



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil Acústica

Profesor Patrocinante:
Dr. Enrique Suárez Silva
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Profesor Co-Patrocinante:
Sr. Jorge Cárdenas
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Profesor Informante:
Sr. Esteban Ruedlinger

“IMPACTO ACÚSTICO PRODUCIDO POR LA REALIZACIÓN DE CONCIERTOS MASIVOS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN CASO ESTADIO BICENTENARIO MUNICIPAL DE LA FLORIDA”

Tesis para optar al grado de:
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería
Y al Título Profesional de:
Ingeniero Civil Acústico

XAVIER EDUARDO OYARZÁBAL IRAZOQUI
VALDIVIA – CHILE
2013

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
1. Introducción	1
2. Objetivos.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3. Marco Teórico.....	4
3.1 Generalidades	4
3.1.1 Definición de sonido	4
3.1.2 Propagación sonora en el aire para fuentes ideales	4
3.1.3 Presión sonora y la escala logarítmica	5
3.2 Atenuación del sonido al aire libre	6
3.2.1 Divergencia geométrica	7
3.2.2 Absorción del aire	8
3.2.3 Barreras y difracción.....	8
3.2.4 Efecto del suelo.....	10
3.2.5 Atenuación por otros efectos.....	10
3.3 Ruido ambiental y su evaluación.....	10
3.3.1 Sonido y ruido.....	10
3.3.2 Fuentes de ruido ambiental	11
3.3.3 Descriptores del ruido ambiental	11
3.3.4 Curvas de ponderación de frecuencia.....	12
3.4 Respuesta humana frente al ruido.....	13
3.4.1 Rango de la audición humana y respuesta en frecuencia	13
3.4.2 Sonoridad	14
3.4.3 Enmascaramiento	15
3.4.4 Molestia causada por ruido y reacción de la comunidad.....	16
4. Conciertos masivos como fuentes de ruido ambiental.....	19
4.1 Descripción general del fenómeno	19

4.1.1	Definición de concierto masivo	19
4.1.2	Lugares de realización	20
4.1.3	Etapas de un concierto	21
4.2	Características de los elementos causantes del ruido.....	22
4.2.1	Público asistente.....	22
4.2.2	Sistemas de refuerzo sonoro	25
4.2.3	Otras fuentes	28
4.3	Impacto acústico	30
4.3.1	Ruido generado al interior del recinto.....	30
4.3.2	Molestia a causa del ruido de conciertos masivos.....	31
5.	Normativa chilena relacionada.....	32
5.1	Medio Ambiente	32
5.1.1	Ley sobre bases generales del medio ambiente.....	32
5.1.2	D. S. N° 146/97 MINSEGPRES.....	33
5.1.3	D. S. N° 38/2011 MMA	34
5.2	Edificación y urbanismo	35
5.2.1	Ley General de Urbanismo y Construcciones.....	35
5.2.2	Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.....	35
5.3	Salud de las personas	37
5.3.1	Código Sanitario	37
5.3.2	D.S. N° 594/99 MINSAL.....	37
5.3.3	D.S. N° 10/10 MINSAL.....	38
5.4	Administración regional y local.....	38
5.4.1	Ley Orgánica Constitucional Sobre Gobierno y Administración Regional	39
5.4.2	Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades	39
5.4.3	Autorización para la realización de eventos.....	40
6.	Normativa extranjera relacionada.....	41
6.1	Australia.....	41
6.1.1	Western Australia (WA): “Regulation 18” & “Guidelines for concerts events and organised gatherings”	41
6.1.2	Australian Capital Territory (ACT): Outdoor concert noise - Environment Protection Policy.....	43
6.2	Reino Unido.....	45
6.2.1	Noise Council code of practice on environmental noise at concerts.....	45

7. Análisis y discusión de normativas.....	47
7.1 Normativa chilena.....	47
7.2 Normativa extranjera	48
7.3 Síntesis.....	51
8. Medidas de mitigación.....	52
8.1 Consideraciones en la búsqueda de soluciones.....	52
8.1.1 Análisis del problema como un sistema	52
8.1.2 Definición del objetivo.....	52
8.1.3 Evaluación de las alternativas y toma de decisión.	53
8.2 Medidas para reducir el nivel de ruido hacia los receptores	53
8.2.1 Elección del lugar del evento	53
8.2.2 Distribución y control de las fuentes al interior del recinto	53
8.2.3 Restricción de la potencia de las fuentes.....	54
8.2.4 Pantallas o barreras acústicas	54
8.2.5 Barreras de terreno	55
8.2.6 Mejora en el aislamiento de la fachada de las viviendas afectadas	56
8.3 Medidas para reducir la molestia	57
8.3.1 Regulación de la realización de conciertos masivos por parte de las autoridades.....	57
8.3.2 Comunicación entre la organización del evento y los posibles receptores.....	58
8.3.3 Predicción del ruido del evento y monitoreo de ruido	58
9. Caso Estadio Bicentenario de La Florida	59
9.1 Antecedentes.....	59
9.1.1 Contexto.....	59
9.1.2 Estudios acústicos en el sector	61
9.1.3 Reglamentación propia de la Comuna	65
9.2 Análisis del problema	67
9.2.1 Ubicación del estadio y características constructivas.....	67
9.2.2 Altos niveles de ruido con respecto al ruido del sector	68
9.2.3 Cantidad y distribución en el tiempo de los conciertos realizados.....	69
9.2.4 Legislación chilena y reglamentación local	69
9.2.5 Soluciones	70
10. Conclusiones	71
11. Futuras líneas de investigación en el tema	72

12. Bibliografía.....	73
Anexo A. Ruido de conciertos al aire libre, ACT (Australia) – Texto completo	81
Anexo B. Detalles constructivos del Estadio Bicentenario de La Florida	92
B.1 Recinto.....	92
B.2 Graderías.....	93
B.3 Fachada ventilada	93
B.4 Accesos a cancha y graderías	94
B.5 Estructura de cubierta	95

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios y a mi madre por haberme dado los medios para poder entrar a estudiar una carrera lejos de mi casa, y permitirme llegar hasta el final. De manera muy especial, quisiera agradecer también a mi esposa Javiera, cuyo amor, apoyo y comprensión, durante los largos años de pololeo y en la actualidad estando casados, fueron y siguen siendo indispensables. Sin ustedes, esto no habría sido posible.

Agradezco al IDIEM de la Universidad de Chile, lugar donde se originó el tema central de este trabajo, y a sus funcionarios. En particular a Esteban Ruedlinger y Claudio Poo quienes me dieron la oportunidad de hacer con ellos la práctica profesional y de quienes aprendí primeramente a desenvolverme como Ingeniero en el mundo real. De forma particular, agradezco a don Miguel Bustamante, quien me enseñó la rigurosidad del trabajo y la búsqueda de la excelencia siempre de la mano con la eficiencia. También a Pedro Fuentes, Felipe van Schuerbeck, Andrés Santis, Marcial Salaverry y Claudia Barbosa por su calidad humana, compañerismo y alegría.

Doy gracias también a quienes colaboraron directa o indirectamente en la realización de este trabajo. A mis profesores Enrique Suárez y Jorge Cárdenas quienes fueron mis patrocinantes en este trabajo. A Osvaldo Cuadrado y Marco Gaete, a quienes les tocó trabajar conmigo como parte de su práctica. A Antonio Marzzano y la Unidad de Acústica Ambiental de la SEREMI de Salud Metropolitana, a Claudio Tessa y Fernando González de Audax Club Sportivo Italiano por su disposición y buena voluntad. También a los profesores Jorge Sommerhoff, José Luis Barros y Jorge Arenas, de quienes rescato los conocimientos entregados y la motivación por aprender.

Por supuesto, gracias también a Valdivia y a los amigos y colegas a quienes conocí a lo largo de los años de estudio: a Manuel, Rodrigo L., Juan, José, Carolina, Ángel, Pablo, Rodrigo P., Nicolás y tantos más con los que pasamos interminables noches de estudio, festejos y otros en el mítico Hogar Miraflores, alias “el trencito”. A los colegas músicos Daniel y Vicente, con quienes disfrutamos de tocatas extremas y hasta fugaces en Nondiacorde. De manera especial agradezco también a Ingrid R. y familia por haberme acogido como a un hijo más en su casa durante mi estadía en Valdivia.

A las personas anteriormente mencionadas y a todos quienes hicieron posible que me desarrollara como alumno, como persona y como profesional,

MUCHAS GRACIAS.

RESUMEN

Con la realización de conciertos masivos, se contrasta el disfrute del público que asiste voluntariamente a este tipo de eventos, con la molestia o disgusto de las personas que residen en las cercanías de los lugares donde se desarrollan éstos.

A raíz de esta observación, se estudiaron los aspectos teóricos básicos para comprender el problema, analizando los elementos que conforman esta fuente de ruido ambiental; se revisó el marco normativo que aplica sobre la materia en Chile, en comparación con normas específicas de países como Australia y Reino Unido; se recopilieron medidas de mitigación apropiadas para esta actividad y se estudió el caso del Estadio Bicentenario de La Florida, el cual es eventualmente usado para conciertos masivos.

Las principales conclusiones de esta investigación son que el origen del problema recae en la demanda de nivel sonoro que ejerce una gran audiencia. Esto incide en la necesidad de un sistema de refuerzo sonoro de gran potencia y cobertura. Por otra parte existe un punto de equilibrio entre el disfrute de la audiencia y la molestia de los vecinos, mediante la aplicación de diversas medidas de mitigación, donde se incluye a su vez una regulación apropiada por parte de las autoridades. Finalmente, el caso del Estadio de La Florida ejemplifica que en Chile no existe una regulación apropiada para esta actividad.

Palabras clave: conciertos masivos, molestia por ruido, ruido ambiental, medidas de mitigación.

ABSTRACT

With the occurrence of mass concerts, the delight of voluntary attending people goes up against the annoyance experimented by the people who reside nearby the concerts venues.

In view of this thought, different basic theoretical aspects related to this problem were studied, analyzing the elements that are involved in this environmental noise source; a review of the legal framework that actually applies on this subject in Chile is presented, compared to specific regulations from Australia and the United Kingdom; proper mitigation actions for this activity were gathered and it was studied the case of “La Florida Stadium”, which is eventually used for mass concerts.

From this investigation, the main conclusions are that the cause of the problem lies on the high sound levels demanded by a big audience and this fact creates the need of a sound reinforcement system with high power and coverage. In other hand, a middle point may be found between the audience’s enjoyment and the venue neighbor’s annoyance by using a series of mitigation actions, including the proper regulation of the activity by corresponding authorities. Finally, the “La Florida Stadium” case is an example of the lack of proper regulation of this activity in Chile.

Keywords: mass concerts, noise annoyance, environmental noise, mitigation actions.

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los eventos musicales ha seguido un largo camino de transformaciones a través de la historia. Indudablemente existen importantes precedentes con respecto al uso de recintos al aire libre para llevar a cabo espectáculos masivos. Este es el caso de los griegos y romanos de la antigüedad, quienes utilizaban anfiteatros para este propósito [Asselineau y Serra, 2010]. De hecho, tanto por su arquitectura como por la acústica relacionada con ésta, los teatros griegos pueden considerarse como el punto de partida de la historia del teatro y su diseño [Farnetani y col., 2008].

Con el avance de la historia a partir del mundo antiguo, también se fueron extinguiendo los grandes anfiteatros abiertos. A partir de este punto, los espectáculos se llevarían a cabo al interior de iglesias, en el caso que estos tuvieran fines religiosos. Aquellos espectáculos con fines no religiosos, o se realizarían de manera abierta en el espacio público, o de manera privada en un salón de baile o jardines privados. El desarrollo de los espectáculos en el siglo XVII, requirió la construcción de recintos específicos para su realización. Un aumento en la demanda y de músicos en escena, habría generado la necesidad de lugares aún más grandes. A fines del siglo XVIII, durante la Revolución Francesa se masificaron los espectáculos al aire libre, con fines de satisfacer a grandes multitudes estimuladas por el patriotismo de la época. Esta tendencia terminaría durante el siglo XIX debido a la aparición de recintos cerrados emblemáticos [Asselineau y Serra, 2010].

Debido al hecho que los espectáculos no siempre son subsidiados, usualmente se desea conseguir la mayor audiencia posible. Con la historia se comprobó que esto se hacía difícil en recintos cerrados, a diferencia de recintos al aire libre como los recintos deportivos, con capacidad para albergar a mayor cantidad de gente [Appleton, 2008]. Sin embargo, esto solo habría sido posible gracias al desarrollo tecnológico de la electroacústica y los sistemas de refuerzo sonoro.

En la actualidad, grandes eventos musicales que involucran amplificación de alta potencia se llevan a cabo en estadios deportivos, arenas y sitios al aire libre. Estos eventos suelen entretener y servir como recreación para cientos y a veces miles de personas. Sin embargo, estas actividades pueden causar molestia en las personas que residen en las proximidades del recinto donde se realizan estos eventos, tanto por los altos niveles de ruido registrados, como por otros aspectos de carácter subjetivo [WHO, 1999];[CIEH, 1995]. Además del ruido, todas las otras consecuencias vinculadas a la concentración de grandes cantidades de gente pueden influenciar la apreciación de estos eventos de una manera negativa y generar molestia, siendo entonces importante tomarlas en cuenta. Por ejemplo los problemas con el flujo vehicular, problemas de estacionamiento y manejo inapropiado de la basura [Granneman, 2012].

Dados estos antecedentes, ha sido de interés realizar un estudio sobre el impacto acústico generado a raíz de la realización de este tipo de eventos musicales masivos para así analizar los fenómenos involucrados e identificar los aspectos que pueden constituir molestia, para poder presentar soluciones de mitigación de distinta índole. Un punto importante también es la regulación chilena e internacional frente a este tema. Finalmente, se ha analizado de forma particular el caso del Estadio Bicentenario Municipal de La Florida, el cual puede dar cuenta de la situación actual frente a este tema en Chile.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Investigar sobre el impacto acústico hacia la comunidad producido por la realización de conciertos masivos en espacios al aire libre y determinar medidas apropiadas para su mitigación.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir lo que es un evento musical masivo e identificar la problemática acústica relativa a esta actividad.
- Revisar la normativa que aplica en Chile y el extranjero.
- Analizar la idoneidad de un determinado recinto para la realización de eventos musicales masivos.
- Recopilar y proponer medidas de mitigación, control de ruido y buenas prácticas antes, durante y después de la realización de estos eventos, indicando una medida de la efectividad, según se disponga de información.
- Analizar el caso del Estadio Bicentenario de La Florida, como lugar para la realización de conciertos masivos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 GENERALIDADES

3.1.1 Definición de sonido

Una onda sonora se define como cualquier perturbación que es propagada en un medio elástico como un gas, líquido o sólido [Vér, y Beranek, 2006]. El sonido entonces, se caracteriza por las fluctuaciones de presión en un medio elástico compresible aunque, a partir de una fuente sonora. Sin embargo, no todas las fluctuaciones de presión producen la sensación de audición al ser captadas por el oído humano, ya que la sensación de sonido sólo ocurrirá cuando la amplitud de estas fluctuaciones, así como otros parámetros propios de las ondas sonoras, se encuentren dentro de determinados rangos de valores [Gerges, y Arenas, 2004].

3.1.2 Propagación sonora en el aire para fuentes ideales

Las ecuaciones que gobiernan a las ondas sonoras corresponden a ecuaciones diferenciales parciales de alta complejidad. La ecuación general de onda en fluidos ideales en tres dimensiones es:

$$\nabla^2 p = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (1)$$

con:

p : presión sonora,

∇^2 : operador laplaciano

t : tiempo,

c : velocidad del sonido;

La deducción de esta ecuación escapa al alcance de este trabajo, sin embargo puede ser consultada, por ejemplo, en el capítulo 2 del libro “Acoustics” del autor Leo Beranek [Beranek, 1993].

El ruido que es generado y radiado por una o más fuentes de ruido se propaga a lo largo de una o múltiples trayectorias antes de arribar a un receptor [Blauert, y Xiang, 2008]. En teoría el sonido se propaga en forma de ondas esféricas a partir de una fuente puntual [Gerges, y Arenas, 2004]. Asumiendo una radiación del sonido igual en todas las direcciones, la ecuación (1) para fluidos ideales en una dimensión y en coordenadas esféricas puede escribirse como:

$$\frac{\partial^2 p}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial p}{\partial r} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (2)$$

con:

- p : presión sonora,
- r : distancia a la fuente emisora
- t : tiempo,
- c : velocidad del sonido;

Considerando el tipo más simple de onda esférica, correspondiente a la del tipo divergente armónica, una solución para la ecuación (2) escrita en forma compleja [Gerges, y Arenas, 2004] es:

$$\underline{P}(r, t) = \frac{A}{r} e^{j(\omega t - kr)} \quad (3)$$

donde:

- $\underline{P}$: presión sonora compleja,
- A : amplitud,
- r : distancia a la fuente emisora,
- ω : frecuencia angular, igual a $2\pi f$, donde f es la frecuencia,
- t : tiempo,
- k : número de onda, igual a ω/c , donde c es la velocidad del sonido.

3.1.3 Presión sonora y la escala logarítmica

El oído humano es capaz de responder a un amplio rango de amplitud de presión sonora (ver 3.4.1). A 1000 Hz, la presión sonora capaz de causar dolor es 10^{14} veces la presión sonora capaz de causar la sensación de audición. Por tal motivo, al referirse a la presión sonora u otras magnitudes acústicas relacionadas, se utiliza una escala logarítmica [Gerges, y Arenas, 2004]. De esta forma, se introduce el nivel de presión sonora que se define por la siguiente expresión:

$$NPS = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (4)$$

donde:

NPS : nivel de presión sonora (NPS), en decibeles (dB)

P : presión sonora en pascales

P_0 : presión sonora de referencia igual a $2 \cdot 10^{-5}$ pascales

3.2 ATENUACIÓN DEL SONIDO AL AIRE LIBRE

La atenuación del sonido al aire libre es la suma de las reducciones debido a la divergencia geométrica, absorción del aire, interacción con el suelo, barreras, vegetación y refracción atmosférica [Crocker, 2007]. En particular, la propagación del sonido en el aire próxima al suelo, es sensible a las propiedades acústicas de la superficie del suelo, así como de las condiciones meteorológicas [Rossing, 2007].

Un método práctico ampliamente usado para estimar y calcular la atenuación del sonido en el aire es el método descrito en la norma técnica ISO 9613-2. En esta norma se presentan ecuaciones para determinar el nivel de presión sonora en cualquier punto conociendo la potencia acústica de las fuentes, su directividad y la atenuación producto de los distintos factores mencionados. A modo de simplificación se considera que todas las fuentes de ruido pueden representarse mediante fuentes puntuales [ISO, 1996].

Para este tipo de fuentes, el nivel de presión sonora (NPS) continuo equivalente (ver 3.3.3) por banda de octava en la ubicación del receptor, se calcula como:

$$NPS = L_W + D_c - A \quad (5)$$

donde:

L_W : Es el nivel de potencia acústica por banda de octava, en decibeles, producido por la fuente puntual, relativo a la potencia acústica de referencia (1pW)

D_c : Es la corrección por directividad, en decibeles. Para una fuente puntual omnidireccional radiando al aire libre, $D_c = 0$ dB

A : Es la atenuación por banda de octava, en decibeles, producto de la propagación desde una fuente puntual hasta el receptor.

El término A de la ecuación (5) corresponde a la atenuación compuesta por todos los mecanismos de atenuación producto de la propagación del sonido. Según la norma ISO 9613-2, esto es:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (6)$$

donde:

A_{div} : es la atenuación debido a la divergencia geométrica,

A_{atm} : es la atenuación debido a la absorción del aire,

A_{gr} : Es la atenuación debido a la atenuación por efecto del suelo,

A_{bar} : Es la atenuación debido a la presencia de barreras,

A_{misc} : Es la atenuación debido a otros efectos misceláneos.

A continuación se describen los mecanismos de atenuación mencionados.

3.2.1 Divergencia geométrica

Según se vio en la ecuación (3), la presión sonora es inversamente proporcional a la distancia. Aunque la atenuación del nivel de presión sonora con la distancia depende del tipo de fuente de ruido y su distribución [Gerges, y Arenas, 2004], en términos generales, la relación entre el NPS a dos distancias distintas de la fuente está dada por:

$$NPS_1 - NPS_2 = 20 \log \frac{r_2}{r_1} \quad (7)$$

donde:

NPS_1 : Nivel de presión sonora a una distancia r_1 de la fuente;

NPS_2 : Nivel de presión sonora a una distancia r_2 de la fuente, en la misma dirección que r_1 o en otra dirección con la misma directividad.

Esto conlleva a que al duplicar la distancia a la fuente, el nivel de presión sonora decaiga 6 dB en el caso de fuentes puntuales, cuya propagación se considera esférica y 3 dB en el caso de fuentes lineales infinitas, cuya propagación se considera cilíndrica. Esto se cumple aproximadamente en el campo cercano de las fuentes de dimensiones finitas. En el campo lejano, se puede afirmar que la propagación para cualquier tipo de fuente es aproximadamente esférica [Piercy y col., 1977].

Según la norma ISO 9613-2, la atenuación por divergencia se calcula con la siguiente ecuación:

$$A_{div} = 20 \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \text{ dB} \quad (8)$$

donde:

d : Es la distancia desde la fuente al receptor, en metros

d_0 : Es la distancia de referencia (1 m)

En la ecuación (8), la constante relaciona el nivel de potencia acústica con el nivel de presión sonora a una distancia de referencia desde una fuente puntual omnidireccional.

3.2.2 Absorción del aire

Como el aire no es un medio perfectamente elástico, durante las sucesivas compresiones y rarefacciones, ocurren varios procesos irreversibles y complejos de absorción sonora, los cuales dependen de la frecuencia [Gerges, y Arenas, 2004]. Una proporción de la energía sonora es convertida en calor a lo largo de la propagación en el aire. La absorción del aire se vuelve significativa en altas frecuencias y a grandes distancias [Crocker, 2007].

La ecuación (9) define la atenuación debido a la absorción del aire [ISO, 1993]:

$$A_{atm} = \alpha d / 1000 \text{ dB} \quad (9)$$

donde:

- d : Es la distancia de propagación, en metros
- α : Es el coeficiente de atenuación atmosférica en dB/km, calculado según la norma ISO 9613-1

El valor de α depende fuertemente de la frecuencia del sonido, la temperatura ambiente, la humedad relativa del aire y en menor medida de la presión ambiental. Las ecuaciones que definen el coeficiente de atenuación atmosférica α son de alta complejidad y pueden consultarse en el capítulo 5 del libro Handbook of Noise and Vibration Control del autor Malcolm Crocker [Crocker, 2007] o en la norma ISO 9613-1 [ISO, 1993].

3.2.3 Barreras y difracción

Los obstáculos, o barreras, que interceptan la línea de visión entre la fuente y el receptor y que son grandes con respecto a la longitud de onda, reducen el sonido hacia el receptor [Crocker, 2007]. Se considera que un objeto produce apantallamiento si [ISO, 1996]:

- La densidad superficial es de al menos 10 kg/m^2 ;
- El objeto posee una superficie cerrada, sin grandes grietas o agujeros;
- La dimensión horizontal del objeto perpendicular a la línea fuente-receptor es mayor que la longitud de onda de la frecuencia nominal central de la banda de octava de interés.

La atenuación de una barrera depende de la altura, de la posición de la barrera y de la longitud de onda del sonido. Estas variables son incorporadas en un parámetro adimensional denominado número de Fresnel dado por [Crocker, 2007]:

$$N = \pm \frac{2}{\lambda} (r_s + r - d) \quad (10)$$

donde:

- N : número de Fresnel,

- λ : longitud de onda,
 r_s : distancia desde la fuente hasta el borde de difracción de la barrera,
 r : distancia desde el borde de difracción de la barrera hasta el receptor,
 r : distancia desde la fuente hasta el receptor

Las distancias indicadas en la ecuación (10) se observan en la Figura 3.1.

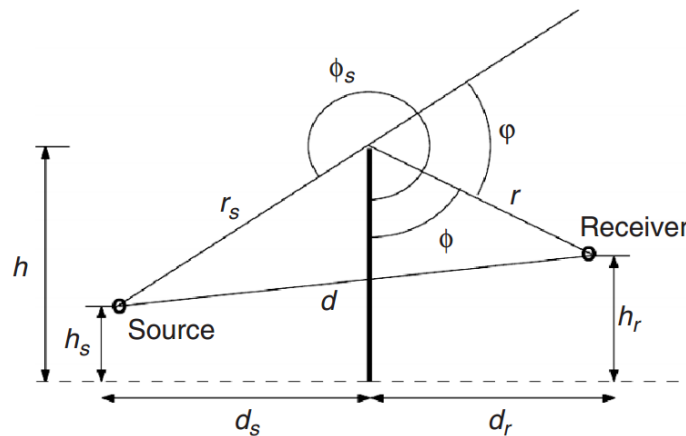


Figura 3.1 - Geometría usada en teoría de la difracción. Fuente: [Crocker, 2007].

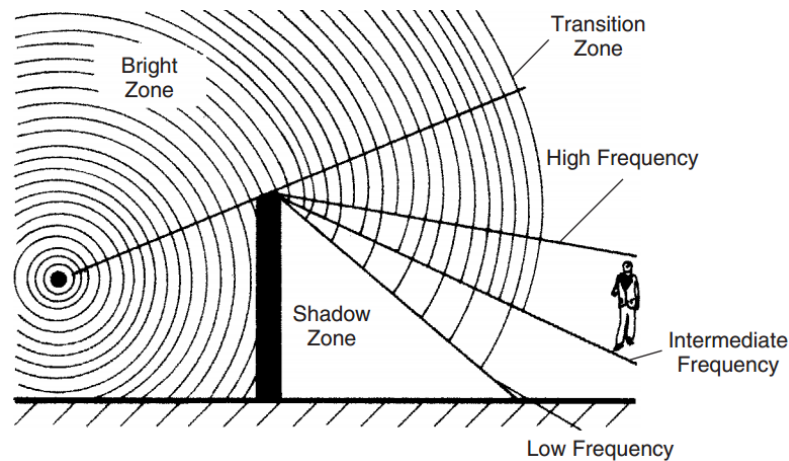


Figura 3.2 - Difracción producto de la inserción de una barrera rígida. Fuente: [Crocker, 2007].

En la práctica, la máxima atenuación por difracción oscila en torno a los 24 dB [Gerges, y Arenas, 2004].

3.2.4 Efecto del suelo

Las reflexiones en el suelo producen un rayo sonoro secundario desde la fuente al receptor. Este rayo reflejado en el suelo puede interferir con el rayo directo y producir atenuación o amplificación, dependiendo de la fase entre ellos. Esto a su vez depende de la frecuencia y varía entre una atenuación de 20-30 dB (en las frecuencias donde exista un desfase completo de 180°) y una amplificación de 6 dB (duplicación de la presión en frecuencias que estén en fase) [Beranek, y Vér, 1992].

La atenuación por efecto del suelo se calcula considerando la diferencia de alturas entre fuente y receptor, alturas relativas de ambos con respecto al suelo y un factor G , el cual toma valores distintos dependiendo del tipo de suelo según se detalla a continuación [ISO, 1996]:

- **Suelo duro**, donde se incluye el pavimento, agua, hielo, concreto y todos los otros tipos de superficies de suelo que se encuentran por ejemplo en sitios industriales. Para este tipo de suelos $G = 0$.
- **Suelo poroso**, donde se incluye el suelo cubierto por pasto, árboles y otro tipo de vegetación, así como otras superficies de suelo idóneas para el crecimiento de vegetación. En este caso $G = 1$.
- **Suelo mixto**: si la superficie está formada por ambos tipos de suelo, duro y poroso, entonces G toma valores entre 0 y 1.

3.2.5 Atenuación por otros efectos

Entre estos mecanismos de atenuación se encuentran los denominados por la norma ISO 9613-2 como “misceláneos”:

- Efecto de la vegetación densa,
- dispersión en sitios industriales,
- propagación a través de regiones pobladas con construcciones.

También se puede incluir en esta categoría la atenuación producto de las condiciones meteorológicas.

3.3 RUIDO AMBIENTAL Y SU EVALUACIÓN

3.3.1 Sonido y ruido

Desde el punto de vista de la acústica, ruido y sonido constituyen el mismo fenómeno físico. En particular, el ruido se puede definir como “sonido desagradable o indeseado”. De aquí, se puede apreciar que la diferencia es por tanto de carácter subjetiva, lo que implica que lo que una persona considera como un simple sonido, otra lo considera como ruido [WHO, 2001].

3.3.2 Fuentes de ruido ambiental

Existe un gran número de actividades que se realizan en las ciudades, las cuales contribuyen al incremento de los niveles de ruido dentro de ellas [Gerges, y Arenas, 2004]. Esto se conoce como ruido ambiental, o ruido comunitario [WHO, 1999]. Las principales fuentes de ruido en los sectores urbanos son [Crocker, 2007]:

- a) Tráfico vehicular (camiones, autos, motocicletas),
- b) Ruido de aviones y aeropuertos,
- c) Vías de trenes,
- d) Ruido de obras de construcción,
- e) Actividades industriales de pequeña y gran escala,
- f) Ruido proveniente de actividades de recreación.

3.3.3 Descriptores del ruido ambiental

Una forma objetiva para entender y describir el ruido en general es mediante mediciones. Los instrumentos para medir el ruido, denominados como “sonómetros”, consisten básicamente de un micrófono que transforma la presión sonora en una señal eléctrica proporcional, la cual es procesada mediante filtros electrónicos. Finalmente la señal es convertida en lecturas discretas para registro y análisis [Gerges, y Arenas, 2004].

A partir de aquí, se pueden considerar muchas características diferentes para describir el ruido ambiental de forma completa. Por ejemplo, se puede considerar el nivel de presión sonora y cómo este nivel varía con respecto a un periodo de tiempo, desde segundos hasta ciclos estacionales mayores como meses o años. En la actualidad, no se conoce completamente la relación entre las características del ruido y sus efectos sobre las personas, sin embargo, la práctica habitual es la evaluación del ruido ambiental mediante el uso de un reducido número de descriptores, de relativamente fácil obtención, y de los cuales sí se conoce su relación con los efectos del ruido en las personas en términos generales [WHO, 1999]. Éstos descriptores, en general, toman en consideración el promedio en el tiempo de los niveles de presión sonora, o integración de la energía sobre un periodo definido. Entre los descriptores comúnmente usados se encuentran [Crocker, 2007]:

- **Niveles percentiles, L_N :** nivel excedido durante un porcentaje de un periodo tiempo. Los percentiles más usados son el L_{10} , que corresponde al nivel excedido el 10% del tiempo y que puede ser representativo de los niveles más altos alcanzados durante el periodo de medición; y el L_{90} , o nivel superado el 90% del tiempo, el cual puede considerarse como representativo del nivel de ruido de fondo.
- **Nivel de presión sonora continua equivalente, L_{Aeq} :** Nivel de presión sonora ponderado A, para un sonido continuo y estable que tiene la misma energía que un sonido que varía en el tiempo sobre el mismo periodo. Se obtiene matemáticamente mediante la ecuación:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \quad (11)$$

con,

p : presión sonora instantánea captada por el instrumento, en Pascales

p_0 : Presión sonora de referencia, igual a 2×10^{-5} Pascales

t : Tiempo en segundos,

T : Periodo de medición, en segundos;

- **Nivel de exposición sonora, SEL:** El SEL es usado para medir la energía total en un evento de manera independiente de la duración del evento. Este descriptor es similar al Leq, donde la presión sonora es integrada sobre el periodo de medición. En este caso, la energía total es normalizada a un periodo de 1 segundo.
- **Nivel Peak, L_{peak} , máximo ($L_{m\acute{a}x}$) y mínimo ($L_{m\acute{i}n}$):** El nivel peak es el nivel instantáneo más alto detectado por el equipo de medición. Las señales peak responden a pulsos tan cortos como 50 μs . Los niveles máximo y mínimo, corresponden a los valores más “altos” y “bajos”, respectivamente, obtenidos como producto de la discretización del nivel de presión sonora instantáneo realizada por el instrumento. Esta discretización o muestreo se realiza en función de una constante de tiempo determinada la cual puede ser de 1 s (slow) o de 0,125 s (fast).

3.3.4 Curvas de ponderación de frecuencia

El oído humano no es igualmente sensible en todas las frecuencias (ver 3.4.1). Con el fin de evaluar la exposición humana al ruido ambiental de forma adecuada, se han desarrollado filtros de ponderación de frecuencia. Éstos ponderan la contribución de las diferentes frecuencias en el nivel general promedio, con lo cual se obtiene una reducción o aumento de los niveles de presión sonora [WHO, 2001]. En la Figura 3.3 se observan las curvas de ponderación A, B y C.

La curva de ponderación A se aproxima a las curvas de igual sonoridad para bajos niveles de presión sonora (ver Figura 3.5). Las curvas B y C son análogas a la curva A, pero se aproximan a las curvas de igual sonoridad para niveles de presión medios y altos, respectivamente [Gerges, y Arenas, 2004]. La ponderación A es la más comúnmente usada, por su aproximación a la respuesta del oído humano, y pondera a las frecuencias bajas como menos importantes que las frecuencias medias o altas [WHO, 1999], a diferencia de la ponderación C.

Cuando se utilizan las curvas de ponderación, los niveles medidos se designan con la letra de la curva de ponderación, como por ejemplo niveles en “dBA” o “dB(A)”. A aquellos

niveles obtenidos sin ninguna ponderación, se les suele denominar como niveles en dB(Z), lineales (linear) o planos (flat) [WHO, 2001] [Rossing, 2007].

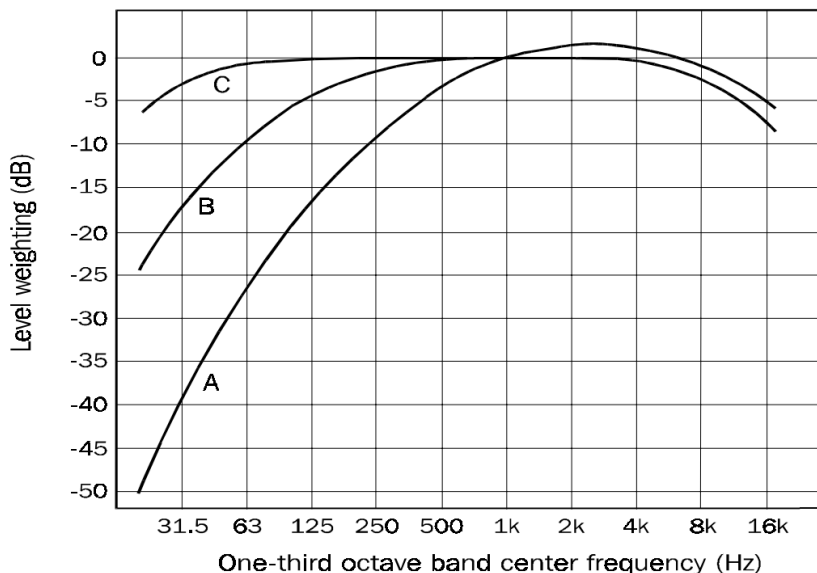


Figura 3.3 – Curvas de ponderación de frecuencia. Fuente: [WHO, 2001], pág. 44.

3.4 RESPUESTA HUMANA FRENTE AL RUIDO

3.4.1 Rango de la audición humana y respuesta en frecuencia

El rango de frecuencia comúnmente citado para la audición humana es de 20 a 20.000 Hz. En algunos casos esta es una declaración optimista, dado que es más probable que sólo la gente joven pueda escuchar hasta 20 kHz. Generalmente con la edad ocurre una reducción en el límite superior del rango de frecuencias, obteniéndose valores típicos de 8 a 15 kHz en adultos de mediana edad [Rossing, 2007].

En la Figura 3.4 se observa el campo auditivo para una persona joven normal promedio, que no ha sufrido pérdida o daño auditivo. La curva inferior representa el umbral de audición o el sonido más silencioso audible por el oído a cualquier frecuencia. La curva superior en tanto, representa el umbral de molestia e incluso dolor en el oído [Crocker, 2007].

La comunicación hablada se ubica principalmente en el rango de frecuencia entre 250 y 6000 Hz y entre niveles de presión sonora entre 30 y 80 dB a 1 m. La música se encuentra sobre un rango de frecuencias más amplio y con un mayor rango dinámico, que corresponde a la diferencia entre el NPS más alto y el NPS más bajo posible de ser captado [Crocker, 2007].

La sobreexposición de nuestro sistema auditivo al sonido produce inicialmente cambios temporales en el umbral de audición (temporary threshold shift, TTS). Después de muchas

exposiciones, el cambio temporal en el umbral se vuelve un cambio permanente y por lo tanto a una pérdida auditiva, cuyo proceso es irreversible [Fastl, y Zwicker, 2007].

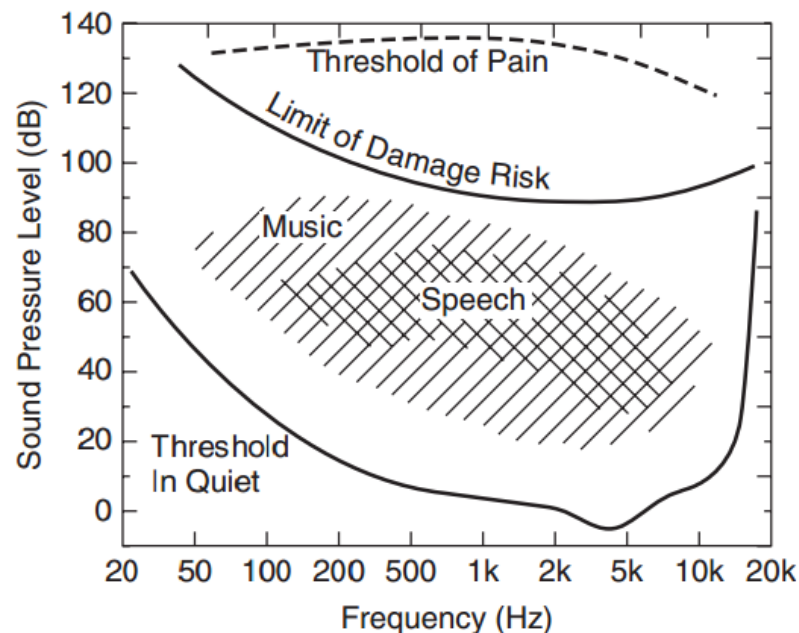


Figura 3.4 - Envolvente del campo de audición humana. Fuente: [Crocker, 2007], pág. 806.

3.4.2 Sonoridad

En el umbral de audición, un ruido es lo suficientemente “sonoro” cuando logra ser detectado por el oído humano. Sobre ese umbral, el grado de sonoridad es una interpretación subjetiva del nivel de presión sonora o intensidad del sonido. El oído humano posee distinta sensibilidad a diferentes frecuencias, siendo menos sensible a frecuencias muy altas o muy bajas. Por ejemplo, un tono puro de 1000 Hz con un nivel de 70 dB será percibido por el oído igualmente sonoro que un tono puro de 80 Hz a 85 dB [WHO, 2001]. En la Figura 3.5 se observan las curvas de igual sonoridad obtenidas por Fletcher y Munson en la década de 1930, quienes fueron los pioneros en la medición de este fenómeno [Rossing, 2007].

En la tabla 8 se resume la percepción subjetiva frente a los cambios en el nivel de ruido, lo cual se ha observado para el rango de frecuencias medio y para niveles de presión sonora superiores a 40 dB [WHO, 2001].

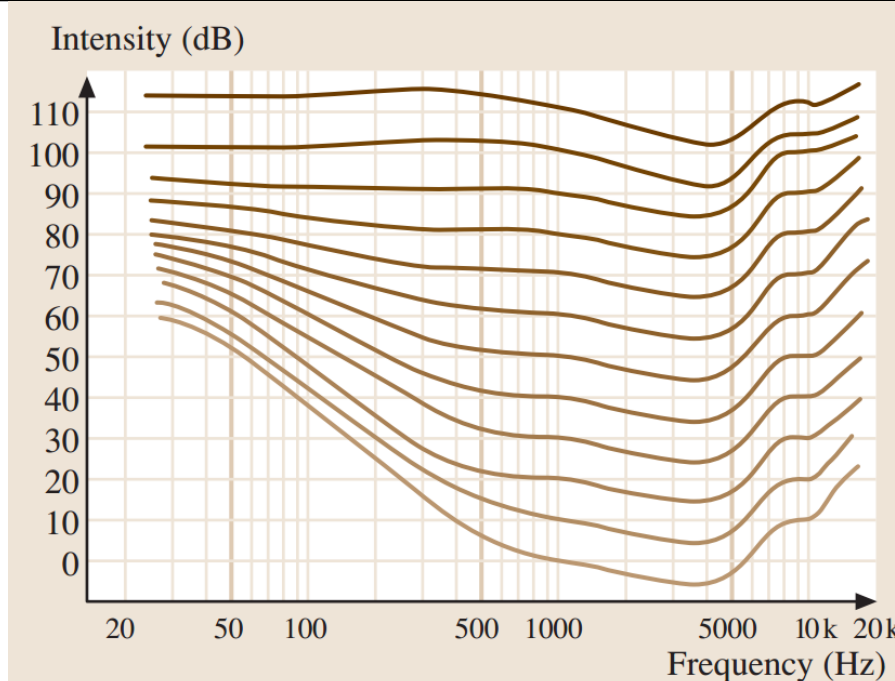


Figura 3.5 - Curvas de igual sonoridad. Fuente: [Rossing, 2007], pág. 748.

Tabla 3.1 – Efecto subjetivo de los cambios en el nivel de presión sonora. Fuente: [WHO, 2001], pág. 41.

Cambio en el nivel sonoro (dB)	Cambio en la potencia		Cambio en la sonoridad aparente
	Disminución	Incremento	
3	1/2	2	Apenas perceptible
5	1/3	3	Claramente notorio
10	1/10	10	La mitad o el doble de sonoro
20	1/100	100	Mucho más silencioso o sonoro

3.4.3 Enmascaramiento

Enmascaramiento es el fenómeno en el que un sonido interfiere con la percepción de otro sonido. La noción básica de este fenómeno es que un sonido más fuerte tiende a opacar o hacer inaudible a otro sonido más suave, que en otras condiciones sería audible [WHO, 2001] [Rossing, 2007].

Los sonidos de banda ancha pueden tener un efecto de enmascaramiento más complicado y enmascarar sonidos con mayor amplitud y sobre un rango de frecuencia más amplio que sonidos de banda estrecha.

3.4.4 Molestia causada por ruido y reacción de la comunidad

La molestia causada por el ruido, es la actitud adversa que manifiesta una persona hacia los sonidos que interfieren o distraen la atención de las actividades en desarrollo como la comunicación hablada, realización de una tarea, recreación, relajación y sueño [Crocker, 2007].

Una publicación realizada por R. Job [Job, 1987], consistente en revisión de estudios y encuestas relativos al análisis de la molestia causada por el ruido, indica entre otras cosas que factores como la sensibilidad y la actitud frente al ruido tienen mayor influencia en la reacción de la comunidad que la exposición al ruido. La molestia en la población sometida a ruido ambiental varía no solo con las características acústicas del ruido (tipo de fuente, tiempo/nivel de exposición), sino que también con factores que no son acústicos como factores sociales, fisiológicos o de naturaleza económica. Aquí se incluyen [WHO, 1999]:

- miedo asociado con la fuente de ruido;
- convicción de que el ruido puede ser reducido por terceros;
- sensibilidad de los individuos;
- el grado de control que los individuos sienten sobre el ruido;
- incluso, si el ruido es originado por una actividad económica importante.

Si bien, la respuesta al ruido de una persona es subjetiva y puede depender de circunstancias específicas como el tiempo del día y el tipo de actividad que esté realizando [NSW, 2010], según un estudio realizado en 2007 [Steele y Chon 2007], se puede afirmar que algunos tipos de estímulos son más molestos que otros, independiente de la sonoridad. En ciertos casos, el ruido puede poseer características que pueden hacerlo más molesto que sonidos de un nivel equivalente, obtenido mediante mediciones convencionales. Entre estas características se incluye la presencia de sonidos de frecuencia discreta (por ejemplo tonos puros) o sonidos con carácter impulsivo [Rossing, 2007]. Se incluye también la presencia de sonidos con componentes de baja frecuencia [WHO, 1999].

Como ejemplo se puede citar el caso del ruido proveniente del transporte, para el cual existiría la denominada “molestia absoluta” y la “molestia relativa”. Se sabe que la introducción de una fuente de ruido de tránsito en una comunidad puede tener 2 efectos indeseables [FTA, 2006]. En primer lugar, el ruido de esta nueva fuente puede interferir con las actividades de la comunidad, independiente de los niveles, como por ejemplo, alterar el sueño o la conversación. En este caso se habla de “impacto absoluto”. Por otra parte, esta fuente puede aumentar significativamente los niveles de ruido existentes del sector a los cuales la gente está acostumbrada, lo cual correspondería a “impacto relativo”.

Un estudio conocido en la materia es el realizado por T. Schultz [Schultz, 1978], quien habría realizado una síntesis de diversos trabajos sobre molestia causada por ruido y que habría obtenido una curva que relaciona el porcentaje de personas altamente molestas, con el nivel día noche L_{dn} asociado a la fuente de ruido, que en este caso corresponde a los medios de transporte terrestre y aéreo, según se aprecia en la Figura 3.6.

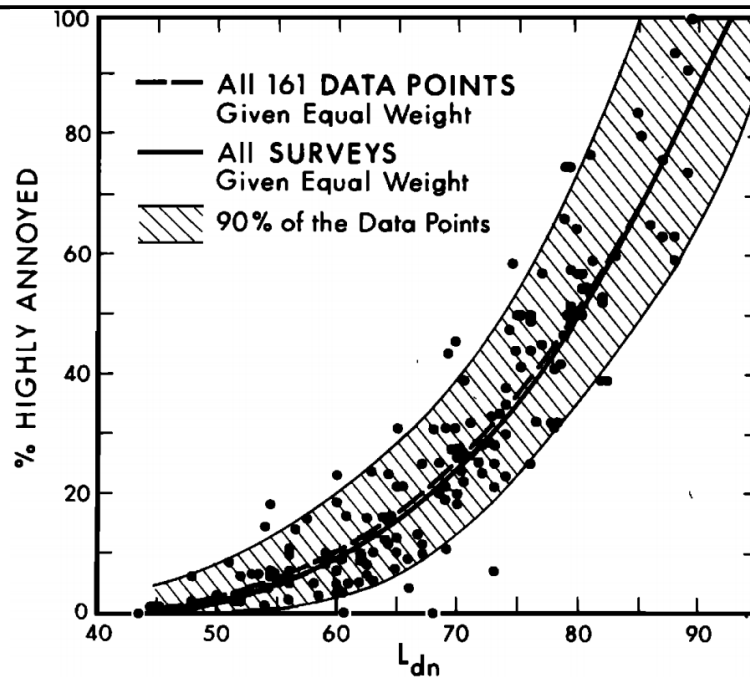


Figura 3.6 – Curva que relaciona el porcentaje de gente altamente molesta a causa del ruido con el nivel de ruido de la actividad. Síntesis del estudio de T. Schultz. Fuente: [Schultz, 1978], pág. 383.

Community Reaction

Vigorous Action

Several threats
of legal action
or strong appeals
to local officials
to stop noise

Widespread complaints
or single threat
of legal action

Sporadic complaints

No reaction
although noise is
generally noticeable

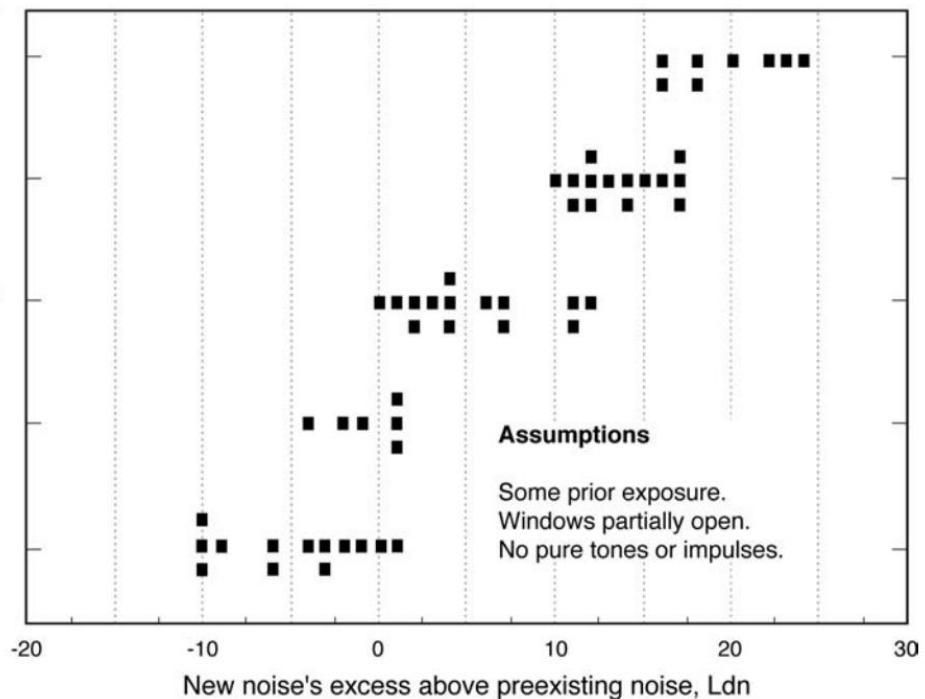


Figura 3.7 – Reacción de la comunidad en función de la relación entre el nivel de una nueva actividad y el nivel preexistente en el sector. Fuente: [FTA, 2006], pág. 2.14.

Las personas pueden manifestar una respuesta en distinto grado al sentirse molestas por el ruido, llegando incluso a reaccionar enérgicamente o de forma agresiva. Aunque por una parte, los cambios en el comportamiento social, como un aumento en la agresividad, están asociados a la exposición al ruido, esta situación no sería suficiente para producir agresión. Sin embargo, la exposición al ruido combinada con provocación, enojo u hostilidad preexistente sí pueden provocar agresión [WHO, 1999].

En la Figura 3.7 se observa otro estudio con casos más recientes, que relaciona la reacción de la comunidad con respecto al nivel de ruido de la fuente con respecto al nivel de ruido preexistente en el lugar.

4. CONCIERTOS MASIVOS COMO FUENTES DE RUIDO AMBIENTAL

4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL FENÓMENO

4.1.1 Definición de concierto masivo

Un concierto, corresponde a una forma de arte escénica en la que los intérpretes manifiestan, por medio de la voz y/o instrumentos, la creación y expresión artística, ya sea de forma individual o grupal [CNCA, 2012]. En general, las artes escénicas cubren las formas de música (orquestal, coral, pop/rock, jazz, etc), opera, musicales, danza, drama, etc. y relacionan los siguientes elementos o características [Appleton, 2008]:

- un espacio,
- una audiencia y,
- una presentación artística en vivo, que es experimentada por la audiencia durante un periodo de tiempo.

En la Figura 4.1 se representa un concierto y sus elementos característicos de manera esquemática.

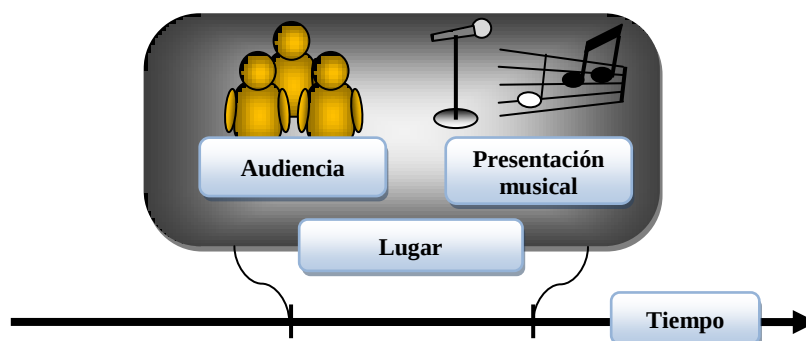


Figura 4.1 – Esquema con las características básicas típicas de un concierto musical. Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo del estilo y la audiencia objetiva, un concierto puede ser de música clásica, (sinfónica, de cámara, cuarteto de cuerdas, etc.), ópera, jazz, música popular (rock, pop), etc., en donde varía el formato de la presentación, el tipo y tamaño de la audiencia y en consecuencia las necesidades del espacio. En un concierto de rock, por ejemplo, tiende a presentarse un grupo de cantantes y/o instrumentistas, donde el sonido amplificado es un ingrediente normal y donde sobretodo la guitarra eléctrica es un instrumento esencial [Appleton, 2008].

Los conciertos de música popular son los de mayor interés para este trabajo, dado que son los que usualmente llegan a congregar la mayor cantidad de gente, convirtiéndose en

eventos masivos. Esto no impide que en la práctica puedan desarrollarse eventos masivos de otros géneros musicales.

La palabra “evento”, del latín *eventus*, se define según la Real Academia Española (RAE) como: a) un acaecimiento, b) una eventualidad o hecho imprevisto, o también como c) un suceso importante y programado de índole social, académica, artística o deportiva [RAE]. El término “masivo”, según la RAE, le suma al concepto de “evento” la particularidad de tener relación con los conjuntos humanos en grandes cantidades. Dado que “grandes cantidades” no es una característica objetiva o absoluta, sino más bien relativa, el criterio para diferenciar entre eventos masivos y no masivos sería entonces variable. Por ejemplo en Colombia, por convención se suele considerar como evento masivo a aquel en el que se espere reunir a 1.000 o más personas [MIJ, 2007]. En el caso de Chile, se considera evento masivo a aquel que espere reunir a 3.000 o más personas [MINSEGPRES, 2012] (para mayor detalle, ver apartado 5.4.3).

De este modo, y siguiendo con las definiciones anteriores, un concierto masivo puede definirse como un “suceso importante y programado de índole artística, relacionado con los conjuntos humanos en grandes cantidades”.

Algunas características de este tipo de eventos son [Granneman, 2012]:

- Las emisiones de ruido suelen ser relativamente altas y no es sencilla su reducción (ver 4.2 y 4.3)
- Atraen grandes cantidades de personas
- Ocurren una cantidad limitada de veces en el año
- Transcurre cierto tiempo entre la realización de cada concierto

4.1.2 Lugares de realización

Los lugares de realización de conciertos, y en general de presentación de las artes escénicas, pueden clasificarse mediante distintos parámetros [Appleton, 2008], como por ejemplo:

- Dueño y/o administrador:
 - Gobierno local
 - Institución educacional
 - Organización comercial
- Naturaleza del edificio:
 - Permanente/Temporal
 - De exterior/interior
 - Formal/Informal
- Uso del edificio en el tiempo:
 - En uso todo el año
 - Uso de temporada
 - Evento aislado

- Uso del edificio:
 - Edificio dedicado a un tipo de producción predominante: música clásica, jazz, música popular, opera, drama, etc.
 - Combinación de producciones compatibles y/o otras actividades por ej. deportivas.
- Capacidad (Aforo):
 - Menor a 250 personas
 - 250-500
 - 500-1000
 - 1000-2000
 - 2000+
 - Audiencias masivas

4.1.3 Etapas de un concierto

En términos generales, los conciertos masivos, al igual que otros eventos similares, pueden dividirse en las siguientes etapas o fases operativas:

A. Planificación del evento: En esta etapa se lleva a cabo la planificación del evento por parte de los organizadores, quienes deben definir, aparte del contenido del mismo, detalles logísticos como:

- Definición del lugar donde se desarrollará el evento,
- Cantidad de público esperada,
- Solicitud de permisos a las autoridades pertinentes según corresponda,
- Diseño de un plan de emergencias y evacuación de personas,
- Personal de seguridad y medidas de orden,
- Equipamiento e infraestructura (iluminación, audio, escenografía, etc.)
- Condiciones sanitarias adecuadas.

A diferencia de las otras etapas de un concierto masivo, esta se trata de la única etapa cuya generación de ruido puede considerarse como marginal.

B. Montaje y puesta a punto: Esta etapa es posterior a la planificación y consiste en todas las actividades concretas previas al evento y necesarias para el desarrollo de éste, como son el traslado y ensamblaje del equipamiento y la infraestructura. En el caso propio de conciertos y otros eventos de carácter musical, podría considerarse en esta etapa las pruebas a los equipos de audio e iluminación.

C. Realización del evento: Corresponde al periodo en que se desarrolla el evento en sí, el cual puede considerarse desde que ingresa el primer asistente al lugar del evento y hasta que abandona el último.

D. Desmontaje: En esta fase ya culminó el evento por el cual fueron los asistentes y se realizan todas las actividades necesarias para dejar el lugar en su estado inicial, como antes del evento, si corresponde.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS CAUSANTES DEL RUIDO

Los conciertos, según lo mencionado, pueden llegar a ser muy distintos entre sí en términos de escala, infraestructura, contenido, duración y otros factores. Sin embargo, los elementos principales que emiten ruido y forman parte de ellos se comportan de manera similar, en cada caso, según se presenta a continuación.

4.2.1 Público asistente

El primer componente a describir es el público asistente, sin el cual un concierto masivo no tendría razón de ser. En el caso de un concierto, conocer el comportamiento del público como potencial fuente de ruido es de gran interés. Dependiendo del tipo de evento, la gente que conforma el público asistente pasará de ser simple espectador a convertirse en parte de la fuente emisora, ya sea cantando, aplaudiendo o gritando en favor (incluso en contra) del artista en escena.



Figura 4.2 – Festival Lollapalooza realizado los días 31/03/2012 y 01/04/2012 en el Parque O’Higgins, Santiago de Chile. 100 mil asistentes, aprox.

Fuente: http://gigapixelfancam.com/fancams/music/vitaminwater_lollapalooza/20120401/

En términos generales, la potencia acústica de una multitud de personas, puede definirse en función de las siguientes variables [Hayne y col., 2006]:

- a) El esfuerzo de la voz de los individuos;
- b) Número total de personas;
- c) Si la fuente es sincronizada o aleatoria en el tiempo;
- d) Directividad.

El “esfuerzo de la voz” se puede definir como una medida de “cuán fuerte” reproduce una persona los sonidos del habla y la comunicación. En la Tabla 4.1 se aprecia una clasificación del esfuerzo de la voz y sus respectivos niveles sonoros promedio obtenidos por Lazarus en 1986 [Hayne y col., 2006]:

Tabla 4.1 – Nivel sonoro equivalente a 1 metro de la boca del hablante según el esfuerzo de la voz.
Fuente: [Hayne y col., 2006].

Esfuerzo de la voz	NPS promedio (dBA)
Susurro	36
Voz suave	42
Voz relajada	48
Voz normal relajada	54
Voz normal alzada	60
Voz alzada	66
Voz alta	72
Voz muy alta	78
Grito	84
Grito máximo	90
Grito máximo (individuos)	96

Se puede inferir que en una situación como la de un concierto, los individuos que componen la audiencia conversarán entre sí, cantarán o emitirán otros sonidos. A mayor número de personas presentes, no solo se incrementa la potencia acústica como resultado de la suma de fuentes, sino que en este caso las personas podrían exhibir el denominado “Efecto Lombard”. Este efecto se refiere a la acción de los hablantes de elevar el nivel, o el esfuerzo de la voz, en respuesta a un aumento en el ruido de fondo [ISO, 2003]. Esto conlleva a que las personas tengan la tendencia de gritarse entre ellas para conversar y así evitar el enmascaramiento del habla, como también de cantar a un alto nivel con el fin de escuchar la propia voz en relación al ruido de las demás personas y la música. En la Figura 4.3 se observa la correspondencia entre el esfuerzo de la voz y el nivel de ruido de fondo en la posición del hablante según el anexo A de la norma ISO 9921:2003.

La directividad del público asistente a modo general, dependerá de la directividad propia de cada persona. En la Figura 4.4 se aprecia el patrón de directividad típico de la voz humana promedio y para distintas frecuencias. A raíz de esto, se puede indicar que en mayor grado, la potencia acústica del público estará dirigida hacia el escenario, o donde se encuentre el foco de atención de la presentación musical.

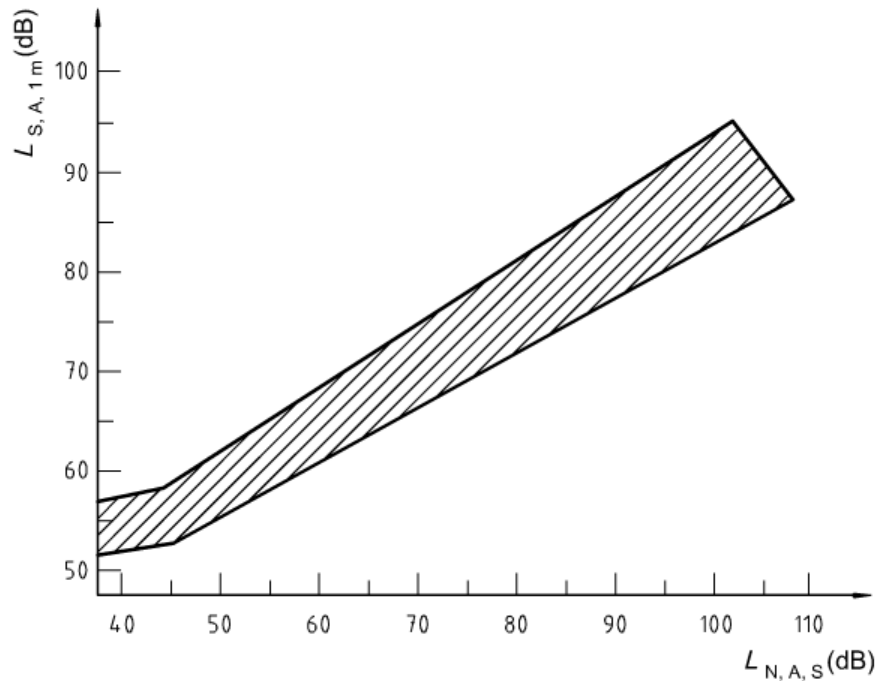


Figura 4.3 – Relación entre el esfuerzo de la voz de un hablante (eje Y) y el ruido de fondo medido en la posición del hablante (eje X). Fuente: [ISO, 2003], pág. 8.

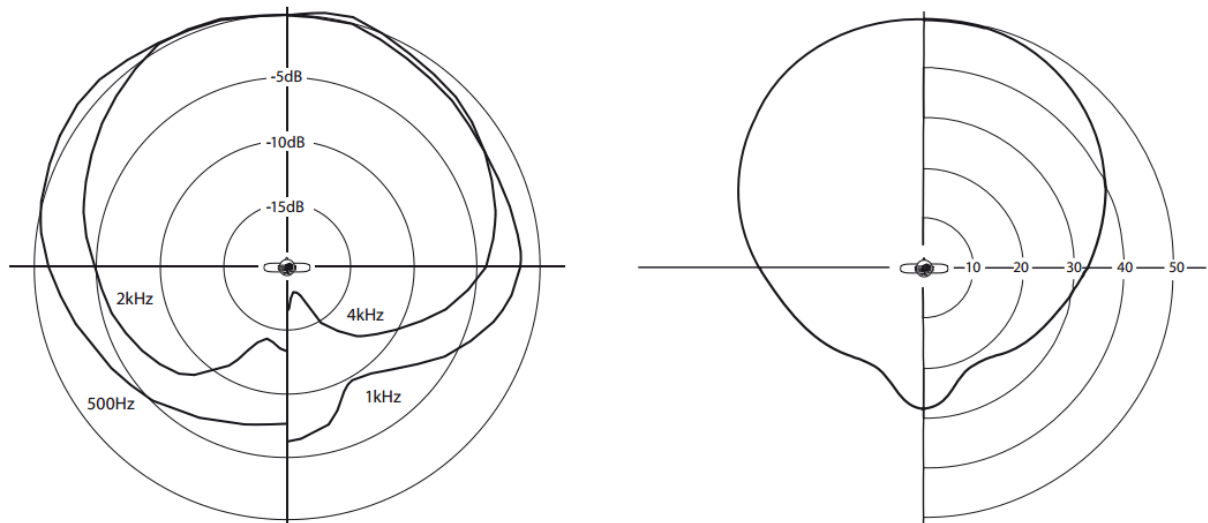


Figura 4.4 – Directividad de la voz humana. A la izquierda se aprecia la directividad para distintas frecuencias. A la derecha se observa el valor promedio. Fuente: [Barron, 2009], pág. 260.

Según un estudio realizado por Monson et al [Monson y col., 2012], no existiría mayor diferencia en cuanto a directividad entre el habla y el canto.

Existen otros factores que influyen transversalmente a los anteriormente mencionados, de los cuales no existen estudios suficientes donde se cuantifique concretamente su efecto, como son [Hayne y col., 2006]:

- Tipo de actividad;
- Edad, género;
- Ingesta de alcohol;
- Otros.

Un estudio realizado en 1977 por Pearsons et al., muestra que el nivel de las voces masculinas gritando una oración es del orden de 7 dB mayor que el de las voces femeninas. Sería esperable entonces que el ruido proveniente de una multitud consistente sólo por hombres fuese mayor que el de una multitud equivalente conformada sólo por mujeres [Hayne y col., 2006].

Una expresión empírica obtenida por Hayne et al. en 2011 [Hayne y col., 2011] por medio de mediciones en 11 lugares diferentes, permitiría predecir el Nivel de Potencia equivalente producido por una pequeña multitud en función de la cantidad de personas, según se muestra a continuación:

$$L_{WAeq} = 15 \log N + 64 \text{ dBA} \quad (12)$$

Donde N es la cantidad personas.

De este modo el Nivel de Potencia equivalente estimado para una multitud de 100 personas daría como resultado 94 dB y 109 dB para una multitud de 1000 personas. La ecuación (12), sin embargo, según sus autores sólo es válida para una multitud de hasta 100 personas.

4.2.2 Sistemas de refuerzo sonoro

Existen varios problemas logísticos que se tienen que resolver para poder satisfacer a los espectadores en un concierto masivo. En particular, los estadios y lugares al aire libre presentan una serie de desafíos a quienes tienen la tarea de llevar el sonido desde la fuente hacia los auditores [Patronis, 2008]. Dado que grandes cantidades de gente necesitan grandes recintos, la música y el sonido deben recorrer grandes distancias desde el escenario, donde se encuentran las fuentes, hacia los auditores. En lugares como por ejemplo un estadio, las distancias de tiro (throw distance), o distancia entre la fuente y los receptores, suelen variar entre 15 m y 200 m. Esto permite que se formen zonas de cobertura de la audiencia ubicadas a distintas distancias de la fuente [Patronis, 2008], según se observa en la Figura 4.5.

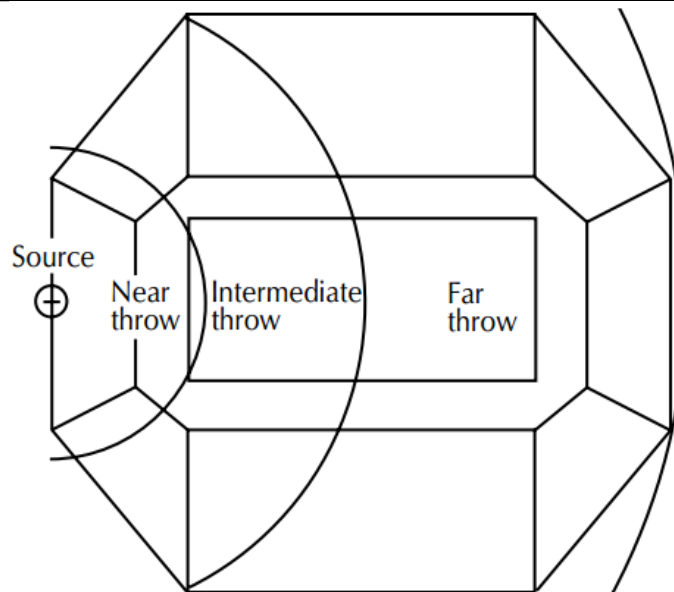


Figura 4.5 – Esquema de planta de un estadio típico. Se aprecia una fuente sonora puntual en un extremo y 3 zonas de distribución en función de la lejanía con la fuente sonora. Fuente: [Ballou, 2008], pág. 203.

Para una fuente puntual en campo libre, ignorando la atenuación por efecto de la atmósfera y considerando sólo la atenuación por divergencia de 6 dB por duplicación de distancia, la presión sonora obtenida a 200 m de esta fuente será 46 dB menos que el valor obtenido a 1 m. Si se asume un nivel de ruido de fondo de 85 dB (causado por la audiencia y otros factores) y un nivel de la señal musical de 6 dB por encima del ruido de fondo, para que este no sea del todo enmascarado, se requeriría que a 1 m de la fuente se generara un NPS de 137 dB [Patronis, 2008]. Si se consideraran los otros mecanismos de atenuación del sonido en el aire, o un margen mayor entre el nivel de la música y el ruido de fondo, el nivel generado por la fuente a 1 m tendría que ser aún mayor.

Dado que los instrumentos musicales “acústicos”, o amplificados de forma natural, no suelen tener tal capacidad de emisión sonora, es que el uso de sistemas de refuerzo sonoro se hace necesario. Con respecto a este punto, con el curso del desarrollo tecnológico, ha existido una adaptación de estos sistemas hacia 2 grandes ejes: mayor potencia acústica y mínima variación del sonido entre distintos puntos de la audiencia [McCarthy, 2007]. De este modo, los diseñadores de sistemas de audio prefieren arreglos de múltiples altavoces cuando con un solo altavoz no se pueden producir niveles de presión sonora adecuados o no se puede dar cobertura a toda el área de la audiencia [Heinz, 2008]. Los arreglos de fuentes acústicas modernos son mezclas complejas de altavoces y componentes electrónicos [McCarthy, 2007].

Dependiendo de la forma y tamaño del arreglo, se obtendrán distintas respuestas de emisión del sistema. En la Figura 4.6 se puede observar la directividad teórica de 3 tipos de arreglo de fuentes sonoras.

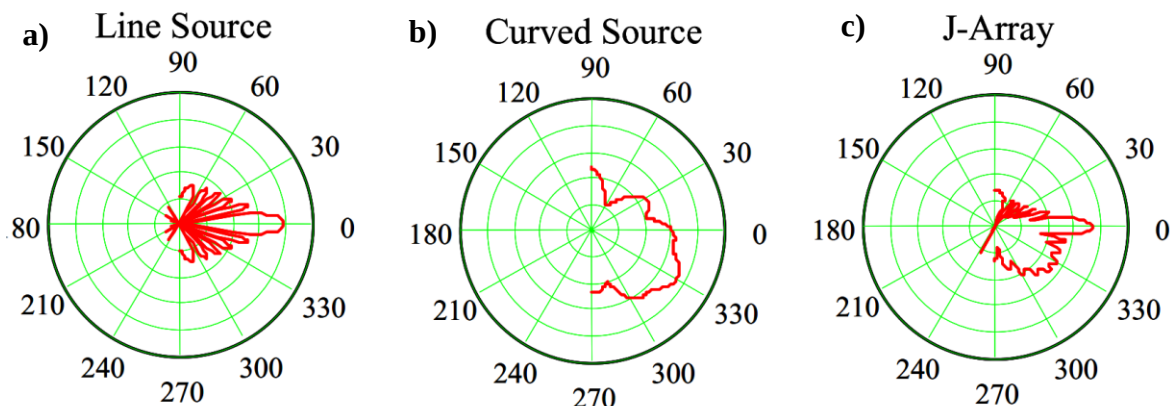


Figura 4.6 – Directividad (respuesta polar) teórica a 1 kHz de a) un arreglo lineal de 2 metros de largo, b) un arreglo curvo de 60° y 1 metro de radio y c) un arreglo tipo “J” de tamaño equivalente. Fuente: Ureda, 2001], pág. 5.

Los sistemas de refuerzo sonoro usualmente encontrados en conciertos masivos pueden subdividirse en subsistemas, como por ejemplo: main (principal), sidefill (apoyo lateral), frontfill (apoyo frontal), etc., dependiendo de la ubicación y orientación hacia la audiencia [McCarthy, 2007]. La disposición de estos subsistemas dependerá de las necesidades de cobertura de la audiencia.



Figura 4.7 – Escenario típico con sistema de amplificación “line array”, resaltados en cuadros naranjos. Fotografía por: Alessio Damato. Roma, 2007.

Otra particularidad de los sistemas de amplificación, según se ilustra en la Figura 4.7, es que por sus características de diseño, éstos deben ser instalados por sobre el nivel de la audiencia. La altura dependerá de la geometría del recinto, así como el tamaño y la distribución de la audiencia a cubrir.

4.2.3 Otras fuentes

Si bien las fuentes mencionadas anteriormente pueden considerarse como las más importantes, existen otras fuentes de carácter secundario que también son un aporte al nivel de ruido generado durante un concierto. A continuación se mencionan algunas:

- **Pirotecnia:** Como complemento al espectáculo musical, en ciertos eventos masivos se suele utilizar fuegos artificiales para entretener a la audiencia. Las fuentes sonoras de este tipo se caracterizan por generar ruido impulsivo de alta energía, en un muy amplio espectro de frecuencias.



Figura 4.8 – Fuegos artificiales durante un concierto masivo.

Fuente: http://shunegg.blogspot.com/2010_02_01_archive.html

- **Generadores eléctricos:** Debido a la alta potencia eléctrica requerida por los equipos del sistema de refuerzo sonoro e iluminación del escenario, es habitual que se recurra a algún tipo de suministro eléctrico alternativo a la red existente del lugar del evento, o cuando tal red no existe (por ej. en lugares muy apartados de la ciudad o rurales). En este caso es común la utilización de uno o varios equipos generadores eléctricos a combustión, según las necesidades del evento. Dependiendo de la capacidad de trabajo, estos equipos pueden emitir niveles de ruido elevados, aunque menores que los niveles de emisión del sistema de refuerzo sonoro. Los grandes generadores producen niveles de presión sonora que exceden 96 dBA [WHO,

1999]. Si estos equipos se ubicaran cerca de potenciales receptores, podrían ser percibidos tanto o más molestos que la música proveniente del concierto.



Figura 4.9 – Generadores de corriente eléctrica.

Fuente: <http://www.edentertainments.co.uk/generators-power.php>

- **Actividades relacionadas con el montaje y desmontaje de la infraestructura del evento:** En las Etapas de montaje, se suelen ingresar al recinto los elementos que conforman la infraestructura del escenario, sistemas electroacústicos y otros, lo que implicará que exista movimiento de camiones y vehículos de carga. A su vez, el uso de herramientas necesarias para afianzar y erigir las estructuras, así como la comunicación entre los trabajadores pueden convertirse en potenciales fuentes de ruido. El mismo proceso se repetirá en el caso del desmontaje.



Figura 4.10 – Montaje del escenario de un concierto.

Fuente: <http://rocknuevo.com/2012/03/29/lollapalooza-chile-2012-afina-los-ultimos-detalles/>

4.3 IMPACTO ACÚSTICO

4.3.1 Ruido generado al interior del recinto

En la Figura 4.11 se observa una curva que demuestra los cambios de nivel sonoro obtenidos en 2007 por G. Hall mediante mediciones en un festival de música realizado anualmente en una localidad de Nueva Gales del Sur (NSW), Australia [Williams y Burgess, 2007].

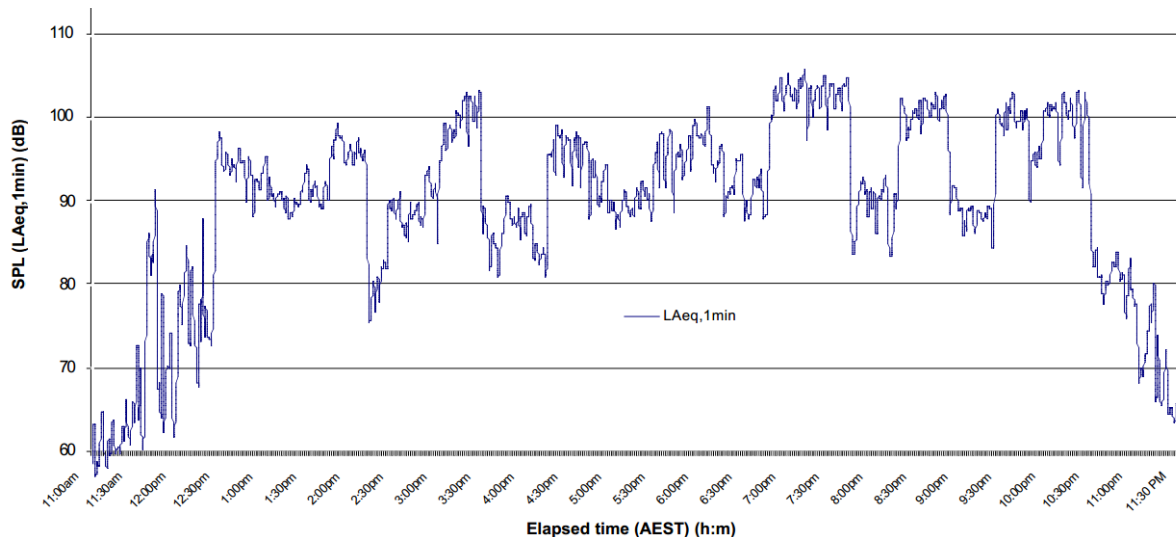


Figura 4.11 – Evolución temporal de un festival de música. Fuente: [Williams y Burgess, 2007], pág. 92.

En la Figura 4.11 se observa que al comienzo del periodo de medición, el nivel se eleva progresivamente con el tiempo. Esto podría representar la llegada del público al recinto. Posteriormente, el nivel se incrementa drásticamente lo que podría indicar el inicio de un show musical. En adelante, se observan periodos en que el nivel está más elevado (de 90 dB a más de 100 dB), atribuible a las presentaciones de grupos musicales, y otros periodos en que el nivel está más bajo (entre 80 y 90 dB), atribuible al ruido generado sólo por el público. Se observa que la diferencia de nivel de ruido entre la música y el público llega a ser del orden de 15 a 20 dB, aproximadamente. Finalmente se observa que el nivel decae bruscamente cerca del final del periodo de medición y a partir de este punto decae progresivamente hasta llegar al piso de 60 dB, bajo el cual se encontraría el nivel de ruido de fondo del lugar.

Con respecto al ruido emitido durante un concierto masivo, se pueden encontrar otros diversos estudios publicados desde el punto de vista de la exposición de los asistentes a conciertos, particularmente a los de rock. Los niveles obtenidos en estos estudios oscilan en torno a los 103 dBA [Clark, 1991].

A su vez, las investigaciones en este tema muestran que el nivel de ruido proveniente de la música medido en la posición de la consola de mezcla es típicamente 100 dBA y que para

niveles menores a 95 dBA es menos probable entretener de forma satisfactoria a la audiencia [UK, CIEH, 1995].

4.3.2 Molestia a causa del ruido de conciertos masivos

Según lo expuesto hasta aquí, se puede establecer que el impacto acústico generado por un concierto masivo tiene su explicación u origen en la “demanda” de nivel sonoro por parte del público asistente. Por otra parte, es esperable que el nivel de ruido existente al interior del recinto del concierto condicionará el nivel de ruido encontrado en las inmediaciones de éste.

Una pregunta básica y usualmente consultada es el por qué los oyentes toleran ambientes ruidosos como en el caso de los conciertos. La prensa y la literatura popular sugieren que las personas jóvenes consideran estos ambientes como “emocionantes”. Este comportamiento se fundamenta en causas sociológicas como la noción de igualdad entre los asistentes, la falta de necesidad de mostrar habilidades sociales o inteligencia, entre otras [Clark, 1991].

En contraposición al disfrute por parte de los asistentes a conciertos, se encuentra la molestia producida en la comunidad ubicada en las inmediaciones de los recintos donde se desarrollan estos eventos. En el caso de sectores residenciales, una serie de factores contribuye al grado de impacto acústico a causa del ruido de conciertos al aire libre. Entre estos se incluyen [ACT, 2001]:

- El nivel y la naturaleza del ruido;
- El número de eventos al año;
- La hora a la que el evento se lleva a cabo;
- La dispersión de los eventos a lo largo del año;
- El grado de advertencia entregada previamente a los vecinos.

En el caso de las quejas relacionadas con música amplificada, el criterio para establecer si existe o no molestia no está bien definido y se usan diversos criterios. El resultado de esto, es que la decisión de si existe o no molestia dependerá no solo del nivel de ruido, sino que también de las autoridades locales y los fiscalizadores. [Craik y Stirling, 1986]

Al momento de medir y evaluar fuera del recinto donde se desarrolla el concierto, es importante asegurar que la evaluación del ruido sea imparcial e independiente de las circunstancias a las que está sujeto el receptor [Granneman y van Diepen, 2006]. De esta forma se puede encontrar el balance entre llevar a cabo actividades legítimas que puedan emitir ruido y la responsabilidad de disminuirlo [NSW, 2010].

5. NORMATIVA CHILENA RELACIONADA

A continuación se presentan las Leyes y Decretos Ministeriales amparados en la legislación chilena más relevantes de los distintos ámbitos, relacionados directa o indirectamente con los conciertos masivos, vigentes a la fecha. En el capítulo 7 se discutirá sobre la normativa chilena.

5.1 MEDIO AMBIENTE

5.1.1 Ley sobre bases generales del medio ambiente

La Ley 19300 [MINSEGPRES, 2010], promulgada en marzo de 1994, establece disposiciones que regulan la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza y la conservación del patrimonio ambiental. En su Artículo segundo, se indican términos y sus definiciones con respecto a esta ley, entre los que destacan:

- **Contaminación:** la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, en concentraciones o concentraciones y permanencia superiores o inferiores, según corresponda, a las establecidas en la legislación vigente;
- **Contaminante:** todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental;
- **Impacto Ambiental:** la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada;

Con esta ley, se crean diversos Instrumentos de Gestión Ambiental, siendo los más relevantes los indicados a continuación:

- **Evaluación Ambiental Estratégica:** A decisión del Presidente de la República, apoyado en un consejo de Ministros definido por esta ley, se permite la evaluación de las políticas y planes de carácter normativo general, así como sus modificaciones sustanciales, que tengan impacto sobre el medio ambiente o la sustentabilidad. Un ejemplo serían los planes regionales de ordenamiento territorial; planes reguladores intercomunales, comunales y seccionales; y otros planes de desarrollo urbano. El Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) es el organismo encargado de aprobar estas instancias u otro organismo gubernamental según corresponda.
- **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA):** Este instrumento permite introducir la variable del impacto ambiental en el diseño y la ejecución de los proyectos y actividades que se realizan en el país. A través de este instrumento se

evalúa y certifica que aquellos proyectos susceptibles de causar impacto ambiental, se encuentran en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que les son aplicables [SEA]. Estos proyectos y/o actividades se definen en el artículo 10, los cuales deben presentar una Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) según corresponda.

- **Normas de Calidad Ambiental y de Emisión:** Las primeras corresponden a aquellas normas que establecen valores de concentraciones y periodos máximos o mínimos permisibles de contaminantes cuya presencia o falta en el ambiente puedan significar un riesgo para la vida o la salud de la población (normas primarias), o significar un riesgo para la conservación del medioambiente o la preservación de la naturaleza (normas secundarias). Las normas de Emisión por su parte son las que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante, medida en el efluente de la fuente emisora.

5.1.2 D. S. N° 146/97 MINSEGPRES

En el marco de la Ley 19.300, vista anteriormente, se promulgó el Decreto Supremo (D.S.) 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES) [MINSEGPRES, 1997], el que calificaría como norma de emisión. Este Decreto establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas hacia la comunidad, tales como las actividades industriales, comerciales, recreacionales, artísticas u otras.

Quien fiscaliza el cumplimiento de esta norma es la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Salud, organismo que actúa principalmente en función de denuncias de los afectados.

En el Decreto se establece un procedimiento de medición del ruido, permitiendo efectuar estas mediciones tanto en interiores como en exteriores, en horario diurno o nocturno. Sin embargo, se indica que se debiera buscar siempre la condición más desfavorable para la fuente emisora lo que permite, por ejemplo, ejecutar las mediciones en el límite del predio donde se encuentre el receptor afectado por la fuente emisora.

En términos simples, el método consiste en ir al lugar determinado como el más desfavorable, determinar la naturaleza del ruido (si es estable, fluctuante o imprevisto) y en función de ello, tomar hasta 15 registros del NPS mínimo, máximo y equivalente de 1 minuto de duración cada uno. También se debe registrar el ruido de fondo del lugar.

Los niveles de presión sonora corregidos (NPC), calculados según el método indicado en el decreto, producto de la emisión de una fuente fija emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores que se muestran en la Tabla 5.1. Según se aprecia en ésta, los niveles permitidos difieren según la zona donde se encuentre el receptor. La zona que aplica en cada caso se determina de acuerdo a lo

indicado en el Plan Regulador Comunal (PRC), o en su defecto según lo que indique la dirección de obras de la municipalidad correspondiente.

Tabla 5.1 – Niveles Máximos Permisibles de Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB(A) Lento.

	Horario diurno (7 a 21 Hrs.)	Horario nocturno (21 a 7 Hrs.)
Zona I	55	45
Zona II	60	50
Zona III	65	55
Zona IV	70	70
Zona Rural	Nivel de Ruido de Fondo + 10 dB(A)	

Este Decreto Supremo regirá solo hasta el mes de mayo del 2014, debido a que será reemplazado por el D.S. N° 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA).

5.1.3 D. S. N° 38/2011 MMA

El objetivo de esta norma es proteger la salud de la comunidad mediante el establecimiento de niveles máximos de emisión de ruido generados por las fuentes emisoras de ruido que esta norma regula, tales como actividades productivas, actividades comerciales, actividades de esparcimiento y actividades de servicios, que están debidamente definidas en el decreto. Este decreto corresponde a la revisión del D.S. N°146 /97 del MINSEGPRES, en donde se incluyeron diversas modificaciones [MMA, 2011]:

- se acotó expresamente el espectro de actividades y fuentes emisoras de ruido afectas a la norma, definiéndose por ejemplo las actividades en productivas, comerciales, de esparcimiento (definidas como “instalaciones destinadas principalmente a la recreación, el deporte, el ocio, la cultura y similares”), entre otras;
- se elimina el concepto de molestia, debido a problemas de interpretación a que esto daba a lugar, y porque el concepto de molestia no está directamente relacionado con un nivel de ruido determinado. Con esto se agrega la posibilidad de efectuar fiscalizaciones de forma preventiva;
- se modifican definiciones, como por ejemplo la definición de las zonas, en función de la terminología actualizada de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) (ver 5.2.2);
- se simplifica el procedimiento de medición;
- se reducen los niveles máximos permitidos para las zonas I,II y III, haciendo que éstos sean más estrictos durante el horario nocturno según se muestra en la Tabla 5.2,
- se coloca un “techo” al límite establecido en el D.S. N°146/97 MINSEGPRES en zonas rurales.

Le corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) fiscalizar el cumplimiento de lo dispuesto en esta norma, sin restarle atribuciones a las SEREMI de Salud.

Esta norma entrará en vigencia el mes de junio del año 2014. A partir de esa fecha quedará sin efecto el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.

Tabla 5.2 – Nuevos límites máximos permitidos, NPC en dB(A) lento, introducidos en el D.S. 38/11 del MMA

	Horario diurno (7 a 21 Hrs.)	Horario nocturno (21 a 7 Hrs.)
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

5.2 EDIFICACIÓN Y URBANISMO

5.2.1 Ley General de Urbanismo y Construcciones

El Decreto con Fuerza de Ley (D.F.L.) N° 458 de 1975 dictado por el MINVU [MINVU, 1975], establece disposiciones relativas a la planificación urbana, urbanización y construcción las cuales rigen en todo el territorio nacional. Como lo indica su artículo segundo, esta ley es de carácter general y tiene 3 niveles de acción:

1. Ley general, que contiene los principios, atribuciones, derechos y otros, que rigen a los organismos y funcionarios en las acciones de planificación urbana, urbanización y construcción;
2. Ordenanza general (ver 5.2.2), que contiene disposiciones reglamentarias de esta ley con respecto al procedimiento administrativo, planificación urbana y estándares técnicos de diseño y construcción;
3. Normas técnicas, que definen las características con que deben cumplir las construcciones y sus materiales para dar cumplimiento a los estándares exigidos en la ordenanza general.

Con esta ley, se le asignan atribuciones al MINVU para, por ejemplo, planificar el desarrollo urbano a nivel nacional.

5.2.2 Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones

El D.S. N° 47/92 del MINVU, conocido como la OGUC [MINVU, 1992], define un reglamento para la Ley General de Urbanismo y Construcciones en cuanto a los procesos de planificación urbana, urbanización, construcción, y los estándares técnicos de diseño y de construcción exigibles en estos dos últimos, según lo mencionado con anterioridad.

En cuanto a estándares acústicos de diseño se refiere, el Artículo 4.1.5 de esta ordenanza indica la clasificación de las edificaciones según sus condiciones acústicas. En resumen los recintos se clasifican en 4 grupos, cuya definición proviene de la norma chilena oficial

NCh352.Of61 [INN, 1961]. De estos grupos se destaca la descripción del grupo 4, en donde se menciona lo siguiente:

“Locales ruidosos, en que el nivel sonoro interior es superior al del exterior y que, por lo tanto, deben ser tratados en forma recíproca a los de los dos primeros grupos, tales como fábricas, estaciones de ferrocarril, centrales o subestaciones eléctricas, imprentas, salas de baile.”

Estableciendo además prohibiciones para este último tipo de locales:

“Los edificios del cuarto grupo no podrán construirse en sectores habitacionales ni a distancias menores de 100 m de los edificios del grupo uno. Cumplirán, por lo demás, con las disposiciones de las Normas Oficiales en materia de aislamiento antisonórico de los locales que dichas normas especifiquen.”

Tabla 5.3 – Clasificación de los locales según sus condiciones acústicas. Fuente: Elaboración propia a partir de art.4.1.5 [MINVU, 1992].

	Descripción	Tipos de Locales
Grupo 1	“Locales que por su naturaleza deben ser totalmente aislados de las ondas sonoras exteriores”	- Estudios de grabación de películas cinematográficas o discos - Salas de transmisión de Radiotelefonía - Salas de hospitales, - Estudios de música - Salas de escuelas - Bibliotecas - Salas de audición de alta calidad
Grupo 2	“Locales parcialmente aislados que pueden recibir ondas sonoras del exterior, pero en los cuales interesa que esta recepción sea limitada”	- Hoteles - Departamentos - Casas habitación - Locales destinados al culto - Oficinas profesionales o comerciales - Otros recintos no comprendidos en el grupo 1
Grupo 3	“Locales sin exigencias acústicas”	- Estadios - Mercados - Restaurantes
Grupo 4	“Locales ruidosos en que el nivel sonoro interior es superior al del exterior”	- Fábricas - Estaciones de ferrocarril - Centrales o subestaciones eléctricas - Imprentas - Salas de baile

En otro ámbito, esta ordenanza establece en su artículo 4.2.4 una tabla con valores de metros cuadrados por persona a utilizar para determinar la carga de ocupación de una edificación dependiendo del uso que esta tenga. Algunos de estos valores son:

Tabla 5.4 – Tabla de carga de ocupación. Fuente: [MINVU, 1992] (extracto).

	$m^2/persona$
Recintos de espectáculos (área para espectadores de pie)	0,25
Capillas, discotecas	0,5
Salones de reuniones	0,8
Área para público en bares, cafeterías, pubs	1,0
Gimnasios, academias de danza	4,0

Mediante los datos incluidos en la

Tabla 5.4 es posible determinar la cantidad máxima de personas que debiera albergar una determinada edificación en función de su uso, con el fin de establecer, por ejemplo, parámetros relacionados con la seguridad y evacuación. Este parámetro es relevante por lo mencionado en 4.2 y en 4.3, sobre que a mayor cantidad de espectadores, mayor sería el ruido esperado proveniente del concierto.

5.3 SALUD DE LAS PERSONAS

5.3.1 Código Sanitario

El D.F.L. N° 725/67 del MINSAL, o Código Sanitario, rige todas las cuestiones relacionadas con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de la República [MINSAL, 1967]. Se define la “Autoridad Sanitaria” correspondiente al Ministro de Salud, SEREMI de Salud y otros según corresponda.

En este decreto, en conformidad con lo indicado en la Constitución Política [MINSEGPRES, 2005], se le confiere a las municipalidades el atender asuntos relacionados con la salud pública y protección del medio ambiente (ver apartado 5.4.2). En particular, las municipalidades no pueden otorgar patentes ni permisos para el funcionamiento de locales sin previa autorización del Servicio Nacional de Salud, cuando corresponda.

Con respecto a ruido y vibración, en el artículo 89 se indica que un reglamento comprenderá normas referidas a:

“La protección de la salud, seguridad y bienestar de los ocupantes de edificios o locales de cualquier naturaleza, del vecindario y de la población en general, así como la de los animales domésticos y de los bienes, contra los perjuicios, peligros e inconvenientes de carácter mental o material que provengan de la producción de ruidos, vibraciones o trepidaciones molestos, cualquiera que sea su origen.”

5.3.2 D.S. N° 594/99 MINSAL

Un ejemplo de reglamento que regula las condiciones sanitarias respecto de diversos factores, entre ellos el ruido, es el D.S. N°594/99 del MINSAL [MINSAL, 1999], que trata sobre las condiciones de higiene laboral. Si bien este decreto es de suma importancia, trata principalmente sobre las dosis máximas de exposición a factores de riesgo en términos ocupacionales, lo cual escapa al alcance de este trabajo.

5.3.3 D.S. N° 10/10 MINSAL

Basándose en determinados artículos del Código Sanitario, entre ellos el art. 89 citado anteriormente, el D.S. N° 10/10 del MINSAL [MINSAL, 2010] establece el reglamento de condiciones sanitarias, ambientales y de seguridad básicas en locales de uso público, capaces de recibir a 100 o más personas en forma simultánea, los cuales se definen como:

“aquellos recintos o establecimientos cerrados en su perímetro y de carácter permanente, sean de propiedad pública o privada, a los que concurra público en general con fines de obtener servicios destinados a su esparcimiento y recreación; donde se realicen espectáculos públicos culturales, deportivos u otros de similar naturaleza, tales como discotecas, cabarets, salas de eventos, cines, teatros, gimnasios, parques de entretenimientos, entre otros.”

Con respecto a la evaluación sanitaria requerida para el otorgamiento de una patente municipal, según el artículo 83 del código sanitario, este decreto indica los antecedentes a ser presentados, entre los cuales se encuentra:

- Copia de plano acotado de planta de arquitectura indicando vías de escape, extintores, ubicación de **cajas acústicas o parlantes**, entre otros.
- **Inventario de equipos de amplificación** y reproducción sonora que utilizará el local
- Informe acreditando la realización de un ensayo que demuestre el **cumplimiento de la normativa vigente de emisión de ruido hacia la comunidad**, cuando se declare que el local incorporará dentro de sus usos “música envasada” o “música en vivo”.

El decreto también establece las condiciones acústicas que deben tener los eventos que éste regula. En este caso, se indica que el local deberá ser diseñado, construido y funcionar de manera tal que se logre dar cumplimiento al D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES o el que lo reemplace.

En el caso particular de los eventos masivos (concentración de 3000 o más personas) se indican condiciones especiales de seguridad y requisitos respecto de las instalaciones eléctricas y de estructuras, las cuales deben efectuarse por personas calificadas, contar con servicios de ambulancias y seguridad privada, entre otros.

5.4 ADMINISTRACIÓN REGIONAL Y LOCAL

Según la Constitución Política de la República de Chile [MINSEGPRES, 2005], y para los fines de la administración del Estado de Chile, el territorio se divide en regiones; éstas a su vez en provincias y, para efectos de la administración local, estas últimas se dividen en comunas. A continuación se presentan las leyes referentes al ordenamiento territorial y gobierno más importantes.

5.4.1 Ley Orgánica Constitucional Sobre Gobierno y Administración Regional

El gobierno regional tendrá por objeto el desarrollo social, cultural y económico de la región y estará al mando de un Intendente, según lo indicado en la Ley N° 19.175 [Interior, 2005].

En su calidad de representante inmediato del Presidente de la República, le corresponde al intendente, según el artículo segundo:

- a) Dirigir las tareas de gobierno interior en la región;
- b) Velar porque en el territorio de su jurisdicción se respete la tranquilidad, orden público y resguardo de las personas y bienes;
- c) Dictar las resoluciones e instrucciones que estime necesarias para el ejercicio de sus atribuciones

Dentro de las funciones que le corresponde a la intendencia y la gobernación provincial se encuentra:

- a) Fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente, adoptando las medidas adecuadas a la realidad de la región, con sujeción a las normas legales y decretos supremos reglamentarios que rijan la materia
- b) Autorizar reuniones en plazas, calles y demás lugares de uso público, en conformidad con las normas vigentes. Estas autorizaciones deberán ser comunicadas a Carabineros de Chile.

5.4.2 Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades

La Ley N° 18.695, del 31 de marzo de 1988, fija entre otras cosas la naturaleza, funciones y atribuciones de las municipalidades. En su artículo primero, la ley establece [Interior, 2006]:

“La administración local de cada comuna o agrupación de comunas que determine la ley reside en una municipalidad (...), cuya finalidad es satisfacer las necesidades de la comunidad local y asegurar su participación en el progreso económico, social y cultural de las respectivas comunas.”

De las atribuciones entregadas por la Ley a las municipalidades en el ámbito de su territorio, descritas en los artículos cuarto y quinto, se destaca el desarrollo, directo o en conjunto con otros órganos del Estado, de funciones relacionadas con:

- a) la educación y la cultura;
- b) la salud pública y la protección del medio ambiente;
- c) el turismo, el deporte y la recreación.

Otras atribuciones conferidas son:

- d) administrar los bienes municipales y nacionales de uso público, incluido su subsuelo;
- e) dictar resoluciones obligatorias con carácter general o particular;
- f) colaborar en la fiscalización y en el cumplimiento de las disposiciones legales reglamentarias correspondientes a la protección del medio ambiente, dentro de los límites comunales, sin perjuicio de las funciones y atribuciones de otros organismos públicos.

Las resoluciones adoptadas por las municipalidades pueden ser desde “instrucciones” de carácter interno, hasta “ordenanzas municipales”. Estas últimas corresponden a normas

generales y obligatorias aplicables a la comunidad, en donde se pueden establecer multas en aquellos casos en que se incurra en una infracción.

5.4.3 Autorización para la realización de eventos

De acuerdo con el portal “chileatiende.cl”, [MINSEGPRES, 2012], del Gobierno de Chile, para la realización de eventos masivos, entre ellos los conciertos, se debe solicitar una autorización a la Subsecretaría del Interior, a través de las Intendencias Regionales. Si bien éstas están a cargo de otorgar este permiso, participan de la decisión la Autoridad Sanitaria, Carabineros de Chile y otros servicios, dependiendo del tipo de evento masivo.

En el mismo sitio web anteriormente mencionado se presenta un procedimiento de cómo efectuar este trámite partiendo por definir, en primera instancia, qué se considera un evento masivo, indicando que se considera un evento masivo aquel que espera reunir a 3.000 o más personas, o bien que tiene menos asistentes, pero cumple con alguna de estas características:

- Se realiza en lugares que no están destinados de manera permanente para el uso que se quiere dar, como por ejemplo, aquellos que no son locales permanentes de esparcimiento;
- Requiere adoptar medidas especiales de seguridad de los participantes, asistentes y bienes.

Dentro de los antecedentes que se deben presentar para la obtención de la autorización, se destacan:

- Características del recinto o lugar del evento
- Infraestructura (escenario, iluminación, sonido, etc)
- Capacidad máxima del lugar y estimación de asistentes
- Niveles de emisión de ruidos estimada

El trámite se debe realizar con 30 días hábiles de anticipación. Este procedimiento se enmarca en la Ley 19.175 Orgánica Constitucional de Gobierno y Administración Regional (ver apartado 5.4.1).

6. NORMATIVA EXTRANJERA RELACIONADA

El presente capítulo es el producto de una recopilación donde se han seleccionado algunas normas extranjeras vigentes. Estas son ejemplos relevantes debido a su campo de aplicación, definiciones, procedimientos, limitaciones u otros, en cuanto a la regulación de los conciertos masivos. Estas normas se han agrupado según su país de origen y se entrega un extracto de ellas. En el capítulo 7 se discutirá sobre la normativa presentada en el presente capítulo.

6.1 AUSTRALIA

Australia se ubica en el continente de Oceanía. Su territorio se divide en 6 Estados y 2 Territorios continentales, más otros 8 Territorios insulares. Cada estado tiene su propia constitución política, la cual divide al gobierno de cada estado en los mismos poderes legislativo, ejecutivo y judicial del Gobierno de Australia general [Gobierno de Australia].

Debido a la independencia legislativa entre estados y territorios de Australia, existen diversas iniciativas, leyes y normas que rigen sólo para una determinada región. A continuación se muestran algunas de las regulaciones referentes a conciertos y eventos masivos, las cuales aplican en su Estado o Territorio correspondiente.

6.1.1 Western Australia (WA): “Regulation 18” & “Guidelines for concerts events and organised gatherings”

El documento “Environmental Protection (Noise) Regulations 1997”, publicado por el Departamento de Protección Ambiental del Gobierno de Australia Occidental en 1997, contiene un compendio de todas las normas ambientales referentes al ruido que rigen en el Estado. Estas normas lidian con todas las formas de ruido transmitidas entre recintos, ruido de lugares públicos que afecta a recintos adyacentes y presenta una línea base para determinar niveles aceptables con respecto al uso de suelo. El compendio comprende también normas para casos especiales, que escapan a las reglas generales, las cuales han sido creadas para permitir la actividad económica, cultural y social en cantidades razonables a niveles de ruido que pueden exceder los niveles establecidos para el uso de suelo, pero que se encuentran dentro de las expectativas normales de la comunidad.

En particular, la Regulación de Ruido 18 (Noise Regulation 18) regula el ruido proveniente de conciertos al aire libre. En ésta, se establece que los niveles según uso de suelo, definidos en las regulaciones 7 y 8, no aplicarán a aquellos “eventos no conformes aprobados”. De este modo, se faculta al gobierno local a aprobar un evento si se determina que aun cuando sus emisiones sonoras superarán los niveles de ruido designados, se logra demostrar que se perderían sus características o utilidad si efectivamente se tuvieran que cumplir esos niveles asignados. Si no se cumplen tales condiciones, el evento deberá

cumplir con los niveles preestablecidos y se podrán tomar acciones en caso de que exista ruido excesivo.

Por otro lado, el documento “Guidelines for concerts, events and organized gatherings” [WA, 2009], emitido por el Western Australia Department of Health (Departamento de Salud del Gobierno del Estado de Australia Occidental), dirigido a los organizadores de eventos, pretende identificar los estándares y medidas de seguridad básicas para todos los eventos definidos como “toda aglomeración de personas reunidas con un propósito en común mediante algún acuerdo previo”. Las pautas y guías entregadas en el documento, de 154 páginas, están pensadas para prescribir requerimientos para eventos y conciertos, de forma de asegurar que los recintos son seguros para los asistentes y que no se incurre en molestia a las propiedades vecinas.

La pauta n° 27, trata los temas referentes al ruido de los conciertos. Como antecedente a este asunto, se expresa que el balance entre la necesidad de entretenimiento con el derecho de la comunidad a disfrutar de una tranquilidad razonable es una tarea difícil. Siguiendo con la Regulación de Ruido 18, los ejes principales de la pauta n° 27 son los siguientes:

1. **Solicitud de aprobación:** Se debe completar y enviar la solicitud, mediante el formulario correspondiente (Regulación 18), al gobierno local con al menos 60 días de anticipación al evento. Como mínimo se debe incluir:
 - horario de inicio y término del evento
 - cálculos de niveles sonoros límites
 - configuración del sistema de refuerzo sonoro
 - responsables del monitoreo de ruido
 - manejo de reclamos
 - notificación del evento a los vecinos

En el caso de eventos de mayor envergadura, la solicitud además debe presentar la información de los siguientes 2 puntos.

2. **Información de predicción de ruido:** Los eventos que probablemente afecten a un número significativo de residentes cercanos al lugar del evento deben ser evaluados en caso de potenciales impactos de ruido. Se aceptan en este caso las predicciones mediante software computacional o cálculos “a mano” en el caso de eventos de menor escala. Los informes de predicción debieran incluir lo siguiente:
 - Detalle del evento
 - Condiciones ambientales probables
 - Ubicación y tipo de equipamiento
 - Ubicación de barreras
 - Niveles sonoros propuestos en la peor condición
 - a) En la posición de la consola de mezcla
 - b) Distancia de la consola a los altavoces del escenario
 - c) Modelo acústico y otras predicciones expresadas en un mapa detallado, mostrando los contornos de nivel sonoro

3. **Plan de manejo del ruido:** Un plan de manejo del ruido permite demostrar y asegurar, en una etapa temprana y a todos los involucrados, que el evento está bien producido y manejado. El plan debiera considerar:
- Niveles sonoros máximos permitidos para la posición de la consola de mezcla y los receptores sensibles.
 - Diseño y distribución del escenario del lugar del evento adecuados
 - Horario del evento entre 9 am y 11 pm; duración del evento menor a 6 horas.
 - Monitoreo continuo del ruido en la ubicación de la consola y en límite del predio de los vecinos. Entrega de informe con los resultados.
 - Folleto de notificación a la comunidad
 - Registro de reclamos y procedimiento de respuesta por parte del personal del evento

6.1.2 Australian Capital Territory (ACT): Outdoor concert noise - Environment Protection Policy

La política de protección del medio ambiente (EPP) respecto del ruido proveniente de conciertos al aire libre, publicada en 2001 [ACT, 2001], es una política desarrollada para balancear la necesidad de proveer protección adecuada a las personas frente al ruido proveniente de conciertos al aire libre versus el derecho de las personas a disfrutar de eventos importantes, de acuerdo con los objetivos de la Ley de Protección Ambiental de 1997. El texto completo puede revisarse en el Anexo A. Como definiciones, en esta regulación se destacan:

- Evento:** corresponde al desarrollo de un concierto al aire libre, usando equipos de refuerzo sonoro, en un recinto capaz de albergar a 2000 o más personas. Se incluyen en la definición los ensayos o pruebas técnicas.
- Créditos de evento:** Unidad utilizada para determinar cuántos eventos, bajo condiciones específicas, pueden llevarse a cabo en un determinado recinto para conciertos al aire libre.
- Nivel de ruido umbral (noise trigger level):** el nivel de ruido por sobre el cual se utilizarán los créditos de evento. Para conciertos al aire libre, este nivel es de 50 dBA, a comparar con el nivel percentil 10 (L_{A10T}).

Los principales ejes de este documento son:

- Autorización medioambiental:** Se debe efectuar una solicitud de autorización para la realización de conciertos al aire libre en el caso de la utilización de recintos con capacidad para más de 2000 personas. Aquellos recintos de menor capacidad no requerirán una autorización medioambiental, pero deberán cumplir con las normas de zonificación de ruido bajo la Ley de Protección Ambiental de 1997. Con el fin de limitar el potencial daño medioambiental causado por el ruido de conciertos al aire libre, se establece un punto determinado para cada recinto de eventos, el cual se

ubicará en las edificaciones residenciales más afectadas por el ruido, o cerca de ellas, en el cual se deberá verificar que las emisiones de ruido del concierto cumplen con lo establecido por lo dispuesto por las autoridades para el evento en la autorización correspondiente. Por otro lado, se permiten métodos alternativos al monitoreo en el punto de cumplimiento, por ejemplo midiendo en un punto alternativo al interior del recinto, si un experto es capaz de demostrar mediante modelaciones y mediciones en terreno que existe relación entre éste y el punto de cumplimiento.

2. **Regulación del nivel de ruido máximo y horario:** La autoridad medioambiental no autorizará un evento con probabilidad de producir niveles de ruido que excedan los 65 dBA (L_{A10T}) en el lugar de verificación por 15 minutos o más. A su vez, los eventos podrán durar hasta las 11 pm. Las pruebas de sonido que se lleven a cabo, aparte de los ensayos previos, podrán desarrollarse por un periodo máximo de 60 minutos entre las 9 am y las 6 pm.
3. **Número y distribución de eventos por año:** A cada recinto para conciertos al aire libre se le asigna un determinado número de créditos de evento al año. Se requerirán créditos de evento para cualquier evento que genere niveles de ruido mayores al nivel de ruido umbral, en el lugar de cumplimiento. La cantidad de créditos utilizados por un evento se calcula básicamente en términos de la cantidad de decibeles por sobre el nivel de ruido umbral y del tiempo de duración del evento. De este modo, por cada 5 dBA en que el evento supere el nivel umbral se considerará 1 crédito. Además, el efecto de exceder el nivel umbral y extender el evento más de 4 horas tendrá un efecto acumulativo. Así, si el mismo evento supera las 4 horas de duración, se considerarán 2 créditos; si supera las 8 horas, se considerarán 3 créditos, etc. Como ejemplo se tiene:

Tabla 6.1 – Ejemplo de cálculo de créditos requeridos para un evento.

<i>Ejemplo N°</i>	<i>Duración</i>	<i>Exceso de nivel</i>	<i>Créditos usados</i>
1	De 1 pm a 4 pm (3 horas)	5 dBA	1
2	De 6 pm a 11 pm (5 horas)	15 dBA	6
3	De 9 am a 6 pm (9 horas)	10 dBA	6

Los créditos serán descontados al término del evento y se podrá descontar créditos del año siguiente, en los casos que se supere la cantidad de créditos permitida para el periodo en curso. Los créditos no son acumulables de un año para otro. Con el fin de asegurar que la dispersión de eventos en el año sea razonable, no se podrán utilizar más de 6 créditos en un periodo de 6 semanas y se restringe el desarrollo de

eventos durante días que no sean viernes o sábado a un máximo de 3 eventos por año.

4. **Notificación previa a los vecinos:** Los organizadores del concierto deberán publicar en un diario de circulación local los detalles del evento con una anticipación de al menos 8 semanas. En caso que el número de los posibles afectados sea reducido, se podrá avisar de forma personal. Además, los organizadores podrán nominar y mencionar en la publicidad una fecha alternativa para la realización del evento en caso de imprevistos.

6.2 REINO UNIDO

6.2.1 Noise Council code of practice on environmental noise at concerts

El código de buenas prácticas sobre el ruido ambiental de los conciertos [CIEH, 1995], publicado en 1995 (actualmente en revisión), tiene como propósito entregar guías con respecto a cómo disminuir la perturbación o molestia generada a causa de la realización de conciertos en recintos deportivos, recintos al aire libre y construcciones ligeras. Quedan fuera de este código las discotecas, clubes y recintos de uso público, así como los problemas ligados a los recintos receptores cuando éstos se encuentran adosados estructuralmente al lugar del evento.

En el código se definen una serie de conceptos, destacándose los siguientes:

- **Nivel de ruido de fondo:** nivel sonoro que prevalece en un lugar, medido en términos del $L_{A90,T}$, en un día y momento equivalentes, cuando no se está llevando a cabo ningún concierto o prueba de sonido.
- **Evento musical:** Un concierto o evento similar donde un solista o un grupo de artistas interpreta música en vivo o grabada frente a una audiencia.
- **Ruido de la música:** El ruido de la música y voces durante un concierto o prueba de sonido sin que sea afectada por otras fuentes de ruido locales.
- **Nivel de ruido de la música (MNL):** El L_{Aeq} del ruido de la música medido en un lugar en particular.
- **Recintos sensibles al ruido:** recintos usados con propósitos residenciales, hospitales o instituciones similares, establecimientos educacionales (mientras estén en uso), o lugares destinados al culto (durante horarios y días reconocidos de culto), o cualquier otro recinto usado para cualquier otro propósito que sea propenso a ser afectado por el ruido de la música.

Sobre las guías propuestas se encuentran:

- 1.- Los niveles de ruido de la música, cuando sean evaluados en la etapa de predicción o medidos durante pruebas de sonido o conciertos no podrán exceder las guías de la “tabla 1” (ver Tabla 6.2) a 1 metro de la fachada de cualquier recinto sensible al ruido, en eventos llevados a cabo entre las 9:00 y las 23:00 hrs.

Tabla 6.2 – Pautas sobre niveles de ruido de la música en conciertos. Fuente: [CIEH, 1995], pág. 6.

Días de conciertos por año calendario, por lugar de eventos	Categoría de lugar para la realización de eventos	Pauta
1 a 3	Estadios en sectores urbanos o arenas	El MNL no debiera exceder los 75 dBA sobre un periodo de 15 minutos
1 a 3	Otros recintos urbanos(*) y rurales	El MNL no debiera exceder los 65 dBA sobre un periodo de 15 minutos
4 a 12	Todos los recintos	El MNL no debiera exceder el nivel de ruido de fondo en más de 15 dBA sobre un periodo de 15 minutos

(*) por ej. parques, plazas, etc.

Notas:

- El valor del nivel de ruido de fondo usado deberá ser el promedio aritmético de los L_{A90} de una hora, medidos las últimas 4 horas del evento propuesto sobre todo el periodo del evento propuesto si su duración es de menos de 4 horas.
- En los lugares donde individuos puedan ser afectados por más de un evento, el impacto de todos los eventos deberá ser considerado.

2.- La evaluación del ruido en términos de decibeles A es conveniente pero puede subestimar la intrusión del ruido de baja frecuencia.

Con respecto a los procedimientos de control de ruido recomendadas por el documento, éstos se clasifican según las etapas de planificación, antes del evento y durante el evento. En estas sobresale la determinación de las características de propagación sonora entre el recinto propuesto para el evento y las personas que viven en las inmediaciones que podrían verse afectados por el ruido. Este trabajo debiera llevarse a cabo por una persona competente con experiencia en la propagación del ruido y su control, particularmente en eventos musicales.

Sobre las medidas a tomar antes del evento, se sugiere llevar a cabo las pruebas de sonido a una hora temprana y prudente, cerciorándose del nivel máximo permitido dentro del lugar del evento con tal de cumplir con las pautas de la tabla 1 del documento.

Finalmente, durante el evento se sugiere contar con un número de teléfono dado a conocer previamente a la comunidad para canalizar las quejas de los afectados por el concierto. A su vez, se recomienda que un consultor realice mediciones de monitoreo entre la posición de la consola de mezcla y los puntos de prueba, en las inmediaciones del recinto.

7. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE NORMATIVAS

7.1 NORMATIVA CHILENA

Con la revisión de la normativa efectuada en el capítulo 5, se pueden establecer las siguientes líneas o ejes que definen la actual regulación de los conciertos masivos en Chile:

1. **Requerimientos acústicos a las edificaciones son muy generales:** la OGUC menciona que existen condiciones acústicas con las que deben cumplir los edificios, sin embargo, estas condiciones no están expresadas de manera explícita. En particular se reconoce que en locales como, por ejemplo, las casas habitación, interesa que la inmisión de ruido sea limitada o, en otras palabras, que desde el momento del diseño y construcción, éstas deben incorporar un aislamiento adecuado frente al ruido, sin definir el término “adecuado”. En segundo lugar se desglosa que los estadios y otros locales no poseen exigencias acústicas para su construcción, ignorando el hecho que las actividades a realizarse en ellos pueda ser causal de altas emisiones acústicas, como por ejemplo los espectáculos deportivos o los conciertos masivos.
2. **No existen criterios ni procedimientos específicos con los cuales se permita discernir si un lugar es acústicamente apto para efectuar conciertos:** Actualmente no se aprecian reglamentos, procedimientos ni otros documentos que permitan evaluar acústicamente un recinto de manera previa a la realización de conciertos masivos. Una guía de este tipo podría contener una pauta con criterios de evaluación objetivos, medibles y adecuados a la realidad chilena. Alguno de estos criterios podría ser el aislamiento acústico de la fachada si se trata de un recinto cerrado, o la atenuación que proveen los distintos mecanismos descritos en 3.1.3, que se presentan entre las fuentes y los receptores más cercanos, en el caso de eventos al aire libre.
3. **Gobiernos locales y regionales podrían aprovechar en mayor grado sus facultades para exigir buenas prácticas en términos acústicos en la realización de conciertos:** Las Intendencias son las encargadas de otorgar o no el permiso para la realización de un determinado evento, al interior de la región que les corresponde. De acuerdo con la cuenta pública anual de la Intendencia Metropolitana, durante el año 2011 se autorizó la realización de 233 eventos masivos, que congregaron a más de 1 millón y medio de personas [Intendencia RM, 2012]. Si bien las municipalidades no tienen estas facultades, a no ser que el evento se desarrolle en un recinto de dominio municipal, sí pueden otorgar, negar la patente de o regular el funcionamiento de los recintos al interior de su comuna. También están facultadas para emitir ordenanzas municipales, las cuales si bien no pueden estar “por encima de la ley” o, en otras palabras, no pueden pasar a llevar las disposiciones

establecidas en alguna determinada ley, si pueden complementarlas. Por otro lado, dada las características esporádicas de un evento como un concierto masivo, a menos que se conozca con antelación su realización, es muy complejo lograr su fiscalización [SINIA]. En cambio si existieran procedimientos locales para regular este tipo de eventos, se podría llevar a cabo esta tarea de mejor manera.

4. **Decretos que regulan las emisiones de ruido en ciertos casos harían impracticable la realización de conciertos masivos:** Durante el tiempo en que ha estado en ejercicio el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES se ha discutido si aplica de manera correcta en todos los casos en que se suele utilizar. Este corresponde a uno de los motivos por los cuales se implementó la nueva versión del decreto en el D.S. N° 38/11 del MMA. Como antecedente para esta discusión se tiene que en la práctica ambos decretos se centran principalmente en la característica espacial de las fuentes que regulan, las cuales se consideran como fijas o que funcionan en un lugar establecido, sin atender del todo otras características como la componente temporal o eventual, tonalidad u otras. Un ejemplo de esta situación es el caso de las actividades de construcción, donde los trabajos y faenas necesarios para erigir una edificación son de por sí altamente ruidosos (movimientos de tierra, corte de metales, uso de taladros neumáticos, etc.). Por otra parte, esto no es un impedimento para exigir que por ejemplo se utilicen maquinarias y tecnología de construcción menos ruidosas, así como regular las buenas prácticas. Sin embargo, aun haciéndose todos los esfuerzos anteriores, es posible que esta actividad no logre cumplir con los límites correspondientes a la zona de los receptores, impuestos por los mencionados decretos. Una situación similar sucedería en el caso de los conciertos masivos, en donde se puede buscar la mejor disposición de las fuentes, entre otros aspectos (ver capítulo 7) pero aun así puede suceder que los límites por zona sean superados. Los decretos en cuestión no atienden este hecho, tal vez suponiendo que todas las actividades (entre ellas las de construcción y conciertos masivos) deben y son capaces de cumplir con los niveles límites de ruido, de forma estricta, o de lo contrario se asume que estas no debieran operar.

7.2 NORMATIVA EXTRANJERA

De las normas revisadas en el capítulo 6, se pueden observar ciertas similitudes así como algunas diferencias sutiles. En la Tabla 7.1 se observa un cuadro comparativo de los criterios más relevantes. En resumen, se tiene:

1. En los tres casos presentados se observa que existe una **normativa específica** para regular la realización de conciertos o eventos masivos, aparte de las otras regulaciones que puedan existir para otro tipo de fuentes de ruido ambiental. De aquí se puede inferir que la tendencia es a aceptar que estas actividades no serán siempre capaces de cumplir con regulaciones del tipo prescriptivas, como por ejemplo niveles límite por zona.

2. Por otro lado, en las tres normativas se abordan distintas formas y grados de **limitación de la actividad** aparte de las limitaciones de nivel de ruido, ya sea actuando sobre el horario en que se autoriza la realización de los eventos, la duración de éstos, la cantidad de eventos realizable en un año o todas las anteriores. Se destaca en este sentido la normativa del Territorio de la Capital Australiana que fija un sistema de créditos, el cual opera combinando estas tres limitaciones mencionadas, en función de los eventos que se realicen en un determinado recinto.
3. En cada caso se menciona un método para evaluar, mediante mediciones, el nivel producido por la actividad del concierto sobre un punto de control predefinido. En particular se pide que estas mediciones sean realizadas por un tercero, descrito como **consultor acústico autorizado** o acreditado por la autoridad competente, o miembro de alguna colegiatura. En este punto resalta el interés de las autoridades de incluir a terceros, asegurando de esta forma la disponibilidad de personal capacitado para esta labor y no dependiendo únicamente de funcionarios públicos.
4. Si bien el descriptor a utilizar en las mediciones es distinto, en cada caso se hace necesario un **monitoreo del ruido** en paralelo a la realización del concierto con el fin de establecer el grado de cumplimiento del evento, respecto de los límites de ruido fijados por la autoridad o en función de una **estimación previa** declarada por los organizadores del concierto. Aquí se reitera la importancia de contar con un consultor acústico competente.

Tabla 7.1 – Resumen de las normas extranjeras revisadas.

Criterio	Australia		Reino Unido
	Australia Occidental	Territorio de la Capital Australiana	
Campo de aplicación	Toda aglomeración de personas reunidas con un propósito en común mediante algún acuerdo previo	Conciertos al aire libre, donde se usen equipos de refuerzo sonoro, en un recinto capaz de albergar a 2000 o más personas	Conciertos en recintos deportivos, recintos al aire libre y construcciones ligeras
Limitación de horario de realización del evento	Sí 09:00-23:00 hrs	Sí Término < 23:00 hrs	Sí 09:00-23:00 hrs
Limitación de la duración del evento	Sí ≤ 6 hrs de duración	Sí Duración mayor a 4 hrs limita cantidad de eventos en el año	No
Limitación de eventos en el año	No	Sí Cantidad basada en sistema de “créditos de ruido”	Sí 12 eventos máximo
Mediciones realizadas por un experto designado	Sí (“Consultor acústico” o persona autorizada por la ley)	Sí (“Consultor acústico acreditado”)	Sí (“Consultor de ruido”)
Descriptor acústico y método de medición	$L_{Aeq,1min}$ $L_{Aeq,1min} \leq \text{Nivel convenido}$ Monitoreo continuo en la ubicación de la consola y límite del predio de vecinos	$L_{A10,15min}$ $L_{A10,T} \leq 65 \text{ dBA}$ Medición en un punto de cumplimiento definido o en el interior del recinto previa verificación de relación entre el nivel interior y del punto de cumplimiento	$MNL = L_{Aeq,15min}$ (Nivel de ruido de la música) $MNL \leq L_{A90,1h}$ (ruido de fondo) + 15 dBA Medición a 1 m de la fachada de cualquier recinto “sensible al ruido”

7.3 SÍNTESIS

A la luz de esta investigación y del caso analizado del Estadio de la Florida, se permite vislumbrar que es necesaria una normativa chilena que se haga cargo específicamente de los conciertos masivos como fuentes de ruido.

En 7.1 se han expuesto las falencias y se han analizado los aspectos que definen el marco normativo nacional. Esto se resumen en:

- Requerimientos acústicos que se le exigen a las edificaciones son muy generales;
- Falta de criterios acústicos para determinar la idoneidad de un recinto para albergar conciertos masivos;
- Falta de exigencias apropiadas por parte de gobiernos locales, relativas a las buenas prácticas en este tipo de eventos;
- Normativa que rige actualmente sólo limita las emisiones de ruido de manera general y esto haría impracticable en muchos casos la realización de conciertos masivos.

Por otra parte, en el capítulo 6 se han mostrado 3 ejemplos de normas extranjeras que regulan de forma concreta la realización de conciertos y/o eventos masivos en sus respectivos países. Estas normas suponen 3 maneras de regular de forma específica esta actividad en distinto grado. Si bien estos podrían considerarse como buenos ejemplos a la hora de generar una normativa chilena, se debe considerar el contexto histórico, económico, social y cultural en el que fueron creadas antes de considerar su posible inclusión al marco normativo chileno.

En 7.2 se han expuesto los aspectos que comparten las 3 normas, lo cual se resume en:

- Limitación de la actividad (duración, cantidad de conciertos al año, niveles máximos de ruido permitido sobre el límite normal según la zona);
- Estimaciones previas y monitoreo de ruido a cargo de un consultor acústico especializado.

En resumen, una normativa específica en este ámbito debiera reconocer los diferentes aspectos relevantes que han sido tratados en este trabajo, como la percepción subjetiva del ruido por parte de las personas, la temporalidad de los conciertos, el uso de un apropiado diseño acústico del refuerzo sonoro y soluciones de control de ruido, un sistema de monitoreo en tiempo real y/o mecanismo de comunicación con la comunidad, que permita disminuir las emisiones en caso de superarse los valores comprometidos, etc.

En el caso de la utilización de ordenanzas municipales para estos fines, la regulación no debiese comprometer límites de ruido, pues esas son atribuciones de una norma ambiental, pero sí, por ejemplo, horarios de funcionamiento, y otras buenas prácticas. Luego debería estudiarse una norma de emisión ambiental que incorpore los aspectos antes señalados y las debidas modificaciones a las otras normas vigentes involucradas.

8. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

8.1 CONSIDERACIONES EN LA BÚSQUEDA DE SOLUCIONES

Encontrar medidas que solucionen los problemas de ruido generados por la actividad de los conciertos masivos hacia la comunidad no es tarea fácil. Esto es debido a que muchos métodos de control de ruido pueden no ser aplicables dada la escala del problema.

Las técnicas de control de ruido clásicas se remiten al control a nivel de la fuente, en el medio de transmisión y/o a nivel del receptor. En un concierto masivo, cualquier intervención directa en la fuente podría eventualmente ir en desmedro de la satisfacción del público asistente respecto del evento, lo que haría que esta actividad fuera infructuosa. A su vez, debido a que los recintos donde se realizan conciertos masivos al aire libre suelen ser de gran envergadura (plazas, parques, estadios, etc.), incorporar elementos constructivos que obstaculicen la transmisión del ruido en el aire hacia los receptores, distintos a los ya existentes, puede en algunos casos ser impráctico dadas las dimensiones, condiciones de montaje, seguridad contra incendios, costo, etc.

Si se desea encontrar soluciones de control de ruido a alguna situación en particular, se pueden considerar los siguientes tres grupos de tareas:

8.1.1 Análisis del problema como un sistema

Los pasos generales en esta y cualquier situación serían [Blauert, y Xiang, 2008]:

- Identificación de las fuentes, investigación de los mecanismos de generación sonora y determinación de potencias acústicas y características direccionales.
- Identificación e inspección de los caminos de transmisión.
- Investigación de los efectos del ruido en los receptores expuestos.

Esto ya ha sido analizado en el capítulo 4.

8.1.2 Definición del objetivo

Cuando los receptores expuestos son seres humanos, los siguientes criterios son importantes al definir los objetivos de diseño [Blauert, y Xiang, 2008]:

- Nivel aceptable de interferencia en la comunicación;
- Nivel aceptable de molestia;
- Protección contra el daño auditivo;
- Protección contra el daño a otros órganos del cuerpo.

8.1.3 Evaluación de las alternativas y toma de decisión.

Se debe considerar que existe la posibilidad que aun disminuyendo los niveles de ruido, la molestia por parte de la comunidad persista, debido a que la molestia muchas veces es independiente del nivel de ruido, y puede estar motivada por factores ajenos al ruido, según se ha mencionado en 3.4.4.

Con el fin de hacer compatible la realización de conciertos masivos y el derecho a la tranquilidad y el descanso de la comunidad, se deben entonces buscar soluciones que involucren ambos aspectos: nivel de ruido y molestia de la comunidad.

8.2 MEDIDAS PARA REDUCIR EL NIVEL DE RUIDO HACIA LOS RECEPTORES

8.2.1 Elección del lugar del evento

La principal medida para reducir el impacto acústico sobre la comunidad es la correcta elección del lugar donde se realizará el concierto masivo. Un lugar que esté lo suficientemente alejado de los receptores, en teoría no provocará un aumento significativo en el nivel de ruido percibido por ellos.

Esto en la práctica podría ser contraproducente para el desarrollo de eventos en tal recinto, ya que un lugar muy apartado puede implicar que sea de difícil acceso para los asistentes y no se logre convocar una gran audiencia como en otro recinto más accesible.

Lo usual es que los recintos para conciertos al aire libre no estén lo suficientemente alejados de los receptores para que los mecanismos de atenuación del ruido funcionen de forma tal que no existan receptores afectados por el ruido. Además, al ser al aire libre, la fachada del recinto no aporta en el aislamiento al ruido, como en el caso de recintos cerrados. En tal caso, es posible aplicar las otras medidas que se presentan en este capítulo.

8.2.2 Distribución y control de las fuentes al interior del recinto

En términos generales, hay dos enfoques del control de ruido en la fuente: uso de tecnología eficiente y mejores prácticas de carácter administrativo. Ambos enfoques apuntan a reducir la magnitud del ruido de forma que toda el área circundante esté protegida [NSW, 2010].

Este concepto puede aplicarse a los conciertos masivos aprovechando las características naturales del escenario para reducir la exposición al ruido de los vecinos afectados. Por ejemplo, el escenario puede disponerse de forma tal que [WA, 2009]:

- La música sea dirigida en dirección contraria a los recintos considerados como sensibles;
- Los altavoces aéreos se dirijan hacia el suelo;
- Mientras sea posible, distanciar al máximo las fuentes de ruido de los receptores;

- Se aprovechen las barreras físicas o naturales para apantallar el ruido.

Capas pesadas de algún material tipo cortina se puede usar en la parte trasera del escenario para reducir el sonido en aproximadamente 10 dBA hacia los receptores fuera del recinto.

Otra alternativa en este aspecto es la utilización de sistemas de altavoces especializados como sistemas line array distribuidos o torres de altavoces con retardo (delay) [WA, 2009]. Un sistema distribuido evita largas distancias de tiro y efectos atmosféricos considerables pero es más caro de instalar y mantener. La calidad del sonido de este tipo de sistemas en estadios es de algún modo poco natural al darse el hecho que 2 altavoces distantes pueden convertirse en fuentes de “eco aparente”. Un sistema de fuente única es más barato de instalar y mantener, pero requiere de técnicas especiales para adecuar los niveles sonoros a grandes distancias [Patronis, 2008].

8.2.3 Restricción de la potencia de las fuentes

La restricción de los niveles de ruido al interior del recinto puede ser ya sea por mandato directo de algún documento legal que limite la exposición de los ocupantes del recinto, como también para ayudar a cumplir con un límite o condición de emisión, medido en el receptor. Si bien ambos casos apuntan a lo mismo (limitar los niveles de ruido), en el primer caso se debe alterar la fuente de forma directa, a diferencia del segundo caso donde se puede intervenir el camino de propagación, sin alterar la fuente.

En la práctica, es posible limitar la potencia de las fuentes mencionadas en 4.2 de manera previa a la realización del concierto, por ej., utilizando equipos de menor potencia a la usual, utilizando menor cantidad de pirotecnia, permitiendo una menor cantidad de público asistente. También es posible limitar de forma “activa” o “en vivo” mientras se realiza el concierto, por ejemplo comparando el nivel registrado en la posición de la consola del sistema de refuerzo sonoro con un nivel impuesto por una autoridad competente.

Las normas que regulen el nivel de ruido de este tipo de eventos debieran basarse en el balance entre el interés de los participantes del evento y la posible molestia de los vecinos del recinto donde el evento se lleva a cabo. Algunos criterios para la determinación de estos niveles puede ser [Granneman, 2012]:

- Cantidad de eventos que se realizan al año
- Cantidad de personas expuestas en la vecindad del recinto
- Existencia de recintos sensibles
- Etc.

8.2.4 Pantallas o barreras acústicas

Aun cuando la disminución de las emisiones sonoras es más efectiva a nivel de la fuente, es posible, hasta cierto punto, interferir la transmisión del ruido desde el emisor hasta el receptor [Rossing, 2007].

Si una onda sonora encuentra un obstáculo con dimensiones menores que su longitud de onda, el efecto no es perceptible. Lo contrario ocurre si la dimensión del obstáculo fuera comparable a la longitud de onda del sonido. Esto implica que para impedir el paso del sonido, se deben usar barreras cuyas dimensiones deben ser de tres a cinco veces la longitud de onda del sonido involucrado, y ubicadas cerca de la fuente o del receptor [Gerges, y Arenas, 2004].

Teóricamente, se puede demostrar que las barreras acústicas proveen la misma atenuación al ser ubicadas a una distancia “x” cerca de la fuente o a la misma distancia cerca del receptor. En la práctica, sin embargo, su ubicación más cerca de la fuente es más efectiva. Esto es porque los receptores, como por ejemplo los sectores altos de un edificio en altura, pueden extenderse gran distancia por sobre la barrera [Crocker, 2007]. Esto implicaría construir una barrera muy grande para proveer de atenuación a los sectores altos de edificios.

8.2.5 Barreras de terreno

Un caso particular de las pantallas o barreras acústicas, son las llamadas barreras de terreno. Éstas corresponden básicamente a montículos de tierra, áridos u otros materiales y suelen ser usadas generalmente como alternativa de diseño más ecológico o en conjunto con pantallas acústicas, como las mencionadas anteriormente. Este tipo de estructuras son atractivas porque se mezclan fácilmente con el entorno y requieren mínima mantención. Por otra parte, este tipo de barreras requiere mucho más espacio que una pantalla acústica con una atenuación similar.

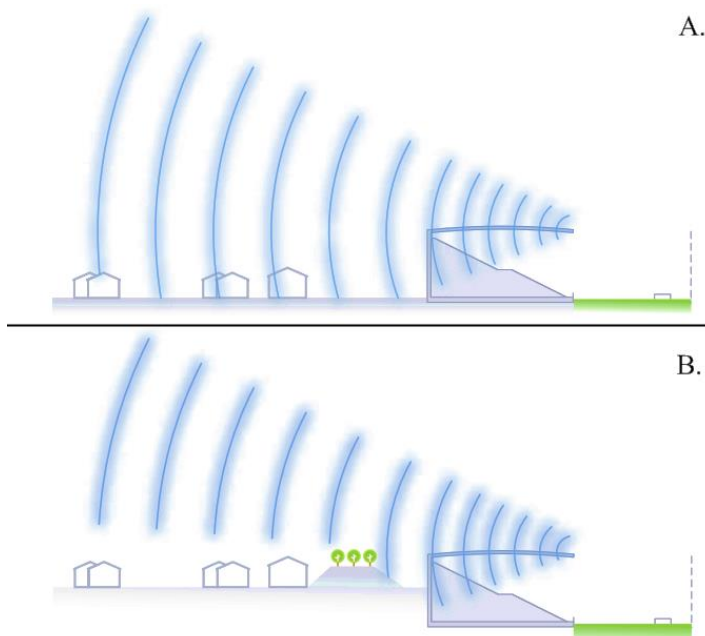


Figura 8.1 - Ejemplo de la utilización de barreras de terreno. Fuente: [FIFA, 2011].

La eficiencia de una de estas barreras se determina por la diferencia de caminos entre emisor y receptor, forma del borde superior y la porosidad del suelo del que está hecha [Crocker, 2007].

Esta medida a diferencia de las anteriores se puede considerar como de carácter permanente y sobretodo aprovechable al momento de una nueva construcción.

En la Figura 8.1 se muestra un esquema con un estadio que no considera barreras de terreno (caso A) y otro que fue construido a un nivel más bajo que las casas vecinas y donde se aprovecha el uso de este tipo de barreras (caso B).

8.2.6 Mejora en el aislamiento de la fachada de las viviendas afectadas

Como última alternativa de reducción del nivel de ruido hacia los receptores, se tiene el fortalecimiento del grado de protección contra el ruido que provee la fachada de los edificios afectados por el ruido emitido en conciertos masivos.

Para esto pueden aplicarse diversas alternativas, por ejemplo:

- **Aumentando la masa por unidad de superficie en los muros de la fachada**, ya sea instalando planchas o tableros de construcción (madera, yeso cartón, fibrocemento, etc) adosados directamente al muro, o instalados de forma tal que se forme un sistema masa-aire-masa. También aplicando revestimientos como yeso, estuco, etc.
- **Instalando ventanas dobles**, tipo “termopanel” que suelen tener un mayor aislamiento acústico que las ventanas de vidrio “monolítico”. También utilizando ventanas pequeñas en comparación con el muro que las contiene, en contraposición a los grandes ventanales usualmente utilizados en edificios de habitación.
- **Mejorando el sellado de puertas al exterior**, aplicando burletes de material elástico, usando marcos con doble contacto, etc.

Este tipo de medidas tiene ciertas desventajas:

- a) Al aumentar el grado de aislamiento frente al ruido exterior en general, disminuirá el ruido de fondo al interior de la edificación. Esto podría implicar que las fuentes de ruido pre existentes al interior de la edificación podrán ser percibidas como más molestas que en un principio, según los principios de enmascaramiento y cambio en la sonoridad vistos en 3.4.
- b) Con un mejor sellado de puertas y ventanas, se reduce la posibilidad de que el aire se renueve de forma natural y puede requerir que esto deba hacerse artificialmente (por ej. mediante sistemas de aire acondicionado). Del mismo modo una mala ventilación puede favorecer la formación de humedad en muros, lo cual puede llegar a ser dañino para la salud de las personas y la integridad de los edificios.
- c) Por otra parte, la mayor desventaja es que este tipo de medidas funcionarán únicamente si el receptor se encuentra al interior de la edificación y, por tanto, su efectividad será nula si el receptor se encuentra en un patio o balcón hacia el

exterior. En esta situación, las medidas tampoco servirán para lograr cumplir con límites de ruido, si es que la evaluación se hace en el exterior de la edificación.

8.3 MEDIDAS PARA REDUCIR LA MOLESTIA

Hasta este punto, las medidas detalladas estaban enfocadas en reducir el nivel de ruido desde el lugar del evento hacia los receptores en alguna de sus 3 etapas: emisión, transmisión y/o recepción. Aquellas medidas debiesen implementarse siempre que sea posible, dependiendo del caso. Existe otro tipo de medidas a detallar, que no necesariamente incidirán en el nivel de ruido producido por el concierto, pero sí pueden tener influencia en la gente afectada, permitiendo reducir los niveles de molestia al mínimo.

8.3.1 Regulación de la realización de conciertos masivos por parte de las autoridades

Para prevenir la molestia de los vecinos de un recinto donde se suelen desarrollar conciertos, las autoridades pueden aplicar condiciones a la realización de los eventos, las que pueden incluso ser distintas para cada evento y/o recinto. Algunas de éstas son [Granneman, 2012]:

- **Niveles límite en lugares específicos:** estos límites pueden depender del horario (día y noche) en que se desarrollará el evento, así los límites en la noche pueden ser más estrictos. Valores de L_{Aeq} medido en exteriores desde 75 dBA hasta 80 dBA durante el horario diurno parecen apropiados para mantener la conversación al interior de la casa, aunque el valor se puede determinar a partir del aislamiento efectivo que provee la fachada de la vivienda más desfavorable. Los límites pueden incluso ser selectivos para así favorecer un mismo evento que se acostumbra realizar en el mismo recinto y que son “emblemáticos” como festivales [Granneman y van Diepen, 2006].
- **Horario y duración:** la hora de inicio y de término debiera ser prescrita. En general, una hora de término a las 23:00 hrs suele ser apropiada, lo cual puede modificarse dependiendo de si es a mitad de semana o fin de semana, de forma tal que las personas puedan asegurar tiempo de descanso. Del mismo modo se puede aplicar una restricción del horario de las actividades anexas al concierto como los trabajos de descarga y montaje de la infraestructura para el concierto, con el fin de que estas actividades se desarrollen bajo horarios definidos y controlados.
- **Cantidad de eventos a realizarse al año en un recinto:** Se puede definir una cantidad de eventos permitida a realizarse en un determinado recinto. Para ello se puede tomar en cuenta, por ejemplo, la cantidad de habitantes expuestos al ruido y la existencia de edificaciones con receptores más sensibles al ruido como hospitales, y otros recintos. También se pueden considerar los antecedentes de conciertos realizados anteriormente en el recinto como niveles de ruido registrados, cantidad de denuncias y reclamos.

- **Sistema de créditos:** un sistema de créditos para la realización de conciertos en un determinado recinto podría tomar en consideración las restricciones anteriores de niveles de ruido, horario y cantidad de eventos por año, como es el caso del sistema usado en la normativa del Territorio de la Capital de Australia presentado en 6.1.2.

8.3.2 Comunicación entre la organización del evento y los posibles receptores

Frecuentemente, la forma más efectiva para evitar las quejas con respecto al ruido es que la persona responsable de la fuente emisora de ruido mantenga contacto con la comunidad, particularmente cuando los impactos acústicos parecieran ser “inevitables”. La gente a la que se le consulta con respecto a una actividad que les puede afectar son más tolerantes hacia el impacto cuando sus inquietudes han sido reconocidas. [NSW, 2010].

Se ha encontrado que si existen buenas relaciones públicas en la etapa de planificación entre los organizadores y quienes habitan en las cercanías del evento, la molestia se puede reducir al mínimo [CIEH, 1995].

8.3.3 Predicción del ruido del evento y monitoreo de ruido

Se recomienda investigar de manera previa al evento, que los niveles de ruido propuestos (de cualquier naturaleza y valor) pueden cumplirse. En particular la predicción del ruido proveniente de una multitud de personas es un problema para el cual no existe una metodología específica, salvo la utilización de mediciones de ruido en situaciones similares a las esperadas. La validez de este método dependerá del grado de similitud entre la situación medida y la predicha [Hayne y col., 2006]. Con respecto al sistema de refuerzo sonoro, la predicción de la inmisión de ruido puede llevarse a cabo utilizando valores generales de nivel de potencia acústica y métodos de predicción conocidos [Granneman, 2012] (como por ejemplo de ISO 9613-2).

El monitoreo de ruido permite controlar de forma continua durante el evento si se tiende a superar los límites, de manera tal que se tenga información para reducir los niveles desde la consola de mezcla. Las posiciones de monitoreo debieran elegirse de forma tal que se tenga una buena idea del nivel al que está expuesto la o las viviendas en la peor condición. En general los niveles de ruido se relacionan con el L_{Aeq} para la duración completa del evento o por periodos específicos de medición. Periodos más cortos permitirán controlar los niveles peak, los cuales pueden llegar a ser más molestos [Granneman, 2012].

9. CASO ESTADIO BICENTENARIO DE LA FLORIDA

9.1 ANTECEDENTES

9.1.1 Contexto

El Estadio Bicentenario Municipal de La Florida está ubicado en calle Enrique Olivares N° 1003, en medio de un sector residencial de la comuna de La Florida, en la ciudad de Santiago de Chile. Fue inaugurado en 1986 y remodelado, en el marco del Mundial Femenino de Fútbol realizado a fines del año 2008. Desde su remodelación, cuenta con una capacidad en graderías para 12.000 personas, aproximadamente. Este recinto deportivo es un bien público y está bajo el cargo de la Ilustre Municipalidad de La Florida. El uso y la administración del Estadio de La Florida fueron entregados a un club de fútbol profesional convirtiéndose, en este caso, en sede del Club de Fútbol Profesional Audax Italiano. Este recinto es utilizado tanto para partidos de fútbol profesional, como para escuelas juveniles de fútbol, entre otras actividades [ACSI].



Figura 9.1 – Vista interior del estadio. Fuente: [ACSI].

El estadio está emplazado sobre un terreno de 32.914 m². Posterior a la remodelación, la superficie construida es de 13.694 m². El terreno del estadio se encuentra ubicado por la vereda sur de la Avenida Enrique Olivares. Limita al oriente y al sur con un terreno que alberga instalaciones deportivas correspondientes al Estadio de la Contraloría General de la República y al oriente colinda con un condominio habitacional. Por la vereda norte de Enrique Olivares se encuentran más viviendas, según se aprecia en la Figura 9.2, donde se han incorporado las distancias aproximadas a los conjuntos habitacionales cercanos.



Figura 9.2 – Vista aérea del Estadio Bicentenario de la Florida. Fuente: Elaboración propia en base a imagen extraída de Google Earth, 2012.

Los únicos accesos al terreno del estadio se encuentran por la Av. Enrique Olivares, correspondientes al sector norte del terreno del estadio, donde se emplazan las boleterías y controles de acceso de personas y vehículos. Las viviendas del sector corresponden en su mayoría a edificaciones independientes de un solo nivel de planta. En menor medida existen viviendas de 2 y 3 pisos, así como edificaciones colectivas (“bloques”) de 2 pisos. En un radio alrededor del estadio de 600 m aprox., existen sólo 2 edificios en altura de 6 y 7, respectivamente, ubicados en Av. México esquina Av. Enrique Olivares.

Desde su reinauguración en 2008 a la fecha, se han realizado diversos conciertos masivos de música popular. Algunos de éstos se presentan en la Tabla 9.1. Con la realización de los mencionados conciertos, se han reportado quejas por parte de vecinos del estadio, relacionadas con el ruido generado durante los eventos musicales masivos y también por motivos anexos a la realización de este tipo de eventos como, por ejemplo, incidentes fuera del estadio, problemas de estacionamiento de vehículos, basura, etc. Esto ha originado la creación de grupos vecinales organizados, quienes buscan que se le dé solución a estos problemas [Desconcierto Vecinal, 2012].

Tabla 9.1 – Resumen con algunos de los conciertos realizados en el estadio. Fuente: medios de prensa.

Fecha	Artista presentado	Cantidad de asistentes aprox.	Otros detalles del evento
Abril, 2009	Kiss	20 mil	Fue el primer concierto en que se utilizó la cancha para albergar gente, junto con las galerías y tribunas. Al final del evento se lanzaron fuegos artificiales.
Octubre, 2009	Faith No More	22 mil	-
Octubre, 2010	Rage Against the Machine	23 mil	Antes del evento se habrían registrado desórdenes y personas detenidas [Emol.com, 2010]
Octubre, 2010	Green Day	25 mil	-
Noviembre, 2010	Black Eyed Peas	20 mil	-
Noviembre, 2010	Rammstein	20 mil	Para el show se habrían preparado 40 toneladas de pirotecnia, repartida en cerca de 500 productos [Diario La Tercera, 2010]. A causa de este concierto en particular, se habrían iniciado acciones por parte de las autoridades en relación al ruido [Cooperativa.cl, 2010]
Diciembre, 2010	Faith No More	25 mil	-
Febrero, 2011	Aventura	25 mil	-
Octubre, 2011	System of a Down	18 mil	Autoridades trataron de cancelar el concierto, el cual finalmente se realizó de todas formas [Diario La hora, 2011]
Noviembre, 2011	Maná	20 mil	-
Diciembre, 2012	Los Fabulosos Cadillacs	25 mil	-

9.1.2 Estudios acústicos en el sector

A raíz de las denuncias de molestia por parte de los vecinos, la SEREMI de Salud Metropolitana ha efectuado diversas fiscalizaciones referentes a las emisiones acústicas provenientes de la realización de conciertos masivos en el estadio. De estas fiscalizaciones se destaca la campaña de medición efectuada durante el concierto del grupo “Rammstein” realizado en noviembre de 2010 (ver Tabla 9.1), en donde se habría obtenido un NPC de 75 dBA, medido al interior de una vivienda cercana al recinto, con ventana cerrada, de acuerdo con el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES, según lo que se indicaría en un oficio redactado por la SEREMI hacia la Municipalidad de la comuna. En la Tabla 9.2 se muestra un resumen con fiscalizaciones hechas por la SEREMI durante el desarrollo de 4 conciertos mencionados en la Tabla 9.1.

Tabla 9.2 – Información de fiscalizaciones de la SEREMI de Salud Metropolitana a conciertos realizados en el Estadio de La Florida. Fuente: SEREMI de Salud Metropolitana, de acuerdo a Ley de Transparencia N° 20.285, 11 de enero de 2013.

Evento	NPC en dB(A)	Hora	Ubicación aprox. vivienda receptora	Condición medición	Posición escenario	Multa asociada
Rammstein	75,0	22:35	Enrique Olivares	Interior V. Cerrada	Sur	50 UTM
System of a Down	70,4	21:34	Enrique Olivares	Exterior	Norte	200 UTM
	64,3	21:37	Enrique Olivares	Interior V. Abierta		
Maná	75,8	21:23	Enrique Olivares	Exterior	Sur	100 UTM
	61,1	21:46	Palermo Norte	Exterior		
	72,9	22:16	Palermo Poniente	Exterior		
Los Fabulosos Cadillacs	71,6	22:41	Enrique Olivares	Exterior	Norte	Sumario pendiente

Por otra parte, el IDIEM de la Universidad de Chile efectuó un estudio sobre el impacto acústico a causa de la realización de eventos masivos en el Estadio Bicentenario de La Florida. En resumen, este estudio consistió en levantar información sobre las características constructivas del estadio y su entorno, efectuar una campaña de mediciones de ruido durante algunos conciertos realizados, realización de un modelo computacional en 3D del estadio que emulara la situación actual y finalmente la simulación del modelo, basado en las mediciones realizadas, incluyendo algunas medidas constructivas de mitigación.

Para el desarrollo de este estudio, se efectuaron mediciones durante los conciertos de los grupos “System of a Down” y “Maná” los días 7 de octubre y 26 de noviembre de 2011, respectivamente. La Tabla 9.3 presenta algunos detalles de los conciertos analizados por IDIEM.

Tabla 9.3 – Algunos detalles de los conciertos estudiados por IDIEM.

	System of a Down	Maná
Fecha	7/10/11	26/11/11
Horario del concierto aprox.	21:30 – 23:30 hrs	21:00 – 23:40 hrs
Duración del concierto	2 horas	2 horas y 40 minutos
Cantidad de asistentes aprox.	18 mil personas	20 mil personas
Sistema de refuerzo sonoro	Sistema Line array. Sub-sistemas Main (L y R), Sidefill (L y R), sub-bajos colgantes (L y R) y en el suelo	Sistema Line array. Sub-sistemas Main (L y R), Sidefill (L y R) y sub-bajos en el suelo
Estilo musical	“Metal”, “Rock”	“Rock latino”, “Pop”
Ubicación del escenario	Norte de la cancha, orientado hacia el sur	Sur de la cancha, orientado hacia el norte

Con el fin de poder comparar los niveles de ruido de ambos conciertos, teniendo en cuenta la diferencia de la ubicación del escenario, para el segundo concierto se midió en los mismos puntos relativos a la ubicación del escenario, según se observa en la Figura 9.5. El descriptor usado en las mediciones fue el $L_{eq,A}$ de 1 minuto. El micrófono se ubicó a 1,5 m de altura sobre el piso. El ruido de fondo en los sectores residenciales (excluyendo los entornos inmediatos a avenidas mayormente transitadas), en promedio habría sido de 53 dBA.

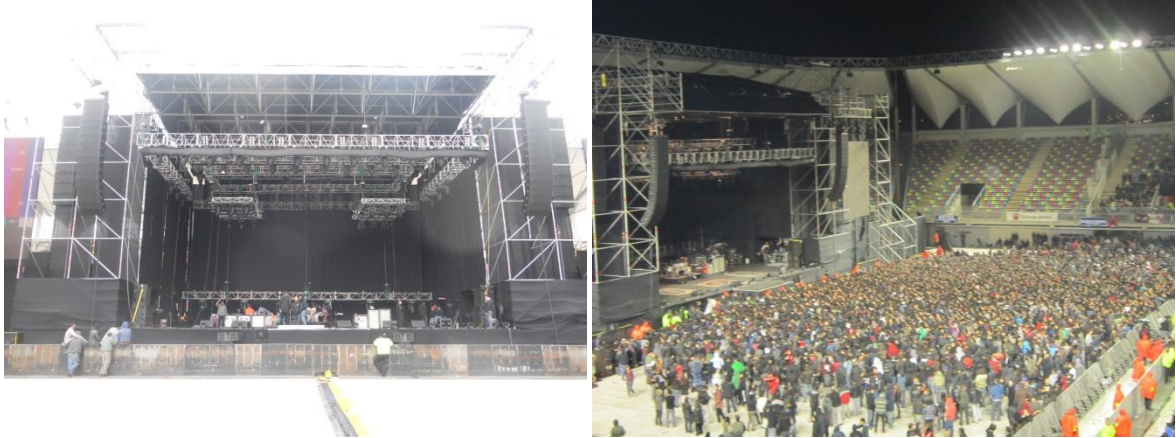


Figura 9.3 – Imágenes del concierto del día 7 de octubre de 2011 en el Estadio de La Florida. En la imagen de la izquierda se aprecia el sector de “cancha Vip”.

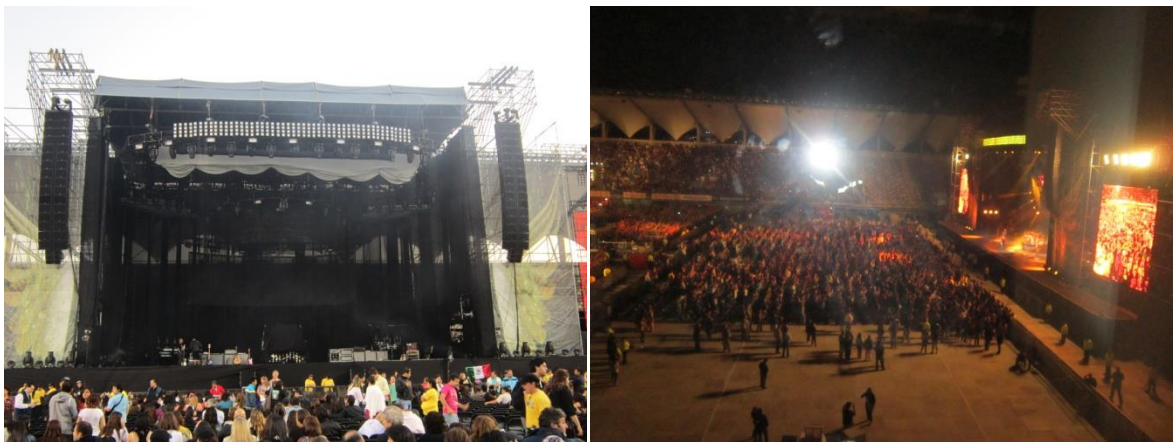


Figura 9.4 – Imágenes del concierto del día 26 de noviembre de 2011 en el Estadio de La Florida.

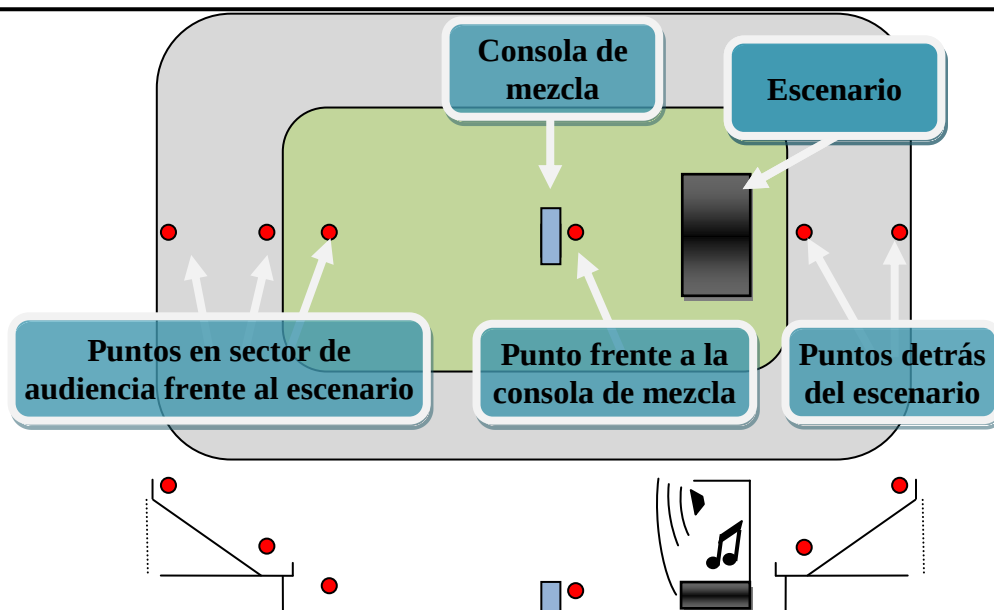


Figura 9.5 – Esquema con la distribución de algunos de los puntos de medición al interior del estadio, ubicados de forma relativa a la ubicación del escenario.

Aun cuando existieron diferencias entre ambos eventos, ya sea en términos de género musical, público objetivo, variabilidad de la intensidad entre canciones, o incluso la ubicación del escenario, se obtuvieron lecturas similares en las mediciones realizadas en los puntos de elegidos al interior del recinto. Como resultado de las mediciones se obtuvo en ambos casos que:

- El NPS medido frente a la consola de mezcla en promedio fue del orden de 100 dBA, condición que se mantuvo a lo largo de todo el concierto.
- Detrás del escenario se midió una diferencia en el NPS del orden de 10 dBA menos, respecto de los niveles medidos en la consola de mezcla.
- Se obtuvo que los niveles medidos en el sector de la audiencia variaban entre 95 y 100 dBA, encontrándose cierta uniformidad en los niveles al interior del recinto.

Por su parte, se realizaron también mediciones en los alrededores del estadio, al aire libre, en distintos puntos, algunos de los cuales se mantuvieron entre ambos conciertos para comparar el cómo afecta cambiar la ubicación del escenario. Otros puntos se distribuyeron en el exterior bajo el mismo principio de distancia relativa al escenario para determinar la similitud entre ambos casos. De estas mediciones se obtuvo que en un punto de control ubicado frente al acceso principal al estadio por la vereda norte de Av. Enrique Olivares, el NPS registrado con el escenario ubicado al sur (concierto Maná) era hasta 10 dBA mayor que en el caso del escenario ubicado al norte (concierto System of a Down).

9.1.3 Reglamentación propia de la Comuna

A parte de las leyes y regulaciones vistas en el capítulo 5, se deben considerar para el análisis la reglamentación de la comuna.

Plan Regulador de la comuna de La Florida: Según este instrumento [Municipalidad La Florida, 2011], el uso de suelo del terreno donde se encuentra emplazado el estadio es del tipo “ERD” o “zona de equipamiento recreacional y deportivo”, al igual que el terreno con cual éste colinda al poniente y al sur, correspondiente al Estadio de la Contraloría General de la República. En las zonas de este tipo se permiten las edificaciones de la Tabla 9.4 prohibiéndose además todos los otros tipos de uso de suelo. Según se aprecia en la Figura 8.11, el uso de suelo de los terrenos pintados de rojo corresponde al del tipo “U-Vev3”, definido por el PRC como “uso preferente vivienda y equipamiento vecinal”, Para esta zona se permite equipamiento tanto de escala vecinal como comunal y se prohíbe en particular los usos de suelo del tipo: industria y almacenamiento; vialidad; transporte y telecomunicaciones. Por consiguiente, las viviendas ubicadas en la zona tipo “U-Vev3” indicadas en el PRC se encuentran en zona II, según el D.S. 146/97 del MINSEGPRES [MINSEGPRES, 1997] y el D.S. 38/11 del MMA [MMA, 2011].

Tabla 9.4 – Usos de suelo permitidos en zonas del tipo “ERD”. Extracto del Artículo 24 del PRC de La Florida.

TIPO DE USOS DEL SUELO	ESCALA		
	VECINAL	COMUNAL	INTERCOMUNAL Y/O METROPOLITANA
Áreas Verdes	Plazas, Jardines, Juegos Infantiles	Parques	Parques Nacionales, Santuarios de la Naturaleza, Grandes Parques
Deporte	Multicanchas	Estadios y/o Clubes Deportivos Institucionales, Canchas, Complejos Deportivos, Gimnasios, Piscinas, Salón de Pool y/o Billar, Salón de Bolos	Medialuna, Estadios
Cultura	Biblioteca	Museo, Sala de Concierto, Sala de Exposición, Galería de Arte, Auditorio, Teatro Casa de la Cultura	

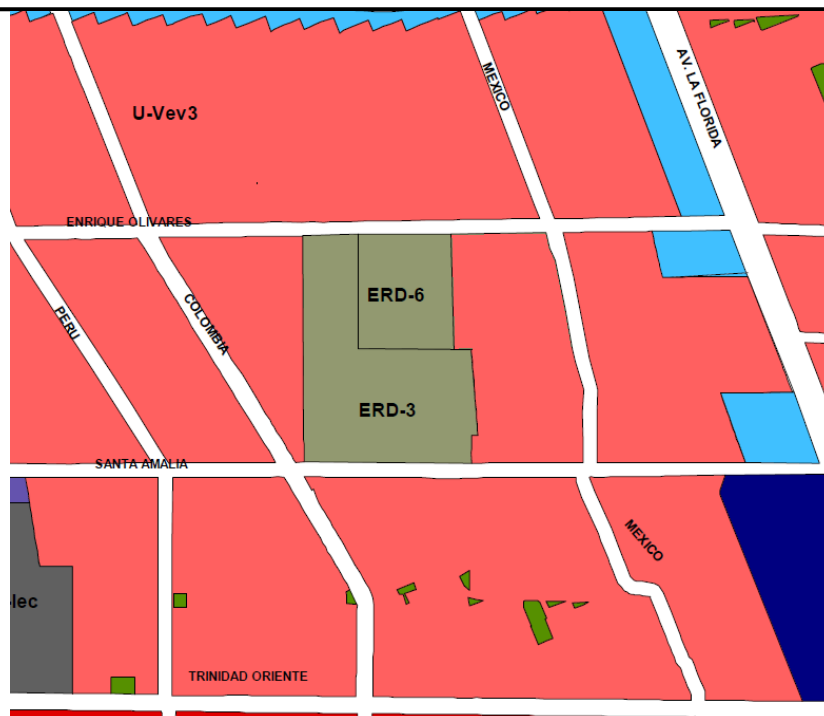


Figura 9.6 –Plano de uso de suelo del sector del estadio, según PRC de la Florida.

Ordenanza N° 8/2002 sobre ruidos molestos de la comuna: La Ilustre Municipalidad de La Florida de la Región Metropolitana posee una ordenanza que regula los ruidos molestos. En el Artículo 1 señala lo siguiente:

“Esta ordenanza regirá para prevenir controlar todos los ruidos, sonidos y vibraciones producidos por la vía pública, calles, plazas y paseos públicos, en el espacio aéreo, en las salas de espectáculos, eventos de reuniones (...) En general queda prohibido todo ruido o sonido que por su duración e intensidad ocasione molestias al vecindario sea de día o de noche, que se produzca en el aire, en la vía pública o locales destinados a la habitación, al comercio, a la industria o a diversiones o pasatiempos.”

Los alcances de la Ordenanza Municipal para prevenir y controlar los ruidos en la comuna, considera; Industrias, vehículos en las vías públicas, construcciones, medios de propaganda sonora en el exterior, la voz humana, elementos detonantes, vendedores ambulantes, música en la vía pública, ferias de diversión, y en general todo tipo de acto y/o elemento que pueda generar ruidos molestos para la comunidad.

En el caso particular de conciertos de música, en el Artículo 8 señala lo siguiente:

“Sólo se permitirá el uso de los instrumentos musicales en aquellos establecimientos que los empleen como medio de entretenimiento para sus huéspedes y siempre que funcionen en el interior de los locales cerrados y que no produzcan ruidos capaces de ser perceptibles desde el exterior.”

Cabe destacar que cualquiera de las actividades mencionadas en la ordenanza, pueden ser ejecutadas sin ningún problema mientras éstas sean autorizadas por un permiso especial otorgado por la municipalidad de esta comuna.

9.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA

9.2.1 Ubicación del estadio y características constructivas

Dada su capacidad de recibir público, ubicación dentro de la Región Metropolitana, relativa facilidad de acceso por medio del transporte público y por la experiencia de los eventos anteriormente realizados allí, el Estadio Bicentenario de La Florida se vuelve un recinto atractivo para la realización de conciertos masivos, por parte de los organizadores de este tipo de eventos.

Sin embargo, el primer inconveniente que salta a la vista es, sin duda, la cercanía que tiene el Estadio con las casas del sector. Según se observó en la Figura 9.2, el grupo de viviendas más cercano al estadio está ubicado al oriente de éste, a unos escasos 38 m. Le siguen los conjuntos ubicados al norte y al poniente, distanciados a 50 m y 115 m, aproximadamente. Este último grupo de viviendas tiene la ventaja de estar más “apantallado” que los otros 2 mencionados, debido a que se encuentra cubierto por el edificio de oficinas más robusto, que forma parte del estadio. También se nota la existencia de 2 edificios en altura en las cercanías del estadio, cuyos últimos pisos no tienen ningún medio de apantallamiento entre la fuente y el receptor, a diferencia de las viviendas a nivel del suelo. Para este caso, se vuelve impensable colocar una barrera acústica cerca del edificio, dado que ésta tendría gran altura, alto costo y dificultad de montaje.

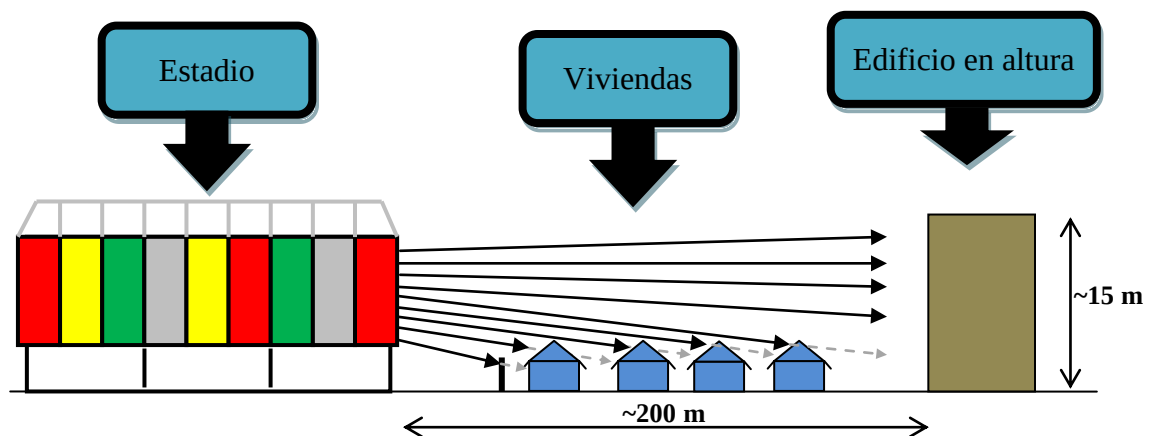


Figura 9.7 – Esquema que ilustra el camino libre del sonido proveniente del estadio hacia los edificios en altura cercanos al estadio.

Por otro lado, el grupo de viviendas al sur se encuentra a una distancia de 240 m del estadio, aproximadamente. Este grupo se puede beneficiar de la vegetación existente en el Estadio de la Contraloría, junto con la distancia, un poco mayor que en el caso anterior y

además de la existencia de algunas edificaciones de baja y mediana altura al interior del recinto deportivo. Esto permite sugerir que la orientación del escenario, en el caso de un concierto, puede tener un menor impacto en el entorno inmediato del estadio si es que es ubicado en el sector norte de la cancha, orientado hacia el sur, de forma tal de aprovechar la menor directividad de los altavoces por su parte posterior y aprovechar el decaimiento por distancia y otros mecanismos de atenuación durante la trayectoria del sonido desde los altavoces hacia el grupo de viviendas al sur. Esto se puede comprobar al ver la Tabla 9.2, en donde comparativamente, para una locación aproximadamente igual, la SEREMI de Salud obtuvo valores de NPC mayores en el exterior cuando el escenario se ubicó al sur del estadio.

Haciendo un análisis de los detalles de la edificación (ver Anexo B), se puede aseverar que este no fue pensado en su diseño para atenuar de forma importante las emisiones sonoras generadas en su interior hacia el entorno, debido a que las graderías y muros del estadio tienen diversas discontinuidades y aberturas que no permiten que éstas actúen como barrera de manera eficiente, aún cuando éstos son de material macizo. Por otra parte la fachada ventilada, si bien tiene fines decorativos y de iluminación interior al permitir el paso de la luz y el sonido, no ofrece ningún beneficio en el aislamiento acústico del conjunto dadas sus perforaciones, pudiendo considerarse como “acústicamente transparente”.

9.2.2 Altos niveles de ruido con respecto al ruido del sector

En el caso del citado concierto del grupo Rammstein de noviembre de 2010, el NPC de 75 dBA obtenido por la SEREMI de Salud al interior de una vivienda según el procedimiento del D.S. N°146/97 del MINSEGPRES, implicaría que probablemente, se haya obtenido de las mediciones de NPS un promedio de 65 dBA y a este se le aplicó una corrección por ventana cerrada de +10 dBA, y una corrección por ruido de fondo de +0 dBA (lo cual suma 75 dBA).

En este caso, tomando el supuesto de que el aislamiento de la fachada sea equivalente a 10 dBA, el nivel de presión sonora promedio en el exterior podría estimarse en 75 dBA aprox. Este nivel sería entonces aproximadamente **22 dBA mayor que el ruido de fondo promedio** en exterior medido por IDIEM en el sector en 2011, igual a 53 dBA. Si se consulta el Mapa de Ruido del Gran Santiago, el nivel de ruido del sector allí mostrado se encuentra entre 50 y 60 dBA [Mapcity.com, 2012] (excluyendo los puntos ubicados inmediatamente al lado de avenidas transitadas).

Fuera de las suposiciones, en la Tabla 9.2, se puede apreciar que las mediciones exteriores hechas por la SEREMI varían entre 64 y 76 dBA, en calle Enrique Olivares.

Esta diferencia entre el nivel de ruido provocado por el concierto, en contraparte al nivel de ruido de fondo encontrado habitualmente en el sector, provocaría en la comunidad el reaccionar de manera enérgica.

9.2.3 Cantidad y distribución en el tiempo de los conciertos realizados

A pesar que desde la reinauguración del estadio en noviembre de 2008 ya se habían desarrollado algunos conciertos masivos, no habría sido sino hasta fines del año 2010 que se iniciaron acciones por parte de vecinos y autoridades. Viendo los antecedentes, se puede inferir que esto habría sido provocado, no solo por las altas emisiones de ruido de los conciertos en sí, sino que también por la cantidad inadecuada de conciertos en el tiempo. En el mes de noviembre, se habría efectuado un concierto masivo semanal y entre los meses octubre de 2010 y febrero de 2011 se habrían efectuado 9 conciertos masivos en total.

Según la normativa consultada en el capítulo 6, en el caso del Territorio de la Capital de Australia, se establece que para un periodo de 6 semanas no se podrían efectuar más eventos que los equivalentes a 6 créditos, por ejemplo, 6 eventos de menos de 4 horas de duración que en el punto de cumplimiento no superen el nivel de ruido de fondo + 5 dBA, cada uno, o 2 eventos de menos de 4 horas que en el punto de cumplimiento no superen el nivel de ruido de fondo + 15 dBA, cada uno.

9.2.4 Legislación chilena y reglamentación local

El capítulo 5 dejó entrever que el estado actual de la legislación chilena demuestra que existe preocupación por el tema del ruido, sin embargo este no está abordado de forma ni adecuada. En lo que a este caso respecta, se puede apreciar que para cualquier concierto masivo es muy difícil cumplir con las exigencias de los decretos que regulan la materia actualmente. En el caso de los conciertos realizados en el Estadio Bicentenario de La Florida, éstos se han realizado en su mayoría entre las 20:00 y las 24:00, lo que corresponde mayormente al horario nocturno del D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES y D.S. N° 38/11 del MMA. En ambos casos el nivel permitido para la zona en que se encuentran los receptores alrededor del estadio (zona II) es más estricto que para el horario nocturno siendo de 50 dBA según el decreto actual y 45 dBA según el nuevo decreto.

Con las modificaciones en las fuentes que regula el nuevo decreto, el funcionamiento del estadio tanto en sus actividades deportivas como en sus actividades de eventos musicales se enmarcaría en la categoría de “actividad de esparcimiento”. Lo que quedaría por demostrar entonces, sería si un evento netamente deportivo en condiciones normales es capaz de producir niveles de ruido que cumplan con los niveles establecidos, ya que en caso contrario, el estadio se vería sometido a multas constantemente por ruido con la nueva norma si fuera objeto de fiscalizaciones preventivas o por denuncia.

Por otra parte, aún cuando existe una ordenanza que regula los ruidos molestos en la comuna, ésta no es capaz de atender de manera correcta la fiscalización ni regulación de un concierto masivo, así como también las exigencias incluidas en esta ordenanza pueden estar expresadas de manera inadecuada o ambigua. Un ejemplo de esto es el artículo 8, mencionado anteriormente en este capítulo, en donde se indica que se permite el uso de instrumentos musicales sólo en establecimientos cerrados que “no produzcan ruidos

capaces de ser perceptibles desde el exterior”, sin establecer un valor de aislamiento adecuado a la condición de ruido de fondo u otras consideraciones más concretas. Además, la municipalidad siempre puede autorizar la emisión de ruidos molestos mediante un permiso.

En la actualidad las autoridades de la comuna han manifestado su rechazo a la realización de cierto tipo de conciertos en el estadio, en particular los de “rock” [Emol.com, 2011], tratando incluso de impedir la realización de un concierto (ver Tabla 9.1). Esta política se habría visto motivada no sólo por el ruido en sí, sino también por motivos anexos como los desórdenes públicos, observados en eventos pasados.

9.2.5 Soluciones

Según lo visto anteriormente en este trabajo, y a modo de resumen, las soluciones a los problemas causados por la realización de conciertos masivos en el Estadio Bicentenario de La Florida, pueden ser diversas. Si se ignora la no realización de conciertos masivos por considerarse como solución trivial, las soluciones pueden dividirse en 3 grandes ámbitos:

1. **Soluciones constructivas:** mientras sea posible, se deberían implementar medidas constructivas que intenten mitigar los niveles provocados por la música en los vecinos del estadio, como barreras acústicas, que pueden ser fijas o desmontables según la necesidad.
2. **Buenas prácticas por parte de los administradores y organizadores:** quienes organizan estos eventos pueden forzar que estos se desarrollen de la mejor manera posible. Entre las medidas a adoptar en este sentido se encuentra el ubicar el escenario en el sector norte de la cancha, donde se habría demostrado que se produce un menor impacto en los vecinos. También se pueden efectuar campañas previas de publicidad e información a la comunidad sobre la realización de conciertos, así como contar con un encargado de recibir denuncias y reclamos. Otro punto es la incorporación de un asesor acústico que les permita tomar las mejores decisiones.
3. **Regulación adecuada:** Muchos de los problemas vistos en este capítulo podrían haberse evitado en el caso que hubiera existido mayor control por parte de las autoridades a la hora de autorizar la realización de conciertos masivos en el estadio, regulando por ejemplo el horario en que se desarrollan las pruebas de audio, el concierto en sí y el desmontaje, así como la cantidad de eventos en el año y las medidas a tomar por parte de los organizadores.

10. CONCLUSIONES

1. Los problemas acústicos generados por la realización de conciertos masivos radican principalmente en la reunión de una muchedumbre. Grandes cantidades de gente, reunidas en un mismo recinto, con la intención de escuchar una presentación musical, requieren de un espacio y un sistema de refuerzo sonoro adecuados.
2. Los conciertos masivos integran por una parte el deleite y la entretenición de quienes asisten a ellos de forma voluntaria; y por otra, la molestia y malestar de aquellos que conviven con los espacios o recintos donde se desarrollan los eventos, generalmente de forma forzada. Por otra parte, existe y se puede encontrar un punto de equilibrio entre ambas posiciones.
3. Si bien la solución más sencilla es la no realización de determinado evento o de eventos en general en cierto recinto, como política se debiera buscar privilegiar siempre la difusión de la música y el arte en general, así como el sano y libre entretenimiento. Para lograr esto, sin pasar a llevar la libertad de quienes residen o desarrollan actividades en las inmediaciones de los recintos donde se llevan a cabo conciertos, es posible aplicar una serie de medidas las cuales pueden ser de carácter constructivo, o de buenas prácticas, que tiendan a incluir los aspectos de reducción de ruido y reducción de la molestia de la comunidad. En estos casos resulta útil la asesoría de un acústico experto.
4. Un marco regulatorio robusto sobre la realización de conciertos masivos permite minimizar la molestia generada por esta actividad, sin tener que impedir su realización. Ante esto, se puede afirmar que los conciertos masivos no están regulados en Chile de manera adecuada, en comparación con las normas de otros países.
5. Los problemas acústicos originados por los conciertos realizados en el Estadio de la Florida se podrían haber evitado en gran manera si se hubieran evaluado en un principio las limitaciones del estadio para albergar este tipo de actividad y si hubiera existido mayor control por parte de las autoridades. La falta de reglamentación local en la comuna permite entrever que existiría desconocimiento frente a los aspectos acústicos relacionados a la realización de conciertos masivos, según se ha expuesto en el presente trabajo.

11. FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN EN EL TEMA

Algunos aspectos que no fueron cubiertos por este trabajo pueden indicarse como futuros trabajos de investigación en el tema, los cuales podrían colaborar con la formulación de una normativa como la que se menciona. Estos son:

1. Definir de manera clara y concisa criterios acústicos, de seguridad, evacuación y otros, que permitan evaluar la idoneidad de un recinto para la realización de conciertos masivos. A partir de esta evaluación se podría determinar también las limitaciones del recinto y/o posibilidades de mejora.
2. Hacer un catastro de los recintos utilizados en Chile para conciertos masivos y analizar su idoneidad.
3. Estudiar de forma más específica las características de la emisión acústica de una multitud de personas que asiste a un concierto masivo, de forma tal de poder predecir su comportamiento y el impacto acústico hacia fuera del evento.
4. Realizar un estudio de campo sobre la percepción que tienen los chilenos frente al impacto acústico de los conciertos masivos, que permita identificar por ejemplo, grados de molestia o condiciones para las cuales ésta es mayor, así como otros parámetros relevantes.

12. BIBLIOGRAFÍA

- [Appleton, 2008] Appleton, I., *Buildings for the performing arts*, Segunda Edición: Elsevier, 2008.
- [Asselineau y Serra, 2010] Asselineau, M. y Serra, M., "*Music and outdoors: Are they meant to work together?*", Proceedings of 20th International Congress on Acoustics, ICA. Sydney, Australia. 2010.
- [ACSI] Audax Club Sportivo Italiano. *Sede y Estadio*. Disponible en Internet en la página del Club Deportivo Audax Italiano SADP: <http://www.audaxitaliano.cl/web2/institucional/sede-estadio/>
- [ACT, 2001] Australian Capitol Territory (2001). *Outdoor Concert Noise - Environment Protection Policy*. Disponible en Internet en la página del Departamento del Medio Ambiente del Gobierno del Territorio de la Capital de Australia: http://www.environment.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/198519/outdoorconcertnoisepp.pdf
- [Australian Government] Australian Government. *About Us / Our Government*. Disponible en Internet en la página del Gobierno de Australia: <http://australia.gov.au/about-australia/our-government>
- [Ballou, 2008] Ballou, G., Ed., *Handbook for Sound Engineers*. Oxford, UK: Focal Press, 2008.
- [Barron, 2009] Barron, M., *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, Segunda Edición. New York: Spon Press, 2009.
- [Beranek y Vér, 1992] Beranek, L. y Vér, I., Eds., *Noise and Vibration Control Engineering: Principles and Applications*, Primera Edición. Cambridge, Michigan: John Wiley & Sons, 1992.
- [Beranek, 1993] Beranek, L., *Acoustics*, Edición de 1993. Woodbury, New York: Acoustical Society of America, 1993.
- [Blauert y Xiang, 2008] Blauert, J. y Xiang, N., *Acoustics for Engineers: Troy Lectures*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2008.

-
- [Clark, 1991] Clark, W., *Noise exposure from leisure activities: A review*, Journal of the Acoustic Society of America 90(1), 175-181 (1991).
- [Cooperativa.cl, 2010] Cooperativa.cl. (2010). *Seremi de Salud realizará un sumario por ruidos molestos tras concierto de Rammstein*. Disponible en: http://www.cooperativa.cl/seremi-de-salud-realizara-un-sumario-por-ruidos-molestos-tras-concierto-de-rammstein/prontus_ots/2010-11-27/105712.html
- [Craik y Stirling, 1986] Craik, R., y Stirling, J., *Amplified Music as a Noise Nuisance*, Applied Acoustics 19, 335-356 (1986).
- [Crocker, 2007] Crocker, M., *Handbook of Noise and Vibration Control*. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc., 2007.
- [CIEH, 1995] Chartered Institute of Environmental Health, Reino Unido (1995). *Noise Council code of practice on environmental noise at concerts*. Disponible en Internet en: http://www.cieh.org/uploadedFiles/Core/Policy/Environmental_protection/Noise/NoiseCouncilCodeonNoiseControlatConcerts.pdf
- [Desconcierto Vecinal, 2012] Desconcierto Vecinal (2012). *Decálogo Desconcierto Vecinal*. Disponible en Internet en Blog de agrupación Desconcierto Vecinal: <http://desconciertovecinal.blogspot.com/2012/05/decalogo-desconcierto-vecinal-ideas.html>
- [Diario La Hora, 2011] Diario La Hora (2011). *Pese a recurso, System of a Down tocará el viernes en La Florida*. Disponible en internet en: <http://www.lahora.cl/2011/10/06/01/noticias/tiempo-libre/12-11944-9-pese-a-recurso-system-of-a-down-tocara-el-viernes-en-la-florida.shtml>
- [Diario La Tercera, 2010] Diario La Tercera (2010). *Así es el incendiario recital que trae Rammstein a Chile*. Disponible en Internet: <http://www.latercera.com/noticia/entretencion/2010/11/661-306860-9-asi-es-el-incendario-recital-que-trae-rammstein-a-chile.shtml>
- [Emol.com, 2010] Emol.com (2010). *Rage Against the Machine fue una explosión*
-

-
- en su debut en Chile.* Disponible en:
<http://www.emol.com/noticias/magazine/2010/10/12/440749/rage-against-the-machine-fue-una-explosion-en-su-debut-en-chile.html>
- [Emol.com, 2011] Emol.com (2011). *Alcalde de La Florida: "No da lo mismo Julio Iglesias que System of a Down"*. Disponible en:
<http://www.emol.com/noticias/magazine/2011/10/05/506627/alcalde-de-la-florida-presenta-recurso-de-proteccion-por-concierto-de-system-of-a-down.html>
- [Farnetani y col., 2008] Farnetani, A., Prodi, N., y Pompoli, R., *On the acoustics of ancient greek and roman theaters*, Journal of the Acoustical Society of America 70, 1557–1567 (2008).
- [Fastl y Zwicker, 2007] Fastl, H. y Zwicker, E., *Psychoacoustics Facts and Models*, Tercera Edición. Berlin: Springer, 2007.
- [FTA, 2006] Federal Transit Administration, US Government, *Transit Noise and Vibration Impact Assessment*, Washington, 2006.
- [FIFA, 2011] Fédération Internationale de Football Association (FIFA), *Football Stadiums Technical recommendations and requirements*, Quinta Edición. Zurich, Switzerland, ISBN-13: 978-3-9523264-0-4, 2011.
- [Gerger y Arenas, 2004] Gerger, S. y Arenas, J., *Fundamentos y Control del Ruido y Vibraciones*, Primera Edición. Florianópolis, Santa Caterina, Brasil: NR Editora, 2004.
- [Granneman y van Diepen, 2006] Granneman, J. y van Diepen, T., *Event monitoring system to control the sound emission of musical events*, Proceedings of Inter.Noise 2006. Honolulu, Hawaii (2006).
- [Granneman, 2012] Granneman, J., *Noisy large events: overview of regulations in different countries*, Proceedings of Inter.Noise 2012. New York (2012).
- [Hayne y col., 2006] Hayne, M., Rumble, R., y Mee, D., *Prediction of crowd noise*, Proceedings of Noise of Progress Conference of the Australian Acoustical Society, Christchurch (2006).

-
- [Hayne y col., 2011] Hayne, M., Taylor, J., Rumble, R. y Mee, D., *Prediction of Noise from Small to Medium Sized Crowds*, Proceedings of Acoustics 2011 - Breaking New Ground Conference of the Australian Acoustical Society (2011).
- [Heinz, 2008] Heinz, R., *Loudspeaker Cluster*, Handbook for Sound Engineers, Glen M. Ballou, Ed. Oxford, UK: Focal Press, 2008, Capítulo 17.
- [INN, 1961] Instituto Nacional de Normalización, (1961). *Condiciones acústicas que deben cumplir los edificios*.
- [INN, 2000] Instituto Nacional de Normalización, (2000). *Aislación Acústica - Parte 1: Construcciones de uso habitacional - Requisitos mínimos y ensayos*.
- [Intendencia RM, 2012] Intendencia Región Metropolitana, Chile (2012), *Cuenta Pública Regional 2011 Región Metropolitana de Santiago*. Disponible en: http://www.gobiernosantiago.cl/CUENTA_PUBLICA_2011.pdf
- [ISO, 1993] International Standard Organization, (1993). ISO 9613-1:1993 *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere*.
- [ISO, 1996] International Standard Organization, (1996). ISO 9613-2:1993 *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation*.
- [ISO, 2003] International Standard Organization, (2003). ISO 9921:2003 *Ergonomics - Assessment of speech communication*.
- [Job, 1987] Job, R., *Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction*, Journal of the Acoustical Society of America, 991-1001 (1987).
- [Mapcity.com, 2012] Mapcity.com (2012). *Mapa de ruido del Gran Santiago*. Disponible en: <http://www.mapcity.cl/mapaderuido#t=1>
-

-
- [McCarthy, 2007] McCarthy, B., *Sound Systems Design and Optimization*, Primera edición: Elsevier Ltd., 2007.
- [MINSAL, 1967] Ministerio de Salud, Chile (1967). *DFL N° 725/67: "Código Sanitario"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/4um9>
- [MINSAL, 1999] Ministerio de Salud, Chile (1999). D.S. N° 594/99: "Aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo". Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://www.leychile.cl/N?i=167766&f=2011-03-08&p=>
- [MINSAL, 2010] Ministerio de Salud, Chile (2010). *D.S. N° 10/10: "Reglamento de condiciones sanitarias, ambientales y de seguridad en locales de uso público"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/5lfk>
- [MINVU, 1975] Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile (1975). *DFL 458/75: "Aprueba Nueva Ley General de Urbanismo y Construcciones"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/4tmk>
- [MINVU, 1992] Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Chile (1992). *D.S. N° 47/92: "Fija Nuevo Texto de la Ordenanza General de la Ley General de Urbanismo y Construcciones"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/4ss1>
- [MIJ, 2007] Ministerio del Interior y de Justicia, Colombia (2007). *Plan Nacional para Eventos de Afluencia Masiva de Público*.
- [Ministerio del Interior, 2005] Ministerio del Interior, Chile (2005). *DFL N° 1/05: "Fija el Texto Refundido, Coordinado, Sistematizado y Actualizado de la Ley N° 19.175, Orgánica Constitucional Sobre Gobierno y Administración Regional"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://www.leychile.cl/N?i=243771&f=2012-01->
-

31&p=

- [Ministerio del Interior, 2006] Ministerio del Interior, Chile (2006). *DFL N° 1/06: "Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://www.leychile.cl/N?i=251693&f=2012-01-31&p=>
- [MMA, 2011] Ministerio del Medio Ambiente, Chile (2011). *D.S. N° 38/11: "Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/lmkm>
- [MINSEGPRES, 1997] Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile (1997). *D.S. 146/97: "Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes Fijas"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/4tk5>
- [MINSEGPRES, 2005] Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile (2005). *D.S. N° 100/2005. "Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Constitución Política de la República de Chile"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/4r4m>
- [MINSEGPRES, 2010] Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile (2010). *Ley N°19300. "Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente"*. Disponible en Internet en la página de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile – LeyChile: <http://bcn.cl/4r7f>
- [MINSEGPRES, 2012] Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile (2012). *ChileAtiende - Personas a tu servicio*. Disponible en: <http://www.chileatiende.cl/fichas/ver/3784>
- [Monson y col., 2012] Monson, B., Hunter, E. y Story, B., *Horizontal directivity of low and high frequency energy in speech and singing*, Journal of the Acoustical Society of America. 132(1), 433-441 (2012).
- [Municipalidad de la Municipalidad de La Florida, Chile. *Texto Refundido Ordenanza Local Plan Regulador Comunal de La Florida,*

Florida, 2011]	Santiago, 2011.
[NSW, 2010]	New South Whales Government, Australia. (2010) Noise Guide for Local Government. Disponible en Internet en la página del Departamento del Medio Ambiente del Gobierno de Nueva Gales del Sur: http://www.environment.nsw.gov.au/resources/noise/10799nglgfull.pdf
[Patronis, 2008]	Patronis, E., <i>Stadiums and outdoor venues</i> , Handbook for Sound Engineers, Glen M. Ballou, Ed. Oxford, UK: Focal Press, 2008, Capítulo 8.
[Piercy y col., 1977]	Piercy, J., Embleton, T. y Sutherland, L., <i>Review of noise propagation in the atmosphere</i> , Journal of the Acoustical Society of America 61(6), 1403-1418 (1977).
[RAE, 2001]	Real Academia Española. <i>Diccionario de la lengua española</i> , Vigésima Segunda Edición. Disponible en su versión electrónica en: http://lema.rae.es/drae
[Rossing, 2007]	Rossing, T., <i>Springer Handbook of Acoustics</i> . New York, USA: Springer Science+Business Media, 2007.
[Schultz, 1978]	Schultz, T., <i>Synthesis of social surveys on noise annoyance</i> , Journal of the Acoustical Society of America, 377-404 (1978).
[SEA]	Servicio de Evaluación Ambiental. <i>¿Qué es el SEIA?</i> . Disponible en: http://www.sea.gob.cl/contenido/que-es-el-sistema-de-evaluacion-de-impacto-ambiental
[SINIA]	Sistema Nacional de Información Ambiental. <i>¿Qué hacer si se tiene problemas de ruidos molestos generados por eventos en áreas públicas: recitales; eventos deportivos, recreacionales, culturales o artísticos, etc.?</i> , Disponible en: http://www.sinia.cl/1292/w3-article-48422.html
[Steele y Chon, 2007]	Steele, D., y Chon, S., <i>A Perceptual Study of Sound Annoyance</i> , Proceedings of the 2nd conference on Interaction with Sound, 19-24 (2007).

-
- [Ureda, 2001] Ureda, M., "*J" and "Spiral" Line Arrays*, Proceedings of Audio Engineering Society 111th Convention, (2001).
- [Vér y Beranek, 2006] Vér, I. y Beranek, L., Eds., *Noise and Vibration Control Engineering: Principles and Applications*, Segunda Edición. Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons Inc., 2006.
- [WA, 2009] Western Australia Government. (2009) Guidelines for Concerts, Events and Organised Gatherings. Disponible en Internet en la página del Departamento de Salud del Gobierno de Australia Occidental:

<http://www.public.health.wa.gov.au/cproot/2705/2/Concerts%20and%20Mass%20Gathering%20Guidelines.pdf>
- [Williams y Burgess, 2007] Williams, W. y Burgess, M., *The combination of workplace and recreational noise exposure*, Acoustics Australia 35(3), 91-95 (2007).
- [WHO, 1999] World Health Organization, *Guidelines for Community Noise*. Birgitta Berglund, Thomas Lindvall, and Dietrich H. Schwela, Eds. Geneva: World Health Organization, 1999.
- [WHO, 2001] World Health Organization, *Occupational Exposure to Noise: Evaluation, Prevention and Control*. Berenice Goelzer, Colin H. Hansen, and Gustav A Sehrndt, Eds. Geneva: World Health Organization, 2001.

ANEXO A. RUIDO DE CONCIERTOS AL AIRE LIBRE, ACT (AUSTRALIA) – TEXTO COMPLETO



OUTDOOR CONCERT NOISE

ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

February 2001



OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

OUTDOOR CONCERT VENUE ENVIRONMENT
PROTECTION POLICY

NOTE: This Environment Protection Policy (EPP) will be notified as an amendment to the Noise EPP and will form Schedule 2 to that EPP. An abridged Glossary of Terms for the Noise EPP has been attached to assist in reading this document. Terms used in the Policy which are defined in Schedule 2 of the *Environment Protection Act 1997* are in **bold**. Additional terms defined in the Policy are underlined.

1. Background and Application

Open-air entertainment, including amplified **concerts** has social and cultural value. However the amplification of voice and instrumental music, together with applause and other audience response, can result in excessive and even offensive noise at neighbouring or nearby premises, particularly where these are residential premises.

While a number of steps can be taken to reduce the adverse impact of concert noise, such as the location of the stage, direction of the speakers and the reduction in low-frequency (bass) sounds, the noise levels may still be considered as intrusive. Noise in excess of the **zone noise standard** can be expected at outdoor **concert venues** capable of providing the facilities required for such significant community events within the ACT.

This Policy has been developed to balance the need to provide adequate protection to the amenity of neighbouring residents from outdoor **concert** noise with the rights of the broader community to enjoy significant events in accordance with the objects of the *Environment Protection Act 1997* (the Act).

A number of **concert venues** with sufficient facilities and infrastructure necessary to conduct significant outdoor **concerts** exist within the ACT. A broader approach is required to ensure a balance between community expectations and protection of environmental standards.

The Act and this Policy empower the EMA to grant **environmental authorisations** for unlimited periods for the following major venues:

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

- Bruce Stadium; and
- Exhibition Park in Canberra.

2. Single Event Authorisations

Applications for authorisations to conduct single outdoor concert events will be considered for other public venues capable of holding more than 2,000 persons. These **environmental authorisations**, which will permit single outdoor concert events will contain conditions consistent with this Policy.

Outdoor concert venues capable of holding fewer than 2,000 people do not require an environmental authorisation but must comply with zone noise standards under the *Environment Protection Act 1997*

Standard environmental authorisations have been granted for the conduct of outdoor **concerts** at various existing venues in Canberra. Conditions in the environmental authorisations are set having regard to historical use and the likely impact on residential amenity in the vicinity of the venues.

3. Compliance Location

The major adverse environmental impact from noise from outdoor concerts is on residential areas located in the vicinity of the outdoor **concert venue**.

The purpose of this Policy is to limit the **environmental harm** potentially caused by noise from outdoor concerts. To take due account of economic and social considerations, a **compliance location** is established for each venue. This **compliance location** is in or near existing residential properties most affected by the noise. The **compliance location** may be varied to take into account special noise-sensitive premises, for example hospitals.

Concerts at existing outdoor **concert venues** are generally unable to comply with **zone noise standards** at their lease boundaries.

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

Environmental authorisations which permit outdoor **concert events** to emit noise in excess of the **zone standard** will specify the relevant **compliance location** and conditions relating to the noise the **events** may generate at that location as conditions of the authorisation.

4. Measures to Limit Adverse Environmental Impact

A number of factors contribute to the degree of adverse impact on residential areas from noise emitted during outdoor **concert events**:

- the level and nature of the noise;
- the number of **events** each year;
- the time at which the **event** takes place;
- the spread of **events** during the year; and
- the amount of warning ("prior notification") provided to residents about upcoming **events**.

The Policy deals with each of these factors. The proposed measures have been developed to provide certainty both to people undertaking outdoor **concerts** in venues capable of holding more than 2,000 persons and to the people affected by the noise from such activities. The conditions described below will be applied only to **events** which generate noise in excess of the **zone noise standard** at the **compliance location**. There are no restrictions on **events** which do not exceed the **zone noise standard** as defined in the Act and Regulations.

4.1. Level of the noise

Restrictions in this Policy on the level of noise from outdoor concerts at the **compliance location** are expressed as **dB(A)** above the **noise trigger level** applying at the **compliance location**. The noise trigger level for outdoor concerts will be 50 dB(A) (L_{A10T}).

In general, the greater the amount by which noise exceeds the **noise trigger level**, the greater the **environmental harm** caused. The Policy permits noise levels which exceed the **noise trigger level** by

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

varying amounts, but requires a reduction in the total number of events held if noisier events are to be held. This balancing of factors is achieved through the event credits scheme outlined in Section 4.2 below.

The EMA will not authorise an event that is likely to produce noise which exceeds 65 dB(A) (L_{A10T}) at the **compliance location** for 15 minutes or longer.

Outdoor **concerts** will be required to finish by 11 pm. On New Year's Eve, events are permitted without **environmental authorisations** between 6 pm on 31 December and 12.30 am on 1 January, provided noise levels do not exceed 60 dB(A) (L_{A10T}) at **compliance locations**.

An **environmental authorisation** will be required on New Year's Eve for noise greater than 60 dB(A) but less than 65 dB(A) (L_{A10T}). Authorised events on New Year's Eve must finish by 12.30 am on 1 January.

Sound tests other than rehearsals [see Section 4.3] may be conducted for a maximum period of 60 minutes between the hours of 9.00 am and 6.00 pm.

The use of public display fireworks at outdoor concerts must be completed by 10 pm except on New Year's Eve where the fireworks display must be completed by 12.30 am on 1 January.

The noise from the fireworks will be excluded from the event's noise monitoring.

4.2. Number of events each year

Each outdoor **concert venue** will be allocated a certain number of event credits each year. The year is defined as 1 July to 30 June. Event credits will be needed for any event which generates noise above the noise trigger level at the **compliance location**. A number of event credits may be needed to hold an event, depending upon the event's duration and the noise level generated.

The number of event credits allocated to each venue annually is calculated to enable a balance between protecting residential amenity and permitting outdoor concerts that are enjoyed by a substantial section of the community.

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

The number of event credits shown below is the total number available for each venue for all events (including outdoor concerts) which require event credits.

Outdoor Concert Venue	Number of event credits per annum
Bruce Stadium	10
Exhibition Park in Canberra	10

4.3. The Use of Event Credits

One event credit will be needed for every 5 dB(A) by which event noise exceeds the noise trigger level.

The effect of exceeding the noise trigger level and extending beyond 4 hours has a cumulative effect on the use of event credits.

Events which extend beyond 4 hours require two event credits. Three event credits are required if the duration of an event exceeds 8 hours, and so on.

Individual rehearsals will be treated as an event under this Policy and may not exceed two hours in duration.

Examples

An event which runs from 1 pm to 4 pm and exceeds the noise trigger level by 5 dB(A) will require 1 event credit.

An event which runs from 6 pm to 11 pm and exceeds the noise trigger level by 15 dB(A) will require 6 event credits.

An event which runs from 9 am to 6 pm and exceeds the noise trigger level by 10 dB(A) will require 6 event credits.

The actual event credits used by a particular event will be deducted from the annual total for the particular **concert venue** immediately after the event is held.

An event will not be permitted unless the balance of event credits for the particular **concert venue** is more than, or equal to, the number of event credits still

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

available for all events which have been advertised for the **concert venue**.

If the actual number of event credits used by an event do exceed the balance remaining for the **concert venue**, the excess will be deducted from the next year's allocation of credits and no further events will be permitted at the **concert venue**. Any unused event credits at the end of the year do not accrue to the next year.

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

4.4. Spread of events during the year

Authorisations will contain the following limits to ensure a reasonable spread of events at a facility:

- no more than six event credits may be used in any six week period;
- events conducted on days other than a Friday or Saturday will be restricted to three events per year.

4.5. Prior Notification

Prior notification of upcoming events assists residents affected by noise from outdoor concerts to organise their activities to minimise the adverse impact of that noise.

Authorisation holders for Bruce Stadium, Exhibition Park in Canberra and most other locations will be required to advertise, in a daily newspaper circulated in the affected area, any upcoming events at least eight weeks in advance of the event.

For other locations where there are only a relatively small number of **affected occupiers**, the authorisation may provide for direct notice to these persons.

Authorisations will also include a condition that the **EMA** be provided with a copy of the newspaper advertisement and/or notice to **affected occupiers** not later than two working days after the advertisement appeared in the newspaper or the notice was delivered to **affected occupiers**.

Authorisations may provide that, in advertising an upcoming event, the authorisation holder may nominate an alternate date for the event if the original date of the event is cancelled. Should the original event be cancelled for this reason, an equivalent event can be held on the alternate date with no additional cost in event credits.

Where the authorisation holder wishes to cancel an event, the authorisation may provide that event credits will be reinstated if the cancellation is advertised at least two weeks before the event was due to be held.

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

The authorisation will provide that the **EMA** be advised within two working days of the placement of any advertisement notifying this type of cancellation.

Where an event is cancelled due to factors beyond the control of the authorisation holder, the authorisation may provide that event credits will be reinstated. The authorisation will require that the **EMA** be advised immediately of cancellation and may impose requirements to advise **affected occupiers**.

5. Demonstrating Compliance

Authorisation holders will be required to demonstrate that the outdoor **concert events** they hold comply with the conditions of their authorisation by monitoring events and making the results available to the **EMA**.

Alternatives to monitoring at the **compliance location** may be acceptable where it can be shown that the alternative unambiguously demonstrates compliance at the **compliance location**. For example, monitoring inside the **concert venue** at selected locations could be an acceptable alternative provided that it can be shown by a noise expert, using modelling and confirmed by field tests, that a reproducible relationship exists between noise levels at those selected locations and, those at the **compliance location**.

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

6. Glossary Of Terms

The definitions of the terms listed in this Glossary are provided to assist in reading this EPP. For the formal legal definition of the terms marked with an asterisk (*), refer to Section 4 of the Act and for those marked with a ♦, refer to Regulation 3.

Term	Definition
affected occupier ♦	The occupier of land, including or any person lawfully on unleased or public land, which is subject to excessive noise.
compliance location ♦	The location at which noise from an activity must not be excessive.
dB(A)	The abbreviation dB represents decibels, the logarithmic unit of measurement of sound pressure level. The dB(A) is the sound pressure level obtained with a sound level meter using an A-weighted electrical filtering network, which approximates the frequency response of the human ear.
EMA*	Environment Management Authority - a statutory office established under Part II of the Act to administer the Act.
environmental authorisation*	A form of licence to conduct an activity which has a significant potential to cause environmental harm.
environmental harm*	Any impact on the environment as a result of human activity that has the effect of degrading the environment (whether temporarily or permanently).
EPP*	Environment Protection Policy
event	An "event" is the conduct of an outdoor concert, using amplifying equipment, in a venue capable of holding more than 2,000 persons. "Event" also includes rehearsals.
event credit	A unit used in the Outdoor Concert Noise EPP to determine how many events, under specified conditions, can be held at an outdoor concert venue.
excessive noise ♦	The noise from an activity which exceeds the zone noise standard, or a different standard where that standard is specified in an environmental authorisation or approval, at the applicable compliance location.
L_{A10T}	The dB(A) level exceeded for 10% of the specified time period T and is often used as the descriptor for a noise under investigation. It is similar to the average of the maximum noise levels.
noise expert	An accredited acoustical consultant, experienced in environmental noise assessment, who is a member of the Australian Acoustical Society.
noise trigger level	The noise level above which event credits will be used. For outdoor concerts the noise trigger level will be 50 dB(A) (L_{A10T}).
noise zone ♦	A parcel of land determined by land use policies in the

OUTDOOR CONCERT NOISE ENVIRONMENT PROTECTION POLICY

Term	Definition
	Territory Plan to which a single zone noise standard applies. Table 1 of Schedule 2 of the Regulations defines noise zones.
rehearsal	A performance beforehand for the purpose of practice or drill which uses the main speaker system.
sound test	The testing of sound levels and the acoustic properties of an outdoor concert venue for the purposes of obtaining information of the likely impact of concert noise at the compliance location.
zone noise standard ♦	The maximum level of noise as measured at the applicable compliance location which may be generated by an activity being undertaken in the relevant noise zone. Table 1 of Schedule 2 of the Environment Protection Regulations defines zone noise standards.

ANEXO B. DETALLES CONSTRUCTIVOS DEL ESTADIO BICENTENARIO DE LA FLORIDA

B.1 RECINTO

La edificación está hecha, en general, a base de estructuras prefabricadas de hormigón y cuenta con 2 niveles de planta. El primer nivel tiene una altura interior de 3,11 m y permite el ingreso a la cancha. El segundo nivel, ubicado a +3,24 m sobre el nivel del suelo, alberga el acceso a las graderías. La altura de este nivel es variable en función de la forma que adquieren los elementos de hormigón que conforman las graderías, como se aprecia en la Figura B.1.



Figura B.1 – Vista de los niveles primero (izquierda) y segundo (derecha).

Al costado poniente del estadio, se encuentra un edificio que alberga oficinas y servicios administrativos del estadio, el cual tiene 4 niveles de planta, más una azotea. Este edificio tiene una altura total de 15,3 m, aproximadamente.



Figura B.2 - Vista del edificio administrativo y de servicios, al costado poniente del estadio.

B.2 GRADERÍAS

Las graderías se dividen en 4 sectores: Galería Norte, Andes (oriente), Galería Sur y Pacífico (poniente). Estos cuatro sectores están contruidos de manera independiente entre sí. Se generan pronunciadas aberturas en las esquinas suroriente y nororiente del estadio, que permiten el paso libre del sonido entre la cancha y el exterior del estadio, dado que las graderías no son continuas. El ancho de separación es de 2 m, aproximadamente. Salvo por la existencia de rejas interiores y/o portones, el estadio está contruido de forma tal que permite la libre circulación por todo el segundo nivel, por detrás de graderías.



Figura B.3 – Separación entre distintos sector de graderías. En la figura se observa la esquina nor-oriente (izquierda) y la esquina sur-poniente (derecha).

Las galerías Norte y Sur, como también el sector Andes cuentan con 20 niveles de asientos, cada uno con una altura de 40 cm, aproximadamente. Por sobre el último nivel de estas graderías, existe un muro de hormigón de 1,8 m de altura, aproximadamente, que da cierre a las graderías. Con esto, se tiene que la altura máxima de las estructuras de graderías es de 13 m aproximadamente.

B.3 FACHADA VENTILADA

A lo largo de toda la fachada norte, oriente y sur se encuentran estructuras de acero que soportan planchas metálicas perforadas, las cuales forman superficies con distinta inclinación con respecto al suelo. Las perforaciones de las planchas permiten el paso de la luz desde el exterior al interior y “permeable” o “transparente” al paso de las ondas sonoras, debido a que poseen un alto porcentaje de perforaciones.



Figura B.4 - Vista de la fachada ventilada. A la izquierda se observa una vista desde el exterior del estadio y a la derecha una vista desde el interior hacia el estacionamiento.

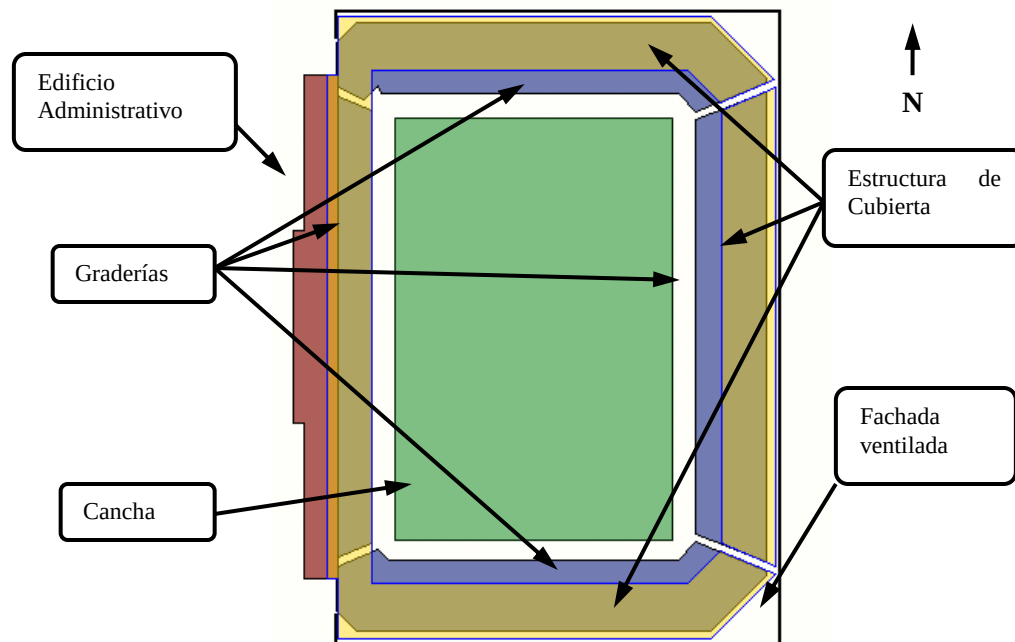


Figura B.5 – Esquema con la distribución de espacios del estadio.

B.4 ACCESOS A CANCHA Y GRADERÍAS

El acceso a los sectores de graderías es mediante 17 pórticos, ubicados en el segundo nivel de planta. De entre los accesos a la cancha, existen 2 considerados como principales los cuales se encuentran en la esquina norponiente y sur poniente. De estos accesos, el primero es el mayor, permitiendo el ingreso a la cancha a vehículos de gran tamaño como ambulancias o camiones.



Figura B.6 - Accesos principales a cancha sur-poniente (izquierda) y norponiente (derecha).

El acceso norponiente tiene una altura de 4,4 m aproximadamente. El ancho de este acceso al borde de la cancha es de 6,5 y en el primer nivel de planta se va ensanchando hacia el norte hasta un ancho de 8 m, aproximadamente (el segundo nivel de planta es abierto).

B.5 ESTRUCTURA DE CUBIERTA

Por sobre las graderías y por sobre el edificio administrativo existe una estructura de cubierta compuesta por pórticos de hormigón y estructuras de acero que sostienen una tela tensada, la cual cubre parcialmente las graderías. Esta cubierta se divide en módulos y se extiende por todo el perímetro del estadio siguiendo la forma de las graderías.



Figura B.7 – Cubierta del estadio.