,00	24,50	16,90	14,80
JHi 57,43	1,33	56,10	74,70	59,80	53,60	48,60	70,10	62,40	68,10	60,70	45,50	44,90	48,70	47,50	42,80	39,20	42,00	37,50	37,10	34,00	31,90	31,40	33,40	32,40	25,90	16,50	12,30
JHi 55,30	0,60	54,70	71,50	57,90	53,00	50,10	67,00	59,20	65,30	57,90	42,90	42,30	49,60	47,50	44,30	41,40	45,00	39,90	39,80	38,70	34,60	37,20	34,50	31,80	26,70	21,00	15,80
JHi 57,43	-0,27	57,70	73,80	61,00	56,10	53,90	69,40	61,60	67,90	60,50	45,80	45,90	53,20	50,60	47,40	45,00	48,60	43,70	43,20	42,10	38,20	40,90	37,90	35,60	30,20	24,50	18,70
JHi 68,97	12,57	56,40	64,00	58,90	55,30	52,70	58,20	51,10	56,20	50,30	36,90	39,30	46,80	50,20	49,00	47,20	50,20	48,90	47,70	43,30	40,50	39,70	35,80	34,00	29,60	23,50	16,60
JHi 58,57	-0,03	58,60	76,60	62,20	57,10	51,00	72,10	64,10	69,60	62,60	46,90	48,20	51,80	50,20	46,10	44,30	46,70	46,30	43,10	42,00	36,60	36,20	31,00	28,30	24,70	19,70	17,40
JHi 58,05	-0,15	58,20	76,50	60,40	54,80	50,80	72,30	63,70	69,10	61,60	46,50	46,10	49,70	51,30	48,40	45,60	47,80	41,60	41,20	40,90	34,50	35,80	34,70	34,60	26,50	19,20	14,70
JHi 57,72	-0,08	57,80	75,80	61,80	55,70	51,90	71,50	63,60	68,70	61,30	45,70	45,50	48,60	49,20	45,40	44,60	48,80	43,10	43,50	39,80	34,00	34,80	31,80	28,40	23,40	18,10	17,90
JHi 57,13	1,13	56,00	70,60	57,60	54,40	52,30	66,00	58,10	63,30	55,30	40,30	41,90	47,80	50,20	48,10	45,30	47,50	42,90	43,00	40,90	36,70	38,00	38,10	35,30	33,60	29,50	20,00
JHi 56,26	-1,44	57,70	77,30	62,90	55,80	49,60	72,90	64,70	70,40	63,20	47,80	49,50	52,80	51,20	45,90	41,50	44,20	40,20	39,40	35,70	31,00	30,70	27,10	22,80	20,90	17,80	12,10
JHi 55,20	0,50	54,70	70,30	57,90	53,50	49,60	65,70	57,10	63,30	55,20	39,80	43,80	48,50	49,20	45,20	43,30	47,80	42,40	41,50	40,40	34,80	35,40	36,60	35,90	29,40	22,40	16,90
JHi 63,99	0,79	63,20	78,30	66,30	62,00	58,20	73,60	65,70	71,90	63,80	49,30	54,20	57,60	57,30	53,20	51,70	56,20	51,00	50,00	49,10	43,50	44,00	45,20	44,50	38,10	31,50	26,20
JHi 59,98	0,78	59,20	74,30	62,40	57,70	55,50	69,60	61,10	67,00	60,70	45,10	45,90	50,80	52,20	50,20	49,10	52,80	48,10	46,90	45,40	40,80	41,50	38,40	36,50	36,00	33,80	25,50
JHi 58,38	-2,22	60,60	75,50	64,90	59,70	55,30	70,40	63,50	70,00	60,60	45,70	48,90	53,70	56,10	53,70	51,50	56,40	50,70	48,10	46,50	41,50	39,70	37,40	33,30	33,20	31,00	22,10
JHi 58,72	-2,08	60,80	77,40	64,90	58,50	55,00	73,00	64,80	71,00	63,10	48,10	50,00	54,30	53,60	49,70	48,00	50,70	46,80	44,80	42,60	45,80	48,90	37,50	34,20	30,80	26,80	22,00
JHi 67,04	0,74	66,30	76,00	63,30	58,40	53,80	71,50	64,00	71,10	62,30	45,50	50,80	53,30	55,70	52,10	49,90	50,30	46,40	43,90	42,00	38,30	38,80	35,60	31,80	30,10	27,30	20,70
JHi 62,80	-0,50	63,30	67,90	65,70	62,20	60,40	39,10	43,90	59,30	58,90	54,70	57,70	60,60	59,80	53,50	54,10	51,20	50,20	50,40	49,00	52,60	50,90	46,00	48,60	49,70	45,40	42,30
JHi 67,20	-0,40	67,60	74,50	69,70	66,30	63,50	46,30	56,90	68,20	65,30	63,80	64,30	65,90	67,30	58,60	58,20	58,40	54,20	53,40	50,40	49,60	47,20	43,50	43,50	38,90	33,00	29,20
JHi 70,80	-1,00	71,80	76,70	72,80	66,60	61,90	45,80	51,90	70,00	70,40	70,70	67,00	68,20	70,10	64,60	61,80	61,10	61,50	59,30	59,10	61,90	60,80	58,50	58,80	59,00	53,70	45,20
JHi 67,40	0,30	67,10	72,60	69,00	65,30	62,60	47,60	51,30	65,40	65,40	64,30	65,20	68,70	72,20	67,30	70,80	66,40	67,50	70,90	64,70	66,40	66,50	66,00	65,30	63,70	62,20	54,30

Sitio	L _{Aeq} M (dBA)	L _{Aeq} M - L _{Aeq} S	Datos simulados																									
			Nivel sonoro continuo equivalente (dB)					Espectro de frecuencias (Hz)																				
			L _{Aeq}	L _{Ceq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
JHi	67,40	-2,30	69,70	73,40	70,70	64,40	61,90	52,00	55,50	73,50	73,50	69,30	71,20	72,90	73,30	66,20	64,70	63,60	65,40	64,80	64,30	66,80	64,70	61,00	62,90	60,20	51,80	44,10
JHi	70,90	0,40	70,50	74,60	72,10	65,20	61,30	49,70	55,50	71,90	72,40	69,40	72,60	74,90	75,60	68,00	64,60	63,90	63,10	62,80	62,40	65,00	64,80	66,50	63,70	62,60	56,00	50,10
JHi	67,30	1,60	65,70	72,30	66,30	62,40	60,40	52,60	57,80	74,30	74,10	71,60	72,20	74,50	76,10	71,10	68,70	71,90	68,00	67,50	68,80	69,20	66,00	59,10	60,30	58,00	55,10	50,80
JHi	67,40	-3,90	71,30	68,20	65,70	59,90	57,00	51,90	59,00	75,40	75,40	73,40	74,70	74,40	76,90	72,40	70,40	68,10	67,20	67,90	63,90	65,40	67,10	59,20	61,70	61,60	59,60	54,40
JHi	65,90	-1,40	67,30	69,80	65,50	59,80	57,80	51,80	60,60	81,60	78,00	73,70	77,30	81,60	83,00	76,40	75,80	75,40	74,30	75,50	71,00	74,40	72,40	65,10	66,10	64,40	59,90	55,80
JHi	60,90	0,80	60,10	64,50	62,20	58,80	56,60	52,60	58,20	74,70	72,60	72,10	74,60	77,60	75,70	68,70	66,00	64,70	64,30	65,40	62,90	65,70	61,20	59,20	63,20	61,30	61,30	60,10
JHi	63,00	0,40	62,60	66,00	65,30	60,30	57,90	53,80	57,00	74,60	71,80	71,50	77,90	83,20	78,40	77,80	78,00	71,70	68,10	65,00	68,50	72,60	74,40	67,50	66,30	62,40	60,30	58,90
JHi	64,10	-0,70	64,80	68,30	64,60	60,90	58,50	56,10	63,80	81,50	83,40	80,70	78,50	82,00	84,40	77,20	73,50	71,40	70,40	70,50	73,30	78,30	73,20	65,10	62,60	65,20	65,80	58,00
JHi	63,00	0,10	62,90	68,10	64,10	60,00	56,50	54,40	59,60	74,90	73,70	72,40	74,20	76,60	78,80	73,00	72,70	70,00	70,30	70,10	65,60	66,50	65,80	63,10	64,60	63,50	64,30	65,20
JHi	64,50	-0,40	64,90	70,50	67,00	62,10	57,70	56,60	64,80	80,40	81,10	77,60	82,90	90,80	87,20	79,30	78,80	73,40	68,90	68,60	71,40	74,20	67,30	64,80	66,40	58,50	60,10	59,80
JHi	66,40	0,70	65,70	71,70	68,50	62,50	58,20	56,90	64,20	80,40	81,70	77,40	80,70	87,40	84,00	78,40	79,40	79,20	74,40	71,40	71,50	76,00	72,40	67,60	72,70	66,00	63,70	61,00
JHi	72,40	0,60	71,80	75,70	74,10	66,90	62,60	56,70	64,20	80,40	81,60	77,40	80,70	87,40	84,00	78,40	79,40	79,20	74,30	71,40	71,40	76,00	72,40	67,70	72,60	66,00	63,70	61,00
JHi	68,10	1,10	67,00	72,10	69,40	66,40	63,30	53,30	61,80	75,10	79,70	80,30	87,40	89,90	89,80	80,40	78,80	73,10	68,00	64,20	67,30	69,50	67,90	62,90	65,40	60,50	61,30	60,70
JHi	51,70	0,70	51,00	64,50	52,30	50,20	48,80	53,30	54,60	54,50	51,50	48,90	46,90	44,70	42,90	43,30	42,80	42,40	42,10	40,70	38,10	33,70	30,10	26,90	24,50	23,70	21,70	20,20
JHi	63,90	-0,20	64,10	71,40	65,70	63,30	61,60	62,90	60,60	60,80	59,90	56,10	55,90	56,20	57,20	57,20	56,10	56,80	56,70	55,00	51,90	47,70	44,30	41,20	38,00	33,80	29,00	24,60
JHi	53,20	1,20	52,00	56,40	54,00	51,00	48,10	54,50	53,70	52,90	53,00	48,20	47,00	45,50	43,40	43,50	42,20	42,70	43,60	43,30	41,70	36,80	32,20	28,20	23,80	20,50	19,10	16,80
JHi	60,00	-0,70	60,70	66,00	63,40	59,90	57,20	37,40	45,70	56,30	57,80	53,20	51,90	57,90	60,40	56,80	48,90	49,70	44,00	44,20	42,10	44,60	44,80	44,10	46,70	38,30	28,90	31,20
JHi	69,30	1,10	68,20	70,80	71,70	64,00	58,20	36,50	43,10	54,10	56,80	54,00	50,40	57,00	63,10	64,90	57,30	65,60	58,20	49,20	48,80	48,30	46,70	46,30	47,60	39,30	35,20	36,80
JHi	70,20	1,00	69,20	72,30	73,20	64,00	58,50	45,30	44,00	54,90	59,00	55,10	54,40	60,40	66,00	67,40	56,60	64,30	56,70	49,00	48,50	49,50	49,20	48,80	53,40	51,00	47,00	47,80
JHi	64,90	0,80	64,10	67,70	66,90	57,30	51,10	38,60	44,50	56,20	58,80	55,10	53,80	58,10	61,00	58,20	55,30	57,30	50,00	48,10	47,80	49,00	48,70	47,90	50,70	47,20	46,30	49,70
JHi	66,40	1,40	65,00	69,30	66,20	62,00	57,30	43,60	48,50	58,50	61,20	58,60	58,30	60,50	60,40	59,40	56,40	56,80	52,70	50,60	49,20	51,60	50,90	49,10	51,30	48,70	46,30	47,00
JHi	67,90	0,80	67,10	70,70	67,90	64,80	60,40	36,30	43,30	54,60	59,90	55,00	56,80	63,20	65,70	61,30	56,10	57,80	52,90	52,90	52,30	53,00	52,00	51,70	53,90	51,50	49,60	50,30
JHi	65,30	0,90	64,40	68,80	66,50	63,50	60,20	37,20	42,00	54,90	58,80	58,20	56,80	61,60	61,90	60,60	53,00	54,40	48,10	45,90	51,10	48,70	51,80	49,70	51,00	47,50	36,50	36,60
JHi	63,50	1,50	62,00	67,10	64,40	59,60	57,20	37,10	44,60	53,40	55,10	56,80	57,70	61,00	60,50	57,60	50,70	49,70	46,20	46,00	45,40	48,00	45,70	45,40	46,50	40,10	30,90	32,10
JHi	65,20	0,80	64,40	68,40	67,60	63,20	55,20	39,10	43,80	55,90	59,40	56,20	55,90	60,80	61,10	57,50	57,90	54,70	50,00	54,60	51,10	50,60	49,50	48,10	46,60	45,00	36,00	34,30
JHi	64,50	-0,40	64,90	69,00	67,80	64,50	33,60	38,80	45,70	56,80	60,70	57,50	56,40	60,80	60,90	59,30	57,80	57,50	49,10	55,10	50,80	49,70	48,90	47,00	46,90	45,10	36,70	35,20
JHi	57,30	0,40	56,90	61,50	60,50	54,80	51,60	35,10	40,40	51,30	54,60	52,30	51,40	52,30	50,00	51,00	47,10	46,90	41,30	44,70	43,90	45,20	45,20	43,80	43,50	39,50	31,80	32,10
JHi	60,30	-0,40	60,70	68,70	62,70	60,20	57,70	40,00	50,70	60,30	65,10	52,70	55,00	62,00	53,30	54,40	52,20	50,10	45,30	44,20	44,60	46,00	43,00	41,70	43,20	38,20	35,50	37,80
JHi	64,90	0,30	64,60	67,70	66,50	63,50	61,00	37,30	46,60	56,80	60,20	54,00	51,50	57,40	60,70	56,10	55,20	53,90	48,80	49,80	50,50	53,00	52,50	50,50	54,00	51,70	47,80	51,10
JHi	64,60	-0,30	64,90	68,10	67,10	64,50	60,70	38,60	43,20	56,80	58,00	55,70	54,80	59,30	59,10	57,70	58,70	58,50	52,10	54,00	52,70	51,50	50,20	47,10	46,70	44,80	38,20	39,20
JHi	66,40	0,30	66,10	69,90	68,70	64,30	61,10	37,30	42,00	54,60	59,30	58,10	56,40	60,30	63,50	63,20	58,90	58,10	52,60	53,20	50,40	51,00	50,00	45,60	46,60	43,70	38,70	39,90
JHi	62,30	1,20	61,10	65,00	63,80	60,10	57,10	38,40	42,20	53,40	54,20	52,00	50,10	54,70	58,60	58,30	54,20	51,20	49,70	47,50	46,50	45,70	42,50	41,20	43,20	39,80	36,70	33,60
JHi	57,10	-0,10	57,20	61,30	58,90	56,10	54,20	34,60	39,80	51,70	53,40	48,30	47,50	50,60	54,70	50,40	49,30	49,70	44,20	43,40	43,10	44,80	41,70	41,10	42,40	38,80	31,00	

Sitio	L _{Aeq} M (dBA)	L _{Aeq} M - L _{Aeq} S	Datos simulados																											
			Nivel sonoro continuo equivalente (dB)					Espectro de frecuencias (Hz)																						
			L _{Aeq}	L _{Ceq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000		
JHi	60,20	1,50	58,70	64,00	60,90	57,10	54,50	34,80	43,20	56,00	56,50	51,90	53,30	55,50	53,20	55,00	47,90	49,70	43,80	44,60	46,50	43,90	47,10	42,60	41,20	37,20	30,00	34,60		
PCh	61,80	0,10	61,70	68,10	62,70	61,50	60,60	31,70	42,00	57,90	60,20	59,30	59,90	59,60	59,30	58,40	51,60	52,00	49,50	46,60	40,70	38,10	35,30	31,20	24,60	19,20	19,40	18,60		
PCh	65,53	2,13	63,40	69,30	63,60	58,90	56,20	63,20	55,20	64,20	54,00	41,80	48,40	57,90	56,70	53,20	52,30	53,30	49,30	50,00	47,00	41,90	40,10	36,20	31,60	30,20	27,10	23,70		
PCh	56,38	-2,32	58,70	79,40	65,70	58,90	54,30	75,00	67,40	73,60	65,50	51,90	50,30	52,90	52,50	48,70	46,30	48,70	45,90	46,80	46,10	44,00	39,20	36,70	33,50	30,70	24,40	20,90		
PCh	55,15	0,25	54,90	76,20	80,80	71,30	64,00	71,60	64,30	69,90	62,00	47,10	47,30	51,40	53,00	49,40	48,40	52,00	46,90	45,90	44,00	41,70	41,50	40,40	38,10	33,60	28,70	23,70		
PCh	55,11	0,51	54,60	67,90	57,10	52,70	50,00	61,30	54,20	64,50	57,90	40,30	42,40	47,30	48,60	46,50	45,70	45,70	40,00	41,30	39,80	36,90	37,10	36,30	34,90	30,30	22,80	17,80		
PCh	54,61	1,11	53,50	64,10	54,70	51,50	49,70	58,60	51,90	58,00	50,40	36,40	37,60	47,30	52,30	46,80	40,60	45,50	41,40	40,10	38,10	38,50	38,30	37,40	35,50	30,20	23,40	17,90		
PCh	53,87	-3,23	57,10	64,20	59,80	55,50	52,80	58,10	49,40	58,10	50,60	38,00	40,30	49,70	52,30	48,30	47,30	49,50	43,00	40,80	42,30	47,90	48,40	40,80	39,00	35,30	25,50	16,00		
PCh	56,75	0,25	56,50	66,60	59,20	55,00	52,80	61,10	55,50	60,50	52,70	39,20	42,10	50,70	52,60	49,60	45,20	48,20	42,10	42,20	42,20	43,70	46,80	40,90	40,10	35,00	27,10	19,40		
PCh	60,17	5,37	54,80	66,50	57,30	52,90	50,20	63,20	53,30	59,80	52,40	40,00	42,00	51,70	52,10	47,60	45,10	48,10	42,30	40,80	39,10	35,70	36,60	36,50	33,60	29,40	23,10	17,30		
PCh	54,21	-0,99	55,20	67,00	57,50	54,30	50,50	63,70	53,10	59,20	53,70	40,40	46,50	52,10	51,50	47,10	45,00	48,10	42,50	43,30	39,60	37,20	38,50	40,30	39,00	32,50	23,50	17,40		
PCh	57,69	-2,91	60,60	74,10	63,00	56,80	53,60	61,90	60,30	72,90	64,50	46,80	43,50	51,90	54,50	51,90	49,20	51,70	47,40	43,50	41,10	37,40	37,50	39,40	36,00	31,60	23,00	15,20		
PCh	54,87	-2,63	57,50	66,60	60,40	56,20	53,00	59,90	53,80	59,70	52,90	40,40	45,30	52,20	53,10	51,40	48,70	51,70	47,00	46,00	42,80	38,20	39,10	41,10	39,00	33,90	25,10	18,70		
PCh	57,00	1,00	56,00	71,70	58,70	54,40	51,60	67,40	59,20	64,20	56,60	41,30	40,10	44,10	46,20	42,80	42,60	48,40	41,30	44,50	43,80	37,30	39,40	43,20	41,90	40,50	33,20	27,20		
PCh	55,53	-6,97	62,50	72,20	64,60	61,20	58,40	66,30	60,20	66,90	60,30	45,40	50,50	58,10	57,60	53,30	51,00	54,70	51,20	51,90	49,70	45,90	47,70	49,40	48,80	42,60	36,40	31,30		
PCh	65,84	8,14	57,70	68,50	60,40	56,40	54,50	65,30	55,80	62,70	54,60	40,00	41,70	48,60	51,80	46,90	47,20	51,80	45,60	46,70	46,70	39,80	41,00	44,40	43,10	41,40	34,00	25,20		
PCh	55,27	-0,63	55,90	69,40	58,70	54,70	52,70	65,20	60,10	62,80	56,30	41,70	43,60	49,00	49,50	45,80	45,50	49,00	44,50	45,00	42,70	39,60	38,60	39,60	38,00	35,90	29,00	19,60		
PCh	54,48	-9,92	64,40	68,10	68,20	62,70	55,60	62,60	53,70	58,80	51,70	37,80	40,30	49,40	53,00	47,00	51,40	59,80	52,90	57,00	53,80	48,50	48,90	54,70	47,80	40,20	29,50	26,50		
PCh	62,35	6,75	55,60	67,60	57,30	54,70	52,00	64,40	52,60	60,20	52,70	39,00	38,90	46,40	50,60	48,80	45,60	47,40	42,10	43,10	41,80	37,10	45,10	39,10	41,10	37,40	37,80	30,70		
PCh	55,78	-1,12	56,90	70,40	59,50	54,10	50,90	62,70	61,20	68,30	55,90	44,40	48,70	49,60	50,60	45,90	44,90	49,10	42,50	42,60	40,50	36,70	38,40	40,50	41,20	36,80	29,10	20,70		
PCh	53,59	-1,21	54,80	71,80	57,70	52,90	50,80	67,20	59,50	63,90	55,40	40,70	40,70	45,80	49,50	44,20	42,90	47,50	41,30	41,00	36,80	34,50	36,70	37,50	35,50	31,20	29,20	16,60		
PCh	54,80	-5,10	59,90	72,20	64,30	56,10	52,50	68,30	58,70	65,20	59,50	43,60	50,10	56,60	57,10	51,10	50,20	53,10	48,80	46,10	43,20	39,80	41,60	41,80	37,80	34,10	29,30	22,30		
PCh	56,15	0,65	55,50	67,10	57,50	54,90	52,90	60,90	54,00	62,90	54,70	39,80	39,90	48,70	51,10	48,10	45,90	48,50	42,60	42,30	40,80	37,40	39,00	41,70	39,40	35,60	27,80	23,90		
PCh	53,67	-2,63	56,30	65,60	58,90	55,00	53,10	60,90	48,70	56,30	51,40	37,30	39,80	46,80	49,30	46,40	45,40	48,50	43,70	44,50	44,00	47,40	46,40	41,00	39,10	37,30	29,60	21,20		
PCh	54,82	-0,58	55,40	61,30	57,10	54,70	53,20	55,40	47,20	55,00	49,60	36,60	39,30	46,70	49,60	48,20	46,00	49,30	43,00	43,00	42,20	44,40	42,80	41,70	39,10	35,60	33,30	25,60		
PCh	55,80	-0,60	56,40	62,60	58,90	54,60	53,20	57,60	47,70	56,00	49,60	36,40	39,90	46,70	48,40	46,00	48,50	52,70	44,10	45,70	43,70	40,90	40,40	41,60	38,40	35,50	28,30	22,90		
PCh	55,72	0,82	54,90	62,30	56,90	53,50	51,50	57,30	48,40	54,90	49,30	38,00	41,60	47,50	52,00	48,20	46,10	49,10	42,70	42,90	43,30	36,80	37,50	39,30	36,30	32,60	26,90	19,30		
PCh	55,42	-1,18	56,60	64,60	58,70	55,60	52,90	57,40	52,60	59,70	52,20	40,00	42,90	50,10	52,70	50,10	49,00	51,50	45,00	43,40	41,20	37,80	41,00	39,60	36,70	32,10	23,50	17,40		
PCh	55,37	-2,73	58,10	70,50	61,60	56,30	52,10	64,70	58,90	65,30	57,10	42,60	46,20	51,70	51,90	48,00	45,00	49,00	50,10	47,30	45,80	43,90	43,40	40,30	39,00	34,30	29,80	18,90		
PCh	65,38	1,18	64,20	73,60	66,40	63,50	61,10	61,40	53,10	59,80	53,00	38,90	43,20	51,10	51,80	48,50	47,80	50,80	43,80	43,30	42,60	46,10	47,40	41,50	39,00	34,80	24,90	20,20		
PCh	56,26	-2,04	58,30	64,30	64,30	58,50	51,80	58,70	50,40	55,50	48,00	34,30	36,20	45,50	49,50	44,40	47,80	56,30	48,90	52,40	49,60	45,20	45,10	49,90	43,30	36,50	25,40	22,50		
PCh	57,14	-1,26	58,40	77,20	61,90	57,40	49,30	72,70	65,20	70,90	63,10	48,20	47,20	49,80	48,80	44,50	42,90	41,70	37,50	36,80	35,10	30,70	29,70	30,40	28,60	25,00	18,90	16,30		
PCh	54,98	-2,92	57,90	76,60	61,70	56,00	50,60	72,20	64,50	70,10	61,90	46,40	45,20	48,60	49,30	44,40	42,20	42,10	38,30	39,00	37,30	36,00	33,60	31,50	30,60	26,80	19,30	15,80		

ANEXO IV BASE DE DATOS

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro														Información Individuo							
Nº	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Edad	Gen	Esc
1	Aazc	68,30	71,70	65,20	61,50	1267,46	2,10	10,20	5	1	2	10	4	10	5	4	4	0	0	0	3	0	0	4	5	0	0	0	0	0	4	2	1
2	AAZc	66,60	70,10	64,20	60,20	883,56	3,40	9,90	5	1	2	3	2	10	3	3	4	0	0	0	3	0	0	4	4	0	0	0	0	0	3	2	2
3	AAZc	68,80	67,70	65,20	64,80	539,01	5,20	2,90	5	1	1	3	2	3	3	3	4	0	0	0	3	0	0	4	4	0	0	0	0	0	7	1	0
4	AAZc	74,20	76,30	68,70	65,30	1208,42	1,4	11,00	3	2	3	8	4	5	4	4	4	0	0	0	3	0	0	0	4	4	0	0	0	0	1	2	2
5	AAZc	69,30	71,00	67,00	64,20	566,70	4,70	6,80	5	1	3	4	3	9	2	4	4	4	0	0	3	0	3	3	4	0	0	0	0	0	3	1	2
6	AAZc	70,10	72,40	67,00	63,50	619,66	4,60	8,90	3	2	2	2	2	6	0	5	5	5	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	2	3	1	2
7	AAZc	72,10	76,00	68,30	63,80	573,08	4,00	12,20	3	2	2	2	2	6	3	5	5	5	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	2	3	1	2
8	AAZc	71,90	74,70	67,20	62,50	503,46	4,90	12,20	5	1	2	3	2	3	2	3	3	3	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	2	7	1	0	
9	AAZc	77,90	80,80	75,60	70,50	552,11	4,10	10,30	3	6	3	4	2	2	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	0	2	3	1	4		
10	AAZc	73,60	76,80	71,60	67,40	512,40	5,50	9,40	5	1	2	4	2	8	4	3	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	1	7	1	1	
11	AAZc	76,80	79,80	75,20	70,20	625,04	3,80	9,60	2	1	2	5	3	6	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	0	0	0	0	1	5	1	4	
12	AAZc	78,50	81,70	75,00	67,80	504,92	4,90	13,90	5	1	2	3	2	5	3	3	3	3	0	3	0	3	3	3	0	0	0	0	0	5	2	2	
13	AAZc	73,60	76,90	71,60	67,30	674,10	4,00	9,60	5	1	3	7	3	7	4	5	5	5	5	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	4	2	2	
14	AAZc	80,60	83,70	79,00	75,10	380,18	5,90	8,60	5	1	3	1	1	10	3	4	4	4	0	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	6	1	1	
15	AAZc	80,10	83,00	78,60	74,60	516,36	4,60	8,40	5	1	2	2	3	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	2	1	0	
16	AAZc	80,10	83,10	78,70	74,50	516,01	4,60	8,60	5	1	3	10	4	6	3	5	5	5	5	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	7	2	2	
17	AAZc	81,50	85,70	78,30	71,40	365,35	5,90	14,30	5	1	2	4	2	4	2	5	5	5	5	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	4	2	2	
18	AAZc	74,10	77,20	72,70	68,40	507,09	4,40	8,80	5	1	2	1	2	2	4	5	5	5	5	0	3	3	3	3	5	3	3	0	0	2	1	0	
19	AAZc	72,10	75,60	70,10	66,30	549,33	4,10	9,30	4	1	2	10	4	2	3	5	5	5	5	0	4	4	4	4	5	4	4	0	0	3	1	0	
20	AAZc	61,90	77,10	74,00	71,10	614,78	3,50	6,00	5	1	3	3	2	10	2	4	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	2	4	
21	AAZc	79,90	84,50	76,30	72,10	858,85	1,80	12,40	5	1	3	8	4	8	4	4	4	4	4	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	4	2	3	
22	AAZc	74,20	76,40	73,60	70,50	680,09	3,50	5,90	5	1	4	4	4	8	3	4	4	4	4	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	4	1	2	
23	AAZc	75,10	77,50	73,90	70,90	662,44	4,10	6,60	5	1	2	4	2	1	2	3	3	3	3	0	3	3	3	3	2	0	0	0	0	7	1	1	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo							
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} * L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	C _o	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Edad	Gen	Esc
25	AAzc	74,70	77,40	73,30	70,00	582,07	4,00	7,40	5	1	2	3	3	5	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	4	2	1
26	AAzc	76,00	82,70	78,70	75,10	436,73	5,60	7,60	5	1	2	3	2	6	2	3	3	3	3	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0	2	1	1
27	AAzc	80,00	77,80	75,50	73,30	422,82	4,90	4,50	2	1	4	4	4	2	3	3	3	3	0	2	2	2	3	3	3	0	0	2	0	0	1	2	1	
28	AAzc	82,80	85,60	82,50	76,60	497,18	4,70	9,00	5	1	3	3	2	7	4	4	4	4	0	3	3	3	3	2	3	3	0	0	0	0	1	2	2	
29	AAzc	82,80	85,60	82,50	76,60	497,18	4,70	9,00	5	1	5	10	4	10	4	4	4	4	0	3	3	3	3	5	3	3	0	0	0	0	6	2	2	
30	AAzc	82,80	85,60	82,50	76,60	497,18	4,70	9,00	4	1	2	4	2	9	5	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	1	1	
31	AAzc	69,30	72,50	66,80	63,40	617,95	4,10	9,10	5	1	2	7	4	8	2	3	3	3	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0	6	2	3	
32	AAzc	69,40	72,20	67,80	64,60	405,05	4,80	7,60	4	1	2	2	2	9	2	3	4	4	0	2	3	3	3	5	0	0	0	0	0	0	5	1	2	
33	AAzc	69,00	71,80	65,30	60,80	884,88	3,10	11,00	4	1	2	4	2	10	2	4	4	4	0	2	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	7	2	0	
34	AAzc	68,10	72,50	63,30	59,60	999,76	2,50	12,90	5	6	2	7	3	7	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	1	2	3	
35	AAzc	68,10	72,50	63,30	59,60	999,76	2,50	12,90	4	2	2	6	3	8	2	3	3	3	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0	2	1	4	
36	AAzc	72,90	76,60	70,40	67,50	1031,7 6	2,30	9,10	4	2	2	6	3	8	2	3	3	3	0	3	3	3	3	4	0	0	0	0	0	0	2	1	4	
37	AAzc	72,10	75,10	70,70	66,30	478,39	5,40	8,80	2	1	2	2	2	7	2	3	3	3	0	3	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0	2	1	2	
38	AAzc	72,10	75,10	70,70	66,30	478,39	5,40	8,80	2	1	2	2	2	6	2	3	3	3	0	3	3	3	3	2	0	0	0	0	0	0	3	1	4	
39	AAzc	72,70	76,10	71,00	67,40	603,22	4,20	8,70	5	1	4	7	4	7	3	4	3	3	4	0	2	3	3	3	5	5	0	0	1	0	0	3	2	4
40	AAzc	66,60	68,90	64,90	61,10	517,68	4,00	7,80	4	1	2	5	2	5	3	4	4	4	0	2	3	3	3	2	3	2	0	3	0	0	1	2	0	
41	AAzc	67,30	69,80	66,30	63,30	544,60	3,90	6,50	4	2	3	7	4	7	3	5	5	5	0	3	3	3	3	5	0	0	0	2	0	0	3	1	2	
42	AAzc	67,30	69,80	66,30	63,30	544,60	3,90	6,50	5	1	2	6	4	10	3	5	5	5	0	3	3	3	3	5	3	3	0	2	0	0	6	2	2	
43	AAzc	69,30	71,30	66,70	62,80	711,42	2,80	8,50	4	1	3	5	2	6	2	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	0	0	2	0	0	1	1	2	
44	AAzc	67,90	71,10	65,70	61,70	538,36	4,30	9,40	2	1	3	6	4	5	3	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	5	2	1	
45	AAzc	69,80	73,20	66,20	61,00	892,74	3,70	12,20	5	1	3	6	4	10	3	4	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	6	2	2	
46	AAzc	67,90	71,20	66,10	61,30	483,77	4,70	9,90	5	1	3	5	3	10	3	5	5	5	0	3	3	3	3	4	3	3	0	0	0	0	3	1	2	
47	AAzc	69,60	73,10	67,70	62,00	850,43	3,50	11,10	5	1	2	5	3	5	3	3	3	3	0	3	3	3	3	2	3	3	0	2	0	0	6	1	1	
###	AAzc	64,20	66,60	63,00	58,90	708,8	3,90	7,70	5	1	2	4	2	5	3	3	3	3	0	3	3	3	3	5	0	0	0	2	0	0	5	2	2	
###	AAzc	74,20	75,70	68,30	61,50	1082,4	1,40	14,20	5	1	2	9	5	10	5	5	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	2	5	
###	AAzc	74,20	75,70	68,30	61,50	1082,4	1,40	14,20	5	1	2	9	5	10	5	5	5	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	2	4	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo						
N ^a	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Edad	Gen	Esc
###	AAzc	69,50	73,00	66,50	62,00	1247,4	2,60	11,00	5	1	2	4	2	10	2	4	4	4	4	0	3	3	3	3	4	0	0	0	2	0	0	7	2	1
###	AAzc	67,50	71,40	63,20	59,40	1151,5	2,90	12,00	5	2	3	6	3	2	2	4	4	4	4	0	3	3	4	3	3	3	4	4	2	2	4	1	1	3
###	AAzc	67,50	71,40	63,20	59,40	1151,5	2,90	12,00	5	2	2	8	4	4	2	4	4	4	4	0	3	3	4	3	3	3	4	0	2	2	3	2	2	3
71,00	AAzc	82,40	84,80	80,50	75,90	464,2	4,10	8,90	5	1	2	5	4	5	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	4	3	0	0	0	0	0	7	1	1
###	AAzc	74,80	77,90	72,10	67,30	670,3	3,80	10,60	3	2	3	5	4	8	2	3	3	3	3	0	3	3	3	0	3	0	0	0	2	0	0	5	2	2
75,00	AAzc	75,30	78,20	73,80	71,00	1562,5	1,30	7,20	4	2	2	1	2	6	1	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	3	2	3
###	AAzc	69,80	72,00	69,10	66,40	200,9	4,60	5,60	5	1	2	9	4	7	2	3	3	3	3	0	2	3	2	3	3	3	0	0	2	0	0	5	2	2
77,00	AAzc	74,20	77,80	71,30	66,20	473,8	4,30	11,60	5	1	4	4	2	2	2	3	3	3	3	0	2	3	2	3	3	3	0	0	2	0	0	2	1	2
###	AAzc	70,90	73,90	56,40	49,70	587,2	3,80	24,20	5	3	2	2	2	7	2	4	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	3	0	2	0	0	4	1	2
###	AAzc	65,10	66,80	61,50	58,80	461,2	5,70	8,00	3	1	2	1	2	1	1	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	1	2	2
###	AAzc	59,40	71,10	61,90	59,20	800,7	2,00	11,90	5	1	2	5	2	7	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	1	0	0	4	2	3
###	AAzc	63,90	68,70	58,30	53,50	561,8	4,60	15,20	4	2	2	4	2	1	2	5	5	5	5	0	3	3	3	3	5	0	0	0	2	0	0	1	2	3
###	AAzc	57,80	60,50	54,50	52,00	849,3	4,00	8,50	4	6	2	5	3	8	3	3	3	3	3	0	3	3	3	3	4	3	0	0	2	0	0	3	2	2
###	AAzc	58,90	59,60	49,30	46,20	531,2	5,00	13,40	5	1	4	4	4	4	2	4	4	4	4	0	4	4	4	0	3	3	0	0	2	0	0	2	1	4
###	AAzc	66,20	67,90	62,50	59,30	497,0	5,00	8,60	2	2	2	2	2	4	2	2	2	2	2	0	3	3	3	3	4	0	0	0	2	0	0	1	2	2
###	AAzc	63,90	68,70	58,30	53,50	561,8	4,60	15,20	2	1	3	7	3	7	4	4	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3
###	AAzc	57,80	60,50	54,50	52,00	849,3	4,00	8,50	2	6	2	2	5	7	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	2
91,00	AAzc	58,90	59,60	49,30	46,20	531,2	5,00	13,40	2	6	2	0	3	7	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	1
###	AAzc	65,50	68,00	64,20	61,60	865,5	3,40	6,40	4	5	2	3	2	2	2	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3
###	AAzc	73,70	76,00	71,40	68,10	436,2	5,30	7,90	1	1	2	2	2	4	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	4
###	AAzc	82,40	84,80	80,50	75,90	464,2	4,10	8,90	2	3	2	6	4	5	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3
###	AAzc	74,80	77,90	72,10	67,30	670,3	3,80	10,60	2	3	3	6	2	7	3	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2
###	AAzc	72,80	76,10	71,30	66,70	557,1	3,80	9,40	2	6	2	2	2	6	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	2	3
110	AAzc	76,60	81,40	71,30	67,80	736,04	3,30	13,60	5	1	4	9	4	9	1	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	
111	AAzc	71,40	74,40	69,40	65,20	1026,4	2,50	9,20	2	2	2	6	2	10	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	2	3	
112	AAzc	77,50	80,30	73,10	69,40	827,89	3,10	10,90	2	2	2	6	2	10	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	2	3	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo								
Nº	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P ₁ a	P ₁ b	P ₁ c	P ₁ d	P ₁ e	P ₂ a	P ₂ b	P ₂ c	P ₂ d	P ₃ a	P ₃ b	P ₃ c	P ₃ d	P ₄ a	P ₄ b	P ₄ c	Ed	Gn	Es	
113	AAzc	75,30	78,20	73,80	71,00	1562,5	1,30	7,20	5	1	2	2	2	10	1	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1
114	AAzc	69,80	72,00	69,10	66,40	200,8	4,60	5,60	5	1	2	1	1	1	1	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	3
115	AAzc	74,30	76,10	71,80	68,20	694,4	3,20	7,90	2	4	4	3	2	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	2	
116	AAzc	74,20	77,80	71,30	66,20	473,8	4,30	11,60	2	3	3	2	2	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	1	
117	AAzc	65,10	66,80	61,50	58,80	461,1	5,70	8,00	5	1	2	1	2	4	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	2	2	
118	AAzc	65,10	66,80	61,50	58,80	461,1	5,70	8,00	2	1	2	1	2	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	2	2	
119	AAzc	58,20	61,50	54,80	51,20	622,4	3,10	10,30	2	2	2	1	2	3	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	1	2		
120	AAzc	79,80	82,70	78,00	72,60	651,7	3,70	10,10	5	1	2	4	2	4	2	5	0	0	5	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	2	2	3		
121	AAzc	79,10	82,80	76,70	71,90	548,2	4,10	10,90	5	1	2	6	3	6	3	4	4	4	4	0	3	0	0	3	4	3	0	3	3	0	0	3	1	3	
122	AAzc	65,90	68,20	63,40	59,50	487,1	3,40	8,70	5	1	2	3	2	3	2	4	4	0	4	0	3	0	0	3	3	3	0	3	3	0	0	2	2	1	
123	AAzc	79,80	82,70	78,00	72,60	651,7	3,70	10,10	3	2	1	3	2	3	2	4	4	4	4	0	3	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	6	2	1	
124	AAzc	63,50	65,50	61,10	56,50	688,8	3,10	9,00	5	2	2	4	2	4	2	3	3	3	3	0	3	0	0	3	4	3	0	3	3	0	0	5	1	2	
125	AAzc	79,10	82,80	76,70	71,90	548,2	4,10	10,90	5	1	2	6	3	6	3	4	4	4	4	0	3	0	0	3	4	3	0	3	3	0	0	6	1	3	
126	AAzc	65,90	68,20	63,40	59,50	487,1	3,40	8,70	5	1	1	5	3	5	3	3	3	3	3	0	3	0	0	3	4	2	0	2	2	0	0	5	2	3	
127	AAzc	63,50	65,50	61,10	56,50	688,8	3,10	9,00	3	2	1	5	3	5	3	3	3	3	3	0	3	0	0	3	4	3	0	3	3	0	0	6	2	2	
128	AAzc	67,50	70,80	65,40	61,20	815,6	3,20	9,60	5	1	2	5	3	5	3	4	4	4	4	0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	3	2	3	
129	AAzc	67,50	70,80	65,40	61,20	815,6	3,20	9,60	5	1	2	6	4	6	4	4	4	4	4	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	4	1	4	
130	AAzc	79,10	82,80	76,70	71,90	548,2	4,10	10,90	2	2	1	8	3	8	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	2	0	2	2	0	0	3	1	4	
131	AAzc	79,80	82,70	78,00	72,60	651,7	3,70	10,10	5	1	1	6	3	6	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	2	0	2	2	0	0	7	1	1	
132	AAzc	65,90	68,20	63,40	59,50	487,1	3,40	8,70	5	1	1	8	4	8	4	0	0	0	0	0	3	0	0	3	3	3	0	3	3	0	0	1	1	2	
133	AAzc	79,10	82,80	76,70	71,90	548,2	4,10	10,90	5	1	1	5	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	3	3	0	0	7	1	1	
134	AAzc	63,50	65,50	61,10	56,50	688,8	3,10	9,00	5	1	1	4	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	3	3	0	0	7	2	1	
135	AAzc	79,80	82,70	78,00	72,60	651,7	3,70	10,10	5	1	1	4	2	4	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4	0	0	5	1	2	
136	AAzc	79,10	82,80	76,70	71,90	548,24	4,10	10,90	4	1	2	8	4	8	4	4	4	4	4	0	0	0	0	5	4	4	0	4	4	0	0	3	2	4	
137	AAzc	65,90	68,20	63,40	59,50	487,11	3,40	8,70	2	2	2	4	2	4	2	4	4	4	4	0	3	0	0	2	4	2	0	2	2	0	0	1	2	2	
138	AAzc	63,50	65,50	61,10	56,50	688,82	3,10	9,00	5	1	2	5	3	5	5	4	4	4	4	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	2	1	2	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																	Información Individuo						
Nº	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} [*] L _{Aeq}	L _{A10} [*] L _{A90}	FU	U _{so}	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P ^{lc}	E _d	G _n	E _s
1	CCI	63,50	67,00	61,50	58,40	189,65	13,53	8,60	4	2	2	8	3	4	4	4	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	3	2	2
2	CCI	57,00	59,60	55,40	51,70	138,29	14,78	7,90	4	2	3	8	4	4	4	5	5	0	4	0	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	5	1	2
3	CCI	59,20	61,40	57,50	55,30	241,68	8,58	6,10	4	5	1	3	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	3
4	CCI	60,80	64,90	58,80	53,40	113,83	14,83	11,50	4	4	1	3	2	2	2	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	2
5	CCI	64,10	66,20	60,10	55,50	249,59	10,20	10,70	4	3	2	3	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3
6	CCI	65,50	68,20	64,10	61,10	362,08	4,48	7,10	5	3	2	3	2	2	2	3	4	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3
7	CCI	65,50	68,20	64,10	61,10	362,08	4,48	7,10	4	3	2	3	2	2	2	3	4	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3
8	CCI	57,00	59,60	55,40	51,70	138,29	14,78	7,90	5	3	1	3	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	4
45	CCI	60,80	63,50	59,60	56,70	145,10	13,95	6,80	4	4	1	6	3	3	3	4	4	4	4	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	7	1	1	
46	CCI	58,90	61,40	57,60	55,20	221,92	12,11	6,20	2	2	4	8	3	4	4	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2	
47	CCI	60,80	63,50	59,60	56,70	145,10	13,95	6,80	4	3	1	3	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	2
48	CCI	58,70	61,20	57,00	54,70	122,76	14,58	6,50	4	3	1	3	2	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	
49	CCI	59,20	62,90	56,90	52,80	147,82	12,07	10,10	5	3	1	3	1	2	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	3
50	CCI	58,40	60,60	57,20	54,30	206,73	11,83	6,30	0	5	1	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	3
51	CCI	60,80	64,00	59,60	55,80	160,67	14,46	8,20	2	3	1	3	2	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	4
52	CCI	60,50	64,90	56,50	52,50	105,05	18,22	12,40	4	3	1	3	2	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	4
53	CCI	55,90	59,00	54,10	50,80	120,40	16,30	8,20	4	4	1	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	1	3
54	CCI	56,90	61,30	53,10	49,50	160,26	12,30	11,80	4	6	1	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	1	3
55	CCI	60,80	64,90	58,80	53,40	113,83	14,83	11,50	4	5	2	3	2	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	2
56	CCI	62,30	66,00	60,20	55,30	117,40	16,80	10,70	2	1	2	3	2	2	2	3	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	2
57	CCI	61,10	62,50	59,90	58,40	305,24	6,17	4,10	5	3	4	3	2	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	2
58	CCI	60,90	62,70	59,20	56,50	131,59	14,53	6,20	2	3	1	3	2	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	1	2
59	CCI	60,50	64,90	56,50	52,50	105,05	18,22	12,40	0	3	1	3	2	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	3
60	CCI	60,50	64,90	56,50	52,50	105,1	18,22	12,40	0	2	1	3	2	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	1	3
61	CCI	63,20	67,50	60,30	56,80	69,3	16,19	10,70	4	6	3	3	4	2	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	3
84	CCI	61,00	63,50	60,30	57,20	234,8	8,96	6,30	4	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	1	3	
85	CCI	58,70	62,90	57,10	53,60	160,6	12,45	9,30	4	1	2	6	2	3	3	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	1	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																	Información Individuo						
N°	Loc	L ^{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} ⁻ L _{Aeq}	L _{A10} ⁻ L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3^a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	E _d	G _n	E _s
86	CCI	61,60	64,00	60,70	58,20	254,6	7,58	5,80	2	4	2	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	4	0	0	4	0	0	0	4	2	1	
87	CCI	65,10	68,00	64,00	60,80	201	12,42	7,20	5	3	1	6	3	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	2
88	CCI	59,20	61,40	57,50	55,30	241,7	8,58	6,10	5	5	2	6	2	3	3	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3
89	CCI	58,90	61,40	57,60	55,20	221,9	12,11	6,20	5	5	1	3	2	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5	2	4
90	CCI	64,90	66,60	64,30	62,10	136,9	14,99	4,50	4	5	1	3	2	2	2	3	3	3	0	0	3	0	0	2	0	0	2	0	0	0	3	1	4	
91	CCI	60,60	64,50	59,00	52,50	110	15,82	12,00	4	3	1	3	2	2	2	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3
6	CCI	62,50	82,20	68,40	64,80	139,6	11,55	17,40	2	5	2	7	4	6	4	5	5	0	0	0	3	0	0	5	5	0	5	0	1	0	0	6	1	3
1	CCI	71,40	74,00	70,30	66,30	641,3	3,50	7,70	2	3	2	4	4	10	3	4	4	4	4	4	3	3	3	2	0	5	3	0	0	0	4	2	3	
44	CCI	72,80	70,00	66,10	65,00	525	3,80	5,00	2	3	2	4	4	10	3	4	4	4	4	4	3	3	3	2	0	5	3	0	0	0	4	2	3	
7	CCI	72,80	70,00	66,10	65,00	525	3,80	5,00	2	3	2	4	4	10	3	4	4	4	4	4	3	3	3	2	0	5	3	0	0	0	4	2	3	
23	CCI	72,80	70,00	66,10	65,00	525	3,80	5,00	5	1	2	8	2	5	2	5	5	5	5	0	1	1	1	3	2	0	0	0	0	0	4	2	2	
8	CCI	68,10	70,20	67,20	64,60	1044	2,00	5,60	5	1	4	4	2	8	2	3	4	4	4	0	0	0	0	0	4	0	0	2	1	0	0	7	2	3
2	CCI	68,10	70,20	67,20	64,60	1044	2,00	5,60	4	2	2	8	3	7	3	5	5	5	3	0	3	0	3	3	5	0	4	0	3	0	0	4	1	4
45	CCI	68,10	70,20	67,20	64,60	1044	2,00	5,60	2	3	2	5	2	4	2	4	5	5	5	5	2	0	0	2	2	0	2	0	1	0	0	6	2	5
24	CCI	60,00	62,80	58,30	56,20	121,7	16,86	6,60	5	1	2	7	3	5	2	2	5	4	4	5	2	2	2	2	0	0	0	0	2	0	0	4	2	3
9	CCI	78,10	82,30	73,60	65,10	1365	1,50	17,20	4	1	4	7	1	8	1	3	4	5	3	0	3	0	3	3	5	0	3	0	1	0	0	4	1	3
46	CCI	78,10	82,30	73,60	65,10	1365	1,50	17,20	4	1	5	1	3	10	4	3	4	4	0	0	4	0	0	4	4	0	0	0	2	2	2	3	2	2
4	CCI	78,10	82,30	73,60	65,10	1365	1,50	17,20	4	1	4	7	1	8	1	3	4	5	3	0	3	0	3	3	5	0	3	0	1	0	0	2	2	3
10	CCI	64,30	65,90	61,80	57,90	239,3	7,54	8,00	4	3	2	1	2	3	2	3	4	4	5	0	2	1	3	3	4	0	0	0	1	0	1	5	2	4
5	CCI	58,70	61,20	57,00	54,70	122,7	14,58	6,50	5	1	3	2	2	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4
47	CCI	69,60	72,30	67,90	65,00	843,4	2,60	7,30	5	1	4	9	2	1	3	3	3	0	4	0	4	3	3	3	4	0	4	0	1	1	1	5	1	2
25	CCI	69,60	72,30	67,90	65,00	843,4	2,60	7,30	1	4	2	4	2	6	2	4	4	5	5	4	1	2	1	2	4	2	2	2	2	2	4	1	1	3
11	CCI	69,60	72,30	67,90	65,00	843	2,60	7,30	5	3	4	2	2	2	2	0	4	5	5	4	0	0	5	0	5	2	4	5	2	2	3	1	1	3
26	CCI	67,70	70,20	66,70	63,00	742	3,30	7,20	5	2	2	5	2	6	2	5	5	4	3	0	1	3	3	3	5	3	3	3	1	1	3	7	1	3
39	CCI	67,70	70,20	66,70	63,00	742	3,30	7,20	5	1	3	8	3	5	3	4	4	4	4	0	3	0	4	3	4	4	4	0	3	0	4	5	2	2
12	CCI	71,10	76,50	65,20	59,70	673	3,20	16,80	5	1	3	8	4	8	4	5	5	4	3	5	2	0	4	4	4	3	3	2	2	0	0	4	1	4
48	CCI	71,10	76,50	65,20	59,70	673	3,20	16,80	5	3	1	1	2	2	2	4	5	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	4	1	3

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo							
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} ⁻ L _{Aeq}	L _{A10} ⁻ L _{A90}	FU	Uso	Ev	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Ed	Gn	Es
27	CCI	66,80	70,70	64,60	42,40	463	5,70	28,30	5	1	3	6	2	4	2	5	5	2	2	1	2	2	2	5	5	3	3	3	3	3	0	2	2	4
13	CCI	66,80	70,70	64,60	42,40	463	5,70	28,30	5	1	2	1	1	10	3	5	5	0	4	0	2	2	2	3	0	0	0	0	0	0	4	1	3	
49	CCI	66,80	70,70	64,60	42,40	463	5,70	28,30	4	4	1	2	2	4	2	3	4	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3	2	4	
28	CCI	66,50	67,40	64,90	61,90	824	3,40	5,50	5	2	2	5	1	5	1	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	2	2	3	
50	CCI	66,50	67,40	64,90	61,90	824	3,40	5,50	5	5	1	3	2	6	2	2	4	5	4	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	3	
14	CCI	68,40	71,20	66,40	62,60	928	2,30	8,60	5	5	2	10	4	10	4	5	3	0	5	0	0	0	3	3	3	2	2	2	2	0	2	3	1	4
40	CCI	68,40	71,20	66,40	62,60	928	2,30	8,60	5	1	1	2	2	4	1	2	3	2	3	0	2	0	2	3	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3
51	CCI	70,30	73,10	67,30	61,80	1242	1,00	11,30	4	6	2	7	3	7	3	4	4	4	4	0	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2	3	2	2	3
29	CCI	70,30	73,10	67,30	61,80	1242	1,00	11,30	5	6	2	9	2	1	2	5	4	5	5	4	3	3	3	3	3	2	2	5	1	3	4	2	2	3
15	CCI	65,10	68,80	63,00	57,00	645	3,00	11,80	4	1	2	10	5	10	5	5	4	4	4	0	3	0	4	3	4	4	2	0	1	2	2	3	2	4
41	CCI	65,10	68,80	63,00	57,00	645	3,00	11,80	5	2	1	8	1	5	3	4	5	5	5	5	2	0	2	2	2	2	0	2	0	0	7	1	4	
52	CCI	64,60	66,60	64,10	62,00	125	18,78	4,60	5	2	3	6	2	8	4	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	2	
30	CCI	65,20	68,10	62,80	59,60	188	10,27	8,50	2	3	4	5	3	10	3	5	5	5	5	4	5	3	3	4	5	4	4	3	2	0	3	3	1	5
42	CCI	71,80	74,40	69,50	64,60	1962	1,00	9,80	4	5	4	7	5	8	4	4	5	5	1	0	5	0	0	5	4	0	4	0	0	5	2	3		
53	CCI	80,00	73,50	69,20	66,80	201	12,56	6,70	0	1	3	3	2	3	3	3	3	0	0	0	3	2	0	3	3	0	0	0	1	0	0	3	1	4
57	CCI	76,80	66,20	60,10	55,50	250	10,20	10,70	5	1	4	2	2	3	3	3	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	5	1	2
59	CCI	74,10	68,20	64,10	61,10	362	4,48	7,10	1	4	2	7	3	5	2	3	5	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1	1	3	
54	CCI	69,30	63,50	59,60	56,70	145	13,95	6,80	5	1	3	3	2	3	2	3	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	4	2	2
60	CCI	74,60	65,20	59,40	55,90	173	13,77	9,30	5	1	3	4	3	4	4	3	3	0	4	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	4	1	4	
55	CCI	69,80	63,40	60,70	57,80	212	10,26	5,60	5	3	1	3	4	5	2	3	3	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	2	0	0	4	1	3
56	CCI	73,50	82,40	73,70	65,20	125	13,05	17,20	5	1	2	4	3	4	2	0	4	0	0	0	3	3	3	3	0	0	0	0	3	0	0	4	2	3
62	CCI	72,60	66,60	61,50	58,70	173	11,08	7,90	4	1	4	5	5	6	1	3	4	0	0	0	3	0	3	3	0	0	0	0	2	0	0	4	1	3
61	CCI	75,70	68,90	63,20	56,30	170	11,73	12,60	2	5	2	5	5	5	4	3	5	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	6	1	3
70	CCI	72,00	61,30	57,80	55,00	320	8,23	6,30	2	3	2	4	3	5	3	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	4	2	3
73	CCI	69,20	63,90	57,80	54,50	123	14,35	9,40	5	1	3	4	3	4	4	3	4	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	4	1	4
74	CCI	71,40	65,80	58,60	53,70	122	17,51	12,10	5	3	1	5	4	4	2	4	4	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	1	3
72	CCI	67,90	65,30	61,10	56,40	110	19,16	8,90	5	1	3	4	4	5	2	3	0	0	0	0	3	0	0	3	3	0	0	0	3	0	0	2	2	4

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo							
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Ed	G _n	Es
64	CCI	71,60	65,30	59,60	56,30	121	14,33	9,00	5	6	2	5	4	4	2	3	0	0	0	0	3	0	3	3	3	0	0	0	3	0	0	2	2	3
68	CCI	68,40	63,00	57,90	54,70	124	15,02	8,30	4	1	2	6	4	6	5	3	4	0	0	0	2	0	0	3	2	0	0	0	2	0	0	3	2	4
1	JHi	74,70	78,50	72,80	67,10	461	4,40	11,40	2	2	3	1	2	8	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	3	3	1	2	3
2	JHi	64,90	67,00	62,10	57,70	380	5,60	9,30	3	1	2	6	2	8	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	4	2	4
3	JHi	74,70	78,50	72,80	67,10	461	4,40	11,40	2	3	2	5	2	5	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	1	4	1	2
4	JHi	64,60	67,90	63,40	58,40	158	12,60	9,50	2	3	2	5	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	2	0	0	3	2	2
5	JHi	67,10	69,00	65,30	62,60	1208	5,50	6,40	2	3	2	5	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	2	1	2
6	JHi	69,70	70,70	64,40	61,90	567	3,70	8,80	5	1	2	3	1	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3
7	JHi	70,50	72,10	65,20	61,30	620	4,10	10,80	5	1	2	5	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	4	1	1
8	JHi	60,10	62,20	58,80	56,60	512	4,40	5,60	5	1	3	7	2	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	0	7	2	2
9	JHi	64,90	67,00	62,10	57,70	380	5,60	9,30	4	1	2	2	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	1	0	0	6	2	3
10	JHi	64,90	67,00	62,10	57,70	380	5,60	9,30	4	3	2	2	2	2	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	0	0	0	1	0	0	4	1	4
11	JHi	65,70	68,50	62,50	58,20	358	6,00	10,30	5	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	4	1	2
12	JHi	64,10	65,70	63,30	61,60	357	7,30	4,10	2	6	2	5	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	4	2	1
13	JHi	52,00	54,00	51,00	48,10	228	4,40	5,90	4	3	2	3	2	7	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	5	2	1
14	JHi	60,70	63,40	59,90	57,20	440	5,30	6,20	2	3	2	3	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	1	1	3
15	JHi	68,20	71,70	64,00	58,20	631	2,60	13,50	4	3	2	4	2	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	5	2	3
16	JHi	64,10	66,90	57,30	51,10	762	3,60	15,80	2	1	2	4	1	1	3	4	4	4	4	0	4	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	1	2	3
17	JHi	69,20	73,20	64,00	58,50	657	3,10	14,70	2	6	2	5	2	4	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	0	0	2	3	3
18	JHi	65,00	66,20	62,00	57,30	631	4,30	8,90	5	1	2	5	2	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	3	1	3
19	JHi	65,00	66,20	62,00	57,30	631	4,30	8,90	2	3	2	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	3	2	4
20	JHi	64,90	67,10	64,50	60,70	640	3,20	6,40	6	2	2	6	4	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	0	0	2	2	4
21	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	2	6	2	5	2	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	0	0	5	2	2	
23	JHi	56,90	60,50	54,80	51,60	580	4,60	8,90	4	6	2	4	2	5	2	4	4	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	2	4	
25	JHi	64,60	66,50	63,50	61,00	1043	3,10	5,50	4	1	2	2	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	0	0	4	2	3
26	JHi	58,70	60,90	57,10	54,50	462	5,30	6,40	3	1	2	10	2	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3
27	JHi	58,70	60,90	57,10	54,50	462	5,30	6,40	2	1	2	7	2	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2	3	
28	JHi	63,30	65,70	62,20	60,40	628	4,60	5,30	1	2	2	5	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	1	3	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																	Información Individuo						
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	E _d	Gn	Es
29	JHi	67,60	69,70	66,30	63,50	307	6,90	6,20	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	1	0	0	3	2	4
31	JHi	71,80	72,80	66,60	61,90	539	4,90	10,90	5	3	1	1	2	1	2	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0	1	0	0	7	2	0
32	JHi	67,10	69,00	65,30	62,60	1208	5,50	6,40	5	3	2	2	2	2	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	7	2	3	
34	JHi	69,70	70,70	64,40	61,90	567	3,70	8,80	4	3	2	5	2	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	7	2	3
35	JHi	70,50	72,10	65,20	61,30	620	4,10	10,80	2	3	2	4	3	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	2	2
37	JHi	65,70	66,30	62,40	60,40	573	6,60	5,90	4	5	2	3	2	2	2	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	7	1	1
38	JHi	68,20	65,70	59,90	57,00	503	3,10	8,70	4	5	2	3	2	2	2	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	2	0	0	7	2	1
39	JHi	67,30	65,50	59,80	57,80	552	2,50	7,70	2	3	2	4	2	5	2	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	1	0	0	2	1	3
40	JHi	60,10	62,20	58,80	56,60	512	4,40	5,60	2	3	2	4	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	0	0	4	1	1
41	JHi	64,90	67,00	62,10	57,70	380	5,60	9,30	4	3	2	7	3	7	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	3	3	7	2	1
42	JHi	71,80	74,10	66,90	62,60	580	3,90	11,50	2	5	2	3	2	2	2	4	4	0	0	2	2	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4
43	JHi	64,10	65,70	63,30	61,60	357	7,30	4,10	4	3	1	4	2	8	2	3	3	0	0	2	2	2	3	3	3	3	0	0	1	0	0	7	2	1
44	JHi	60,70	63,40	59,90	57,20	440	5,30	6,20	2	2	2	5	3	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	5	1	3
45	JHi	68,20	71,70	64,00	58,20	631	2,60	13,50	4	2	2	5	3	9	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	0	0	5	1	1
46	JHi	64,10	66,90	57,30	51,10	762	3,60	15,80	3	6	2	4	2	7	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	6	2	1
48	JHi	67,10	67,90	64,80	60,40	759	3,60	7,50	2	3	2	4	2	2	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	0	7	2	5
49	JHi	64,40	66,50	63,50	60,20	580	4,40	6,30	5	3	2	4	3	5	2	5	5	5	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	4	1	0
50	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	1	5	3	3	2	6	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	4	2	4
52	JHi	60,70	62,70	60,20	57,70	290	8,00	5,00	2	3	4	1	2	1	2	5	5	5	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	6	1	3
20	JHi	64,90	67,10	64,50	60,70	640	3,20	6,40	6	2	2	6	4	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	0	0	2	2	4
21	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	2	6	2	5	2	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	2	0	0	5	2	2
23	JHi	56,90	60,50	54,80	51,60	580	4,60	8,90	4	6	2	4	2	5	2	4	4	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	2	4	
25	JHi	64,60	66,50	63,50	61,00	1043	3,10	5,50	4	1	2	2	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	3	0	0	4	2	3
26	JHi	58,70	60,90	57,10	54,50	462	5,30	6,40	3	1	2	10	2	7	5	4	4	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3
27	JHi	58,70	60,90	57,10	54,50	462	5,30	6,40	2	1	2	7	2	5	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2	3	
28	JHi	63,30	65,70	62,20	60,40	628	4,60	5,30	1	2	2	5	2	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	2	1	3	
29	JHi	67,60	69,70	66,30	63,50	307	6,90	6,20	2	3	2	3	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	1	0	0	3	2	4

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo						
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Ed	Gn	Es
31	JHi	71,80	72,80	66,60	61,90	539	4,90	10,90	5	3	1	1	2	1	2	3	3	0	0	0	3	3	3	3	3	0	0	0	1	0	0	7	2	0
32	JHi	67,10	69,00	65,30	62,60	1208	5,50	6,40	5	3	2	2	2	2	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	7	2	3	
34	JHi	69,70	70,70	64,40	61,90	567	3,70	8,80	4	3	2	5	2	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	7	2	3
35	JHi	70,50	72,10	65,20	61,30	620	4,10	10,80	2	3	2	4	3	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	2	2
37	JHi	65,70	66,30	62,40	60,40	573	6,60	5,90	4	5	2	3	2	2	2	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	7	1	1
38	JHi	68,20	65,70	59,90	57,00	503	3,10	8,70	4	5	2	3	2	2	2	3	3	3	0	3	3	3	0	3	3	0	0	0	2	0	0	7	2	1
39	JHi	67,30	65,50	59,80	57,80	552	2,50	7,70	2	3	2	4	2	5	2	3	3	0	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	1	0	0	2	1	3
40	JHi	60,10	62,20	58,80	56,60	512	4,40	5,60	2	3	2	4	2	5	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	0	0	4	1	1
41	JHi	64,90	67,00	62,10	57,70	380	5,60	9,30	4	3	2	7	3	7	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	3	3	7	2	1
42	JHi	71,80	74,10	66,90	62,60	580	3,90	11,50	2	5	2	3	2	2	2	4	4	0	0	2	2	2	0	4	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4
43	JHi	64,10	65,70	63,30	61,60	357	7,30	4,10	4	3	1	4	2	8	2	3	3	0	0	2	2	2	3	3	3	3	0	0	1	0	0	7	2	1
44	JHi	60,70	63,40	59,90	57,20	440	5,30	6,20	2	2	2	5	3	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	5	1	3
45	JHi	68,20	71,70	64,00	58,20	631	2,60	13,50	4	2	2	5	3	9	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	1	0	0	5	1	1
46	JHi	64,10	66,90	57,30	51,10	762	3,60	15,80	3	6	2	4	2	7	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	6	2	1
48	JHi	67,10	67,90	64,80	60,40	759	3,60	7,50	2	3	2	4	2	2	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	1	0	0	1	0	0	7	2	5
49	JHi	64,40	66,50	63,50	60,20	580	4,40	6,30	5	3	2	4	3	5	2	5	5	5	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	4	1	0
50	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	1	5	3	3	2	6	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	4	2	4
52	JHi	60,70	62,70	60,20	57,70	290	8,00	5,00	2	3	4	1	2	1	2	5	5	5	0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	2	0	0	6	1	3
53	JHi	64,60	66,50	63,50	61,00	1043	3,10	5,50	2	3	2	5	2	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	2	4
54	JHi	64,60	66,50	63,50	61,00	1043	3,10	5,50	2	2	2	5	2	5	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	2	2	4
55	JHi	64,90	67,10	64,50	60,70	640	3,20	6,40	5	3	1	1	1	2	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	0	0	5	1	3
56	JHi	64,90	67,10	64,50	60,70	640	3,20	6,40	4	5	2	4	2	7	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	0	0	2	2	3
57	JHi	66,10	68,70	64,30	61,10	540	3,80	7,60	4	3	2	4	2	2	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	0	0	2	1	4
58	JHi	66,10	68,70	64,30	61,10	540	3,80	7,60	4	3	2	4	2	2	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	0	0	3	2	3
59	JHi	61,10	63,80	60,10	57,10	540	3,90	6,70	2	3	1	2	2	2	2	3	3	3	0	3	3	3	3	3	3	2	0	0	2	0	0	7	2	1
60	JHi	61,10	63,80	60,10	57,10	540	3,90	6,70	2	3	3	3	2	5	2	4	4	4	0	4	4	4	4	3	3	3	3	2	0	0	6	1	1	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo							
Nº	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} ⁻ L _{Aeq}	L _{A10} ⁻ L _{A90}	FU	Uso	Ev	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	E _d	G _n	E _s	
61	JHi	58,70	60,90	57,10	54,50	462	5,30	6,40	4	3	2	4	2	8	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2	0	0	1	1	2	
62	JHi	58,70	60,90	57,10	54,50	462	5,30	6,40	4	3	2	4	2	8	2	4	4	4	0	3	3	3	3	3	3	3	3	0	0	2	0	0	1	2	3
1	JHi	74,70	78,50	72,80	67,10	461	4,40	11,40	2	2	1	1	2	1	2	3	3	0	3	0	2	3	4	3	3	3	5	4	2	0	0	1	1	2	
1	JHi	64,60	67,90	63,40	58,40	158	12,60	9,50	3	1	1	1	2	1	2	3	3	0	3	0	2	3	3	4	0	3	5	0	2	3	1	1	2	2	
1	JHi	72,70	74,90	71,90	69,50	162	12,30	5,40	2	3	1	1	2	1	2	3	3	0	3	0	2	4	4	3	0	0	5	4	2	0	0	1	2	2	
1	JHi	57,40	60,00	56,20	54,30	177	12,30	5,70	2	3	2	1	2	1	2	4	4	4	4	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	7	2	1	
1,1	JHi	59,60	62,20	58,30	56,40	177	12,20	5,80	2	3	2	1	2	1	2	4	4	4	4	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	7	2	1	
1,1	JHi	64,60	67,90	63,40	58,40	158	12,60	9,50	5	1	2	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	3	2	0	0	0	0	0	0	3	2	3	
1,1	JHi	59,80	63,20	58,50	53,20	108	18,30	10,00	5	1	1	2	2	1	2	3	3	3	3	0	3	3	0	3	0	3	0	0	2	3	0	3	2	3	
1,1	JHi	56,90	60,50	54,80	51,60	580	4,60	8,90	5	1	2	5	2	6	3	4	4	4	4	0	2	3	0	3	4	0	0	2	1	0	0	5	1	2	
1,1	JHi	56,90	61,20	54,50	50,00	111	17,80	11,20	4	1	1	1	1	1	2	3	3	3	0	0	2	3	0	3	0	0	0	2	1	0	0	4	1	3	
1,1	JHi	57,80	61,80	55,70	51,90	108	18,00	9,90	4	3	1	1	1	1	2	3	3	3	3	0	2	3	0	3	0	0	2	2	2	0	0	5	2	3	
1,1	JHi	55,40	57,60	54,40	52,30	83	15,20	5,30	5	3	2	1	2	1	2	4	0	0	3	0	3	3	0	3	0	0	0	2	2	0	0	1	2	3	
1,1	JHi	59,20	62,40	57,70	55,50	135	15,10	6,90	2	6	2	1	2	1	2	3	0	0	4	0	3	3	0	3	0	0	0	2	2	0	0	2	1	3	
1,1	JHi	57,20	58,90	56,10	54,20	573	4,10	4,70	4	3	1	1	2	1	2	3	0	0	0	0	3	3	0	3	0	0	3	0	2	0	0	3	1	4	
1,1	JHi	57,20	58,90	56,10	54,20	573	4,10	4,70	2	3	2	8	2	7	3	4	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	3	0	2	0	0	1	2	3	
1,2	JHi	57,70	60,90	56,30	54,10	144	13,80	6,80	4	3	2	6	2	6	3	3	0	0	3	0	0	3	0	3	4	0	4	0	2	0	0	2	1	3	
1,2	JHi	66,60	69,20	65,70	61,30	402	5,10	7,90	2	1	4	6	4	6	3	4	0	0	4	0	0	3	0	3	3	3	4	2	0	0	4	2	1		
1,2	JHi	66,60	69,20	65,70	61,30	402	5,10	7,90	2	6	2	1	4	1	2	4	0	0	4	0	0	3	0	3	0	3	4	0	2	0	0	2	2	3	
1,2	JHi	60,70	62,70	60,20	57,70	290	8,00	5,00	5	1	2	6	1	6	3	3	0	0	3	0	3	3	3	3	4	0	3	4	0	0	3	1	2		
1,2	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	2	3	2	1	2	1	2	4	0	0	5	0	2	3	0	3	4	3	0	2	0	0	5	1	2		
1,2	JHi	64,60	66,50	63,50	61,00	1043	3,10	5,50	6	2	2	1	2	1	2	4	0	0	5	0	2	3	0	3	0	3	0	2	0	0	2	1	3		
1,2	JHi	59,90	63,50	58,20	54,00	116	16,80	9,50	2	6	4	8	4	8	4	4	0	0	4	0	4	3	0	3	3	0	0	0	0	0	4	2	1		
1,2	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	5	3	2	0	2	0	0	5	0	0	2	0	0	3	0	3	3	3	0	0	2	0	0	1	1	2	
1,5	JHi	58,20	80,40	74,80	66,80	107	18,30	13,60	4	6	1	1	1	1	2	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	0	0	3	1	0	0	6	2	2	
1,6	JHi	63,20	66,30	62,00	58,20	133	15,10	8,10	5	1	1	1	2	1	2	3	3	3	3	0	1	3	0	3	0	0	1	3	1	0	0	6	2	2	

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro															Información Individuo							
Nº	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	Ev	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Ed	Gn	Es
25	PCh	54,40	57,90	53,40	45,30	105	18,80	12,60	2	6	2	3	2	3	2	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	4	1	2	
26	PCh	62,70	64,90	61,80	59,80	783	3,78	5,10	5	1	1	3	1	1	1	3	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	1	0	0	5	1	2	
27	PCh	57,50	60,40	56,20	53,00	269	9,10	7,40	2	3	1	3	1	2	1	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	2	1	4	
28	PCh	54,60	57,10	52,70	50,00	151	13,30	7,10	6	2	2	1	2	3	2	4	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	3	1	4	
29	PCh	54,60	57,10	52,70	50,00	151	13,30	7,10	2	6	1	1	1	2	1	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	2	4	
30	PCh	57,50	60,40	56,20	53,00	269	9,10	7,40	5	3	1	3	1	1	1	4	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	1	0	0	4	1	3	
31	PCh	64,20	66,40	63,50	61,10	273	9,40	5,30	4	6	2	5	2	3	2	4	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	2	0	0	1	2	2	
32	PCh	54,80	57,30	52,90	50,20	163	11,70	7,10	4	1	3	5	3	6	3	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	0	3	2	2	
33	PCh	58,50	61,20	57,00	54,80	242	10,10	6,40	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0	0	3	1	5	
34	PCh	60,00	63,40	58,90	52,60	110	17,60	10,80	2	1	1	3	1	1	1	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	3	1	4	
35	PCh	59,90	60,30	54,10	51,30	509	4,70	9,00	1	6	1	3	1	1	1	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	5	1	3	
36	PCh	59,90	60,30	54,10	51,30	509	4,70	9,00	2	3	1	3	1	1	1	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	1	0	0	5	1	3	
37	PCh	58,10	61,60	56,30	52,10	175	12,40	9,50	5	3	3	5	4	9	4	4	4	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	1	5	1	3		
38	PCh	56,30	59,70	53,00	49,80	228	9,20	9,90	5	3	4	9	4	8	4	4	5	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3		
39	PCh	59,90	63,10	58,20	55,60	271	8,30	7,50	4	3	4	7	4	8	4	4	5	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3			
40	PCh	57,10	59,80	55,50	52,80	387	7,10	7,00	2	3	2	3	2	3	2	4	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	4		
41	PCh	56,30	59,70	53,00	49,80	228	9,20	9,90	4	5	1	5	2	3	2	4	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	2	3			
42	PCh	56,30	59,70	53,00	49,80	228	9,20	9,90	4	5	1	5	2	3	2	4	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	2	2			
43	PCh	55,90	59,00	54,10	50,80	120	16,30	8,20	2	3	2	3	2	3	2	3	4	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5	2	4			
44	PCh	57,70	60,40	56,40	54,50	201	10,80	5,90	2	3	2	3	2	3	2	3	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	6	2	4		
62	PCh	65,00	67,10	63,70	60,90	253	9,70	6,20	4	3	1	3	2	3	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	3		
63	PCh	65,00	67,10	63,70	60,90	253	9,70	6,20	2	5	1	3	2	3	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	3		
64	PCh	65,40	68,60	63,90	61,20	236	8,90	7,40	4	3	1	3	2	3	2	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0	0	2	0	0	2	1	3		
65	PCh	55,90	59,00	54,10	50,80	120	16,30	8,20	2	2	1	9	2	4	2	3	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	3		
66	PCh	55,90	59,00	54,10	50,80	120	16,30	8,20	4	2	1	7	2	3	2	3	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	2		
67	PCh	55,20	57,50	54,30	50,50	174	11,80	7,00	3	6	1	3	2	3	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	3		

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro															Información Individuo										
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} ⁻ L _{Aeq}	L _{A10} ⁻ L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P ₁ a	P ₁ b	P ₁ c	P ₁ d	P ₁ e	P ₂ a	P ₂ b	P ₂ c	P ₂ d	P ₃ a	P ₃ b	P ₃ c	P ₃ d	P ₄ a	P ₄ b	P ₄ c	Ed	Gn	Es			
68	PCh	55,20	57,50	54,30	50,50	174	11,80	7,00	2	3	1	3	2	3	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	3
69	PCh	55,60	57,30	54,70	52,00	189	12,00	5,30	5	3	2	7	2	3	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	2	3	
70	PCh	55,60	57,30	54,70	52,00	189	12,00	5,30	1	5	2	7	2	3	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	2	3		
71	PCh	55,60	57,30	54,70	52,00	189	12,00	5,30	2	3	1	3	3	7	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	4		
72	PCh	58,50	61,20	57,00	54,80	242	10,10	6,40	2	3	1	3	2	3	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	7	2	4		
73	PCh	56,70	60,70	53,90	49,30	110	17,70	11,40	2	2	2	3	2	4	2	3	3	3	3	0	3	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	4		
74	PCh	65,00	67,10	63,70	60,90	253	9,70	6,20	5	3	1	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	3		
75	PCh	55,40	57,10	54,70	53,20	434	5,90	3,90	4	5	1	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	3		
76	PCh	57,20	60,20	55,30	51,80	157	13,00	8,40	4	3	2	3	2	3	2	3	3	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	1	4		
77	PCh	54,90	56,90	53,50	51,50	311	7,40	5,40	4	3	2	3	2	3	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	4		
78	PCh	54,80	57,30	52,90	50,20	163	11,70	7,10	2	3	1	3	2	3	2	4	4	4	4	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	1	1		
79	PCh	55,90	59,00	54,10	50,80	120	16,30	8,20	2	3	2	9	2	3	2	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	4		
80	PCh	56,30	58,70	53,80	50,70	162	13,60	8,00	4	3	3	3	2	4	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	1			
81	PCh	55,20	57,50	54,30	50,50	174	11,80	7,00	4	3	2	5	3	6	3	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	5	2	4		
82	PCh	54,80	57,30	52,90	50,20	163	11,70	7,10	3	3	1	3	2	3	2	4	4	4	4	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	4	1	4		
83	PCh	56,30	58,70	53,80	50,70	162	13,60	8,00	5	3	2	5	2	3	2	3	3	3	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	1	3		
4	PCh	56,30	58,70	53,80	50,70	162	13,60	8,00	5	3	1	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	2		
5	PCh	56,30	58,70	53,80	50,70	162	13,60	8,00	5	3	2	2	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	3		
6	PCh	54,60	57,10	52,70	50,00	151	13,30	7,10	3	3	2	1	1	1	2	3	4	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	3	2	3		
7	PCh	54,60	57,10	52,70	50,00	151	13,30	7,10	5	3	2	1	1	1	2	3	4	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	3	2	3		
8	PCh	56,00	58,70	54,40	51,60	139	15,70	7,10	3	3	1	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	6	2	4			
47	PCh	56,00	58,70	54,40	51,60	139	15,70	7,10	3	3	1	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	2			
48	PCh	55,90	59,00	54,10	50,80	120	16,30	8,20	5	5	1	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	2			
49	PCh	55,90	59,00	54,10	50,80	120	16,30	8,20	3	5	1	3	1	2	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	3			
50	PCh	57,70	60,40	56,40	54,50	201	10,80	5,90	5	3	1	4	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	3			
51	PCh	57,70	60,40	56,40	54,50	201	10,80	5,90	2	3	1	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	4			

Datos de encuesta		Parámetros acústicos						Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																Información Individuo															
N°	Loc	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} [*] L _{Aeq}	L _{A10} [*] L _{A90}	Fu	Uso	Ev	As	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	ED	GN	Es								
52	PCh	57,70	60,40	56,40	54,50	201	10,80	5,90	5	3	1	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	4					
53	PCh	54,90	57,50	52,10	48,90	147	13,50	8,60	5	5	1	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	3			
54	PCh	54,90	57,50	52,10	48,90	147	13,50	8,60	5	3	1	4	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	1	3				
55	PCh	56,90	61,30	53,10	49,50	160	12,30	11,80	5	2	2	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2				
56	PCh	57,50	60,40	56,20	53,00	269	9,10	7,40	5	2	2	3	1	2	2	3	3	3	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	1	1	2					
57	PCh	54,80	57,70	52,90	50,80	118	17,00	6,90	5	6	4	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2				
58	PCh	54,80	57,70	52,90	50,80	118	17,00	6,90	5	3	1	4	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	2			
59	PCh	54,80	57,70	52,90	50,80	118	17,00	6,90	4	3	1	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3		
60	PCh	54,80	57,70	52,90	50,80	118	17,00		5	5	1	3	1	2	2	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	3		
61	PCh	56,90	61,30	53,10	49,50	160	12,30	11,80	5	3	3	3	2	2	2	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	3		
1	PCh	56,90	61,30	53,10	49,50	160	12,30	11,80	5	3	2	4	3	5	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
1	PCh	55,90	58,70	54,70	52,70	149	13,50	6,00	5	2	2	4	2	5	3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	
1	PCh	55,60	57,30	54,70	52,00	189	12,00	5,30	5	3	2	3	1	3	2	3	3	0	3	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	7	2	2
1	PCh	55,50	57,50	54,90	52,90	190	11,60	4,60	5	3	2	6	2	5	3	3	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	3	
1	PCh	55,90	58,20	54,50	52,20	276	8,40	6,00	2	3	2	6	1	5	3	3	3	0	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	4	
1,1	PCh	56,00	58,70	54,40	51,60	139	15,70	7,10	5	1	2	5	1	5	3	4	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	2	2		
1,1	PCh	54,90	57,50	52,10	48,90	147	13,50	8,60	5	1	2	4	1	4	2	3	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	1	2		
1,1	PCh	65,00	67,60	64,00	62,70	463	3,88	4,90	4	1	2	3	1	4	2	3	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2		
1,1	PCh	56,30	58,90	55,00	53,10	320	9,30	5,80	5	1	2	3	1	4	2	3	3	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2		
1,1	PCh	54,80	57,70	52,90	50,80	118	17,00	6,90	4	3	1	3	1	3	2	4	0	0	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2	
1,1	PCh	64,40	68,20	62,70	55,60	691	3,70	12,60	4	3	1	3	1	3	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1	1	
1,1	PCh	67,20	69,40	66,30	63,40	492	5,00	6,00	5	6	2	5	1	6	3	3	0	0	0	0	3	0	0	5	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	1	
1,1	PCh	67,20	69,40	66,30	63,40	492	5,00	6,00	4	3	2	4	2	4	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	2	
1,1	PCh	56,60	58,70	55,60	52,90	278	8,00	5,80	4	3	4	5	3	5	3	4	4	0	0	0	4	0	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	3	
1,1	PCh	64,40	68,20	62,70	55,60	691	3,70	12,60	2	3	2	3	1	3	2	3	3	0	3	0	0	0	0	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	2	3	
1,2	PCh	69,80	73,10	64,50	60,20	798	5,30	12,90	2	1	2	5	1	6	3	4	4	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	
1,2	PCh	57,80	60,10	56,20	53,80	576	6,20	6,30	4	1	4	4	2	1	2	3	3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	3		

Datos de encuesta		Parámetros acústicos							Espacio urbano			Evaluación del ambiente sonoro																	Información Individuo					
Nº	Lo c	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	CoG	L _{Ceq} - L _{Aeq}	L _{A10} - L _{A90}	FU	Uso	EV	AS	Co	R	M	P _{1a}	P _{1b}	P _{1c}	P _{1d}	P _{1e}	P _{2a}	P _{2b}	P _{2c}	P _{2d}	P _{3a}	P _{3b}	P _{3c}	P _{3d}	P _{4a}	P _{4b}	P _{4c}	Ed	G n	Es
1.6	JHi	67,30	70,30	65,40	60,80	120	15,70	9,50	4	1	2	7	3	7	4	4	4	4	4	0	3	3	3	3	3	0	0	3	1	0	0	7	2	2
1.6	JHi	58,60	62,20	57,10	51,00	109	18,00	11,20	3	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	0	3	3	2	3	3	0	0	2	1	0	0	7	2	1
1.6	JHi	59,90	63,50	58,20	54,00	116	16,80	9,50	2	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	0	3	3	2	3	3	3	0	2	1	0	0	6	1	1
1.6	JHi	64,60	67,90	63,40	58,40	158	12,60	9,50	1	6	1	1	1	1	2	3	3	3	3	0	2	3	0	3	3	2	1	0	1	0	0	7	2	4
1.6	JHi	57,80	60,50	56,50	54,30	144	14,40	6,20	2	3	1	1	1	1	2	4	0	0	0	0	0	3	0	3	0	2	1	0	1	0	0	7	1	2
1.6	JHi	64,60	67,90	63,40	58,40	158	12,60	9,50	1	6	2	5	3	5	3	4	4	4	4	0	3	3	0	3	3	2	2	0	2	0	0	3	2	3
1.6	JHi	58,60	61,90	56,70	52,30	142	13,90	9,60	5	3	2	5	3	5	3	4	4	4	4	0	3	3	0	4	3	2	0	0	2	0	0	3	2	2
1.6	JHi	66,40	68,90	65,30	62,70	321	7,60	6,20	5	2	3	7	2	7	4	4	4	4	4	0	3	3	0	3	0	2	2	0	2	0	0	3	2	4
1.6	JHi	64,40	67,60	63,20	55,20	560	4,00	12,40	4	3	3	6	2	8	4	3	4	3	3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	2	0	0	2	1	4
1.7	JHi	63,30	66,10	61,50	57,50	130	15,30	8,60	4	3	2	5	3	5	3	3	3	3	3	0	3	3	0	3	3	3	0	0	2	0	0	5	1	4
1.7	JHi	60,80	64,90	58,50	55,00	119	16,60	9,90	2	3	3	7	3	8	4	4	4	4	4	0	3	3	0	3	3	3	0	4	0	0	0	5	2	3
9	PCh	57,90	61,70	56,00	50,60	105	18,70	11,10	2	2	2	3	2	3	2	3	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	5	1	2
10	PCh	57,90	61,70	56,00	50,60	105	18,70	11,10	3	1	2	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	2
11	PCh	57,90	61,70	56,00	50,60	105	18,70	11,10	2	3	1	3	3	6	3	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	4
12	PCh	55,60	58,00	53,40	49,30	183	10,90	8,70	2	3	1	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	4	1	1
13	PCh	55,60	58,00	53,40	49,30	183	10,90	8,70	2	3	1	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	6	1	3
14	PCh	57,90	61,70	56,00	50,60	105	18,70	11,10	5	1	1	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	6	1	2
15	PCh	56,30	58,90	55,00	53,10	320	9,30	5,80	5	1	1	5	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	2	4
16	PCh	56,30	58,90	55,00	53,10	320	9,30	5,80	5	1	2	3	2	3	2	3	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	7	2	0
17	PCh	55,40	57,10	54,70	53,20	434	5,90	3,90	4	1	2	3	2	3	2	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	2	1	0	2	1	4
18	PCh	57,90	61,70	56,00	50,60	105	18,70	11,10	4	3	1	3	1	2	1	4	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	4
19	PCh	59,70	62,60	56,30	52,60	699	3,90	10,00	5	3	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	6	1	4
20	PCh	65,50	66,80	59,10	54,60	388	5,50	12,20	2	6	1	3	1	2	1	3	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	1	0	4	2	4
21	PCh	60,50	63,10	57,80	54,80	944	4,20	8,30	4	3	1	3	1	1	1	4	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	6	1	3
22	PCh	58,00	60,40	56,70	54,30	501	4,90	6,10	2	3	1	3	1	2	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	1	4
23	PCh	58,50	61,30	57,00	54,20	489	5,00	7,10	4	3	1	3	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	7	2	0
24	PCh	67,70	70,30	64,50	62,60	676	3,10	7,70	2	1	1	3	1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	3

ANEXO V ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA MUESTRA

La muestra universal consto de 400 objetivos que fueron analizados para ser descartados los faltos de información ¹, cuatro fueron descartados. 394 objetivos efectivos fueron recolectados correspondientes a cuatro espacios significativos de la Delegación Azcapotzalco que representan dos tipologías de uso del espacio: **espacios de recreación**, el Parque de la China (PCh) y Jardín Hidalgo (JHi), y **corredores comerciales**, la Avenida Azcapotzalco (AAzc) y la Calle Clavería (CCI).

Aspectos Socioeconómicos

Los factores sociales son útiles en la categorización de la muestra y la comprobación de que la misma es un conjunto menor representativo similar a la población estudiada. Los datos recabados de esta muestra fueron: **edad, género y escolaridad**.

		A.Azc	CCI	JHi	PCh	Total	Porcentaje				
Genero											
1	Femenino	49	44.55%	43	49.43%	37	38.14%	50	50.00%	179	45.43%
2	Masculino	61	55.45%	44	50.57%	60	61.86%	50	50.00%	215	54.57%
		110	100.00%	87	100.00%	97	100.00%	100	100.00%	394	100.00%
Edad											
1	11-17 años	13	11.82%	6	6.90%	11	11.34%	8	8.00%	39	9.83%
2	18-24 años	25	22.73%	15	17.24%	21	21.65%	18	18.00%	79	19.99%
3	25-34 años	20	18.18%	20	22.99%	13	13.40%	22	22.00%	77	19.44%
4	35-44 años	11	10.00%	20	22.99%	13	13.40%	13	13.00%	60	15.34%
5	45-54 años	13	11.82%	10	11.49%	13	13.40%	12	12.00%	47	12.03%
6	55-64 años	13	11.81%	7	8.05%	8	8.25%	16	16.00%	42	10.58%
7	> 65 años	15	13.64%	9	10.34%	18	18.56%	11	11.00%	50	12.80%
		110	100.00%	87	100.00%	97	100.00%	100	100.00%	394	100.00%
Escolaridad											
0	Ninguna	9	8.18%	0	0.00%	2	2.06%	2	2.00%	12	3.12%
1	Primaria	24	21.82%	4	4.60%	19	19.59%	5	5.00%	50	12.59%
2	Secundaria	39	35.45%	18	20.69%	22	22.68%	29	29.00%	106	26.95%
3	Medio Superior	24	21.82%	42	48.28%	37	38.14%	36	36.00%	141	35.70%
4	Superior	13	11.82%	19	21.84%	16	16.49%	27	27.00%	78	19.70%
5	Otro	1	0.91%	4	4.60%	1	1.03%	1	1.00%	8	1.94%
		110	100.00%	87	100.00%	97	100.00%	100	100.00%	394	100.00%

Tabla IV.1

Caracterización socioeconómica de individuos encuestados. Fuente: Elaboración propia.

¹ Muestras con formulario incompleto o que contengan información que no concuerde con los cánones propuestos de respuesta.

Estudios previos basados en la influencia de estos factores en la percepción de confort y sensación acústica (Yu & Kang, 2010) (Yang & Kang, 2004) demuestran que la edad y la escolaridad son determinantes en los juicios sensitivos. Kang (Yu & Kang, 2008) sugiere que individuos jóvenes serán tolerantes a elevados niveles sonoros que personas mayores.

De igual forma propone la escolaridad como factor que influye en los juicios, los individuos con mayor grado escolar tenderán a ser menos tolerantes a elevados niveles sonoros. Por otra parte se demostró que el sexo no afecta la percepción acústica, debido a esto y aunque el dato es parte de la caracterización de esta muestra no será mencionado dada la nula relevancia en este estudio (Tabla VI.1)

1.1 Evaluación General

La muestra universal se clasifico de acuerdo a siete rangos de edad² [Tabla 1], la edad de la población encuestada varía entre 11 y 64 años con mayor presencia de personas jóvenes en edad laboral de entre 18 y 44 años.

<i>Estadística descriptiva</i>	<i>Edad</i>	<i>Género³</i>	<i>Escolaridad</i>
Media	3.801	1.548	2.476
Mediana	3.000	2.000	3.000
Moda	2.000	2.000	3.000
Desviación estándar	1.911	0.505	1.138
Varianza de la muestra	3.651	0.255	1.295
Mínimo	1.000	1.000	0.000
Máximo	7.000	2.000	5.000

Tabla 2. Estadística descriptiva de aspectos socioeconómicos de la muestra universal. Fuente: Elaboración propia.

La escolaridad es catalogada en cinco rangos⁴, en el caso de la muestra y de acuerdo a medidas de centralización (media y mediana) los grados de escolaridad predominantes son Secundaria, Medio superior y Superior, con mayor número de votos medidos los usuarios con educación medio superior. La distribución de la muestra es semi-simétrica, la tendencia es ascendente, el mayor

² En la encuesta se define: 1. 11 a 17 años, 2. 18 a 24 años, 3. 25 a 34 años, 4. 35 a 44 años, 5. 45 a 54 años, 6. 55 a 64 años y 7. Más de 65 años

³ En la encuesta se define: 1 Femenino y 2 Masculino.

⁴ En la encuesta se define: 0. Ninguna, 1. Primaria, 2. Secundaria, 3. Medio superior, 4. Superior y 5. Otro (de alta especialización)

número de votos medidos de los usuarios se concentra en la educación Secundaria y Medio superior (+ 1 desviación estándar, - 1 desviación estándar con respecto a la mediana) [Tabla IV.2].

1.2. Evaluación por tipo de espacio

El espacio se constituye a través de la apropiación de los individuos, en otras palabras estos determinarán: cuándo será utilizado, para qué y cómo, por lo tanto las necesidades y percepción de confort auditivo (de acuerdo a lo expuesto por Kang) tomaran diversas inclinaciones para cada tipología, incluso para cada caso.

Estadística descriptiva	AAzc			CCI			JHi			PCh		
	Edad	Género	Escolaridad	Edad	Género	Escolaridad	Edad	Género	Escolaridad	Edad	Género	Escolaridad
Media	3.77	1.55	2.10	3.80	1.51	3.04	3.77	1.55	2.10	3.84	1.48	2.84
Mediana	3.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.50	1.00	3.00
Moda	2.00	2.00	2.00	4.00	2.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	1.00	3.00
Desv. Est.	1.99	0.50	1.15	1.72	0.50	0.88	1.99	0.50	1.15	1.81	0.50	0.99
Varianza	3.96	0.25	1.32	2.95	0.25	0.77	3.96	0.25	1.32	3.29	0.25	0.98
Mínimo	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
Máximo	7.00	2.00	5.00	7.00	2.00	5.00	7.00	2.00	5.00	7.00	2.00	5.00

Tabla 3. Estadística descriptiva de aspectos socioeconómicos de la muestra. Fuente: elaboración propia

Corredor comercial, en estos espacios la muestra se comporto de la siguiente manera: los votos de la población de mayor observaciones van de entre los 18 y 64 años en ambos espacios de los cuales los votos de entre 25 y 34 años son los de mayor presencia en CCI y las edades de entre 18 y 24 años tienen mayor presencia en AAzc.

En *Espacios recreativos*, se observo en ambos JHi y PCh que los rangos de edad son cubiertos. Así mismo, se observa que la población en JHi con mayor número de votos se encuentra entre 18 y 24 años sucedida por personas adultas mayores a 65 años, esto se traduce en un espacio con concurrencia de una muestra variada con personas de todo tipo de edades.

Por otra parte PCh tiene mayor tendencia a la presencia de personas jóvenes entre 18 y 34 años (esto puede ser por los horarios de la toma de las encuestas o ya sea por el tipo de población que frecuenta el lugar). Por otra parte la población de PCh presenta mayor nivel de escolaridad que su homologo JHi. Los votos de PCh se inclinan hacia niveles mayores de educación que van desde

secundaria a Medios superior y superior, en cambio en JHi la muestra tiene mayor apertura en la dispersión y presencia en los rango de educación Primaria, Secundaria y Medio superior.

1.4 Salud auditiva

Para esta muestra se considero la salud auditiva del usuario, la evaluación estimó la salud auditiva percibida y la salud auditiva diagnosticada. La salud percibida se evaluó en mediante la pregunta ¿Considera usted que está perdiendo la escucha? y si bien el 22% de la población contesto afirmativamente éstas observaciones continuaron el proceso de evaluación ya que en personas con pérdida de audición relacionada con la edad (hipoacústica) las frecuencias perdidas (mayor a 10,000Hz) con base a la muestra de edad no son importantes en el estudio de la acústica urbana ya que las frecuencias presentes en el espacio urbano son entre los 80 Hz y 8000 Hz (Raimbault, 2005).

	A.Azc	CCI	Jhi	PCh	Total	Porcentaje
Salud auditiva deficiente percibida						
1 Si	32	29.09%	32	36.78%	44	45.36%
2 No	78	70.91%	55	63.22%	53	54.64%
	110	100.00%	87	100.00%	97	100.00%
Salud auditiva deficiente diagnosticada						
1 Si	7	29.09%	4	4.81%	6	6.19%
2 No	103	70.91%	83	95.40%	91	93.81%
	110	100.00%	87	100.00%	97	100.00%
					100	100.00%
					390	100.00%
					21	5.58%
					373	94.67%
					394	100.00%

Tabla IV.4 Caracterización de salud auditiva de individuos encuestados.

Por otra parte la salud auditiva diagnosticada fue evaluada mediante de la pregunta ¿Le ha sido diagnosticado algún grado de pérdida auditiva? a partir de la cual al contestar ésta afirmativamente se anula la evaluación y voto de dicha encuesta. Los votos nulos correspondientes a la salud auditiva representaron al 5.58% de la muestra total.

2.1 Evaluación del espacio

		A.Azc		CCL		Jhi		PCh		Total	Porcentaje
<i>Evaluación del espacio urbano</i>											
1	Muy agradable	10	9.71%	26	31.33%	18	19.78%	50	51.06%	104	27.88%
2	Agradable	66	64.08%	33	39.76%	63	69.23%	37	39.36%	199	53.35%
3	Ni agradable ni desagradable	19	18.45%	12	14.46%	7	7.69%	4	4.26%	42	11.26%
4	Desagradable	7	6.80%	11	13.25%	3	3.30%	5	5.32%	26	6.97%
5	Muy desagradable	1	0.97%	1	1.20%	0	0.00%	0	0.00%	2	0.54%
		103	100.00%	83	100.00%	91	100.00%	96	100.00%	373	100.00%
<i>Clima</i>											
1	Muy confortable	10	9.71%	3	3.62%	15	16.48%	0	0.00%	28	7.51%
2	Confortable	66	64.08%	29	34.94%	59	64.84%	1	1.00%	155	41.55%
3	Neutral	19	18.45%	33	39.76%	8	8.79%	61	63.50%	121	32.44%
4	Inconfortable	7	6.80%	15	18.07%	9	9.89%	30	31.30%	61	16.35%
5	Muy inconfortable	1	0.97%	3	3.61%	0	0.00%	4	4.20%	8	2.14%
		103	100.00%	83	100.00%	91	100.00%	96	100.00%	373	100.00%
<i>Evaluación del ambiente sonoro</i>											
1	Muy agradable	9	8.74%	6	7.22%	25	27.47%	8	8.30%	48	12.87%
2		14	13.60%	5	6.03%	6	6.59%	1	1.00%	26	6.97%
3	Agradable	12	11.65%	26	31.33%	11	12.09%	57	59.40%	106	28.42%
4		19	18.45%	7	8.43%	15	16.48%	6	6.30%	47	12.60%
5	Indiferente	15	14.56%	4	4.82%	19	20.88%	12	12.50%	50	13.40%
6		14	13.59%	8	9.64%	6	6.59%	5	5.20%	33	8.85%
7	Desagradable	6	5.83%	9	10.84%	6	6.59%	4	4.20%	25	6.70%
8		6	5.83%	11	13.25%	2	2.20%	0	0.00%	19	5.09%
9		4	3.88%	4	0	0	0.00%	3	3.10%	11	2.95%
10	Muy desagradable	4	3.88%	3	3.61%	1	1.10%	0	0.00%	8	2.14%
		103	100.00%	83	100.00%	91	100.00%	96	100.00%	373	100.00%

Tabla IV.5 Caracterización de evaluación del espacio en la muestra universal. Fuente: Elaboración propia.

I.3 Evaluación sonora del espacio

Dentro del análisis bibliográfico se podrá constatar que el estudio de la percepción auditiva basado en encuestas de opinión puede hacerse con base en tres perspectivas semánticas para definir la sensación acústica: confort acústico o calidad acústica (enfoque positivo) o ruido y molestia (enfoque negativo).

3.1 Evaluación subjetiva

En estudios anteriores (Kang, 2003) (Raimbault, 2004) cada una de estas definiciones proveían un carácter semántico distinto al sonido percibido y por lo tanto una respuesta diferente. Para este caso, la Ciudad de México, se muestra que la percepción de la sensación acústica puede ser

explicada de igual manera por las tres ya que los datos muestran una consistencia cercana en base a medias, modas y varianza, donde el *ruido* ha resultado con menor similitud dado su escala diferente a sus homólogos.

		A.Azc		CCI		Jhi		PCh		Total	Porcentaje	
Confort acústico												
1	Muy confortable	2	1.94%	10	12.00%	11	12.10%	47	48.96%	70	18.77%	
2	Confortable	52	50.49%	4	54.20%	6	70.30%	4	41.67%	201	53.89%	
3	Neutral	22	21.36%	13	15.70%	12	13.20%	6	6.25%	53	14.21%	
4	Inconfortable	24	23.30%	12	14.50%	4	4.40%	3	3.13%	43	11.53%	
5	Muy inconfortable	3	2.91%	3	3.60%	0	0.00%	0	0.00%	6	1.61%	
		103	100.00%	83	100.00%	91	100.00%	96	100.00%	373	100.00%	
Ruido												
1	Nada ruidoso	16	15.53%	4	4.82%	2	26.37%	15	15.63%	59	15.82%	
2		37	35.92%	3	36.14%	4	13	14.29%	22	22.91%	102	27.35%
3		33	32.04%	7	8.43%	5	5.49%	36	37.51%	81	21.72%	
4		11	10.68%	8	9.64%	4	4.40%	7	7.29%	30	8.04%	
5	Neutral	6	5.83%	7	8.43%	2	24.18%	6	6.25%	41	10.99%	
6		0	0.00%	6	7.23%	6	6.59%	6	6.25%	18	4.83%	
7		0	0.00%	2	2.41%	8	8.79%	1	1.04%	11	2.95%	
8		0	0.00%	9	10.84%	8	8.79%	2	2.08%	19	5.09%	
9		0	0.00%	0	0.00%	1	1.10%	1	1.04%	2	0.54%	
10	Muy ruidoso	0	0.00%	10	12.05%	0	0.00%	0	0.00%	10	2.68%	
		103	100.00%	83	100.00%	91	100.00%	96	100.00%	373	100.00%	
Grado de molestia												
1	Muy agradable	16	15.53%	5	6.00%	2	2.20%	16	16.67%	39	10.46%	
2	Agradable	37	35.92%	4	54.20%	5	62.64%	6	66.67%	203	54.42%	
3	Ni agradable ni desagradable	33	32.04%	19	22.90%	2	25.27%	13	13.54%	88	23.59%	
4	Molesto	11	10.68%	12	14.50%	8	8.79%	3	3.13%	34	9.12%	
5	Muy molesto	6	5.83%	2	2.40%	1	1.10%	0	0.00%	9	2.41%	
		103	100.00%	83	100.00%	91	100.00%	96	100.00%	373	100.00%	

Tabla IV.6 Caracterización de respuesta de evaluación sonora del espacio. Fuente: elaboración propia Fuente: elaboración propia

Corredores urbanos presentan menor tolerancia a la sensación auditiva de ruido en AAzc en comparación a CCI. Por otra parte las sensaciones de confort y molestia fueron similares en ambos casos ya que presentan poca variación una de la otra, aún así los individuos observan mayor tolerancia al confort (AAzc 2.0 - 2.5) que a la molestia en ambos casos.

En Espacios Recreativos como JHi resulta evaluaciones similares de confort y molestia, aun así se observa mayor tolerancia hacia el confort y la sensación de molestia es mayor, en el caso de PCh los datos muestran una gran similitud abriendo el panorama de que estos términos semánticos son similares. En el caso del término ‘ruido’ las evaluaciones fueron cercanas a sus homologas y muestran mayor relación con el término ‘confort’ sin embargo presenta mayor amplitud en el rango de ‘estándar’ de datos.

<i>Estadística descriptiva</i>	<i>Confort</i>	<i>Ruido</i>	<i>Molestia</i>
Media	2.434	4.506	2.530
Mediana	2.000	4.000	2.000
Moda	2.000	2.000	2.000
Desviación estándar	1.002	2.911	0.902
Varianza de la muestra	1.005	8.473	0.813
Mínimo	1.000	1.000	1.000
Máximo	5.000	10.000	5.000

Tabla IV.7 Estadística descriptiva de evaluación de sensación acústica de la muestra universal. Fuente: elaboración propia

<i>Estadística descriptiva</i>	Av. Azcapotzalco			C. Clavería		
	<i>Confort</i>	<i>Ruido</i>	<i>Molestia</i>	<i>Confort</i>	<i>Ruido</i>	<i>Molestia</i>
Media	2.745	6.055	2.564	2.152	3.909	2.364
Mediana	2.000	6.000	2.500	2.000	3.000	2.000
Moda	2.000	10.000	2.000	2.000	3.000	2.000
Desviación estándar	0.952	2.605	1.097	0.712	1.444	0.653
Mínimo	1.000	1.000	0.000	1.000	3.000	2.000
Máximo	5.000	10.000	5.000	4.000	8.000	4.000

Tabla IV.8 Estadística descriptiva de evaluación de sensación acústica de la muestra en espacios comerciales. Fuente: elaboración propia

<i>Estadística descriptiva</i>	Jardín Hidalgo (JHi)			Parque de la china (PCh)		
	<i>Confort</i>	<i>Ruido</i>	<i>Molestia</i>	<i>Confort</i>	<i>Ruido</i>	<i>Molestia</i>
Media	2.099	3.857	2.418	1.897	3.034	1.897
Mediana	2.000	4.000	2.000	2.000	3.000	2.000
Moda	2.000	1.000	2.000	2.000	3.000	2.000
Desviación estándar	0.651	2.488	0.776	0.742	1.533	0.742
Varianza de la muestra	0.423	6.190	0.601	0.551	2.350	0.551
Mínimo	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	1.000
Máximo	4.000	9.000	5.000	4.000	7.000	4.000

Tabla IV.9

Estadística descriptiva de evaluación de sensación acústica de la muestra en espacios recreativos. Fuente: Elaboración propia

ANEXO VI DESCRIPCIÓN ESTADÍSTICA DE MOLESTIA POR FUENTE SONORA Y NIVEL DE PERCEPCIÓN

	A.Azc		CCI		Jhi		PCh		Total	Porcentaje
1 Fuentes mecánicas										
Coches	93	90.30%	77	92.77%	90	98.90%	92	95.83%	352	94.45%
Transporte público	83	80.60%	72	86.74%	77	84.62%	54	56.25%	286	77.05%
Transporte de carga	75	72.80%	59	71.08%	68	74.73%	32	33.33%	234	62.99%
V. Ciclomotores	70	68.00%	59	71.08%	60	65.93%	39	40.63%	228	61.41%
Construcción	3	2.91%	20	24.10%	52	57.14%	0	0.00%	75	21.04%
2 Sonido Humano										
Conversación	89	86.40%	58	69.88%	82	90.11%	52	54.17%	281	75.14%
Pisadas	54	52.40%	21	25.30%	91	100.00%	0	0.00%	166	44.43%
Niños	57	55.30%	36	43.37%	61	67.03%	36	37.50%	190	50.80%
Comercios	72	69.90%	48	57.83%	91	100.00%	7	7.29%	218	58.76%
3 Fuente instrumental- Amplificador										
Comercios	81	78.60%	50	60.24%	61	67.03%	18	18.75%	210	56.16%
Bocinas a calle	80	77.70%	37	44.58%	56	61.54%	0	0.00%	173	45.95%
Música en vivo	48	46.60%	24	28.92%	44	48.35%	2	2.08%	118	31.49%
Música grabada	17	16.50%	37	44.58%	27	29.67%	17	17.71%	98	27.11%
Campanas	16	15.50%	16	19.28%	28	30.77%	2	2.08%	62	16.91%
4 Fuente natural										
Pájaros	50	48.50%	62	74.70%	79	86.81%	83	86.46%	274	74.12%
Agua	4	3.88%	19	22.89%	6	6.59%	3	3.13%	32	9.12%
Insectos	2	1.94%	20	24.10%	4	4.40%	1	1.04%	27	7.87%

Tabla VI.10 Respuestas sobre percepción de fuentes sonoras en espacios urbanos. Fuente: elaboración propia.

		A.Azc	CCI	Jhi	PCh	Porcentaje Promedio
Coches						
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	0.53%
2	Agradable	1	0.97%	4	4.80%	1.44%
3	Ni agradable ni desagradable	39	37.86%	33	39.80%	51.95%
4	Molesto	38	36.89%	21	25.30%	30.34%
5	Muy molesto	15	14.56%	19	22.90%	10.19%
Transporte público						
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
2	Agradable	1	0.97%	0	0.00%	0.24%
3	Ni agradable ni desagradable	34	33.01%	22	26.50%	36.87%
4	Molesto	34	33.01%	28	33.70%	28.84%
5	Muy molesto	14	13.59%	22	26.50%	11.10%
Transporte de carga						
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
2	Agradable	1	0.97%	3	3.60%	1.14%
3	Ni agradable ni desagradable	33	32.04%	17	20.50%	31.50%
4	Molesto	27	26.21%	23	27.70%	21.60%
5	Muy molesto	14	13.59%	16	19.30%	8.77%
V. Ciclomotores						
1	Muy agradable	0	0.00%	1	1.20%	0.30%
2	Agradable	1	0.97%	2	2.40%	1.39%
3	Ni agradable ni desagradable	30	29.13%	22	26.50%	34.92%
4	Molesto	27	26.21%	22	26.50%	15.55%
5	Muy molesto	12	11.65%	12	14.50%	7.06%
Construcción						
1	Muy agradable	0	0.00%	2	2.40%	0.60%
2	Agradable	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
3	Ni agradable ni desagradable	2	1.94%	0	0.00%	0.49%
4	Molesto	1	0.97%	11	13.30%	3.57%
5	Muy molesto	0	0.00%	7	8.40%	2.10%

Tabla VI.11 Respuestas sobre molestia de sonidos tecnológicos. Fuente: elaboración propia.

		A.Azc		CCI		Jhi		PCh		Porcentaje Promedio
Conversación										
1	Muy agradable	0	0.00%	7	8.40%	1	1.10%	0	0.00%	2.38%
2	Agradable	7	6.80%	17	20.50%	11	12.09%	7	0.00%	9.85%
3	Ni agradable ni desagradable	79	76.70%	28	33.70%	66	75.53%	39	7.30%	48.31%
4	Molesto	3	2.91%	3	3.60%	4	4.40%	6	40.60%	12.88%
5	Muy molesto	0	0.00%	3	3.60%	0	0.00%	0	6.30%	2.48%
Pisadas										
1	Muy agradable	0	0.00%	2	2.40%	0	0.00%	0	0.00%	0.60%
2	Agradable	1	0.97%	7	8.40%	2	2.20%	0	0.00%	2.89%
3	Ni agradable ni desagradable	51	49.52%	12	14.50%	85	93.41%	0	0.00%	39.36%
4	Molesto	2	1.94%	0	0.00%	4	4.40%	0	0.00%	1.59%
5	Muy molesto	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
Niños										
1	Muy agradable	0	0.00%	3	3.60%	0	0.00%	0	0.00%	0.90%
2	Agradable	4	3.88%	7	8.40%	2	2.20%	9	9.40%	5.97%
3	Ni agradable ni desagradable	49	47.57%	17	20.50%	54	59.34%	26	27.10%	38.63%
4	Molesto	4	3.88%	8	9.60%	5	5.49%	1	1.00%	4.99%
5	Muy molesto	0	0.00%	1	1.20%	0	0.00%	0	0.00%	0.30%
Comercios										
1	Muy agradable	0	0.00%	2	2.40%	0	0.00%	0	0.00%	0.60%
2	Agradable	1	0.97%	15	18.10%	0	0.00%	0	0.00%	4.77%
3	Ni agradable ni desagradable	66	64.08%	20	24.10%	86	94.51%	6	6.30%	47.25%
4	Molesto	4	3.88%	6	7.20%	5	5.49%	0	0.00%	4.14%
5	Muy molesto	1	0.97%	5	6.00%	0	0.00%	1	1.00%	1.99%

Tabla VI.12 Respuestas sobre molestia de sonidos humanos. Fuente: elaboración propia.

		A.Azc	CCI	Jhi	PCh	Porcentaje Promedio		
Bocinas a calle								
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
2	Agradable	7	6.80%	3	3.60%	2	2.20%	3.15%
3	Ni agradable ni desagradable	31	30.10%	5	6.00%	45	49.45%	21.39%
4	Molesto	30	29.13%	18	21.70%	9	9.89%	15.18%
5	Muy molesto	12	11.65%	11	13.30%	0	0.00%	6.24%
Música grabada								
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	1	1.10%	0.28%
2	Agradable	4	3.88%	7	8.40%	10	10.99%	6.07%
3	Ni agradable ni desagradable	39	37.86%	8	9.60%	33	36.26%	21.18%
4	Molesto	4	3.88%	5	6.00%	0	0.00%	2.47%
5	Muy molesto	1	0.97%	4	4.80%	0	0.00%	1.44%
Música grabada								
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	3	3.30%	0.83%
2	Agradable	1	0.97%	11	13.30%	3	3.30%	5.17%
3	Ni agradable ni desagradable	13	12.62%	15	18.10%	15	16.48%	14.68%
4	Molesto	3	2.91%	9	10.80%	3	3.30%	5.03%
5	Muy molesto	0	0.00%	2	2.40%	3	3.30%	1.43%
Campanas								
1	Muy agradable	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
2	Agradable	4	3.88%	7	8.40%	10	10.90%	6.05%
3	Ni agradable ni desagradable	9	8.74%	6	7.20%	14	15.38%	8.08%
4	Molesto	3	2.91%	0	0.00%	4	4.40%	1.83%
5	Muy molesto	0	0.00%	3	3.60%	0	0.00%	0.90%

Tabla VI.13 Respuestas sobre molestia de sonidos instrumental. Fuente: elaboración propia.

		A.Azc	CCI	Jhi	PCh	Porcentaje Promedio				
Pájaros										
1	Muy agradable	4	3.88%	28	33.77%	19	20.88%	55	57.30%	28.96%
2	Agradable	35	33.98%	28	33.77%	58	63.74%	28	29.20%	40.17%
3	Ni agradable ni desagradable	9	8.74%	6	7.20%	2	2.20%	0	0.00%	4.53%
4	Molesto	2	1.94%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.49%
5	Muy molesto	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
Agua										
1	Muy agradable	0	0.00%	4	4.80%	0	0.00%	3	3.10%	1.98%
2	Agradable	4	3.88%	9	10.80%	0	0.00%	0	0.00%	3.67%
3	Ni agradable ni desagradable	0	0.00%	6	7.20%	6	6.59%	0	0.00%	3.45%
4	Molesto	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
5	Muy molesto	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%
Insectos										
1	Muy agradable	0	0.00%	5	6.00%	2	2.20%	1	1.00%	2.30%
2	Agradable	0	0.00%	4	4.80%	0	0.00%	0	0.00%	1.20%
3	Ni agradable ni desagradable	1	0.97%	5	6.00%	2	2.20%	0	0.00%	2.29%
4	Molesto	1	0.97%	6	7.20%	0	0.00%	0	0.00%	2.04%
5	Muy molesto	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0.00%

Tabla VI.14 Respuestas sobre molestia de sonidos naturales. Fuente: elaboración propia

ANEXO VII MODELOS DE PREDICCIÓN LINEAL Y NO LINEAL

VIII.1 Modelos de predicción lineal

<i>Valores del modelo</i>		<i>Valores calculados</i>		<i>Cálculo del error del modelo</i>			
Valores de β	Valores en X_i	Coefficiente β_i	Estadístico calculado (Ec)	Suma de cuadrado del error (Se)	Suma de cuadrados totales (SST)	Suma de residuos (SSR)	Bondad del ajuste (R^2)
β_0		0.21					
β_1	L_{Aeq}	0.09	204.36				
β_2	L_{A10}	0.04	0.00				0.29
β_3	L_{A50}	-0.13	-66.54				
β_4	L_{A90}	0.04	0.00	338.47	337.50	99.04	
β_5	CoG	0.00	303.31				0.63*
β_6	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	0.00	-3.99				
β_7	$L_{A10}-L_{A90}$	0.01	0.00				

*Valor de Y discretizado

Modelo 1 y 1.2 de regresión lineal

VIII.2 Modelos de predicción no lineal

<i>Valores del modelo</i>		<i>Valores calculados</i>		<i>Cálculo del error del modelo</i>			
Valores de β	Valores en X_i	Coefficiente β_i	Estadístico calculado (Ec)	Suma de cuadrado del error (Se)	Suma de cuadrados totales (SST)	Suma de residuos (SSR)	Bondad del ajuste (R^2)
β_0		-3.44					
β_1	L_{Aeq}	2.55	1.32				
β_2	L_{A10}	-1.44	-0.06	56.11	68.47	12.36	0.18
β_3	L_{A50}	-1.32	-0.14				
β_4	L_{A90}	1.41	0.20				
β_5	CoG	-0.13	-2.82				
β_6	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	-0.17	-2.64				
β_7	$L_{A10}-L_{A90}$	0.18	0.58				

Modelo 2 de regresión logarítmica

<i>Valores del modelo</i>		<i>Valores calculados</i>		<i>Cálculo del error del modelo</i>			
Valores de β	Valores en X_i	Coefficiente β_i	Estadístico calculado (Ec)	Suma de cuadrado del error (Se)	Suma de cuadrados totales (SST)	Suma de residuos (SSR)	Bondad del ajuste (R^2)
β_0		-4.96					
β_1	L_{Aeq}	6.02	0.32				
β_2	L_{A10}	-3.62	-6.89	312	363	113	0.31
β_3	L_{A50}	-3.65	-2.53				
β_4	L_{A90}	3.62	1.98				
β_5	CoG	-0.42	-0.11				
β_6	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	-0.52	-0.12				
β_7	$L_{A10}-L_{A90}$	0.54	0.58				

Modelo 3 de regresión logarítmica en X

<i>Valores del modelo</i>		<i>Valores calculados</i>		<i>Cálculo del error del modelo</i>			
Valores de β	Valores en X_i	Coefficiente β_i	Estadístico calculado (Ec)	Suma de cuadrado del error (Se)	Suma de cuadrados totales (SST)	Suma de residuos (SSR)	Bondad del ajuste (R^2)
β_0		-0.29					
β_1	L_{Aeq}	0.04	86.00				
β_2	L_{A10}	0.01	0.00				
β_3	L_{A50}	-0.05	-23.75				0.40
β_4	L_{A90}	0.02	0.00	74.14	68.47	27.41	
β_5	CoG	0.00	-456.19				0.56*
β_6	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	0.00	-13.34				
β_7	$L_{A10}-L_{A90}$	0.00	0.00				

*Valor de Y discretizado

Modelo 4 y 4.1 de regresión exponencial.

<i>Valores del modelo</i>		<i>Valores calculados</i>		<i>Cálculo del error del modelo</i>			
Valores de β	Valores en X_i	Coefficiente β_i	Estadístico calculado (Ec)	Suma de cuadrado del error (Se)	Suma de cuadrados totales (SST)	Suma de residuos (SSR)	Bondad del ajuste (R^2)
β_0		2.13					
β_1	L_{Aeq}	-169.87	-0.02				
β_2	L_{A10}	58.06	0.00	56.13	68.47	12.35	0.18
β_3	L_{A50}	79.05	0.00				
β_4	L_{A90}	-51.07	-0.01				
β_5	CoG	5.77	0.01				
β_6	$L_{Ceq}-L_{Aeq}$	0.21	0.86				
β_7	$L_{A10}-L_{A90}$	-0.71	-0.11				

Modelo 5 de regresión polinómica

ANEXO VIII FUNCIONES EN MODELO DE PREDICCIÓN NO LINEAL

Las siguientes expresiones corresponden a los nodos expresados en la figura 6.7, capítulo VI, donde c corresponderá al valor del nodo, y a o b a los valores posteriores, de los que deriva c . Las expresiones son:

$$[o.2] \quad c = a - b$$

$$[o.3] \quad c = a \cdot b$$

$$[o.4] \quad \begin{array}{lll} \text{Sí} & a \neq 0 & c = \frac{a}{b} \\ \text{de otro modo} & a = 0 & c = b \end{array}$$

$$[o.9] \quad c = a^2 + (2a \cdot \cos b) + b^2$$

$$[o.11] \quad c = \sin^2(a) + \left[\frac{\sin(2 \cdot a)}{5\pi} \right] + \cos^2(b)$$

$$[o.12] \quad c = \exp^1 + \sin((a - b)\pi) - [\cos^2(a + b)]$$

$$[o.13] \quad a' = \begin{cases} 1 & \text{sí } a = 0 \\ \frac{1}{\log(|a|+1)} & \text{de otro modo } a > 0 \end{cases}$$

$$b' = \begin{cases} \cos \cdot b & \text{sí } b \leq 0 \\ \sin \cdot b & \text{de otro modo } b > 0 \end{cases}$$

$$c = a \cdot a' + b'$$

CURRICULUM VITAE

Arquitecto Urbanista Dulce Rosario Ponce Patrón

Arquitecto Urbanista por la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), maestrante en el Posgrado en Diseño en la línea de Arquitectura Bioclimática, especializada en confort acústico urbano, cuenta con Especialización en Diseño en la línea de Arquitectura Bioclimática. Ha trabajado en conservación de Monumentos Históricos (INAH Gro), diverso proyectos arquitectónicos y participo como ponente en el Congreso de la FIA 2014 en Valdivia Chile con el tema: confort acústico urbano.

Actualmente es miembro Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico (LADAc) de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-A) como ayudante de investigación en acústica urbana, paisaje sonoro y confort acústico urbano.