

**ELABORACIÓN DE ANTECEDENTES RELATIVOS A LA EMISIÓN  
DE RUIDOS GENERADOS POR ACTIVIDADES DE  
CONSTRUCCIÓN**

**CONTRATO N° 21-21-001/01**

**INFORME FINAL**

**DICIEMBRE 2001**

**ALVARO VERDEJO  
CONSULTOR PRINCIPAL**

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Actividades realizadas.....	1
2. ANTECEDENTES TÉCNICOS.....	4
2.1. Situación en Estados Unidos.....	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Contenidos Específicos.....	5
2.1.3. Ejemplo de código aplicado a ruido en construcción.....	7
2.1.3.1. Generalidades.....	7
2.1.3.2. Contenidos Específicos.....	8
2.1.3.2.1. Descripción de la especificación.....	8
2.1.3.2.2. Términos empleados .....	9
2.1.3.2.3. Aprobaciones.....	9
2.1.3.2.4. Limitaciones.....	10
2.1.3.2.5. Ingeniero Acústico.....	14
2.1.3.2.6. Plan de Monitoreo.....	14
2.1.3.2.7. Plan de Control de Ruido.....	15
2.1.3.2.8. Certificación de ruido de equipos.....	21
2.1.3.2.9. Materiales.....	21
2.1.3.2.10. Métodos de Construcción.....	27
2.1.3.2.11. Compensación.....	38
2.1.4. Ordenanzas.....	38
2.1.4.1. Sobre los periodos.....	38
2.1.4.2. Sobre los límites de ruido.....	38
2.1.4.3. Permisos.....	39
2.1.4.4. Otros.....	39
2.2. Situación en Europa.....	39
2.2.1. Generalidades.....	39
2.2.2. Contenidos Específicos.....	40
2.2.2.1. Directiva del Parlamento Europeo.....	40
2.2.2.1.1. Norma ISO 3744.....	42
2.2.2.2. Alemania.....	43
2.2.2.3. Suiza.....	47
2.2.2.4. Holanda.....	48
2.3. Estándares Asociados.....	49
2.3.1. Estándar Australiano 2436-1981.....	49
2.3.1.1. Generalidades.....	49
2.3.1.2. Contenidos Específicos de interés.....	49
2.3.2. Estándar Neozelandés 6803-1999.....	52
2.3.2.1. Generalidades.....	52
2.3.2.2. Contenidos específicos de interés.....	52
2.3.3. Estándar Británico 5228.....	55
2.3.3.1. Generalidades.....	55
2.3.3.2. Contenidos específicos de interés.....	55
2.3.4. Normas Chilenas.....	58

2.4. Ordenanza general de urbanismo y construcciones.....	61
2.5. Observaciones.....	64
3. CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN.....	68
3.1. Generalidades.....	68
3.2. Descripción de las principales etapas de construcción.....	71
3.2.1. Edificación.....	71
3.2.1.1. Obras Nuevas.....	71
3.2.1.2. Obras de Remodelación.....	78
3.2.2. Urbanización y Obras Civiles.....	78
3.3. Observaciones.....	80
3.4. Resumen de actividades ruidosas.....	80
3.5. Definiciones de máquinas.....	84
3.6. Definición de términos empleados.....	93
4. MEDICIONES .....	96
4.1. Generalidades .....	96
4.2. Instrumental .....	96
4.3. Procedimiento de medición.....	97
4.3.1. Evaluación del ruido de fondo .....	97
4.4. Resultados .....	98
5. ESTRATEGIA DE REGULACIÓN.....	130
5.1. Introducción.....	130
5.2. Regulaciones .....	130
5.2.1. Regulación por emisión.....	130
5.2.1.1. Generalidades.....	130
5.2.1.2. Alcance .....	131
5.2.1.3.Valores límites permisibles.....	131
5.2.1.4. Obtención del Nivel de Potencia Acústica Garantizado.....	131
5.2.1.5. Declaración de Conformidad.....	132
5.2.1.6. Falta de Conformidad en las Máquinas.....	132
5.2.1.7. Recursos.....	132
5.2.1.8. Mercado.....	133
5.2.1.9. Máquinas sujetas a límites de nivel de potencia acústica.....	133
5.2.1.10. Máquinas sujetas únicamente a marcado de emisión sonora.....	133
5.2.1.11. Datos sobre ruido.....	134
5.2.1.12. Modificaciones y Actualizaciones.....	134
5.2.2. Regulación por inmisión.....	135
5.2.2.1. Generalidades.....	135
5.2.2.2. Alcance.....	135
5.2.2.3. Programa de ejecución de la obra.....	135
5.2.2.4. Límites máximos permisibles.....	136
5.2.2.5. Fiscalización.....	138
5.2.2.5.1. Generalidades.....	138
5.2.2.5.2. Instrumental requerido.....	138
5.2.2.5.3. Procedimiento de medición.....	138
5.2.2.6. Consideraciones Especiales.....	139
5.3. Manual de procedimientos.....	140
5.3.1. Alcance.....	141

5.3.2. Evaluación del ruido de construcción y determinación de niveles de exigencia para las medidas de mitigación.....	142
5.3.2.1 Niveles de exigencia de las medidas a tomar.....	142
5.3.3. Catálogo de medidas a tomar.....	144
5.3.3.1 Etapa de planificación y proyecto.....	145
5.3.3.1.1 Preparación y Control.....	145
5.3.3.1.2 Elección de métodos o procedimientos constructivos.....	145
5.3.3.1.3 Planificación de recursos y dosificación de actividades.....	146
5.3.3.1.4 Medidas de organización.....	146
5.3.3.1.5. Barreras de protección de ruido/ventanas aislantes de ruido.....	146
5.3.3.1.6 Máquinas y equipos.....	147
5.3.3.2 Etapa de Construcción.....	148
5.3.3.2.1 Organización.....	148
5.3.3.2.2 Preparación y Planificación.....	149
5.4. Planes de Monitoreo y Control de Ruido.....	150
5.4.1. Plan de Monitoreo de Ruido.....	150
5.4.1.2. Equipamiento de Monitoreo de Ruido.....	150
5.4.1.3. Métodos de Monitoreo de Ruido .....	151
5.4.1.4. Informes.....	152
5.4.1.5. Procedimiento de Reclamos.....	155
5.4.2. Plan de Control de Ruido.....	155
5.4.2.1. Métodos de Reducción de Ruido.....	155
5.4.2.2. Materiales y Equipos de Reducción de Ruido.....	156
5.4.2.2.1. Barreras de ruido temporales.....	157
5.4.2.2.1.1. Construcción de Barreras de ruido temporales.....	159
5.4.2.2.1.2. Construcción de Barreras de Encierro Acústico.....	160
5.4.2.2.1.3. Construcción de Cortinas de Control de Ruido .....	160
5.5. Observaciones generales.....	161

## APÉNDICE

## ANEXO VI

# 1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe corresponde al informe final del estudio “Elaboración de antecedentes relativos a la emisión de ruidos generados por actividades de construcción”, contrato N°21-21-0001/01.

Este informe corresponde a las actividades realizadas entre el 13 de agosto y el 29 de octubre de 2001.

## 1.1. Actividades realizadas.

De acuerdo al cronograma del Estudio, en este periodo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

a) Recopilación y análisis de documentación técnica.

A continuación se entrega un listado de los principales documentos recopilados:

- Environmental Protection Agency, Noise from construction equipment and operations, building equipment, and home appliances, NTID 300.1, 1971b. (Agencia de Protección Ambiental, Ruido de equipos y operaciones de construcción, equipos de edificación y aparatos caseros, NTID 300.1, 1971b.)
- Massachusetts Turnpike Authority. Central Artery/Tunnel Project. Specifications Section 721.560: Construction Noise Control. (Dirección de Autopistas de peaje de Massachussets. Proyecto Central Artery/Tunnel. Especificaciones Sección 721.560: Control de Ruido de Construcción).
- Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 8 de mayo de 2000, Diario Oficial N° L 162 del 03/07/2000 p. 0001 – 0078.
- ISO 3744:1995, Acoustic – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-Engineering method in an essential free field over a reflecting plane. (ISO 3744:1995, Acústica – Determinación de niveles de potencia sonora de fuentes de ruido usando presión sonora. –Método de ingeniería en un campo esencialmente difuso sobre un plano reflectante).
- Sistema de etiquetado ambiental “Blue Angel”, Directiva RAL-UZ 53, Alemania, marzo 2001: “Maquinaria de Construcción de Bajo Ruido” .

- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Baulärm-Richtlinie, Suiza, Diciembre 1987.  
(Agencia Federal para el Ambiente, Bosques y Paisajes (BUWAL), Directiva de Ruido de Construcción, Suiza, diciembre de 1987).
- Australian Standard 2436-1981. Guide to noise control on construction, maintenance and demolition sites.  
(Estándar Australiano 2436-1981. Guía de control de ruido en zonas en construcción, mantenimiento y demolición).
- New Zealand Standard 6803-1999. Acoustics - Construction Noise.  
(Estándar Neozelandés 6803-1999. Acústica – Ruido de construcción).
- British Standard 5228. Part 1. Code of practice for basic information and procedures for noise control.  
(Estándar Británico 5228. Parte 1. Código de práctica para información básica y procedimientos de control de ruido).
- NCh2502/1.n2000. Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y procedimientos.
- NCh2502/2.n2000. Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental. Parte 2: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.
- NCh2502/3.n2000. Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental. Parte 3: Aplicación a límites de ruido.
- NCh2489.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas – Método de ingeniería en un campo esencialmente libre sobre un plano reflectante.
- NCh2585.n2001. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas – Método que requiere correcciones de entorno.
- NCh2507.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas – Método de estudio in situ.
- NCh2508.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas a partir del nivel de potencia.
- Decreto Supremo N° 75. Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 25 de junio de 2001. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C)

- b) Clasificación de las actividades de construcción.
- c) Mediciones.
- d) Elaboración de estrategia de regulación.
- e) Coordinación.

## **2. ANTECEDENTES TÉCNICOS**

En este capítulo se presenta la información recopilada con relación a las regulaciones existentes tendientes a controlar el ruido emitido por las actividades de construcción. Se consideran ordenanzas, directivas, decretos, planes, etc. Además, se presentan normas técnicas asociadas a los procedimientos de medición de emisión de las maquinarias involucradas en las faenas de construcción.

### **2.1. SITUACIÓN EN ESTADOS UNIDOS**

#### **2.1.1. Generalidades**

En Estados Unidos, las regulaciones relacionadas con emisión de ruido en faenas de construcción no están contenidas en una sola Ley u Ordenanza específica, sino que se encuentran repartidas en diversos códigos pertenecientes distintos organismos.

Hay organismos pertenecientes al gobierno federal y otros pertenecientes a cada estado o ciudad. En cada estado se pueden encontrar diferentes ordenanzas referidas al ruido.

A nivel federal, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), ha desarrollado numerosos estudios sobre emisión de ruido para algunos modelos de equipos de construcción, publicando tablas con los rangos típicos de niveles de ruido, en condiciones de operación de máxima potencia, que pueden ser usadas para hacer predicciones.

En estas tablas se distingue entre equipos utilizados para movimiento de tierra, equipos utilizados para procesar materiales, equipos estacionarios y equipos de impacto.

La EPA identifica cinco etapas consecutivas en las faenas de construcción:

- Despeje de terreno, incluyendo demoliciones, remoción de estructuras antiguas, árboles, rocas y capa vegetal.
- Excavaciones.
- Fundaciones, incluyendo compactación de suelos.
- Obra gruesa, incluyendo estructuras, muros, pisos, ventanas e instalación de tuberías.
- Terminaciones, incluyendo revestimientos, pavimentos y limpieza.

Para estas cinco fases se han desarrollado estudios de niveles de ruido, llegando a la conclusión de que las fases inicial y final son generalmente más ruidosas que las fases intermedias. Cuando se consideran estas cinco fases, se concluye además que ningún proyecto de construcción tiene niveles de ruido notablemente más altos que otro.

### 2.1.2. Contenidos Específicos

Algunas de las más representativas maquinarias de construcción, equipadas con motores de combustión interna, y sus niveles de ruido a máxima potencia, de acuerdo a la clasificación de la EPA, se presentan en la tabla siguiente, ordenadas según su uso.<sup>1</sup>

<b>Tipo de equipo</b>	<b>Nivel de presión sonora (dBA)</b>	<b>Distancia (m)</b>
<b>Movimientos de Tierra</b>		
Retroexcavadoras	74 a 92	15
Cargadores frontales	75 a 96	15
Bulldozers	70 a 95	15
Motoniveladoras	72 a 92	15
Tractores	76 a 96	15
Camiones	83 a 95	15
<b>Procesamiento de materiales</b>		
Camión mixer	74 a 87	15
Bombas concreteras	80 a 85	15
Grúas móviles	70 a 84	15
<b>Equipos estacionarios</b>		
Bombas	68 a 78	15
Generadores	70 a 84	15
Compresores	64 a 87	15
<b>Equipos de impacto</b>		
Martillos neumáticos	80 a 98	15
Equipo de pilotaje (peak)	94 a 106	15
<b>Otros equipos</b>		
Vibradores	68 a 82	15
Sierras	72 a 82	15

**Tabla 2.1:** Niveles de presión sonora a máxima potencia de algunas maquinarias de construcción (EPA).

<sup>1</sup> Environmental Protection Agency, Noise from construction equipment and operations, building equipment, and home appliances, NTID 300.1, 1971b.

También la EPA ha estudiado las principales fuentes de ruido en cada tipo de faena de construcción, identificando la contribución energética porcentual de cada equipo al nivel de ruido total de construcción. Para ello identifica cuatro tipos de faenas: residencial, obras públicas, industrial y no residencial. El término faena residencial se refiere a toda edificación destinada a vivienda; las obras públicas abarcan los tipos de construcciones que pertenecen al Estado (carreteras, puentes, túneles, etc); las faenas industriales son aquellas edificaciones destinadas a actividades industriales; y, por último, las faenas no residenciales se refieren a todas las edificaciones que no clasifican en las tres categorías anteriores, tales como locales comerciales, establecimientos educacionales, hospitalarios, deportivos, templos religiosos, etc.

La siguiente tabla describe la contribución porcentual al ruido de la faena de construcción de cada tipo de equipo, en cuatro tipos de faenas en Estados Unidos.

Tipo de equipo	<b>Contribución energética al ruido en la faena de construcción %</b>			
	Residencial	Obras Públicas	Industrial	No residencial
Excavadoras	5,6	2,2	7,1	3,5
Cargadores frontales	6,3	3	4,4	2,5
Bulldozers	10	6,8	8,9	4,8
Motoniveladoras	2	1,9	0,3	0,2
Rodillos	0,5	1,7	0,2	-
Camiones	6,3	21,5	11,3	7,7
Camión mixer	28,1	10	8,9	6,1
Grúas móviles	5,6	0,7	1	1,9
Bombas	1,3	2,7	-	3,5
Generadores	1,8	2,5	1,1	2,5
Compresores	4,6	6,1	10	16,9
Martillos neumáticos	0,8	8,5	5,1	2,5
Equipos de pilotaje	-	-	20,6	24,6
Equipos de perforación	2,2	13,8	5,1	4,8
Vibradores	4,4	-	0,6	0,4
Sierras	-	0,2	0,9	3,1

**Tabla 2.2:** Contribución porcentual al ruido de la faena de cada maquinaria o equipo.

Por otra parte, en Estados Unidos la EPA es la entidad encargada del etiquetado de productos con baja emisión de ruido, entre los cuales se encuentran las maquinarias utilizadas en faenas de construcción.

Respecto a las Ordenanzas locales de Ruido, se puede apreciar que las actividades de construcción y demolición se mencionan en algún capítulo de ellas,

pero se entregan sólo algunas indicaciones de las condiciones que deben cumplir los contratistas para no sobrepasar ciertos niveles de ruido.

Es así como en Nueva York, por ejemplo, la Ordenanza establece los días y horarios en que se puede trabajar, así como los límites máximos de nivel de ruido en las distintas zonas urbanas (comercial o residencial). Por tratarse sólo del área central correspondiente a la ciudad de Nueva York, los límites se refieren sólo a estas dos zonas.

En otras ciudades, como Montgomery, hay un capítulo de la Ordenanza de Ruidos donde se define “construcción”, como cualquier actividad temporal directamente asociada con preparación de terreno, reparación, ensamble, erección, alteración o demolición de estructuras o calles.

Luego se especifican los máximos niveles de ruido permitidos para los diferentes días y horarios, al igual que en todas las ordenanzas, pero se establece una diferencia en la exigencia niveles para los casos en que ha sido aprobado un plan de control de ruido por las autoridades.

Por último, se establece que los niveles de ruido deben ser medidos por lo menos a 50 pies de la fuente, en la posición del receptor donde el ruido sea mayor.

El análisis de algunas ordenanzas relevantes se presentará en otro párrafo, más adelante.

### **2.1.3. Ejemplo de código aplicado a ruido en construcción**

#### **PROYECTO CENTRAL ARTERY/TUNNEL (CA/T)<sup>2</sup>**

##### **2.1.3.1. Generalidades**

El proyecto Central Artery Tunnel (CA/T), en la ciudad de Boston, Estados Unidos, consiste en la construcción de una autopista subterránea que atraviesa toda el área central de la ciudad. Su programa de construcción abarca desde el año 1999 hasta el 2004 y ha sido desarrollado por la Dirección de Autopistas de Peaje de Massachussets. Con este proyecto se pretende solucionar el problema producido por el notorio cuello de botella de la carretera interestatal I-93, a su paso por la ciudad de Boston, debido a los flujos vehiculares desde y hacia el Aeropuerto Internacional Logan. De este modo la ciudad de Boston y todo el estado de Nueva Inglaterra tendrán un flujo de tráfico normal a través de esta autopista. Aparte de duplicar la capacidad de las carreteras de Boston, este proyecto también moderniza los servicios de alcantarillado e instalaciones subterráneas, lo que permitirá a la ciudad soportar su crecimiento por muchos años más.

La construcción, de más de 11 kilómetros de longitud, se ejecuta las 24 horas del día, en distintos lugares de la ciudad. Los equipos de construcción operan en las cercanías de miles de propiedades comerciales y residenciales y, en algunos

---

<sup>2</sup> Massachusetts Turnpike Authority. Central Artery/Tunnel Project. Specifications Section 721.560: Construction Noise Control

casos, a una distancia de sólo 3 metros. Se pueden encontrar cientos de actividades de construcción funcionando simultáneamente a lo largo de todo el proyecto. El rango de equipos utilizados es muy amplio incluyendo, entre otros, grúas, excavadoras, camiones tolva, bulldozers, equipos de pilotaje, martillos neumáticos, cortadoras de pavimento, camiones mixer, herramientas manuales y a propulsión neumática o a gas.

Al término del proyecto, se estima que se habrán removido más de 10 millones de metros cúbicos de material de excavación y se habrán vertido cerca de 3 millones de metros cúbicos de hormigón.

En la actualidad, esta construcción constituye el mayor proyecto de obras públicas de los Estados Unidos, por lo que las autoridades de la Dirección de Autopistas de Massachussets confeccionaron una serie de especificaciones que deben cumplirse con el propósito de disminuir el impacto sobre la comunidad.

La Sección 721.560 de estas especificaciones se refiere al Control de Ruido en la Construcción, y contiene un completo código de procedimientos que deben cumplir los contratistas, subcontratistas y proveedores.

Cabe hacer notar, además, que en las especificaciones hay un artículo especial en donde se define qué se entiende en Estados Unidos por “Ingeniero Acústico”.

Por ser este el más completo código de especificaciones encontrado en Estados Unidos, a continuación se entrega una descripción detallada.

### **2.1.3.2. Contenidos Específicos**

#### **2.1.3.2.1. Descripción de la especificación**

El objetivo de esta Sección es minimizar ruido generado por la construcción dentro de las áreas de la faena, para resguardar las áreas y comunidades adyacentes al sitio de la construcción. Con este fin, el Contratista y todos los subcontratistas y proveedores están obligados a obedecer todas las regulaciones existentes aplicables al ruido, así como los límites de nivel de ruido especificados en este documento.

Esta Sección especifica requisitos para los Planes de Control de Ruido, Plan de Monitoreo de Ruido, Monitoreo de ruido previo y durante la construcción, respuesta a las quejas de la comunidad y certificación de equipos. Además, establece que todos los requisitos de esta Sección serán vigilados por un Ingeniero Acústico aceptado por la autoridad y empleado por el Contratista.

El Contratista debe usar equipos con dispositivos eficaces de supresión de ruido y emplear otras medidas de disminución del ruido, tales como encierros y barreras necesarias para la protección del público. Además, el Contratista debe fijar el

calendario de funcionamiento de la faena y declarar la forma con que minimizará la perturbación al público en las áreas adyacentes al trabajo y a los ocupantes de edificios en la vecindad de la Obra, en la mayor medida factible.

En ningún caso las restricciones identificadas en esta Sección deben limitar la responsabilidad del Contratista para cumplir con todas las ordenanzas de seguridad locales y regulaciones del Estado o Federales.

#### **2.1.3.2.2. Términos empleados**

Este párrafo entrega una definición de los términos técnicos empleados. En general se detalla qué se entiende por Ruido, Día, Tarde, Noche, Deslindes, Sectores Sensibles al Ruido, Molestia por Ruido, Ruido de Fondo, dB(A),  $L_{max}$ ,  $L_{eq}$ ,  $L_{10}$ , y Ruido Impacto.

#### **2.1.3.2.3. Aprobaciones**

Se establece que el Contratista debe proporcionar el nombre, dirección, y calificaciones del Ingeniero Acústico, para la revisión de sus antecedentes y la aceptación por parte de las autoridades. Esta exigencia debe cumplirse antes de preparar los Planes de Control y Monitoreo de Ruido, antes de haber realizado cualquier monitoreo de ruido, o previo a comenzar cualquier actividad de la construcción.

Se debe someter el Plan de Monitoreo de Ruido para la revisión y aceptación, antes del comienzo de la construcción.

Antes de realizar cualquier monitoreo de ruido, se debe contar con un certificado de conformidad del equipo de monitoreo, emitido por un laboratorio de calibración autorizado. Los certificados deben ser actualizados junto con calibraciones efectuadas anualmente, o cada vez que se realicen reparaciones al instrumento, durante todo el período de vigencia del Contrato.

Se debe someter un Plan de Control de Ruido cada 6 meses para su revisión y aceptación. La primera de estas obligaciones debe referirse a las mediciones de ruido de fondo como lo disponga el Ingeniero, y se requiere antes de comenzar la construcción y nunca más tarde que 60 días después del Aviso de Iniciación de Actividades. Es obligatoria una actualización del Plan de Control de Ruido cada 6 meses, después de la fecha de presentado el Plan Inicial de Control de Ruido, o más frecuentemente, cuando cambien substantivamente las condiciones u horas de trabajo respecto de las condiciones descritas en un Plan de Control de Ruido previamente aceptado.

Se deben efectuar Informes de Medición de Ruido semanalmente durante la construcción. Los informes semanales incluirán todos los niveles de ruido

obtenidos durante la semana anterior, e incluir la descripción de los métodos de construcción, los mecanismos de contestación de quejas, y las medidas de certificación de equipos.

Se debe entregar bosquejos, cálculos, datos materiales, y otras descripciones para las medidas de disminución de ruido identificadas en el Plan de Control de Ruido, o acreditar el uso de Barreras del Ruido Temporales, Encierros Acústicos o Cortinas de Control de Ruido. Los dibujos y cálculos deben ser firmados por un Ingeniero Profesional Registrado ante las autoridades de Massachusetts.

#### **2.1.3.2.4. Limitaciones**

##### **A. Niveles de Ruido**

Los niveles sonoros registrados de día, tarde y noche en los lugares sensibles al ruido, no excederán los límites de ruido de especificados en la Tabla 2.3.

Los equipamientos empleados, bajo condiciones de operación de plena carga, no excederán los límites de ruido  $L_{max}$  especificados en la Tabla 2.4. Los límites de emisión de ruido especificados en la Tabla 2.4 se aplicarán a cualquier operación en el que el equipo está comprometido. La Tabla 2.4 también proporciona una distinción acerca de lo que se considera como equipo que emite ruido impacto o ruido continuo.

El trabajo se realizará de manera prevenir situaciones de molestia, como ruidos que exhiben un tono o frecuencia audible específica (ej. las alarmas de retroceso de las máquinas, chillido del freno, etc.), o ruido de impacto (ej. martillos neumáticos). El Ingeniero hará cualquier interpretación final respecto a si existen o no las condiciones de molestia de ruido. El Ingeniero tiene la autoridad para detener la obra hasta que el problema de molestia de ruido esté resuelto, sin que ello signifique tiempo adicional o compensación para el Contratista.

##### **B. Funcionamiento de Equipos**

El uso de Máquina de Impacto para Pilotes se prohíbe durante las tardes y horas de la noche (es decir, de 6 PM a 7 AM).

Se prohíbe el uso de Máquina vibratoria para pilotaje durante el período de la noche (es decir, de 10 PM a 7 AM).

Todos los Martillos Neumáticos, Sierras Rompepavimentos usados en el sitio de la construcción deben ser cubiertos con pantallas, encierros acústicos, o barreras de ruido.

El uso de todos los dispositivos de impacto, incluidos los demoledores, martillos neumáticos, dispositivos cinceladores, y rompepavimentos, se prohíbe durante las

horas de la noche (es decir 10 PM a 7 AM). Cualquier uso necesario de dispositivos de impacto entre 10 PM y 7 AM será revisado de antemano por el Ingeniero y sólo se permitirá como una excepción con la suficiente justificación.

Los contratistas usarán las vías provisionarias autorizadas de circulación interna del CA/T, para minimizar la emisión de ruido a las áreas residenciales y otros sitios con receptores sensibles al ruido.

Todo equipo con alarmas de retroceso operado por el Contratista, proveedores y subcontratistas en el sitio de la construcción, debe estar equipado con alguna alarma audible de retroceso autoajustable sensible al ruido ambiente, o alarma manualmente ajustable. Las alarmas sensibles al ruido ambiente se ajustarán automáticamente a un máximo de 5 dB(A) por encima de los niveles de ruido de fondo circundantes. Las alarmas manualmente ajustables se operarán al mínimo nivel audible sobre el ruido circundante. La instalación y uso de las alarmas serán consistentes con los requerimientos de rendimiento de la Sociedad de Ingeniería Automotora (SAE) J994, J1446, y las regulaciones de OSHA.

Por las regulaciones estatales, el tiempo en que los camiones pueden permanecer ociosos, con sus motores funcionando dentro de la obra, se limita a un máximo de 5 minutos.

<b>Posición de Monitoreo de Ruido, según el uso de suelo</b>	<b>Nivel L10 (dBA)<sup>(b)</sup> (el mayor nivel entre éstos)</b>	<b>Nivel Lmax (dBA)<sup>(b)</sup></b>
<b>HORARIO DIURNO (7 AM A 6 PM)</b>		
Posiciones Sensibles al ruido	75 ó ruido de fondo + 5 <sup>(c)</sup>	85 <sup>(c)</sup> ; 90 (equipo de impacto)
Áreas Comerciales	80 ó ruido de fondo + 5 <sup>(c)</sup>	Ninguno
Áreas Industriales	85 ó ruido de fondo + 5 <sup>(c)</sup>	Ninguno
<b>HORARIO TARDE (6 PM A 10 PM)</b>		
Posiciones Sensibles al ruido	<u>Ruido de fondo + 5</u>	85
Áreas Comerciales	Ninguno	Ninguno
Áreas Industriales	Ninguno	Ninguno
<b>HORARIO NOCHE (10 PM A 7 AM)</b>		
Posiciones Sensibles al ruido (ruido de fondo < 70 dBA)	<u>Ruido de fondo + 5</u>	80
Posiciones Sensibles al ruido (ruido de fondo > 70 dBA)	Ruido de fondo + 3	80
Áreas Comerciales	Ninguno	Ninguno
Áreas Industriales	Ninguno	Ninguno

**Tabla 2.3:** Límites de Ruido de Construcción en los Deslindes<sup>(a)</sup>

NOTAS

(a) Los límites de ruido en el deslinde se aplicarán a todos los puntos del receptor a lo largo del deslinde

(b) Todas las mediciones se tomarán en el deslinde del afectado. En situaciones donde el sitio de trabajo esté a menos de 50 pies de un deslinde, la medición se tomará de un punto a lo largo del deslinde tal que se mantenga una distancia de 50 pies entre el sonómetro y la actividad de la construcción a ser monitoreada.

(c) El ruido de equipos de impacto está exento de este requisito.

<b>Tipo de equipo</b>	<b>Nivel L<sub>max</sub> (dBA)<sup>1,2</sup></b>	<b>Impacto/Continuo</b>
Soldadora al arco	73	Continuo
Equipo de Perforación	85	Continuo
Retroexcavadora	80	Continuo
Compresor <sup>3</sup>	70	Continuo
Compresor (otros)	80	Continuo
Camión mixer	85	Continuo
Bomba Concretera	82	Continuo
Vibrador de hormigón	80	Continuo
Grúa	85	Continuo
Bulldozer	85	Continuo
Excavadora	85	Continuo
Cargador frontal	80	Continuo
Generador	82	Continuo
Generador (25 KVA o menos)	70	Continuo
Motoniveladora	85	Continuo
Martillo neumático demoledor	85	Impacto
Martillo demoledor montado	90	Impacto
Equipo de pilotaje	95	Impacto
Bombas	77	Continuo
Tractor	84	Continuo
Camión Tolva	84	Continuo
Compactador vibratorio	80	Continuo
Todo otro equipo con motor más grande que 5 HP	85	Continuo

**Tabla 2.4:** Límites de emisión de ruido de equipos de construcción a 50 pies.

NOTAS:

1. Medido a 50 pies del equipo de construcción, con constante de tiempo slow (1 seg.).
2. Límites de ruido aplicados al total de ruido emitido por el equipo y sus componentes asociados, operando a plena potencia mientras se hace funcionar intencionalmente.
3. Compresor de aire portátil de 75 cfm o mayor, operando a una presión mayor que 50 psi.

### **2.1.3.2.5. Ingeniero Acústico**

- A. El ingeniero Acústico identificado en este Artículo vigilará todos los requisitos de esta Sección. Éstos incluyen la preparación y aplicación del Plan de Monitoreo de Ruido y Planes de Control de Ruido, las certificaciones de ruido de equipos, la supervisión de los métodos de construcción y la respuesta a las quejas.
  
- B. El Ingeniero Acústico tendrá las calificaciones mínimas siguientes:
  - 1. Bachiller en Ciencias, o un grado académico más alto, de un programa calificado en ingeniería, física, o arquitectura ofrecido por una universidad acreditada o college, y cinco años de experiencia en ingeniería de control de ruido y análisis de ruido de construcción; o matrícula vigente como Miembro pleno o Miembro certificado por el Consejo, en el Instituto de Ingeniería de Control de Ruido (INCE).
  - 2. Experiencia demostrable como responsable de la preparación e implementación de planes de monitoreo y control de ruido en construcción, en proyectos de construcción del área urbana, cálculo de niveles de ruido en construcción, diseño y supervisión de la aplicación de medidas de disminución de ruido de construcción.
  
- C. Si por cualquier causa, a juicio del Ingeniero de la obra, la calidad del Ingeniero Acústico demuestra ser repetidamente inaceptable, entonces el Ingeniero puede requerir la acreditación y selección de un Ingeniero Acústico alternativo que reúna los requisitos de este Artículo.

### **2.1.3.2.6. Plan de Monitoreo**

- A. El Plan de Monitoreo de Ruido describe y reporta el procedimiento de monitoreo de ruido a ser usado durante la construcción. El Plan debe ser preparado y llevar la firma del Ingeniero Acústico y se someterá a la aprobación del Ingeniero de la obra. Los equipos generadores de ruido no se operarán antes de la aceptación del Plan de Monitoreo de Ruido.
  
- B. El Plan de Monitoreo de Ruido identificará y describirá lo siguiente en detalle:
  - 1. Ubicaciones del receptor donde se realizará el monitoreo de ruido. Incluye bosquejos de todas las situaciones.
  - 2. Tipo de dispositivo de medición de niveles de ruido que se usará.
  - 3. Métodos y procedimientos de monitoreo de ruido que se usarán.

4. Procedimiento de respuesta (medidas de mitigación) y acciones a realizar cuando cualquier nivel de ruido de equipo que exceda los límites del ruido especificados en esta Especificación.
5. Contestación de las quejas y procedimientos de solución de problemas.

#### **2.1.3.2.7. Plan de Control de Ruido.**

- A. El Plan de Control de Ruido describe el procedimiento para predecir los niveles de ruido de la construcción antes de realizar las actividades de construcción, y describe las medidas de reducción de ruido requeridas para cumplir con las limitaciones de nivel de ruido y minimizar las condiciones de molestia de ruido. El Plan debe ser preparado y llevar la firma del Ingeniero Acústico, y se someterá a consideración del Ingeniero de la obra, como se especificó en el párrafo 2.1.3.2.3. Los equipos generadores de ruido no se operarán antes de la aceptación del primer Plan de Control de Ruido. El Plan de Control de Ruido inicial se requiere no más tarde que 60 Días después de Aviso de Iniciación de Actividades. Los Planes de Control de Ruido actualizados serán después de esto reevaluados cada seis meses, o siempre que las actividades u horarios de la construcción hayan cambiado significativamente.
- B. El Plan debe incluir:
  1. Contratos específicos de compromisos de control de ruido, confeccionados previamente en el Proyecto.
  2. Descripción anticipada de las actividades de la construcción.
  3. Inventario de equipos de la construcción y los niveles de ruido asociados.
  4. Cálculos de Niveles de Ruido

Se efectuarán cálculos para predecir el ruido de construcción aplicable durante el día, el atardecer y el período de la noche. Los cálculos se harán donde el ruido emitido por cualquier equipo cause el mayor nivel del ruido para cada tipo de uso de suelo, para un período de tiempo dado. El Contratista proporcionará los resultados en un Formato con los cálculos incluidos debajo de los resultados, y con las situaciones para los cálculos indicados en el boceto del sitio. El procedimiento de cálculo de niveles de ruido será el siguiente:

a. Cálculo de  $L_{max}$ :

1. El máximo nivel de ruido del equipo en el punto más cercano al deslinde del terreno, para cada ítem del equipamiento usado, se calcula con la ecuación siguiente:

$$L_{\max}(\text{equipo}) = E.L. - 20\log_{10}\left[\frac{D}{50}\right]$$

donde:

*E.L.* es el nivel de emisión de ruido estimado a 50 pies, en dBA.

*D* es la distancia del equipo al punto más cercano al deslinde, en pies, pero que no debe ser menos de 50 pies.

2. Considerando que el nivel de ruido máximo producido por cada parte o pieza del equipo no puede ocurrir simultáneamente, el máximo nivel de ruido global de construcción se obtiene de la parte más ruidosa del equipo con la ecuación siguiente:

$$L_{\max}(\text{global}) = \text{MAX} [L_{\max}(\text{equipo})]$$

b. Cálculo de  $L_{eq}$ :

1. El nivel de ruido equivalente  $L_{eq}$  en el punto más cercano al deslinde, para cada ítem del equipamiento usado, se calcula con la ecuación siguiente:

$$L_{\max}(\text{equipo}) = E.L. - 20\log_{10}\left[\frac{D}{50}\right] + 10\log[U.F.]$$

donde:

*E.L.* y *D* se definen en forma análoga al artículo anterior.

*U.F.* es el "factor del uso", y se usa para promediar en el tiempo los niveles de ruido asociados con un parte del equipo en operación. El *U.F.* se expresa como el fragmento de tiempo en que el equipo se opera a plena potencia mientras permanece en la faena. Este factor será estimado por el Contratista o el Ingeniero Acústico. Las pautas para la selección de factores de uso son proporcionadas por la Agencia de la Protección del Ambiente de los Estados Unidos ("Ruido de Equipos y Operaciones de Construcción, Equipos de Edificación y Aparatos Domésticos", Informe de la Agencia de Protección del Ambiente NTID 300.1, del 31 de diciembre de 1971).

2. Las contribuciones individuales de cada parte del equipo para obtener el  $L_{eq}$  global de construcción en el deslinde, se calculan como sigue:

$$L_{eq}(global) = 10 \log 3 * 10^{\left(\frac{L_{eq}(equipo)}{10}\right)}$$

- c. Cálculo de  $L_{10}$ :

Finalmente, apoyándose en estudios de ruido de construcción anteriores, se calcula el nivel global de ruido estimado  $L_{10}$ , simplemente agregando 3 dB(A) al  $L_{eq}$  global, según la siguiente ecuación:

$$L_{10}(global) = L_{eq}(global) + 3 \text{ dB(A)}$$

## 5. Cálculos de Nivel de Ruido Límite

Los cálculos para determinar los límites de nivel de ruido  $L_{10}$  en el deslinde, aplicables durante el día, el atardecer y los períodos de la noche se basan en el ruido de fondo. Los cálculos se realizan en las ubicaciones del receptor definidas en el Plan de Monitoreo de Ruido.

- a. Se determinan los límites de nivel de ruido  $L_{10}$ , para los períodos de día, tarde y noche, de lunes a sábado, de la Tabla 2.3, basado en los niveles de ruido de fondo  $L_{10}$  (según lo haya determinado el Ingeniero) para cada período de tiempo.
  - b. Se determinan los límites de niveles de ruido  $L_{10}$  durante el domingo, agregando 5 dB(A) a los datos de ruido de fondo del domingo (según lo haya establecido el Ingeniero) para tres períodos de tiempo: de las 12 de la noche a las 7 AM, de 7 AM a 6 PM, y de 6 PM hasta las 12 de la noche.
  - c. Los límites de nivel de ruido  $L_{max}$  son los límites absolutos de la Tabla 2.3 y no consideran las condiciones de ruido de fondo.
- ## 6. Un bosquejo del sitio de la construcción indicando lo siguiente:
- a. Nombre y número de Contrato, nombre de Contratista, fecha, escala, lista de símbolos, y dirección de Norte.

- b. Posiciones del equipamiento de construcción, indicado por códigos usados en la columna (a), Figura 3.1.
  - c. Todas las ubicaciones de receptor del ruido cercanas al sitio de la construcción, como se especifica en el Plan de Monitoreo de Ruido.
  - d. Posiciones y tipos de medidas de reducción de ruido que pueden requerirse para demostrar el cumplimiento de los límites de ruido.
7. Una tabla resumen con un listado anticipado de los niveles de ruido de construcción que se mantendrán mitigados, si están garantizados, y los niveles que no estarán mitigados, para todas las posiciones del receptor de ruido (de acuerdo al Plan de Monitoreo de Ruido). En la tabla debe estar identificado cada receptor y el criterio apropiado para definir los deslindes (Tabla 2.3).
8. Si es necesario para cumplir con los límites de emisión de ruido de equipos, como se especifica en las Tablas 2.3 y 2.4, se debe incluir una descripción de las medidas de reducción de ruido. Las medidas de reducción de ruido pueden incluir los materiales y equipos de reducción de ruido listados en el Artículo 2.1.3.2.9.3, y los métodos de reducción de ruido listados en el Artículo 2.1.3.2.10.3 de esta Sección. Si se requieren medidas de reducción de ruido, se debe volver a calcular los niveles del ruido en los deslindes donde se efectúa el monitoreo de ruido, usando las medidas anticipadas de reducción de ruido y agregando los resultados en la Figura 2.2.
9. Deben proponerse medidas de mitigación de ruido donde se anticipen niveles del ruido excesivos. Los efectos positivos de la reducción de ruido debido a las medidas de mitigación deben predecirse cuantitativamente, y debe demostrarse el cumplimiento de los límites del ruido especificados en la Tabla 2.3, con los resultados de los niveles del ruido mitigados.
10. Incluir cualquier tipo de dibujo, bosquejo o cálculo apropiado, que demuestre los beneficios de la reducción de ruido anticipada.

**FORMATO DE PRESENTACIÓN DEL PLAN DE CONTROL DE RUIDO**  
(EN DUPLICADO)

**PARTE A: INVENTARIO DE EQUIPOS**

Contrato N°: \_\_\_\_\_ Nombre del Contrato: \_\_\_\_\_ Contratista: \_\_\_\_\_  
 Sitio de Faena: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
 Aprobar cada 6 meses

(ADJUNTAR ESQUEMA DEL SITIO DE FAENA)

Código (a)	Equipamiento				Límite de Ruido (dBA) (f)	Ruido Estimado a 50' (dBA) (g)	Fecha de Inicio (h)	Fecha de Término (i)	Uso Diario (Día/Tarde/ Noche) (j)
	Categoría (b)	Modelo (c)	ID# (d)	HP (e)					
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N
									D/T/N

**FIGURA 2.1:** Plan de Control de ruido - inventario de equipos



### **2.1.3.2.8. Certificación de ruido de equipos**

- A. El equipamiento de construcción a ser certificado incluye cualquier equipo de los tipos listados en la Tabla 2.4 instalado in-situ. Los límites de emisión del ruido de la Tabla 2.4 se aplicarán al Contratista y al equipo de subcontratistas.
- B. Todos los equipos de la construcción que reúnan los requisitos descritos anteriormente serán probados usando los procedimientos especificados en el Artículo 2.1.3.2.10.5 de esta Sección para asegurar el cumplimiento del equipo con los límites de ruido  $L_{max}$ , mostrados en la Tabla 2.4. La certificación de ruido de equipo será vigilada por el Ingeniero Acústico y los certificados se pondrán a disposición del Ingeniero de la obra, como se especificó en el párrafo 2.1.3.2.3.
- C. Se probarán los equipos cada 6 meses mientras estén en uso y también estarán sujetos a pruebas periódicas de cumplimiento, siempre que la evidencia de incumplimiento sea aparente. Las pruebas se realizarán como se describe en el Artículo 2.1.3.2.10.5 de esta Sección.
- D. Para el equipamiento que no tenga una certificación de ruido válida actualizada en los archivos del Ingeniero de la obra, o para equipos que no aprueben el test de ruido al azar (es decir, que excedan los límites de emisión a 50 pies en la Tabla 2.4) se exigirá el cese de funcionamiento hasta que puedan llevarse a cabo las medidas de mitigación adecuadas.

### **2.1.3.2.9. Materiales.**

#### **2.1.3.2.9.1. Generalidades.**

- A. Todos los equipos y materiales especificados en esta parte seguirán siendo de propiedad del Contratista o los subcontratistas del Contratista, vendedores, y proveedores, según sea el caso.

#### **2.1.3.2.9.2. Equipamiento de Monitoreo de Ruido.**

- A. Todas las mediciones de ruido se realizarán con un sonómetro Tipo 1 (Precisión) o Tipo 2 (Propósito General) como se define en la revisión actual de la ANSI Standard S1.4.
- B. El sonómetro será capaz de medir nivel de ruido en dB(A) y operar con respuesta Lenta (Slow).
- C. Los sonómetros serán capaces de medir  $L_{max}$  y  $L_{10}$  en intervalos superiores a 20 minutos, en terreno, sin necesidad de post-procesar los datos.

- D. Todos los sonómetros, micrófonos, y calibradores deberán contar con un certificado de conformidad de calibración de laboratorio, realizado por lo menos una vez un año. El certificado la calibración se pondrá a disposición del Ingeniero de la obra.
- E. El sonómetro permanecerá in-situ y estará accesible en todo momento.

### **2.1.3.2.9.3. Materiales y Equipos de Reducción de Ruido**

- A. Los materiales de reducción de ruido pueden ser nuevos o usados. Los materiales usados serán de calidad y estarán acondicionados para realizar la función diseñada.
- B. Los equipos y materiales de reducción de ruido pueden incluir, pero no limitarse a:
  - 1. Pantallas, envoltorios, o silenciadores de escape o succión.
  - 2. Material amortiguador de ruido para revestir tolvas, depósitos, cintas transportadoras, cajas del almacenamiento, o ductos.
  - 3. Barreras de ruido que usen materiales acordes a los materiales de Barreras de Ruido Temporales que se especifican en el Artículo 2.1.3.2.9.4 de esta Sección.
  - 4. Cortinas de ruido que utilicen materiales consistentes de acuerdo a los materiales de Cortinas de Control de Ruido que se especifican en Artículo 2.1.3.2.9.6 de esta Sección.
- C. Todo equipo con alarmas de retroceso operado por el Contratista, proveedores y subcontratistas en el sitio de la construcción, debe estar equipado con alguna alarma audible de retroceso autoajutable sensible al ruido ambiente, o alarma manualmente ajustable. Las alarmas sensibles al ruido ambiente se ajustarán automáticamente a un máximo de 5 dB(A) por encima de los niveles de ruido de fondo circundantes. Las alarmas manualmente ajustables se operarán al mínimo nivel audible sobre el ruido circundante. La instalación y uso de las alarmas serán consistentes con los requerimientos de rendimiento de la Sociedad de Ingeniería Automotora (SAE) J994, J1446, y las regulaciones de OSHA.
- D. Todo los equipos utilizados en el sitio de la construcción, incluyendo los Martillos neumáticos y Rompepavimentos, tendrán los sistemas de escape y silenciadores que hayan sido recomendadas por el fabricante para mantener el ruido asociado más bajo.

E. La red de energía local se usará donde sea factible, para limitar ruido producido por los generadores. Ningún generador más grande que 25 KVA podrá ser usado y, donde sea necesario un generador, tendrá que contar con silenciador y deberá cumplir con los límites máximos de emisión de ruido especificados en la Tabla 2.4.

#### **2.1.3.2.9.4. Barreras de ruido temporales**

A. Se construirán Barreras Temporales de placa de terciado de Tablero de Densidad Media (MDO) de ¾" de espesor, o de otro material de utilidad equivalente y que tenga una masa superficial de 2 lb/pie<sup>2</sup> (10 kg/m<sup>2</sup>) o mayor. Las barreras del ruido temporales tendrán una Clase de Transmisión Sonora STC-30, o mayor, basado en datos certificados de pérdida de transmisión tomados según la norma ASTM Método E90.

B. Las barreras temporales se revestirán, por lo menos en un lado, con fibra de vidrio, lana mineral, u otro tipo similar de cortina de material absorbente de ruido, de 2 pulgadas de espesor como mínimo, con un Coeficiente de Reducción de Ruido NRC-0.85, o mayor, basado en datos certificados de coeficiente de absorción tomados según la norma ASTM Método C423.

C. Los materiales usados para las barreras temporales serán suficientemente durables para resistir todo el período de vigencia de este Contrato de Construcción, y se efectuarán las reparaciones necesarias permanentemente.

#### **D. Detalles de Construcción**

1. Se fijarán los tableros para soportar los marcos construidos en secciones para proporcionar una barrera móvil. Además se deberá contar con otros apoyos diseñados para resistir cargas de viento de 80 mph más un 30% de factor de ráfaga.
2. Cuando se unen secciones de la barrera, las uniones que aparecen a los lados de la barrera serán niveladas unas con otra. Los huecos entre las unidades de la barrera, y entre el extremo inferior que se forma entre la barrera y el terreno, se cerrarán con material que llenará los huecos completamente, y suficientemente denso para atenuar el ruido.
3. La altura de la barrera se diseñará para romper la línea de vista y proporcionar una pérdida de inserción de 5 dB(A), por lo menos, entre el ruido producido por el equipo y el nivel de mitigación de ruido requerida por el receptor. Si por razones prácticas o de viabilidad, lo cual está sujeto a la revisión y aprobación del Ingeniero de la obra, no puede construirse una barrera para proporcionar atenuación de ruido en todas las situaciones, entonces debe construirse a la altura más alta posible.

E. Las barreras acústicas prefabricadas están disponibles en distintos proveedores. Un diseño de barrera equivalente puede someterse a aprobación, como se especificó en el Párrafo 2.1.3.2.3, en lugar de la barrera de contrachapado descrita anteriormente.

#### **2.1.3.2.9.5. Barrera de Encierro Acústico**

##### **A. Materiales**

1. La barrera de encierro acústico consistirá de un material compuesto durable, flexible que posee una capa de material absorbente por un lado.
2. La capa de barrera de ruido consistirá en material rugoso, impermeable, con una masa superficial de por lo menos 1 lb/pie<sup>2</sup> (5 kg/m<sup>2</sup>). El material absorbente incluirá una capa protectora y se fijará firmemente a un lado de la barrera flexible sobre toda la superficie.
3. El material acústico usado será resistente al clima y debe mantenerse firme durante toda la construcción. El material tendrá una resistencia a la ruptura mínima de 120 lb/pulgada y una resistencia a la rajadura mínima de 30 lb/pulgada, según la norma ASTM D117. Basado en los mismos procedimientos de prueba, el material absorbente del paramento tendrá una resistencia a la ruptura mínima de 100 lb/pulgada y una resistencia a la rajadura mínima de 7 lb/pulgada.
4. El material acústico será resistente a la corrosión por la mayoría de los ácidos, alcalinos suaves, sales, aceites, y grasas.
5. El material acústico será retardante de fuego y deberá ser aprobado por el Departamento de Fuego de la Ciudad de Boston antes de la instalación. También será resistente al moho, a prueba de insectos, y no higroscópico.
6. El material acústico tendrá una Clase de Transmisión Sonora de STC-25 o mayor, basado en datos certificados de pérdida de transmisión tomados según la norma ASTM Método E90. También tendrá un Coeficiente de Reducción de Ruido de NRC-0.70 o mayor, basado en datos certificados de coeficiente de absorción tomados según la norma ASTM Método C423.
7. El Contratista someterá el nombre del fabricante, propiedades del material a ser usado, y dos muestras de 1pie<sup>2</sup> al Ingeniero de la obra para su revisión, antes de la aprobación del diseño, y entregará además los detalles de ingeniería, como se especificó en Párrafo 2.1.3.2.3.

## B. Detalles de Construcción

1. La barrera de encierro acústico se diseñará en forma similar al ejemplo mostrado en el documento, " Pautas y Especificaciones de Control de Ruido en Construcción."
2. El material acústico se instalará en segmentos verticales y horizontales, con los segmentos verticales cubriendo la altura total del encierro. Todas las juntas tendrán un traslape mínimo de 2 pulgadas y se sellarán usando costuras dobles. Se realizarán detalles de la construcción según las recomendaciones del fabricante.
3. El Contratista será el responsable del diseño y detallará el armazón y los apoyos suficientes, los lazos, métodos de fijación, y otros elementos requeridos para la construcción apropiada de la barrera de encierro acústico.
4. El diseño y los detalles para el armazón y los apoyos de la barrera de encierro acústico se preparará y será firmado por un Ingeniero Profesional autorizado en la Comunidad de Naciones de Massachussets. El Contratista someterá el diseño y los planos de detalle de ingeniería al Ingeniero de la obra, como se especificó en Párrafo 2.1.3.2.3.

### 2.1.3.2.9.6. Cortinas de Control de Ruido

#### A. Materiales

1. La cortina de control de ruido consistirá de un material compuesto durable, flexible que posee una capa de material absorbente por un lado. La capa de barrera de ruido consistirá en material rugoso, impermeable, con una masa superficial de por lo menos 1 lb/pie<sup>2</sup> (5 kg/m<sup>2</sup>). El material absorbente incluirá una capa protectora y se fijará firmemente a un lado de la barrera flexible sobre toda la superficie.
2. El material usado para la cortina de control de ruido será resistente al clima y debe mantenerse firme durante toda la construcción. El material tendrá una resistencia a la ruptura mínima de 120 lb/pulgada y una resistencia a la rajadura mínima de 30 lb/pulgada, según la norma ASTM D117. Basado en los mismos procedimientos de prueba, el material absorbente del paramento tendrá una resistencia a la ruptura mínima de 100 lb/pulgada y una resistencia a la rajadura mínima de 7 lb/pulgada.
3. El material de la cortina de ruido será resistente a la corrosión por la mayoría de los ácidos, alcalinos suaves, sales, aceites, y grasas. También será resistente al moho, a prueba de insectos, y no higroscópico.

4. El material de cortina de ruido será retardante de fuego y deberá ser aprobado por el Departamento de Fuego de la Ciudad de Boston antes de la instalación.
5. La cortina de control de ruido tendrá una Clase de Transmisión Sonora de STC-30 o mayor, basado en datos certificados de pérdida de transmisión tomados según la norma ASTM Método E90. También tendrá un Coeficiente de Reducción de Ruido de NRC-0.85 o mayor, basado en datos certificados de coeficiente de absorción tomados según la norma ASTM Método C423.
6. El Contratista someterá el nombre del fabricante, propiedades del material a ser usado, y dos muestras de 1pie<sup>2</sup> al Ingeniero de la obra para su revisión, antes de la aprobación del diseño, y entregará además los planos de ingeniería, como se especificó en Párrafo 2.1.3.2.3.

#### B. Detalles de Construcción

1. Las cortinas de control de ruido se diseñarán en forma similar al ejemplo mostrado en el documento, " Pautas y Especificaciones de Control de Ruido en Construcción." Las cortinas se afianzarán sobre el terreno, y en los a los puntos de intermedios tendrá una armazón y apoyos diseñados para resistir cargas de viento de 80 mph, más un 30% de factor de ráfaga.
2. Las cortinas se instalarán en segmentos verticales y horizontales con los segmentos verticales cubriendo toda la altura de la cortina hasta el piso. Todas las costuras y las juntas tendrán un mínimo de 2 pulgadas de traslapo y se sellarán usando velcro o usando ojales dobles espaciados 12 pulgadas entre sí. Las cortinas se fijarán al armazón con cables de alambre. Se realizarán detalles de la construcción según las recomendaciones del fabricante.
3. La altura de la cortina se diseñará para romper la línea de vista y para proporcionar una pérdida de inserción de 5 dB(A), por lo menos entre el ruido producido por el equipamiento y el requerimiento de mitigación más alto del receptor. Si por razones prácticas o de viabilidad –lo cual debe estar sujeto a la revisión y aprobación del Ingeniero de la obra- un sistema de cortina no puede construirse para proporcionar disminución del ruido en todas las situaciones, entonces debe construirse a la altura más alta posible.
4. El Contratista será responsable del diseño y detallará el armazón y los apoyos suficientes, los lazos, métodos de fijación, y otros elementos requeridos para la instalación apropiada de las cortinas de control de ruido.
5. El diseño y detalles para el armazón y los apoyos de la cortina de control de ruido será preparado y firmado por un Ingeniero Profesional autorizado en

la Comunidad de Naciones de Massachussets. El Contratista someterá el diseño y los planos de detalle de ingeniería al Ingeniero de la obra, como se especificó en Párrafo 2.1.3.2.3.

### **2.1.3.2.10. Métodos de Construcción**

#### **2.1.3.2.10.1. Métodos de Monitoreo de Ruido**

##### **A. Generalidades**

1. El sonómetro y los calibradores acústicos se calibrarán y serán certificados anualmente por el fabricante u otro laboratorio de certificación acústica independiente. El sonómetro será calibrado en campo libre usando un calibrador acústico, según las especificaciones del fabricante, antes y después de cada medición.
2. Todas las mediciones se realizarán con filtro de ponderación A y respuesta Lenta (Slow) del sonómetro.
3. El micrófono de medición se protegerá con una pantalla anti viento apropiada, se localizará a 5 pies sobre el terreno, y estará por lo menos a 5 pies de distancia de la superficie acústicamente reflectora más cercana.
4. No se realizará monitoreo de ruido durante con lluvia o cuando las velocidades del viento sean mayores que 15 mph, a menos que el micrófono esté protegido de modo de evitar los efectos acústicos negativos de la lluvia y los vientos altos.

##### **B. Monitoreo de Ruido de Fondo**

1. El ruido de fondo se debe haber medido durante por lo menos 24 horas, en 2 días no consecutivos, de lunes a sábado, y un domingo en las posiciones de monitoreo del receptor, tal como fue especificado en párrafo 2.1.3.2.6, antes del comienzo de la construcción.

##### **C. Monitoreo de Ruido de Construcción**

1. Las mediciones de nivel de ruido deberán ser tomadas en cada posición sensible al ruido durante el desarrollo de las actividades, al menos una vez por semana, durante los períodos aplicables de día, tarde y noche. Toda otra posición de monitoreo de ruido, como fue especificado en el párrafo 2.1.3.2.6., se medirá por lo menos una vez cada semana durante el período del día.
2. El período de tiempo para cada medición de ruido será de 20 minutos.

3. Las medidas de ruido de construcción coincidirán con los períodos de día, tarde y noche de máxima actividad de la construcción generadora de ruido, y se realizará durante la fase de la construcción o actividad que tenga el mayor potencial para exceder los límites de nivel de ruido especificados en el Artículo 2.1.3.2.4 de esta Sección. Se realizarán mediciones de ruido para cumplir los límites del ruido de la Tabla 2.3, en el punto del deslinde más cercano a la actividad de la construcción.
4. Si, a juicio de la persona que realiza las mediciones, hay fuentes externas que contribuyen significativamente al nivel del ruido medido, las mediciones se repetirán con las mismas contribuciones de la fuente externa, cuando la construcción esté inactiva, para determinar la contribución al nivel de ruido del fondo.
5. Todas las mediciones se tomarán en el deslinde del afectado. En situaciones donde el sitio de trabajo esté a menos de 50 pies de un deslinde, la medición se tomará en un punto a lo largo del deslinde, tal que se mantenga una distancia de 50 pies entre el sonómetro y la actividad de la construcción a monitorear.
6. Se mantendrán dos aparatos monitores de ruido durante las 24 horas en el deslinde del receptor de ruido y se cambiarán entre las posiciones que correspondan a la actividad de la construcción de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero de la obra. Estos monitores serán capaces de registrar los valores  $L_{max}$  y  $L_{10}$ , en intervalos de 20 minutos, sobre un período de 24 horas. Estos monitores serán durables y estarán encerrados en carcasas resistentes al clima, y protegidos de una manera tal que prevenga el vandalismo. Los datos se transmitirán y se someterán a aprobación, como se ha especificado en el Párrafo 2.1.3.2.3.

#### **2.1.3.2.10.2. Informes**

- A. Se registrarán el Ruido de Fondo, Ruido de Construcción, y Respuesta a las Quejas en un Formato especial, según la Figura 2.3. Se anotará también el tipo de medición.
- B. Se representarán gráficamente veinticuatro horas de medición mostrando los niveles de ruido  $L_{10}$  y  $L_{max}$  versus tiempo a lo largo del deslinde con el criterio apropiado de límite (de la Tabla 2.3) correspondiente al período de día, tarde, y noche.
- C. Se entregará un croquis o diagrama de la posición exacta de la medición de ruido, en la parte de abajo de la Figura 2.3. Incluir la posición y distancia de la medición del ruido en relación a la posición de monitoreo de ruido especificada en el Párrafo 2.1.3.2.6.

- D. Se identificarán todos los equipos de la construcción que operan durante el período de monitoreo, y la posición se graficará en el esquema incluido en la parte de abajo de la Figura 2.3. El boceto incluirá la distancia entre la posición de medición de ruido y el equipo de la construcción.
- E. Todas las actividades que ocurren mientras se están realizando las mediciones de ruido se anotarán en el área "Notas de Terreno" de la Figura 2.3. Por ejemplo, "tráfico pesado pasando cerca del sonómetro" Además, cualquier nivel del ruido de 85 dB(A) o mayor requiere una explicación.

## Central Artery/Tunnel

CONTRATO N°(S): \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

HORA \_\_\_\_\_ HRS  
(0000 HRS - 2359 HRS)

### FORMATO DE INFORME DE MEDICIÓN DE RUIDO

MEDIDO POR: \_\_\_\_\_ DE: \_\_\_\_\_  
(COMPAÑÍA)

DIRECCIÓN DE MONITOREO: \_\_\_\_\_  
(ANEXAR CRÓQUIS DE UBICACIÓN)

POSICIÓN N°: N - VELOCIDAD DEL VIENTO: \_\_\_\_\_ MPH DIRECCIÓN: \_\_\_\_\_

POSICIÓN DEL SONÓMETRO: (NO MÁS CERCA QUE A 50 PIES DE LOS EQUIPOS Y 5 PIES DE SUPERFICIES REFLECTANTES)

MONITOREO EFECTUADO A: \_\_\_\_\_ PIES DE DISTANCIA DEL EQUIPO ( \_\_\_\_\_ )  
(TIPO (S); DEJAR EN BLANCO PARA LÍNEA DE BASE)

USO DE SUELO: \* RESIDENCIAL/INSTITUCIONAL \* COMERCIO/RECREACIONAL \* INDUSTRIAL

SONÓMETRO: MARCA Y MODELO: \_\_\_\_\_

DURACIÓN DE LA MEDICIÓN: \_\_\_\_\_

NIVEL DE CALIBRACIÓN: \_\_\_\_\_

NOTAS DE TERRENO  
(p.ej., 22:00-22:05 Hrs, PASO DE AVIÓN, 90dBA)

	Nivel de Ruido (dBA)	Límite de Ruido (dBA)	
Lmax *			
L1			
L10 *			
L50			
L90			
Leq			

(\*) señalar estos datos de medición obligatoriamente

#### CHEQUEAR UNA DE LAS SIGUIENTES SITUACIONES

\* CONSTRUCCION EN MARCHA \* POST-CONSTRUCCION: \_\_\_\_\_ \* CONDICIONES DE LÍNEA DE BASE  
(CONTRATO)

(COMPLETAR LOS DATOS A CONTINUACIÓN)

CONTRATISTA(S): \_\_\_\_\_ (LISTA DE TODOS LOS CONTRATISTAS QUE CONTRIBUYEN A MEDIR RUIDO)

RESPUESTA A QUEJAS: \_\_\_\_\_ (DESCRIBIR)

MITIGACIONES A SEGUIR: \_\_\_\_\_ (DESCRIBIR)

**Figura 2.3:** Formato de informe de medición de ruido.

### **2.1.3.2.10.3. Métodos de Reducción de Ruido**

- A. El Contratista hará todos los esfuerzos razonables para llevar a cabo los métodos de reducción de ruido listados a continuación, para minimizar los niveles de emisión de ruido de construcción. Los métodos de reducción de ruido incluirán, pero no estarán limitados a:
1. El uso de: 1) cubiertas para sierras cortadoras de pavimento, demoliciones, o actividades de construcción similar; 2) equipo para reducir la duración de impacto o la vibración del hincado de pilotes; 3) la red de energía local, para reducir el uso de generadores.
  2. Instalar: 1) silenciadores de admisión o escape, pantallas o envolturas; 2) material amortiguador de ruido adentro de las tolvas y depósitos de acopio, cintas transportadoras, o ductos de transporte.
  3. Mantener: 1) los silenciadores del equipo y su lubricación; 2) cubiertas o tapas prefabricadas; 3) las irregularidades de la superficie en sitios de la construcción para prevenir el ruido innecesario.
  4. Limitar: 1) el número y duración del equipo que está ocioso en el sitio; 2) el uso de altoparlantes o sistemas de llamados de público; 3) el uso de herramientas manuales movidas por aire o gasolina.
  5. Configurar, dentro de lo factible: 1) la faena de construcción de una manera que mantenga el equipamiento y las actividades ruidosas tan lejos como sea posible de las posiciones sensibles al ruido; 2) barriles o señales de desvío de tráfico lejos de las áreas protegidas.
  6. Fijar horarios de eventos de construcción y limitar el tiempo de uso para minimizar el ruido, sobre todo durante horas de la noche y cerca de las áreas sensibles.
  7. Construir barreras del ruido y/o sistemas de cortina de ruido.
  8. Minimizar ruido del uso de alarmas de retroceso usando medidas que cumplan con las regulaciones de OSHA. Esto incluye el uso de alarmas de retroceso auto ajustables sensibles al ambiente, alarmas manualmente ajustables en posición de volumen mínimo, uso de vigilantes, y un calendario de actividades para que el ruido de la alarma se minimice.
  9. Donde sea práctico y factible, configurar sitios de la construcción para minimizar el ruido de la alarma de retroceso. Por ejemplo, debe diseñarse el acceso al sitio de construcción de modo tal que la carga y movimiento de camiones de vertedero a través del sitio sea siempre hacia adelante, sin la necesidad de retroceder.

10. Usar tableros de señalización impulsados por energía solar o conectados a la red de energía local.

#### **2.1.3.2.10.4. Barreras de ruido temporales**

##### **A. Generalidades**

1. El Contratista erigirá barreras del ruido temporales para mitigar ruido de la construcción en las posiciones que especificó en el Plan de Control de Ruido o como lo determine el Ingeniero.
2. Las barreras del ruido temporales serán rápidamente desmontables para que puedan re-posicionarse, cuando sea necesario, para proporcionar disminución de ruido tanto en procesos no-estacionarios, como en procesos estacionarios.

##### **B. Instalación, Mantenimiento y Remoción**

1. Las barreras se instalarán de modo tal que la cara de la superficie absorbente de ruido esté dirigida a la fuente de ruido de construcción.
2. El Contratista mantendrá las barreras del ruido temporales y reparará todo el daño que ocurra y esto incluye, pero no se limita a, mantener las barreras limpias y libres de grafiti y mantener su integridad estructural. Los huecos, agujeros, y debilidades en las barreras, y aperturas entre o bajo las unidades, se repararán rápidamente o serán reemplazado por el Contratista con nuevo material.
3. El Contratista removerá y dispondrá de las barreras del ruido temporales al final del Contrato o antes, si así lo determina el Ingeniero.

#### **2.1.3.2.10.5. Certificación de Ruido de Equipos**

##### **A. Generalidades**

1. Para cada parte del equipamiento que reúna los requisitos del párrafo 2.1.3.2.8. de esta Sección, se debe completar una Solicitud para el Certificado de Conformidad del Equipo Ruidoso (Figura 2.4), que será firmado por el Ingeniero Acústico.
2. El número de identificación del equipo usado para la certificación será consistente con el número de identificación usado en el Plan de Control de Ruido (Figura 2.1).

## B. Procedimientos de Prueba para Equipos de Construcción

1. Todos equipo impulsado por un motor se operará al máximo de rpm, bajo la condición de carga plena durante la prueba.
2. Se probarán dispositivos de impacto portátiles y montados, como rompepavimentos y martillos neumáticos, durante el primer día de funcionamiento real en el sitio de la construcción bajo las condiciones de carga máxima como lo especifique el fabricante de equipo.
3. Se probarán equipos de pilotaje bajo las condiciones de carga máxima como establezca el fabricante.
4. Todo equipo de monitoreo de ruido, como se ha especificado en el Artículo 2.1.3.2.9.2 de esta Sección tendrá un certificado vigente de calibración pegado a él.
5. Se usará un calibrador acústico del tipo recomendado por el fabricante del sonómetro, antes y después de todas las mediciones.
6. Las mediciones de nivel de ruido serán se efectuarán por un período mínimo de 1 minuto.
7. Si posible, se harán mediciones a 50 pies, a 2 pies del frente, a los lados derecho e izquierdos del equipo, a una altura de 5 pies sobre el nivel de tierra.
8. Las mediciones hechas a menos de 50 pies, debido a las limitaciones de espacio del sitio de la prueba, serán corregidas por los valores dados en la Tabla 2.5, para estimar el nivel de ruido a 50 pies.
9. Cuando sean requeridas las pruebas de confirmación de nivel de ruido por el Ingeniero, el Contratista localizará y operará el equipo, de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero, en el sitio diseñado para facilitar el registro del nivel del ruido por el Contratista.

## C. Conformidad

1. Si los niveles de ruido  $L_{max}$  expresados en dB(A) lento, obtenidos durante las pruebas exceden aquellos especificados en la Tabla 2.4, el Contratista modificará rápidamente o alterará tal equipo, o lo reemplazará por otro equipo, y volverá a testear el equipo para demostrar conformidad con los requerimientos de nivel de ruido.
2. El Contratista someterá los certificados de conformidad del ruido al Ingeniero de la obra para su aprobación, según se especificó en el párrafo 2.1.3.2.3.

3. El Certificado de Conformidad del Ruido sólo permanecerá válido para un período de 6 meses. Los retrasos causados por el rechazo de la certificación, y el tiempo que perdió el Contratista mitigando el equipo rechazado o encontrando alternativas de equipo aceptable, no serán motivo para ninguna demanda monetaria o demandas de retraso de tiempo, o para la anulación las multas establecidas.

<b>Distancia Medida (Pies)</b>	<b>Valores a restar del Nivel de Ruido medido para estimar el Nivel de Ruido a 50 Pies (dBA)</b>
19-21	8
22-23	7
24-26	6
27-29	5
30-33	4
34-37	3
37-42	2
43-47	1
48-50	0

**TABLA 2.5:** Correcciones para ruido de equipos medidos a menos de 50 pies

## SOLICITUD DE CERTIFICADO DE CONFORMIDAD PARA EQUIPAMIENTO RUIDOSO

Nombre del Contratista:

Nombre y Número del Contrato:

Tipo de Equipo:

Fabricante & Nº de Modelo:

Número de Identificación:

Potencia & Capacidad Nominal:

Condiciones de Operación Durante el Test:

Mediciones de Niveles de Ruido Lmax y Distancia:

Lado Derecho: \_\_\_\_\_ dBA(LENTO), a \_\_\_\_\_ pies

Lado Izquierdo: \_\_\_\_\_ dBA(LENTO), a \_\_\_\_\_ pies

Niveles de Ruido Lmax ajustados a 50 pies:

Lado Derecho: \_\_\_\_\_ dBA(LENTO)

Lado Izquierdo: \_\_\_\_\_ dBA(LENTO)

Límite de Emisión de Ruido de Equipos (Table 2): \_\_\_\_\_ dBA(LENTO)

Si el nivel de ruido excede el valor máximo permitido, indicar la acción a tomar para alcanzar conformidad:

INGENIERO ACÚSTICO

Nombre, Dirección & Nº de Teléfono.

INGENIERO ACÚSTICO

Firma Autorizada: \_\_\_\_\_ Fecha:

REPRESENTANTE DEL CONTRATISTA:

Firma Autorizada: \_\_\_\_\_ Fecha:

REPRESENTANTE DEL INGENIERO:

Firma Autorizada: \_\_\_\_\_ Fecha:

**FIGURA 2.4:** Formato para informes de datos de nivel de ruido de equipos.

### **2.1.3.2.10.6. Procedimiento de Reclamos**

#### **A. Generalidades**

El objetivo del procedimiento de reclamos es asegurar que las quejas del público y de la agencia sean canalizadas y se resuelvan de forma consistente y eficaz.

- B. Si el Contratista recibe una queja con respecto al ruido de la construcción, el Contratista notificará inmediatamente al Ingeniero y al Centro de Operaciones Intermedio (IOC).
- C. Apenas reciba la notificación de una queja de ruido del Ingeniero, el Contratista realizará mediciones de ruido rápidamente. Las mediciones de ruido se ejecutarán con los equipos y métodos que se detallan en los Artículos 2.1.3.2.9.2 y 2.1.3.2.10.1 y serán informados como se especificó en el Artículo 2.1.3.2.10.2 de esta Sección. Las mediciones de ruido de respuesta a las quejas se someterán inmediatamente al visto bueno del Ingeniero.
- D. En el evento que el nivel del ruido medido exceda los límites aceptables como se especificó en el Artículo 2.1.3.2.4 de esta Sección, o esté produciendo condiciones de molestia, el Contratista usará inmediatamente materiales de reducción de ruido y métodos como aquellos descritos en el Artículo 2.1.3.2.10.3, pero no limitándose sólo a ello, para reducir el nivel de ruido o para aliviar las condiciones de molestia.

### **2.1.3.2.10.7. Barreras de Encierro Acústico**

#### **A. Generalidades**

- 1. El Contratista erigirá barreras de encierro acústico para mitigar el ruido de la construcción en las posiciones que especificó en el Plan de Control de Ruido, como aparezca en los planos de la construcción, o como lo determine el Ingeniero.
- 2. Los encierros acústicos serán fácilmente desmontables para que puedan ser reubicados, cuando sea necesario, para proporcionar disminución de ruido en equipos no-estacionarios (ej., martillos neumáticos, sierras de cadena, compresores).

#### **B. Instalación, Mantenimiento, y Remoción**

- 1. El encierro acústico se instalará de modo tal que la cara con la superficie absorbente de ruido quede frente a la fuente de ruido de construcción.

2. El Contratista mantendrá las barreras de encierro acústico y reparará todo el daño que ocurra y incluyendo, pero no sólo limitándose a ello, mantenerlas limpias y libres de graffiti, y manteniendo la integridad estructural. Los huecos, agujeros, y debilidades en el encierro acústico, y aperturas entre o bajo los tableros, se repararán rápidamente o serán reemplazados por el Contratista con un nuevo material. El trabajo de la construcción no comenzará hasta que tales reparaciones se hagan.
3. El Contratista desmontará y dispondrá del encierro acústico al final del Contrato o antes, si así lo dispone el Ingeniero.

#### **2.1.3.2.10.8. Cortinas de Control de Ruido**

##### **A. Generalidades**

1. El Contratista erigirá cortinas de Control de ruido para mitigar ruido de la construcción en las posiciones especificadas en el Plan de Control de Ruido, según los planos de la construcción, o de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero.
2. Se usarán cortinas de Control de ruido particularmente para las operaciones de corto plazo (ej., menos de 3 meses), o donde se requiere acceso vehicular o peatonal durante el día, o cuando lo determine el Ingeniero.

##### **B. Instalación, Mantenimiento y Remoción**

1. Las cortinas de Control de ruido se instalarán sin ningún hueco, de modo tal que las caras laterales de material absorbente queden de frente a la actividad de la construcción a ser controlada. Las cortinas estarán apoyadas por la Autopista elevada existente, las rampas, u otros métodos identificados en el Plan de Control de Ruido.
2. El Contratista mantendrá las cortinas de control de ruido y reparará todo el daño que ocurra y incluyendo, pero no sólo limitándose a ello, mantenerlas limpias y libres de graffiti, y manteniendo la integridad estructural. Los huecos, agujeros, y debilidades en el encierro acústico, y aperturas entre o bajo los tableros, se repararán rápidamente o serán reemplazados por el Contratista con un nuevo material. El trabajo de la construcción no comenzará hasta que tales reparaciones se hagan.
3. El Contratista desmontará y dispondrá de las cortinas de control de ruido acústico al final del Contrato o antes, si así lo dispone el Ingeniero de la obra.

### **2.1.3.2.11. Compensación**

Finalmente, se establece un método de medición de superficies y una base de pago para los derechos de instalación de barreras, cortinas, pantallas, etc.

### **2.1.4. ORDENANZAS**

A continuación se realiza una descripción general de los aspectos más relevantes, con relación al ruido producido por actividades de construcción, de algunas de las ordenanzas existentes en Estados Unidos. Para mayor detalle, en el Anexo I se entrega un resumen de las ordenanzas recopiladas.

#### **2.1.4.1. Sobre los periodos.**

Por lo general, las ordenanzas recopiladas dividen el día en dos horarios, cada ordenanza tiene su propio periodo definido. El horario más común es:

- Día: 07:00 hrs. a 21:00 hrs.
- Noche: 21:00 hrs. a 07:00 hrs.

Sin embargo, por lo general para el día sábado el horario del período nocturno se extiende hasta las 9 ó 10 hrs. aproximadamente.

La tendencia es prohibir las actividades de construcción totalmente durante el período nocturno y los días domingo y festivos.

Para el período diurno, existen ordenanzas que hacen una excepción, con respecto a los límites de ruido permisibles, con las actividades de construcción (Madison), mientras otras exigen límites máximos a cumplir (Montgomery).

Existen excepciones, como en el caso de Menlo Park, cuya ordenanza establece que los propietarios o residentes pueden realizar trabajos de mantención o mejoramiento de su propiedad los días sábado, domingo y festivos, entre las 09:00 hrs. y las 17:00 hrs.

#### **2.1.4.2. Sobre los límites de ruido.**

En las ordenanzas revisadas se encontraron distintos criterios con respecto a los límites exigidos para las actividades de construcción.

La ordenanza de Atlanta, por ejemplo, no exige límites, pero sí exige que las actividades que se realicen en el período nocturno se ejecuten a más de 1500 pies de distancia de cualquier zona residencial o sensible al ruido.

Otro criterio es el aplicado en la ordenanza de Albuquerque, que exige el cumplimiento de niveles máximos de acuerdo a la duración de la actividad.

La ordenanza de Montgomery, por su parte, también establece niveles máximos diferentes, pero lo hace considerando si la actividad cuenta o no, con un plan de control de ruido.

Por otra parte, existen diferentes parámetros para exigir niveles, la ordenanza de Minneapolis exige que no se supere los 85 dB(A) a 50 pies de donde se desarrolla la actividad de construcción, mientras que la ordenanza de San Antonio exige que se cumpla un nivel máximo de 80 dB(A) en el deslinde de la propiedad.

Por lo general, las ordenanzas no entregan procedimientos de medición y sólo establecen la utilización de metodologías generales recomendadas en estándares de instituciones reconocidas. Tal es el caso de las ordenanzas de Montgomery, Nueva York y Madison que aceptan estándares de la ANSI (American National Standards Institute), ASTM (American Society for Testing and Materials), y la EPA (Environmental Protection Agency) entre otros. En cambio, en la ordenanza de Albuquerque, sólo se establece que las mediciones debieran durar a lo menos 10 minutos, sin especificar la posición del micrófono, indicando que se deben realizar en la propiedad del afectado.

#### **2.1.4.3. Permisos.**

Por lo general, las ordenanzas dan la opción de solicitar un Permiso Especial que autoriza a violar, temporalmente, las exigencias establecidas en ellas. En el caso de Albuquerque, para solicitar el permiso temporal de construcción se debe especificar, entre otras cosas, lo siguiente:

- Distancia de la actividad al lugar sensible.
- Tipo de actividad y equipamiento a utilizar.
- Estimar los niveles de ruido emitidos y su duración.
- Medidas de mitigación consideradas.
- Beneficios del proyecto.

#### **2.1.4.4. Otros.**

Todas las regulaciones que afectan a las actividades de construcción, se invalidan en el caso de trabajos de emergencia. Los trabajos de emergencia se refieren a obras urgentes que se realicen por razones de necesidad o peligro y aquellas que por sus inconvenientes no puedan realizarse durante el día.

## **2.2. SITUACIÓN EN EUROPA**

### **2.2.1. Generalidades**

La revisión de la legislación y las normas relacionadas con la emisión de ruido en faenas de construcción se ha centrado en las directivas de la Comunidad Económica Europea, y las Normas y regulaciones de Gran Bretaña, Alemania, Suiza y Holanda.

Las Normas de Emisión y la legislación relevante están orientadas casi exclusivamente al ruido producido por los equipos de construcción, pero en la práctica no se encuentran procedimientos normalizados de control de ruido.

En general, se aprecia que los procedimientos de medición estandarizados varían significativamente en la especificación del número de posiciones de micrófono y su localización respecto al centro o superficie de la máquina. Las condiciones de operación de las máquinas también varían.

Otra significativa diferencia se hace entre los test de equipos estacionarios y de plantas móviles. En el caso de plantas estacionarias, hay una diferencia entre los métodos que utilizan datos obtenidos de mediciones para calcular y especificar un Nivel de Potencia Sonora (SWL), y aquellos en los que se presenta el resultado en términos de Nivel de Presión Sonora (SPL).

## **2.2.2. Contenidos Específicos**

### **2.2.2.1. Directiva del Parlamento Europeo<sup>3</sup>**

La directiva 2000/14/CE, del Parlamento Europeo, está orientada a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno, debidas a las máquinas de uso al aire libre. Este documento será entregado en formato pdf, en los anexos.

Aunque no se trata de una directiva especial para ruido en faenas de construcción, contiene la descripción detallada de numerosas maquinarias, con sus respectivos procedimientos de evaluación de conformidad para conseguir el etiquetado “CE”, que debe incluir el nivel de potencia acústica garantizado de manera visible, legible e indeleble.

Las principales máquinas sujetas a límites de potencia acústica son:

- Montacargas,
- Máquinas compactadoras (rodillos vibrantes y no vibrantes, placas y pisonos vibratorios),
- Motocompresores (<350 kW),
- Trituradores de Hormigón y Martillos Picadores de Mano,
- Palas hidráulicas (<500kW),
- Palas Cargadoras(<500kW),
- Motoniveladoras(<500kW),
- Cargadores(<500kW),
- Grúas Móviles,
- Pavimentadoras,
- Grupos electrógenos (<400 kW),

---

<sup>3</sup> Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, 8 de mayo de 2000, Diario Oficial N° L 162 del 03/07/2000 p. 0001 - 0078

- Grúas de torre,
- Grupos electrógenos de soldadura.

El nivel de potencia acústica garantizado de las máquinas que se detallan a continuación está sujeto únicamente a un marcado de emisión sonora (es decir, deben tener la etiqueta del nivel de emisión aun cuando, debido a sus características propias -gran variabilidad entre un modelo y otro- no se puedan agrupar dentro del grupo de maquinarias sujetas a límites de potencia acústica):

- Plataformas elevadoras con motor de combustión,
- Montacargas para el transporte de materiales de construcción,
- Sierra huincha para obras,
- Sierras circulares de mesa para obras,
- Sierras de cadena portátiles,
- Máquinas compactadoras (únicamente apisonadoras de explosión)
- Betoneras,
- Máquinas para bombear hormigón,
- Cintas transportadoras,
- Equipos de perforación,
- Hidrolavadoras,
- Martillos hidráulicos,
- Cortadoras de pavimento,
- Pavimentadoras equipadas con guía para alta compactación,
- Equipo de pilotaje,
- Grupos electrógenos ( $\geq 400$  kW)
- Camiones hormigoneros (mixer),
- Equipos de bomba de agua (no sumergibles).

Las máquinas que tengan una declaración de conformidad y la etiqueta CE, junto al nivel de potencia acústica garantizado, pueden utilizarse en cualquier Estado miembro, si cumplen con las disposiciones de esta directiva.

El fabricante de las máquinas deberá elaborar una declaración CE de conformidad para cada tipo de máquina fabricada, con el fin de certificar que cada máquina está conforme a las disposiciones de la presente Directiva.

La declaración CE de conformidad incluye los datos siguientes:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante autorizado en la Comunidad,
- Nombre y dirección de la persona que conserva la documentación técnica,
- Descripción de la Máquina,
- Procedimiento de evaluación de la conformidad que se ha seguido y, en su caso, nombre y dirección del organismo notificado que haya intervenido,
- Nivel de potencia acústica medido en una máquina representativa del tipo,
- Nivel de potencia acústica garantizado para la máquina de que se trate,

- Referencia a la presente Directiva,
- Declaración de que la máquina cumple los requisitos de la presente Directiva,
- Si procede, la declaración o declaraciones de conformidad y las referencias a otras Directivas comunitarias que se hayan aplicado.
- Lugar y fecha de la declaración,
- Datos de la persona autorizada a firmar la declaración vinculante jurídicamente, en nombre del fabricante o de su representante autorizado establecido en la Comunidad.

La Directiva contiene además como anexos, los métodos de medición de ruido aéreo que deben utilizarse para determinar los niveles de potencia acústica de las máquinas reguladas por la presente Directiva.

Los niveles máximos de emisión han sido propuestos en varias oportunidades y, en general, tienden a ser cada vez menores de un año a otro.

Para determinar el nivel de potencia acústica se recomienda utilizar las normas básicas de emisión sonora ISO 3744:1995 e ISO 3746:1995, con algunos añadidos generales referidos a:

- Incertidumbre de las medidas,
- Funcionamiento de la fuente durante el ensayo,
- Cálculo de nivel de presión sonora superficial,
- Información que debe presentarse,
- Posiciones de micrófono adicionales en la superficie de medición semiesférica (ISO 3744:1995)

#### **2.2.2.1.1. Norma ISO 3744<sup>4</sup>**

Para los organismos de certificación de emisiones de ruido en Europa, la norma más relevante para mediciones de ruido producido por maquinarias de construcción es la ISO 3744. Esta norma es un procedimiento para mediciones de ingeniería al aire libre. No obstante, su aplicación en mediciones de terreno resulta poco práctica, debido a las exigencias de condiciones especiales para el entorno de pruebas.

En general, la norma ISO 3744 especifica un método para medición de niveles de potencia acústica sobre una superficie que envuelve a la fuente sonora, bajo condiciones esencialmente de campo libre, cerca de uno o más planos reflectantes, para calcular el nivel de potencia acústica producido por la fuente de ruido. La norma entrega los requisitos para la instrumentación y el ambiente de pruebas, así como las técnicas para obtener el nivel de presión sonora superficial

---

<sup>4</sup> ISO 3744:1995, Acoustic – Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure-Engineering method in an essential free field over a reflecting plane

de donde se calculará el nivel de potencia acústica de la fuente, dejando los resultados en un grado 2 de precisión, en una escala de 1 a 3.

Los métodos especificados en la norma permiten la determinación del nivel de potencia acústica tanto en bandas de frecuencia como en dB(A).

Los valores calculados en dB(A), a partir de las bandas de frecuencia, pueden diferir de aquellos determinados por los niveles de potencia acústica medidos.

En esta norma, el cálculo de los niveles de potencia acústica, a partir de las mediciones de nivel de presión sonora, se basa en la premisa de que la potencia acústica emitida por la fuente es directamente proporcional a la presión sonora cuadrática media, promediada en el tiempo y el espacio.

Los ambientes acústicos de prueba apropiados para realizar mediciones, de acuerdo a esta norma son: a) un laboratorio que proporcione un campo libre sobre una superficie reflectora, b) Un terreno plano, al aire libre, dentro de lo posible libre de otros objetos reflectores, aparte del plano reflectante, para que la fuente irradie en un campo libre sobre el plano reflectante, o c) una sala en que la contribución del campo reverberante sobre la superficie de medición, sea pequeña en comparación con la presión sonora proveniente del campo directo de la fuente.

Se establece además que el nivel de ruido de fondo promedio debe estar al menos 6 dB, y en lo posible 15 dB, más bajo que el nivel de presión sonora de la fuente a medir.

Respecto a la instrumentación requerida, se exige que el sistema debe cumplir con lo especificado en la norma IEC 651 para instrumentos tipo 1, y, en el caso de sonómetros integradores, los requisitos para tipo 1 de la norma IEC 804. Los filtros utilizados estarán de acuerdo a la norma IEC 225.

Contiene indicaciones sobre la instalación y operación de la fuente durante el test. La norma detalla los procedimientos de selección para las diferentes posiciones de micrófono, según las superficies reflectoras consideradas.

Entrega las posiciones de micrófonos correspondientes a superficies de medición de semiesferas y paralelepípedos.

Por último, describe la información que debe ser reportada.

Para más detalles, ver Anexo V.

#### **2.2.2.2. Alemania.**

En Alemania, a nivel federal, existe el programa de etiquetado ambiental “Ángel Azul”, que funciona en forma análoga al etiquetado de la Comunidad Europea.

Específicamente para equipos de construcción, el sistema de etiquetado tiene una directiva que se actualiza periódicamente, denominada RAL-UZ 53.

#### 2.2.2.2.1. Ámbito de Aplicación.

Estos criterios básicos se aplicarán a maquinarias de construcción de acuerdo a la Tabla 2.6 y a la Tabla 2.7.

#### 2.2.2.2.2. Requerimientos.

Los productos mencionados deben cumplir con los siguientes requerimientos:

- Emisión de Ruido de Maquinaria de Construcción de acuerdo a la Tabla 2.6 (principalmente máquinas de movimientos de tierra).

#### 2.2.2.2.3. Cálculo del nivel de potencia sonora $L_{WA}$

- **$L_{WA\text{-basic}} < L_{WA} < L_{WA\text{-max}}$**

Si el nivel de potencia acústica ( $L_{WA}$ ), de las respectivas máquinas para movimiento de tierra, calculado sobre la base de la potencia útil  $P_N^{1)}$ , de acuerdo a la Tabla 2.6, excede el nivel de potencia acústica básico ( $L_{WA\text{-basic}}$ ) siguiendo la Tabla 2.6 y se mantiene debajo del máximo nivel de potencia acústica ( $L_{WA\text{-max}}$ ) de 101 dB(A), el valor resultante corresponde al requerimiento de emisión de ruido para el respectivo equipo de movimiento de tierra.

- **$L_{WA} < L_{WA\text{-basic}}$**

Si el nivel de potencia acústica calculado ( $L_{WA}$ ) se mantiene debajo del valor básico del respectivo equipo de movimiento de tierra ( $L_{WA\text{-basic}}$ ), el nivel de potencia acústica básico, conforme a la Tabla 2.6, será considerado como requerimiento de emisión de ruido para este tipo de máquina, con baja potencia útil.

- **$L_{WA} > L_{WA\text{-max}}$**

Si el valor calculado ( $L_{WA}$ ) excede el nivel de potencia acústica máximo ( $L_{WA\text{-max}}$ ), el valor máximo de 101 dB(A) será considerado como requerimiento de emisión de ruido para este tipo de máquina, con alta potencia útil.

<b>Tipo de Maquinaria de Construcción</b>	<b>Condiciones de Operación. Categorías de Rendimiento</b>	<b>Métodos de medición</b>	<b>Cálculo del nivel de potencia acústica admisible <math>L_{wa}</math> en dB(A)/1pW</b>	<b>Nivel básico de potencia acústica <math>L_{wa}</math> basic en dB(A)/1 pW</b>	<b>Nivel máximo de potencia acústica <math>L_{wa}</math> max in dB(A)/1pW</b>
Maquinaria impulsada por oruga (excepto excavadoras)	Todas (ver fórmula en columna 4, potencia útil $P_N$ en kW)	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	$L_{WA} = 80 + 11 \log P$	99	101
Niveladoras, Cargadores, Camiones tolva, Grúas móviles (sobre ruedas o rieles)	Todas (ver fórmula en columna 4, potencia útil $P_N$ en kW)	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	$L_{WA} = 79 + 11 \log P$	97	101
Compactadores (rodillos vibrantes)	Todas (ver fórmula en columna 4, potencia útil $P_N$ en kW)	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	$L_{WA} = 82 + 11 \log P$	97	101
Excavadoras	Todas (ver fórmula en columna 4, potencia útil $P_N$ en kW)	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	$L_{WA} = 78 + 11 \log P$	91	101

**TABLA 2.6:** Requerimientos para maquinarias usadas para Movimientos de Tierra.

<b>Tipo de Maquinaria de Construcción</b>	<b>Categorías de Rendimiento</b>	<b>Método de medición / Condiciones de operación</b>	<b>Requerimiento (Nivel de potencia acústica <math>L_{wa}</math>)</b>
Compresores	Normal, clasificado por tasa de flujo Q en m <sup>3</sup> / min  Q ≤ 5 5 < Q ≤ 10 10 < Q ≤ 30 Q > 30	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	88 dB (A)/1pW 89 dB (A)/1pW 91 dB (A)/1pW 93 dB (A)/1pW
Grupos electrógenos	Todos	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	91 dB (A)/1pW
Generadores de corriente de soldadura	Todos	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	91 dB (A)
Generadores combinados de corriente de soldadura y energía eléctrica	Todos	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC operación simultánea	91 dB (A)
Máquinas Pavimentadoras	< 300 t/h	por analogía con Directiva 2000/14/EC	90 dB (A) <sup>1)</sup> 100 dB (A) <sup>2)</sup>
	t/h = toneladas por hora >= 300 t/h	por analogía con Directiva 2000/14/EC	94 dB (A) <sup>1)</sup> 104 dB (A) <sup>2)</sup>
	t/h = toneladas por hora		
Camiones hormigoneros (mixer)	< 8 m <sup>3</sup> de Capacidad Nominal >= 8 m <sup>3</sup> de Capacidad Nominal	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	98 dB (A)/1pW <sup>2)</sup> 100 dB (A)/1pW <sup>2)</sup>
Grúa torre - con montacarga	< 15 kW >= 15 < 30 kW >= 30 kW	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	86 dB (A)/1pW 88 dB (A)/1pW 90 dB (A)/1pW
	- con motor separado	Todas	91 dB (A)/1pW
	- con montacarga y motor combinado	Todas	91 dB (A)/1pW
Bombas concreteras	≤ 50 kW	de acuerdo a Directiva 2000/14/EC	99 dB (A)/1pW
	> 50 kW		101 dB (A)/1pW

**TABLA 2.7:** Requerimientos para otras máquinas de construcción

## NOTAS:

1. Mediciones de nivel de potencia acústica a potencia nominal, con el calefactor encendido.
2. Operando con todas las unidades simultáneamente (cebador, vibrador, correa, cilindro), a un 50% de potencia y sin material.
3. No deberá efectuarse ninguna alteración a las máquinas de construcción, que pueda causar incremento de las emisiones.
4. El nivel de presión sonora en los puestos de trabajo no excederá de 80 dB(A). La determinación del nivel de emisión ocupacional se hará según la Directiva EC 79/113/EEC, del 19 de diciembre de 1978, enmendada por la Directiva EC 81/1051/EEC, del 7 de diciembre de 1981.

### 2.2.2.3. Suiza

La Agencia Federal para el Ambiente, Bosques y Paisajes tiene una regulación específica llamada Baulärm-Richtlinie<sup>5</sup> (Directiva de Ruido de Construcción).

A diferencia de otras directivas de la Comunidad Europea, aquí se presenta un catálogo de acciones a seguir.

Primeramente se aclara cuáles son las fuentes de ruido de una construcción. Luego se describe el concepto de límites de ruido y la diferencia entre esta Directiva y otras regulaciones.

En el segundo capítulo se describen los tipos de ruido y se concluye describiendo las medidas a tomar según los niveles de exigencia que le corresponda a cada tipo de faena.

Mediante un test rápido desarrollado para obras de construcción, se puede decidir si corresponde o no aplicar medidas de mitigación. El test básicamente consiste en verificar si la distancia entre la faena de construcción y los lugares sensibles al ruido es menor que 300 metros. En tal caso es obligatorio tomar medidas. Además, si la distancia es entre 300 y 600 metros, entonces será necesario tomar medidas en los períodos considerados de descanso (de 19:00 a 7:00 hrs, y de 12:00 a 13:00 hrs). Por último, si la faena está a más de 300 metros, y se desarrolla en horario laboral (de 7:00 a 12:00 hrs y de 13:00 a 19:00 hrs), entonces la aplicación de medidas de mitigación no es necesaria. Lo mismo ocurre, en cualquier horario, si las faenas se encuentran a más de 600 metros de distancia.

Si las características de la faena determinan que es necesario tomar medidas de mitigación, se procede a determinar, por medio de otras 2 tablas, qué nivel de exigencia tendrán esas medidas, dependiendo de la duración de las obras y de la zona sensible al ruido donde se realizan.

Para ello existe una tabla para obras normales de construcción y otra para obras especialmente ruidosas.

---

<sup>5</sup> Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Baulärm-Richtlinie, Diciembre 1987

Para transporte en faenas de construcción también hay un test rápido, mediante el cual se puede determinar si las medidas de construcción simples pueden aplicarse. En caso contrario, otra tabla entrega instrucciones para decidir si deben aplicarse medidas más complejas.

El tercer capítulo contiene un extenso catálogo de acciones a seguir. Con este catálogo se puede evaluar qué medidas hay que adoptar, según el nivel de exigencia que le corresponda a la faena, de acuerdo a los criterios determinados en el segundo capítulo de la directiva.

La condición básica para poder tomar alguna de las medidas del catálogo es que sean económicamente viables, y que las correspondientes actividades estén presentes en la obra.

#### **2.2.2.4. Holanda**

En Holanda no existe una legislación gubernamental para regular el ruido de las faenas de construcción. Sin embargo, basándose en las leyes locales, el alcalde de cada municipio está facultado para regular o detener actividades que causen molestia.

El gobierno a publicado dos circulares donde recomienda ciertos niveles máximos de presión sonora equivalente. Estos límites corresponden a niveles máximos de inmisión. El nivel debe cumplirse en la posición del receptor afectado y el descriptor es el nivel de presión sonora continuo equivalente  $L_{eq}$ .

Las dos circulares fueron publicadas en 1981 y 1991, y contienen un conjunto de recomendaciones sobre ruidos molestos originados por diversas actividades. En ellas sólo se entregan lineamientos generales sobre los máximos niveles  $L_{eq}$  permisibles, a modo de orientación, para los respectivos gobiernos comunales, pero no se especifican procedimientos de medición especiales para obras de construcción.

No obstante se definen algunos conceptos básicos a ser tomados en cuenta, como la diferenciación entre actividades industriales de carácter permanente y actividades industriales de carácter transitorio, estableciéndose que las obras de construcción corresponden a actividades industriales de carácter de transitorio.

Para industrias de carácter permanente, se recomiendan los siguientes niveles de inmisión, según horarios: Día = 50 dB(A), Tarde = 45 dB(A) y Noche 40 dB(A).

El día se considera de 07.00 a 19.00 hrs., la tarde de 19.00 a 21.00 hrs. y la noche de 21.00 a 07.00 hrs.

En el caso de las actividades industriales de carácter transitorio, como las obras de construcción, los niveles permisibles se aumentan en 10 dB(A). La recomendación básica es un nivel sonoro equivalente de 60 dB(A) en horario de 07.00 a 19.00 hrs. Si la duración total de las obras es menor que un mes, este

nivel puede elevarse a 65 dB(A). En las cercanías de escuelas y hospitales se aconseja rebajar estos límites.

En cualquier caso en que se excedan los niveles recomendados, los titulares de las fuentes de ruido pueden ser objeto de demandas.

Por otra parte, las autoridades han desarrollado estudios sobre emisión de algunas maquinarias, entre las que destacan las excavadoras, cargadores, grúas, Generadores, Bombas y Martillos demoledores. Los datos de emisión se han publicado para distintas marcas de equipo.

## **2.3. ESTÁNDARES ASOCIADOS.**

### **2.3.1. Australian Standard 2436-1981. Guide to noise control on construction, maintenance and demolition sites.**

(Estándar Australiano 2436-1981. Guía de control de ruido en zonas en construcción, mantenimiento y demolición).

#### **2.3.1.1. Generalidades.**

- Recomienda métodos básicos para el control de ruido de actividades de construcción, incluyendo trabajos de mantenimiento y demolición.
- Incluye métodos de predicción de los niveles de ruido generados por las actividades de construcción.
- Entrega una guía de consideraciones para la planificar y supervisar un proyecto de construcción, mantenimiento o demolición.
- Contiene un listado de valores típicos de niveles de potencia sonora de maquinarias.

#### **2.3.1.2. Contenidos Específicos de interés.**

##### **2.3.1.2.1. Sobre la descripción del ruido.**

- Los descriptores usados en este estándar son el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A ( $L_{eq}$ ), y el nivel de presión sonora máximo ( $L_{máx}$ ). Por su naturaleza, estos descriptores están relacionados con un periodo específico de tiempo y describirán el ruido ambiente sólo si los intervalos de tiempo de medición son representativos del rango y variabilidad del sonido.

### 2.3.1.2.2. Sobre el control de ruido

#### a) Control de ruido en la fuente.

El control de ruido en la fuente es por lo general el método más efectivo para controlar los niveles de ruido de las actividades de construcción. El costo involucrado muchas veces representa sólo una pequeña parte de los costos totales de construcción, especialmente cuando las medidas han sido consideradas en la etapa de planificación. Algunas medidas para controlar el ruido en la fuente son:

- Sustitución o modificación del equipamiento existente.
- Ubicación adecuada de los equipos o maquinarias.
- Mantenimiento.

#### b) Control de ruido en el camino de propagación.

En el caso en que los procesos ruidosos no puedan ser evitados, existen dos maneras de reducir los niveles de ruido:

- Aumentando la distancia de la fuente al receptor.
- Instalando pantallas acústicas.

Ejemplos de estos métodos y su valoración son presentados en el anexo II.

### 2.3.1.2.3. Sobre la predicción de los niveles de ruido.

El procedimiento para estimar los niveles de presión sonora en la posición del receptor considera lo siguiente:

- a) Calcular el nivel de presión sonora en la posición del receptor para cada máquina o proceso individualmente. Esto se realiza a partir del nivel de potencia de la fuente y la distancia existente entre ésta y el receptor, mediante la siguiente fórmula:

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} R - 8$$

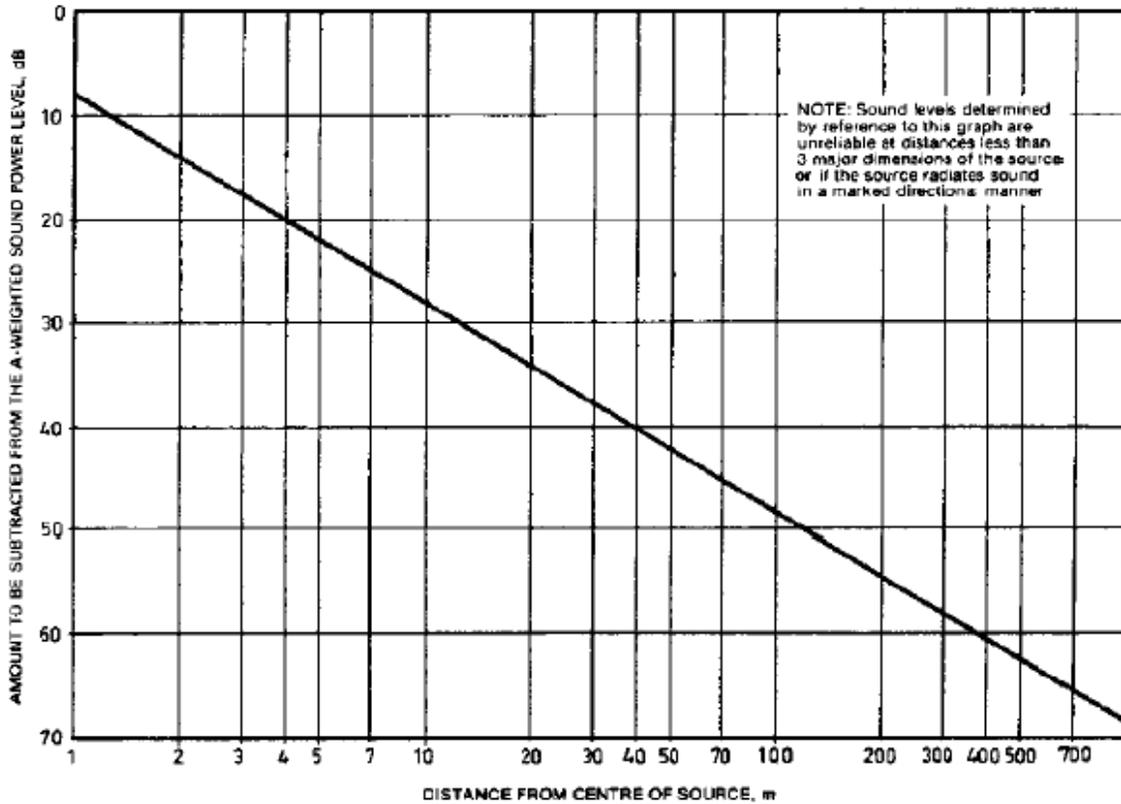
donde:

$L_p$  = Nivel de presión sonora, en dB(A).

$L_w$  = Nivel de potencia sonora de la fuente, en dB(A).

$R$  = Distancia de la fuente al receptor, en metros.

También se puede realizar lo anterior utilizando el gráfico de la figura 2.5.



**FIGURA 2.5:** Cantidad que debe ser restada del nivel de potencia sonora para determinar el nivel de presión sonora a la distancia deseada de la fuente.

- b) Realizar correcciones debido a la existencia de pantallas acústicas, barreras y posibles reflexiones.

Consideraciones para estas situaciones son ejemplificadas en el Anexo II.

- c) Si se está calculando el nivel de presión sonora continuo equivalente, determinar el tiempo que cada fuente aporta de manera individual, con respecto al intervalo de tiempo total considerado.

Esto puede determinarse mediante la siguiente fórmula:

$$L_{eq} = \log_{10} \left( \frac{1}{T} \left[ t_i * 10^{L_i/10} \right] \right)$$

donde:

$L_{eq}$  = Nivel de presión sonora continuo equivalente en dB(A), durante el periodo  $T$ .

$L_i$  = Nivel de presión sonora continuo equivalente en dB(A), para los respectivos sub-periodos  $t_i$ .

$t_i$  = Duración de los respectivos niveles sonoros de cada fuente durante el periodo total  $T$ .

$T$  = Duración total del periodo considerado.

### **2.3.2. New Zealand Standard 6803-1999. Acoustics- Construction Noise.**

(Estándar Neozelandés 6803-1999. Acústica – Ruido de construcción)

#### **2.3.2.1. Generalidades.**

- Establece procedimientos para la medición y evaluación del ruido producido por las actividades de construcción, incluyendo trabajos de mantenimiento y demolición.
- Recomienda límites de ruido para actividades de construcción.
- Contiene una guía para predecir y controlar el ruido producido por las actividades de construcción.

#### **2.3.2.2. Contenidos específicos de interés.**

##### 2.3.2.2.1. Sobre la descripción del ruido.

- Los descriptores usados en este estándar son el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A ( $L_{eq}$ ), y el nivel de presión sonora máximo ( $L_{m\acute{a}x}$ ).

##### 2.3.2.2.2. Sobre la medición del ruido.

- Las mediciones, en caso de ser posible, de realizarán afuera de las viviendas donde se realicen actividades sensibles al ruido.
- Las mediciones deben realizarse a 1 metro de distancia del muro o pared más expuesta al ruido que se está analizando, y a una altura entre 1,2 y 1,5 metros del nivel del piso.
- En el caso de existir niveles de ruido de fondo ( $L_{eq}$ ) significativos en el área, se realizará la siguiente corrección:

Si las mediciones del objetivo son mayores en 3 dB al ruido de fondo, el valor de corrección  $K_1$  está dado por la siguiente ecuación y también se puede determinar de la figura 2.6:

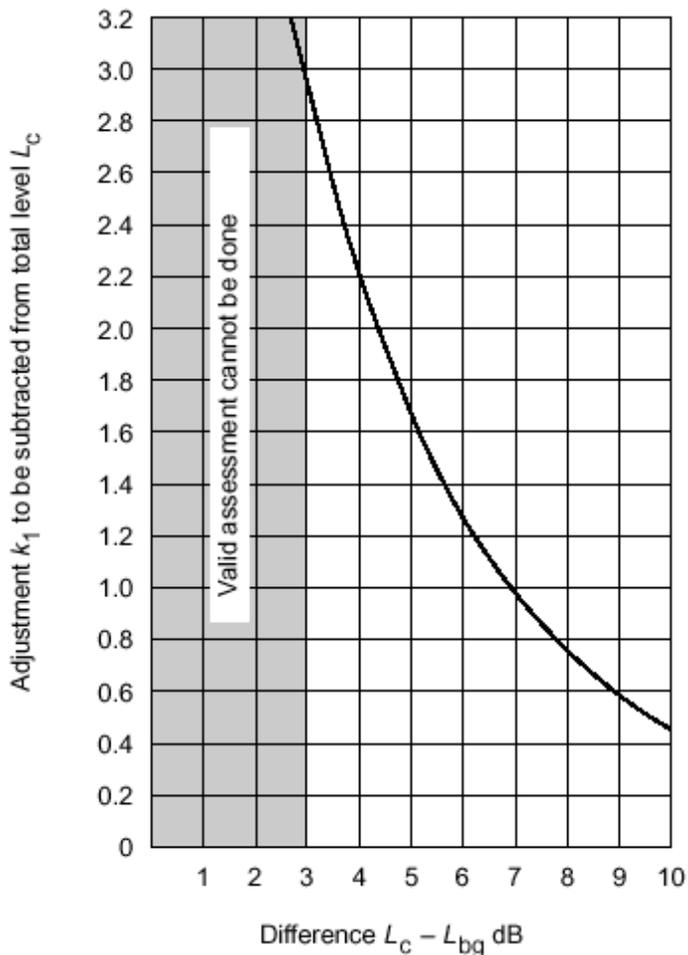
$$K_1 = L_c - \left[ 10 \log \left( 10^{L_c/10} - 10^{L_{bg}/10} \right) \right]$$

donde:

$K_1$  = valor de corrección en dB(A) de la medición debido al ruido de fondo.

$L_c$  = valor del  $L_{eq}$  combinado de todos los sonidos, en dB(A).

$L_{bg}$  = Valor del  $L_{eq}$  del ruido de fondo, en dB(A).



**Figura 2.6:** Corrección debida al  $L_{eq}$  de ruido de fondo.

### 2.3.2.2.3. Sobre límites de ruido.

Para establecer los límites de ruido de actividades de construcción se considera, entre otros factores, la duración de la actividad. En este sentido se definen:

- “Short-term”: Se refiere a actividades de construcción que duran hasta 14 días corridos.
- “Typical duration”: Se refiere a actividades de construcción que duran más de 14 días, pero menos de 20 semanas.
- “Long-term”: Se refiere a actividades de construcción cuya duración supera las 20 semanas.

A continuación se presentan las siguientes tablas, con los niveles máximos recomendados:

Time of week	Time period	Duration of work					
		Typical duration (dBA)		Short-term duration (dBA)		Long-term duration (dBA)	
		$L_{eq}$	$L_{max}$	$L_{eq}$	$L_{max}$	$L_{eq}$	$L_{max}$
Weekdays	0630-0730	60	75	65	75	55	75
	0730-1800	75	90	80	95	70	85
	1800-2000	70	85	75	90	65	80
	2000-0630	45	75	45	75	45	75
Saturdays	0630-0730	45	75	45	75	45	75
	0730-1800	75	90	80	95	70	85
	1800-2000	45	75	45	75	45	75
	2000-0630	45	75	45	75	45	75
Sundays and public holidays	0630-0730	45	75	45	75	45	75
	0730-1800	55	85	55	85	55	85
	1800-2000	45	75	45	75	45	75
	2000-0630	45	75	45	75	45	75

**Tabla 2.8:** Niveles máximos recomendados para ruido de construcción en zonas residenciales.

Time period	Duration of work		
	Typical duration	Short-term duration	Long-term duration
	$L_{eq}$ (dBA)	$L_{eq}$ (dBA)	$L_{eq}$ (dBA)
0730 – 1800	75	80	70
1800 – 0730	80	85	75

**Tabla 2.9:** Niveles máximos recomendados para ruido de construcción en zonas industriales y comerciales.

#### 2.3.2.2.4. Sobre la predicción de los niveles de ruido.

Los métodos de predicción que presenta este estándar están basados en el estándar británico BS-5228, que será tratado más adelante, por lo que aquí serán omitidos.

#### 2.3.2.2.5. Sobre el control de ruido.

Los criterios de control de ruido presentados en este estándar están basados en el estándar británico BS-5228, que será tratado más adelante, por lo que aquí serán omitidos.

### 2.3.3. British Standard 5228. Part 1. Code of practice for basic information and procedures for noise control.

(Estándar Británico 5228. Parte 1. Código de práctica para información básica y procedimientos de control de ruido).

#### 2.3.3.1. Generalidades.

- Recomienda métodos básicos para el control de ruido de actividades de construcción.
- Contiene una guía de métodos de predicción y medición de ruido producido por las actividades de construcción.
- Entrega recomendaciones para minimizar el impacto, producido por el ruido de dichas actividades, en la comunidad.

#### 2.3.3.2. Contenidos específicos de interés.

##### 2.3.3.2.1. Sobre la descripción del ruido.

- El descriptor en general más utilizado y recomendado internacionalmente es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A,  $L_{eq}$ .

- Para describir el ruido de eventos aislados, en el caso de utilizar  $L_{eq}$ , sugiere considerar periodos de tiempo cortos (5 min) o, alternativamente utilizar los descriptores  $L_{pA, Máx}$  (nivel de presión sonora máximo ponderado en A durante un periodo de tiempo dado) o  $L_{A 01}$  (nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado en A y con ponderación temporal “F” que es superado el 1% del tiempo de un intervalo dado).

#### 2.3.3.2.2. Criterios para el desarrollo del proyecto.

Presenta los factores a considerar, en el desarrollo de un proyecto, que afectan la aceptabilidad al ruido y su grado de control. Éstos son:

- Ubicación del proyecto.
- Niveles de ruido ambiental existentes.
- Duración del proyecto.
- Horarios de trabajo.
- Relaciones con la comunidad.
- Características del ruido.

#### 2.3.3.2.3. Predicción de los niveles de ruido.

Los métodos de Predicción presentados en éste estándar consideran principalmente los siguientes factores:

- La potencia sonora de salida de procesos y plantas.
- Los periodos de operación de procesos y plantas.
- Las distancias desde la fuente al receptor.
- La presencia de barreras.
- La reflexión del sonido.

##### a) Método 1 (Activity $L_{A eq}$ method)

Este método es utilizado para actividades estacionarias o casi-estacionarias, cuando su ubicación es claramente definida.

El método se basa en el uso de valores de  $L_{A eq}$  (determinado a 10 metros de distancia desde la fuente) para cada actividad y la aplicación de diversas correcciones por distancia, por presencia de pantallas y por reflexiones

##### b) Método 2 (The plant sound power method)

Este método se recomienda en los casos en que no exista información acerca de los valores  $L_{A eq}$  de las actividades desarrolladas, pero es necesario contar con la información del porcentaje “on-time” de la planta. El porcentaje “on-time” se considera como la duración de la actividad para la cual el nivel sonoro es desde 0 hasta 3 dB(A) del máximo.

Para la predicción utiliza valores conocidos de nivel de potencia sonora, porcentajes “on-time” de las actividades y correcciones por distancia, pantallas y reflexiones.

c) Método 3 (Mobile plant, when working over a limited area)

La predicción del  $L_{A,eq}$  para plantas móviles que operan sobre un área pequeña del terreno se realiza considerando los valores de nivel de potencia sonora a la mínima distancia del punto de interés, además se determina la relación entre la longitud del trayecto y la mínima distancia a la posición del receptor, se obtiene el equivalente “on-time”, y se consideran las correcciones necesarias debidas a pantallas, reflexiones y porcentajes de operación.

d) Método 4 (Mobile plant on haul road)

Este método considera plantas móviles que usan una ruta regular. Para predecir el nivel de presión sonora continuo equivalente es necesario conocer la razón por hora a la cual circulan los componentes de la planta, promedio de velocidad, número de componentes y distancia al punto de interés, entre otros.

El desarrollo en extenso de estos métodos está disponible en el Anexo III.

#### 2.3.3.2.4. Monitoreo.

El monitoreo de ruido sólo considera el efecto provocado en las cercanías del terreno donde se desarrolla la actividad y no el efecto en el terreno mismo.

a) Medición de  $L_{A,eq}$

Se presentan cinco métodos de medición, dependiendo de las características del ruido, estos son:

- Para medir ruido impulsivo y que fluctúa rápidamente. Este método es también para uso general, es el más recomendado y es siempre aplicable.
- Para medir ruido estacionario.
- Para medir ruido estacionario con variaciones de nivel graduales.
- Para medir ruido no-estacionario.
- Métodos de muestreo.
  - Muestreo regular a lo largo de un periodo.
  - Muestra única.

b) Medición de  $L_{pA, máx}$  y  $L_{A, 01}$

En general, utilizado para evaluar eventos aislados.

#### 2.3.1.2.4. Sobre el control de ruido.

Las alternativas propuestas por este estándar, tanto para el control de ruido en la fuente como en el camino, son análogas a las presentadas en el estándar australiano 2436.

Evaluaciones de algunas soluciones propuestas son presentadas en el Anexo IV.

### 2.3.4. Normas Chilenas

Se presentan las principales normas relacionadas con el tema del estudio. Corresponden a homologaciones de las normas internacionales ISO y se encuentran en proceso de ser oficiales.

A continuación se entregan los aspectos generales de cada norma. Para mayor detalle, ver Anexo V.

#### 2.3.4.1. NCh2502/1.n2000. Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental. Parte 1: Magnitudes básicas y procedimientos.

- Describe las magnitudes básicas empleadas en descripción de ruido en ambientes comunitarios.
- Describe los procedimientos básicos para la determinación de estas magnitudes. Especifica:
  - a) La localización de las mediciones.
  - b) Efectos meteorológicos.
  - c) Procedimientos de acuerdo a las características del ruido.
  - d) Ajustes
- Especifica la instrumentación necesaria para las mediciones.
- Especifica la información a registrar durante las mediciones.

#### 2.3.4.2. NCh2502/2.n2000. Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental. Parte 2: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

- Describe los métodos a utilizar para medir y describir el ruido ambiental, pertinente al uso de suelo en general.
- Considera el empleo de diferentes métodos de medición tales como integración continua, técnicas de muestreo y mediciones bajo condiciones meteorológicas seleccionadas. También pueden emplearse métodos de cálculo o investigaciones de modelos a escala.

- Describe los métodos para la recolección de datos, los cuales suministran descriptores de ruido que permiten:
  - a) la descripción del ruido ambiental en un área de suelo especificada, para que se efectúe de manera uniforme;
  - b) la compatibilidad de cualquier actividad existente o proyectada, para un uso de suelo dado, para ser evaluada con respecto al ruido existente o proyectado.

2.3.4.3. NCh2502/3.n2000. Acústica - Descripción y medición del ruido ambiental. Parte 3: Aplicación a límites de ruido.

- Entrega pautas para la especificación de límites de ruido.
- Describe métodos para la obtención de datos, que permitan verificar qué situaciones específicas de ruido cumplen con los límites de ruido especificados.
- No se especifican límites de ruido.

2.3.4.4. NCh2489.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas – Método de ingeniería en un campo esencialmente libre sobre un plano reflectante.

Esta norma especifica un método de ingeniería para las mediciones que se aplica a las máquinas que cumplen con los requisitos siguientes:

- Máquinas que normalmente funcionan en condiciones cercanas a las de campo libre en la proximidad de uno o varios planos reflectantes, de modo que los ensayos de ruido se pueden realizar in situ; o máquinas que puedan ser desplazadas e instaladas de manera que funcionen en tales condiciones para los propósitos de los ensayos de ruido.
- Máquinas instaladas bajo condiciones tales que los requisitos especificados, relativos al ruido de fondo y el entorno de ensayo, se cumplan sin aplicar correcciones ambientales.
- Máquinas para las cuales se puedan definir uno o más puestos de trabajo, u otras posiciones especificadas.

2.3.4.5. NCh2585.n2001. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas – Método que requiere correcciones de entorno.

Esta norma especifica un método de medición que entrega una exactitud cuyo grado es de ingeniería o de estudio, dependiendo del entorno de ensayo, y se aplica a las máquinas que cumplen con los siguientes requisitos:

- Maquinas que, para los propósitos de medición, no se pueden instalar en condiciones acústicas cercanas a las de campo libre sobre un plano reflectante.
- Máquinas instaladas en condiciones tales que los requisitos especificados, relativos al ruido de fondo y al entorno de ensayo, se cumplan y se pueda aplicar una corrección más exacta que la determinada en NCh2507.
- Máquinas para las cuales se puedan definir uno o más puestos de trabajo, u otras posiciones especificadas.

2.3.4.6. NCh2507.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas – Método de estudio in situ.

Esta norma especifica un método de estudio para las mediciones, el cual se aplica a las máquinas que cumplan con los requisitos siguientes:

- Maquinas que, para los propósitos de medición, no se pueden instalar en condiciones acústicas cercanas a las de campo libre sobre un plano reflectante.
- Máquinas instaladas en condiciones tales que los requisitos especificados, relativos al ruido de fondo y al entorno de ensayo, se pueda aplicar una corrección de entorno simplificada.
- Máquinas para las cuales se puedan definir uno o más puestos de trabajo, u otras posiciones especificadas.

2.3.4.7. NCh2508.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Medición de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas a partir del nivel de potencia.

Esta norma especifica los métodos para determinar los niveles de presión sonora de emisión a partir de los niveles de potencia sonora. Estos métodos entregan la

misma exactitud que el método usado para determinar los niveles de potencia, y se aplican a las máquinas que cumplen con los requisitos siguientes:

- Máquinas para las cuales los datos relativos al nivel de potencia sonora están disponibles, bajo condiciones apropiadas de montaje y funcionamiento.
- Máquinas para las cuales no están definidos los puestos de trabajo.
- Máquinas para las cuales:
  - a) se ha establecido mediante ensayo una estrecha correlación entre el nivel de potencia sonora y los niveles de presión sonora de emisión en ciertas posiciones definidas, o bien;
  - b) los puestos de trabajo pueden estar representados por puntos o trayectorias sobre una superficie definida en torno a la máquina.
- Máquinas que emiten sonido en forma omnidireccional o que normalmente se sitúan cerca de un muro.

2.3.4.8. NCh2576.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Reglas para la preparación y presentación de un código de ensayo de ruido.

Esta norma especifica los requisitos técnicos de un código de ensayo de ruido para una familia específica de máquinas o equipos.

Se aplica principalmente a las máquinas o equipos estacionarios, incluyendo herramientas manuales así como también aquellas que presentan riesgo debido a la movilidad o elevación de carga.

2.3.4.9. NCh2508.n2000. Acústica - Ruido emitido por máquinas y equipos – Guía para el uso de normas básicas para la determinación de los niveles de presión sonora de emisión en el puesto de trabajo y en otras posiciones especificadas.

Esta norma constituye una guía para la elección de una norma apropiada para un tipo específico de máquina o equipo. Estas recomendaciones se aplican únicamente al ruido transmitido por el aire y se deben usar en la preparación de códigos de ensayo acústicos, así como al efectuar ensayos de ruido en ausencia de códigos de ensayos acústicos.

## **2.4. ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES**

El 25 de junio de 2001, fue publicado en el Diario Oficial, el Decreto Supremo N°75, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que modificó la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (O.G.U.C.).

En el capítulo 5 de la Ordenanza, específicamente, en los Artículos 5.8.3. y 5.8.4. - que a continuación se transcriben- se hace mención a los ruidos molestos generados por faenas de construcción.

**Artículo 5.8.3.** En todo proyecto de construcción, reparación, modificación, alteración, reconstrucción o demolición, el responsable de la ejecución de dichas obras deberá implementar las siguientes medidas:

1. Con el objeto de mitigar el impacto de las emisiones de polvo y material:
  - a) Regar el terreno en forma oportuna, y suficiente durante el período en que se realicen las faenas de demolición, relleno y excavaciones.
  - b) Disponer de accesos a las faenas que cuenten con pavimentos estables, pudiendo optar por alguna de las alternativas contempladas en el artículo 3.2.6.
  - c) Transportar los materiales en camiones con la carga cubierta.
  - d) Lavado del lodo de las ruedas de los vehículos que abandonen la faena.
  - e) Mantener la obra aseada y sin desperdicios mediante la colocación de recipientes recolectores, convenientemente identificados y ubicados.
  - f) Evacuar los escombros desde los pisos altos mediante un sistema que contemple las precauciones necesarias para evitar las emanaciones de polvo y los ruidos molestos.
  - g) La instalación de tela en la fachada de la obra, total o parcialmente, u otros revestimientos, para minimizar la dispersión del polvo e impedir la caída de material hacia el exterior.
  - h) Hacer uso de procesos húmedos en caso de requerir faenas de molienda y mezcla.

El Director de Obras Municipales podrá excepcionalmente eximir del cumplimiento de las medidas contempladas en las letras a), d) y h), cuando exista déficit en la disponibilidad de agua en la zona en que se emplace la obra. No obstante, estas medidas serán siempre obligatorias respecto de las obras ubicadas en zonas declaradas latentes o saturadas por polvo o material particulado, en conformidad a la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente.

2. Se prohíbe realizar faenas y depositar materiales y elementos de trabajo en el espacio público, excepto en aquellos espacios públicos expresamente autorizados por el Director de Obras Municipales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo anterior.
3. Mantener adecuadas condiciones de aseo del espacio público que enfrenta la obra. Cuando en dicho espacio existan árboles y jardines, deberá mantenerlos en buenas condiciones y reponerlos si corresponde.
4. Por constituir las faenas de construcción fuentes transitorias de emisión de ruidos y con el objeto de controlar su impacto, el constructor deberá entregar, previo al inicio de la obra, un programa de trabajo de ejecución de las obras que contenga los siguientes antecedentes:
  - a) Horarios de funcionamiento de la obra.
  - b) Lista de herramientas y equipos productores de ruidos molestos, con indicación de su horario de uso y las medidas consideradas.
  - c) Nombre del constructor responsable y número telefónico de la obra, si lo hubiere.
5. En los casos que la faena contemple la utilización de explosivos, debe obtenerse la autorización correspondiente según lo dispuesto en el D.S. N° 400, de 1977, del Ministerio de Defensa, que fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley 17.798, sobre Control de Armas y su Reglamento aprobado por D.S. N° 77 de 1982, del Ministerio de Defensa, publicado en el Diario Oficial de 14 de Agosto de 1982 y sus modificaciones.

Estas exigencias serán registradas en el informe de las medidas de gestión y de control de calidad que debe presentar el constructor a cargo de la obra ante la Dirección de Obras Municipales correspondiente.

**Artículo 5.8.4.** En casos fundados, la Dirección de Obras Municipales, atendiendo a las características del entorno y tomando en cuenta el programa presentado por el constructor de las obras de construcción, reparación, modificación, alteración, reconstrucción o demolición, podrá ordenar:

1. La realización de ciertas faenas ruidosas dentro de un recinto cerrado y la disposición de otras medidas de mitigación del impacto del ruido.
2. Las horas del día en que podrán realizarse faenas de carga y descarga en el espacio público y la obligatoriedad de señalizar dichas faenas.

## 2.5. OBSERVACIONES

### ▪ **Generales**

En general, y de acuerdo a la información recopilada, se aprecia que tanto en la Comunidad Económica Europea, como en los Estados Unidos las actividades de construcción están reguladas tanto por la vía de Emisión, como por la de Inmisión. Si bien, en el caso de la inmisión, no existe necesariamente una regulación específica para las actividades de construcción, ésta se rige por los niveles máximos establecidos de acuerdo a las zonas sensibles al ruido. En cambio, en el caso de la emisión, la regulación consiste básicamente en la certificación de los equipos que circulan en el mercado.

No se realizó una base de datos con los niveles máximos de ruido exigidos en las distintas regulaciones, debido a las características de la información recopilada, ya que los patrones utilizados eran muy diferentes y, tal como se planteó anteriormente, dependían de la distancia, el día de la semana, el horario del día, la zona de ubicación y el tiempo de ejecución de la obra.

### ▪ **Sobre las especificaciones de Control de Ruido de Construcción del proyecto CA/T**

Las especificaciones sobre ruido de construcción, elaboradas para el proyecto Central Artery/Tunnel por las autoridades de Massachussets, son parte integrante del contrato de construcción de la autopista. Es decir, todo contratista que se haya adjudicado parte de la ejecución del proyecto está obligado a adoptar las medidas que allí se indican.

La correcta aplicación de estas especificaciones implica, paralelamente, la existencia de organismos de Inspección Técnica, con profesionales calificados, capaces de revisar y aprobar los planes de Control y Monitoreo de Ruido. En este caso, por tratarse de un proyecto de obras públicas, la función recae en el Ingeniero de la obra, quien actúa con amplias facultades para hacer cumplir los planes diseñados por el Ingeniero Acústico.

Como se desprende de la revisión de esta especificación, la obligatoriedad de este tipo de medidas es exigible a nivel de megaproyectos de construcción. La aplicación en Chile de estas normas, en todo tipo de proyecto de construcción, resultaría inviable debido a la infraestructura que involucra. No obstante, muchas de las medidas propuestas pueden servir de ejemplo para el desarrollo de una ordenanza específica para ruidos de construcción.

Resulta particularmente interesante la descripción de los métodos y materiales utilizados para reducción de ruido y sus correspondientes detalles constructivos, ya que se establece, en forma concreta, qué métodos se pueden adoptar.

De igual modo, el completo plan de monitoreo descrito representa una vía posible para ser adaptada a la realidad nacional, en los casos de proyectos de gran envergadura.

#### ▪ **Sobre las Ordenanzas en Estados Unidos**

Las ordenanzas recopiladas presentan información de gran interés con respecto a la regulación, en términos de ruido, de las actividades de construcción.

Se consideran variados criterios para regular los niveles emitidos, de acuerdo a distancias, zonas, horarios, días, tipo de actividades, maquinarias, etc.

Además, se incluyen procedimientos para incorporar situaciones especiales, lo cual permite una mejor aproximación a la realidad del desarrollo de las actividades de construcción, ya que existen actividades que inevitablemente emiten altos niveles de ruido.

También, se destaca la consideración de actividades que se eximen de las restricciones, debido a casos de emergencia, es decir, obras urgentes que se realicen por razones de necesidad o peligro y que, por sus inconvenientes, no puedan realizarse durante el día.

Sin embargo, y en general, no se establecen procedimientos de medición para el caso específico de las actividades de construcción.

#### ▪ **Sobre la Situación Europea**

Las regulaciones existentes en los países de la Comunidad Europea, referentes a ruidos generados por faenas de construcción, se apoyan básicamente en la existencia de normas de emisión. En general, los niveles máximos de emisión están determinados para cada familia de maquinarias y, en los casos en que no se puede determinar un límite, de todos modos existe la obligación de etiquetar las máquinas con su respectivo nivel de potencia acústica.

Este tipo de regulación es de gran ayuda al momento de realizar predicciones, ya que es posible conocer con precisión el nivel de potencia acústica de cada fuente de ruido. Sin embargo, los costos de implementación de laboratorios de certificación constituyen un obstáculo importante si se quisiera adaptar a la realidad chilena.

En todos los países estudiados existen también niveles máximos de inmisión, aunque no siempre están referidos específicamente a actividades de construcción. En el caso de Suiza, las autoridades ambientales han desarrollado una directiva de gran interés específica para actividades de construcción, que tiene como propósito facilitar la gestión de los profesionales a cargo de la obra, al momento de evaluar los métodos que se emplearán, para cumplir con los niveles máximos permitidos.

#### ▪ **Sobre los Estándares asociados**

Los estándares revisados, entregan valiosa información técnica sobre predicción, evaluación y mitigación del ruido producido por las actividades de construcción. Esta información será de gran utilidad al momento de definir descriptores a utilizar y procedimientos de medición para evaluar el ruido de las actividades de construcción.

Tanto el estándar Australiano como el Británico entregan interesantes metodologías sobre predicción de ruido, junto con útiles consideraciones para planificar y supervisar un proyecto de construcción, mantenimiento o demolición.

El estándar Neocelandés destaca de manera especial, debido a que propone una metodología para establecer límites máximos permisibles para las actividades de construcción, considerando un interesante criterio adicional como es la duración o el tiempo de ejecución de la actividad.

#### ▪ **Sobre la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.**

Como se aprecia en los párrafos subrayados, la O.G.U.C. establece que las faenas de construcción constituyen fuentes transitorias de emisión de ruidos y, en consecuencia, exige al constructor, previo al inicio de la obra, el programa de trabajo con los horarios y el listado de equipos “productores de ruidos molestos”, además de las medidas consideradas. Sin embargo, no aclara qué se entiende por “herramientas y equipos productores de ruidos molestos”, con lo cual se dificulta dicha clasificación.

Además, en el Artículo 5.8.4. se menciona la facultad de la Dirección de Obras Municipales (D.O.M.) para ordenar ciertas faenas ruidosas dentro de un recinto cerrado y la disposición de otras medidas de mitigación, pero tampoco se entrega información específica acerca de estas medidas.

No obstante, resulta especialmente relevante lo establecido en el último párrafo del Artículo 5.8.3., en lo referente al “informe de medidas de gestión y de control de calidad”, que debe presentar el constructor ante la D.O.M. previo al inicio de las obras, ya que con ello se establece un mecanismo para controlar, entre otras cosas, el cumplimiento de las medidas de mitigación

Las medidas de gestión se encuentran reguladas por el Artículo 1.2.9., que expresa lo siguiente:

**Artículo 1.2.9.** El constructor o las empresas y los profesionales distintos del constructor contratados por el propietario serán responsables de adoptar, durante el transcurso de la obra, medidas de gestión y control de calidad para que ella se ejecute conforme a las normas de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y de la presente Ordenanza, y se ajuste a los planos y especificaciones del respectivo proyecto. Asimismo, una vez que la obra está terminada, dichos profesionales serán responsables de informar al Director de Obras Municipales respectivo, de las medidas de gestión y control de calidad adoptadas y certificar que éstas se han cumplido.

Las personas jurídicas que presten el servicio de gestión y control mencionado en el inciso anterior, deberán realizarlo a través de profesionales competentes y serán solidariamente responsables con el constructor a cargo de la obra.

Por último, en el Artículo 5.2.6. se establece que, al momento de solicitar la recepción definitiva de una obra, se debe entregar a la D.O.M., junto a los certificados de instalaciones aprobadas por los distintos servicios públicos, un informe del constructor o de la empresa o profesional distinto del constructor, según corresponda, en que se detallen las medidas de gestión y de control de calidad adoptadas durante la obra y la certificación de su cumplimiento. En dicho informe deben incluirse las exigencias señaladas en el Artículo 5.8.3.

Sin embargo, la O.G.U.C. no especifica cómo deben los profesionales responsables informar del cumplimiento de las medidas de gestión adoptadas y, tampoco, cómo deben certificar que éstas se han cumplido.

Lo anteriormente expuesto es todo lo referente a ruido en faenas de construcción, que aparece reglamentado en la Ordenanza. En estos artículos sólo se enfoca el problema en forma cualitativa, con lo cual el cumplimiento de las disposiciones es difícil de verificar.

### 3. CLASIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN

#### 3.1. GENERALIDADES

##### **Sobre las actividades de construcción**

Las actividades de construcción se pueden agrupar en dos grandes áreas. Por un lado están las obras de edificación que comprende construcción de viviendas, edificios, ampliaciones, remodelaciones de viviendas o locales comerciales, construcción de galpones, etc., y, por otro lado, se encuentran las obras civiles y de urbanización.

En Chile, las actividades de construcción están reguladas principalmente por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

En este cuerpo legal se entregan desde las definiciones básicas relacionadas con la terminología, hasta las exigencias mínimas que deben cumplir los titulares de las obras de construcción.

Debido a que no existe en la Ordenanza, ni en otro cuerpo legal, una definición precisa de “actividades de construcción”, el criterio básico adoptado para definir y clasificar dichas actividades en este estudio se ha basado en las definiciones relacionadas que aparecen en la Ordenanza.

Por lo anterior, lo primero que debe hacerse es unificar criterios para el empleo de la terminología adecuada a cada caso, razón por la cual es necesario transcribir algunas definiciones.

Según esta normativa, se definen los siguientes conceptos:

**“Construcción”**: obras de edificación o de urbanización.

**“Edificio”**: toda edificación compuesta por uno o más recintos, cualquiera sea su destino.

**“Obras de mantención”**: aquellas destinadas a conservar la calidad de las terminaciones y de las instalaciones de edificios existentes, tales como el cambio de hojas de puertas y ventanas, los estucos, los arreglos de pavimentos, cielos, cubiertas y canales de aguas lluvias, pintura, papeles y la colocación de cañerías o canalización de aguas, desagües, alumbrado y calefacción.

**“Obra gruesa”**: parte de una edificación que abarca desde los cimientos hasta la techumbre, incluida la totalidad de su estructura y muros divisorios, sin incluir las instalaciones, las terminaciones y cierres de vanos.

**“Obra menor”**: modificaciones de edificios existentes que no alteran la estructura o las fachadas y ampliaciones de edificaciones cuando la superficie a ampliar no represente más de un 20% de la existente, no supere los 100 m<sup>2</sup> y no comprometa construcciones vecinas.

**“Obra nueva”:** la que se construye sin utilizar partes o elementos de alguna construcción preexistente en el predio.

**“Reconstrucción de un inmueble”:** volver a construir total o parcialmente un edificio o reproducir una construcción preexistente o parte de ella que formalmente retoma las características de la versión original.

**“Rehabilitación de un inmueble”:** recuperación o puesta en valor de una construcción, mediante obras y modificaciones que, sin desvirtuar sus condiciones originales, mejoran sus cualidades funcionales, estéticas, estructurales, de habitabilidad o de confort.

**“Remodelación de un inmueble”:** modificación interior o exterior de una construcción para adecuarla a nuevas condiciones de uso mediante transformación, sustracción o adición de elementos constructivos o estructurales, conservando los aspectos sustanciales o las fachadas del inmueble original.

**“Reparación”:** renovación de cualquier parte de una obra que comprenda un elemento importante para dejarla en condiciones iguales o mejores que las primitivas, como la sustitución de cimientos, de un muro soportante, de un pilar, cambio de la techumbre.

**“Restauración de un inmueble”:** trabajo destinado a restituir o devolver una edificación, generalmente de carácter patrimonial cultural, a su estado original, o a la conformación que tenía en una época determinada.

**“Urbanizar”:** ejecutar el pavimento de las calles y pasajes, las plantaciones y obras de ornato, las instalaciones sanitarias y energéticas, con sus obras de alimentación y desagües de aguas servidas y aguas lluvias, y las obras de defensa y de servicio del terreno.

La construcción de obras de urbanización o de edificación de cualquier naturaleza, sean urbanas o rurales, requerirán permiso de la Dirección de Obras Municipales, a petición del propietario, con las excepciones que señala esta Ordenanza.

Las obras de edificación que requieren permiso municipal de construcción, según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, son todas aquellas que implican construir, reconstruir, reparar, alterar, ampliar o demoler un edificio, ejecutar obras menores, o variar el destino de un edificio existente.

Las obras de edificación en que el permiso municipal no es necesario, según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, son las siguientes:

- a. Obras de carácter no estructural al interior de una edificación.
- b. Elementos exteriores sobrepuestos que no requieran cimientos.
- c. Cierros interiores.

- d. Obras de mantención.
- e. Instalaciones interiores adicionales a las reglamentariamente requeridas, sin perjuicio del cumplimiento de las normas técnicas que en cada caso correspondan, tales como: instalaciones de computación, telefonía, música, iluminación decorativa, aire acondicionado, alarmas, controles de video, y otras.
- f. Piscinas privadas a más de 1,5 m del deslinde con predios vecinos.
- g. Instalación de antenas de telecomunicaciones, que cumplan con los requerimientos particulares establecidos en la Ordenanza.

La Ordenanza establece además las formalidades que debe cumplir el profesional competente para utilizar algunas maquinarias en las faenas.

Tal es el caso del montaje de una grúa torre, donde se exige un plano de emplazamiento, indicando los radios de giro de operación de la grúa y una carta de responsabilidad del profesional o empresa encargada de su montaje y operación, señalando las Normas Técnicas que regularán la actividad.

Para la ejecución de excavaciones, entibaciones y socialzados, se debe adjuntar un plano de las excavaciones, con indicación de las condiciones de medianería y las medidas contempladas para resguardar la seguridad de los terrenos y edificaciones vecinas, si fuera el caso.

Para elaborar esta clasificación se han revisado y analizado más de 600 actividades distintas, tanto de edificación como de obras civiles y urbanización, dejando sólo las más representativas, presentes en la mayor parte de los proyectos de construcción.

Estas actividades se han obtenido de los análisis que aparecen en el Manual de la Construcción publicado mensualmente por la empresa ONDAC-CHILE LTDA (Arzobispo Larraín Gandarillas 335, Providencia, Santiago).

El principal criterio de selección utilizado en esta fase ha sido prestar especial atención a los métodos, maquinarias y herramientas empleadas, con el fin de detectar cuáles pueden constituir fuentes generadoras de ruido.

Por este motivo, después de la revisión se han descartado muchas actividades que se pueden caracterizar como “inofensivas” desde el punto de vista acústico, tales como empapelado de muros, pintura con brocha o rodillo, instalación de vidrios, alfombrado, etc.

Además, al enumerar las etapas, se han tomado en cuenta sólo las más comunes en todo tipo de construcción, descartando actividades especiales tales como tabiques de bloques de vidrio, instalación de barandas de balcón, etc.

## **3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN**

### **3.2.1. EDIFICACIÓN**

A continuación se presenta un listado representativo de actividades de construcción, ordenado por etapas, válido en general para edificaciones de todo tipo.

Aunque se pretende mostrar un orden lógico de ejecución de los trabajos, no siempre se trata de actividades secuenciales, ya que, mientras se ejecutan ciertas faenas en obra, hay otras que se pueden ejecutar paralelamente en un taller o maestranza, antes de proceder al montaje in situ.

En cada descripción se hace especial hincapié en los métodos, maquinarias y herramientas empleadas, con el fin de visualizar las fuentes generadoras de ruido. La enumeración incluye obras nuevas y obras de remodelación.

#### **3.2.1.1. Obras Nuevas**

##### **A. Instalación de Faenas**

Corresponde generalmente a la primera etapa de cualquier construcción, necesaria para la organización y administración de la obra.

Esta actividad incluye típicamente las siguientes construcciones provisorias: Bodega, Oficina, Comedor, Baños, Electricidad y Agua Potable.

Por su carácter provisorio, en general se trata de construcciones reutilizadas, por lo que no necesariamente implica construir todas estas dependencias dentro de la misma obra.

Hay algunas faenas en las que se instalan contenedores para esos fines, otras en que se montan bodegas u oficinas prefabricadas, baños químicos, etc.

En el caso de faenas alejadas de centros urbanos, aparte de las construcciones provisorias, es necesario también considerar la instalación de generadores de electricidad (grupos electrógenos).

##### **B. Obra Gruesa**

###### **Movimiento de Tierras**

Una vez ejecutado el Trazado de la obra y determinado los niveles, corresponde la preparación del terreno para recibir las fundaciones. Básicamente se consideran las siguientes etapas.

- a) Escarpe: Consiste en eliminar la capa vegetal del suelo donde se pretende emplazar la edificación. Es una actividad que - dependiendo de la magnitud de la obra- puede ejecutarse a mano

(con azadones, palas y carretillas), o bien, puede ser realizada con un cargador frontal o pala mecánica.

- b) Excavaciones: Se realizan de acuerdo a la profundidad que requieran las fundaciones. En el caso más simple se utilizan picotas, palas y carretillas, mientras que en obras mayores generalmente se requieren retroexcavadoras y camiones tolva para retirar los excedentes. Cuando la profundidad aumenta, es necesario emplear una bomba de agotamiento para extraer el agua que fluye de las napas subterráneas.

### **Fundaciones, Cimientos y Sobrecimientos**

En construcciones típicas, las fundaciones se realizan en hormigón armado. Pueden consistir desde un cimiento corrido hasta una losa de fundación, dependiendo de la calidad del suelo.

Para la confección de estas fundaciones de hormigón, es necesario el empleo de moldajes, los cuales pueden ser confeccionados en obra (de madera) o metálicos (prefabricados). En el caso de los moldajes de madera, para su confección se requieren sierras circulares, martillos y serruchos.

Las enfierraduras que forman la armadura se colocan dentro de los moldajes donde posteriormente se procede a vaciar el hormigón. Estas barras de acero, normalmente, son dobladas con grifas y cortadas con esmeril angular en obra.

El hormigón puede ser preparado en obra, mediante el uso de betoneras, o bien puede ser obtenido de una planta externa de hormigones premezclados y vaciado directamente desde un camión hormigonero.

En ambos casos se requiere además el empleo de vibradores de inmersión para asegurar la adecuada repartición de la mezcla entre las armaduras y el moldaje.

Una vez fraguado el hormigón, se procede al descimbre de moldajes. Esta actividad consiste en retirar los paneles de encofrado y, en el caso de moldajes de madera, se realiza con barretillas, combos y martillos.

En otras obras, situadas en suelos de mala calidad, se requiere casi siempre el empleo de pilotaje. El procedimiento típico para hincar los pilotes consiste en la utilización de un gran martinete que golpea periódicamente al pilote hasta que éste alcanza terreno firme. Por lo general, para lograr un buen asentamiento, se requieren pilotes cuya longitud mínima sea equivalente o superior al ancho total del edificio.

## **Estructura Resistente**

La estructura resistente de una edificación es el conjunto de elementos resistentes, unidos entre sí y dispuestos de manera ordenada, que aseguren su estabilidad. Aquí se distinguen los muros, pilares, cadenas, losas de hormigón armado, albañilería reforzada, etc.

En estos casos se procede en forma análoga a lo descrito para las faenas de hormigonado de fundaciones.

En faenas de altura es necesario contar además con una grúa torre autopropulsada, o una torre elevadora, para facilitar el transporte de material a los pisos superiores.

En los casos donde se requiere rapidez o donde el acceso es difícil, se utiliza el hormigón bombeado. El procedimiento consiste en inyectar con una bomba propulsada con motor diesel, el hormigón obtenido desde un camión hormigonero. El vaciado del hormigón se realiza directamente desde las tuberías conectadas a la bomba.

En otras ocasiones es vaciado por una cinta transportadora alimentada desde un camión hormigonero.

En todos estos casos se requiere también el uso de vibradores de inmersión para asegurar la adecuada repartición de la mezcla entre las armaduras y el encofrado.

Para el caso de la construcción de madera, se habla de entramados verticales, envigados de piso, tabiques armados, envigados de cielo, etc.

Generalmente se construyen todos estos elementos resistentes en obra, por lo cual es típico el empleo de sierras circulares, martillos y serruchos.

La estructura de acero se utiliza bastante cuando se dispone de poco tiempo para construir. Tiene la ventaja de que se pueden confeccionar vigas y pilares fuera de la obra (en maestranzas), con lo cual se puede avanzar sin entorpecer las faenas previas de fundaciones.

La particularidad de este sistema es que casi siempre requiere el empleo de grúas para el montaje de los elementos en obra. Además, durante el procedimiento de montaje se utilizan esmeriles angulares y máquinas soldadoras (que en algunos casos requieren su propio grupo electrógeno).

## **Divisiones Interiores y Tabiquerías**

Estos elementos divisorios se diferencian de la estructura resistente porque no están diseñados para recibir cargas. Pueden ser tabiques de madera, con pie derechos y cadenetas o, en el caso de albañilerías, muros de bloques de hormigón o ladrillo.

En elementos de madera es típico el empleo de sierras circulares, martillos y serruchos, mientras que en las albañilerías en ocasiones se cortan ladrillos con sierras circulares.

## **Radieres**

Son plataformas de hormigón que sirven de suelo para las dependencias de la edificación.

Para su construcción, previamente, el terraplén que ha de recibir esta plataforma de hormigón debe estar bien compactado.

La compactación se efectúa generalmente por capas de unos 10 cm de espesor, que se humedecen y se apisonan hasta que el suelo deje de comprimirse. La última capa es generalmente de ripio apisonado.

En casos muy simples, la compactación puede hacerse con un pisón manual, pero en general se utiliza una placa compactadora, con motor bencinero.

Una vez preparada la base, se procede a hormigonar, utilizando cualquiera de los métodos ya descritos

## **Estructura de Techumbre**

En la confección de la techumbre se distinguen principalmente estructuras de madera y estructuras metálicas.

Por lo general constan de cerchas, tijerales, cadenetas y encamisados.

La edificación de viviendas de madera en serie, generalmente se caracteriza por la regularidad en las aguas de la techumbre, con lo cual es posible prefabricar todas las cerchas y sólo proceder a montarlas en obra.

Sobre ellas se clava el encamisado que servirá de base para la cubierta.

En los casos de estructuras metálicas, por lo general las cerchas y tijerales también se fabrican en maestranzas y llegan casi listas para ser apernadas o soldadas en obra. De todos modos, aparte de soldadoras y taladros, en el montaje siempre se utiliza el esmeril angular, ya sea para pulir las soldaduras o para cortar algunos elementos metálicos.

## **C. Terminaciones**

### **Revestimientos exteriores**

- a) Cubierta: Por lo general se construyen con planchas de zinc, tejas de madera, tejas asfálticas, tejas de arcilla, tejas de acero gravilladas, etc. En el caso de las tejas de madera, se instalan clavadas sobre cadenetas. En cambio, las planchas de zinc pueden ir clavadas o atornilladas.
- b) Tinglado de madera: Es el revestimiento de muro más usado en edificaciones de madera. Se instala clavado directo a los pie derechos de la estructura. En la preparación de estas piezas se utilizan cepilladoras y lijadoras eléctricas manuales.
- c) Estucos: Se aplican como terminación sobre hormigones o albañilerías. Su ejecución puede efectuarse manualmente o con medios mecánicos, utilizando un compresor y una pala lanzadora de mortero.

### **Revestimientos Interiores**

- a) Cielos: Se utilizan generalmente planchas de yeso-cartón, fibrocemento, tableros aglomerados o frisos de madera. Normalmente se instalan con tornillos o clavos.
- b) Estucos: Igual que en el exterior, se aplican como terminación sobre hormigones o albañilerías. Su ejecución puede efectuarse manualmente o con medios mecánicos, utilizando un compresor y una pala lanzadora de mortero.
- c) Revestimiento de muros: Se utilizan planchas de yeso-cartón, fibrocemento, tableros aglomerados madera machiembreda. Normalmente se instalan con tornillos o clavos. Para preparar la madera, antes de clavar, se utilizan cepilladoras y lijadoras eléctricas manuales.
- d) Cerámica: En baños y cocinas, sobre los hormigones o planchas de yeso-cartón se instalan palmetas de cerámica. Estas palmetas se cortan con una herramienta provista de una punta especial que marca una raya por donde se parte la cerámica. Igualmente se utiliza casi siempre el esmeril angular, que sirve además para pulir los cantos.

### **Pavimentos**

- a) Cerámica: Sobre los radieres o losas se efectúa un estuco afinado para luego instalar palmetas de cerámica. Estas palmetas se cortan

con la herramienta descrita anteriormente y, complementariamente, se utiliza casi siempre el esmeril angular, que sirve además para pulir los cantos.

- b) Baldosa de cemento: Se instala con mortero sobre una superficie hormigonada. Su corte se efectúa con esmeril angular o máquina cortadora.
- c) Piedra laja o Pizarra: Al igual que la baldosa, se instala con mortero sobre una superficie hormigonada. Su corte se efectúa con esmeril angular o máquina cortadora, además de combo y cincel.
- d) Madera: Se utiliza típicamente el entablado de piso machihembrado, que se clava directamente a un envigado de madera, o el parquet pegado sobre un radier afinado.  
En ambos casos generalmente se requiere pulir el piso después de instalado, para luego proceder al vitrificado o encerado. Para estos efectos se utiliza una máquina pulidora constituida básicamente por dos pesados rodillos metálicos que mueven una lija de banda a altas revoluciones.
- e) Adocretos o pastelones de cemento: Se emplean como pavimentos exteriores y se instalan sobre una capa de arena en un terreno compactado a máquina.
- f) Radier Afinado: En algunas construcciones como bodegas o estacionamientos, donde se requiere un pavimento liso, económico y de alto tráfico, se utiliza una máquina rotatoria alisadora de pavimento (helicóptero).

## **Puertas y Ventanas**

En esta etapa normalmente se montan elementos prefabricados, ya sea de madera, aluminio o metal.

En el caso de elementos de aluminio, generalmente se montan utilizando un taladro para anclar tarugos y una pistola de calafateo.

Los elementos de madera casi siempre van atornillados, siendo también necesario anclar tarugos cuando se montan sobre estucos.

## **Quincallería**

Las puertas y ventanas de aluminio, generalmente traen su quincallería incorporada de fábrica, en cambio, en los elementos de madera es común proceder a instalar las cerraduras y bisagras en la propia obra.

Para instalar las cerraduras se utilizan taladros, formones y atornilladores, mientras que para las bisagras sólo se utiliza el formón y el atornillador.

### **Aislaciones**

Por lo general, en las viviendas y edificios se utilizan planchas, rollos o colchonetas de aislantes térmicos, los cuales casi siempre se dejan confinados entre los entramados verticales u horizontales.

Sin embargo, en obras de mayor calidad, también se utiliza el poliuretano proyectado, el cual se aplica con una máquina especial que permite cubrir totalmente las irregularidades de la superficie a tratar.

### **Pinturas y Barnices**

Los métodos tradicionales para aplicación de pinturas y barnices siguen siendo la brocha y el rodillo. No obstante, en algunas obras se emplea una pistola activada por un compresor.

### **Artefactos Sanitarios**

En esta etapa de la construcción se procede a montar los lavatorios, W.C., tinas de baño, receptáculos de ducha, lavaplatos, etc.

Es una actividad que no tiene fuentes de ruido típicas (a excepción de un taladro para anclar algunos tarugos de fijación).

## **D. Instalaciones**

### **Alcantarillado**

El tendido de tuberías de alcantarillado se ejecuta íntegramente en PVC, por lo que para su ejecución sólo se utiliza un adhesivo especial, una sierra manual, para cortar los tubos, y –en algunos sectores- puntos y combos o rotomartillos para perforar algún elemento de hormigón por donde debe pasar una descarga.

### **Agua Potable**

Comúnmente se realiza con cañerías de cobre. Se cortan con sierra manual y se unen con coplas, codos y otros fittings utilizando un soplete con soldadura.

### **Gas**

La instalación de gas se ejecuta también con cañerías de cobre y fittings soldados con soplete.

### **Instalación Eléctrica**

En la actualidad se realiza con tubería de PVC conduit, cuando se trata de instalación embutida, o en tubería galvanizada, cuando se hace a la vista. Normalmente los tubos se cortan con sierra manual, y las pasadas a través de los muros se hacen con taladros.

## **Calefacción**

Por lo general, la red de calefacción central se realiza en tubería de acero, de cobre o de PVC. Los tubos también se cortan con sierra manual, y los pasos a través de los muros se hacen con taladros.

### **3.2.1.2. Obras de Remodelación**

Las obras de remodelación, en general, tienen las mismas actividades y siguen el mismo orden que la construcción de una obra nueva.

Sin embargo, hay algunas actividades que están casi siempre más asociadas a éstas que a las obras nuevas.

Las más características son:

#### **A. Demoliciones**

Toda remodelación de una vivienda, local comercial o edificio tiene como primera etapa un período de demolición y desarme de estructuras o elementos de terminación.

En los casos de obras mayores, es necesario el empleo de martillos neumáticos o demoledores de hormigón. También se utilizan combos y puntos.

Si las estructuras son de madera, generalmente se utilizan barretillas, combos y sierras circulares.

#### **B. Extracción de Escombros**

Normalmente, al demoler hormigones y estructuras, se acumula gran cantidad de escombros.

Estos excedentes se descargan directamente a la calle, o sobre un camión tolva, a través de ductos provisorios, construidos generalmente uniando varios tambores metálicos.

### **3.2.2. URBANIZACIÓN Y OBRAS CIVILES**

El resumen de actividades descritas a continuación corresponde fundamentalmente a faenas relacionadas con vialidad y urbanismo. Dentro de estas obras se encuentra la construcción de caminos, la pavimentación de calzadas, construcción de cunetas, etc.

Igual que en la clasificación anterior, se ha puesto énfasis en la descripción de las maquinarias y equipos empleados, de modo de facilitar la identificación de las fuentes de ruido.

## **Escarpe de Terreno**

En la construcción de caminos, previo a la colocación del macadam, se requiere eliminar la capa vegetal. Esto se realiza normalmente con un bulldozer.

## **Excavaciones**

Las excavaciones se ejecutan con retroexcavadoras que cargan los camiones tolva que a su vez transportan el excedente a botadero.

En ocasiones es necesario además utilizar bombas para agotar el agua que fluye de las napas subterráneas.

## **Base Estabilizada**

La sub-base es una capa de material estabilizado chancado que se reparte utilizando una motoniveladora. La compactación se logra utilizando un rodillo motorizado, alternado con el riego de un camión aljibe.

## **Producción de Áridos**

En la construcción de carreteras y caminos, es necesario contar con una planta provisoria de producción de áridos tales como, chancado, ripio, gravilla, etc.

En estos casos se debe contar con seleccionadoras, retroexcavadoras, cargadores frontales, camiones tolva y grupo electrógeno.

## **Tratamiento Asfáltico Superficial Simple o Doble**

Consiste en aplicar un líquido que funciona como puente de adherencia sobre la base estabilizada para, posteriormente, aplicar la gravilla y emulsión asfáltica. En esta actividad se utiliza camión imprimador, barredora tirada por tractor, rodillo liso, rodillo neumático, gravilladora, cargador frontal, camión de agua aljibe y camiones tolva.

## **Calzada de Hormigón**

Consiste en fabricar un pavimento hormigonando sobre una base estabilizada y compactada. El hormigón se puede preparar en obra, con una betonera, o bien se puede transportar premezclado desde una planta de hormigones, en camiones hormigoneros (mixer).

Cuando las obras están muy alejadas de los centros urbanos (carreteras, por ejemplo), es conveniente montar una planta productora de hormigones. En esta planta se debe contar con silos para acopio de cemento a granel, así como planta seleccionadora y dosificadora de áridos. El equipamiento de la planta incluye típicamente grupos electrógenos, retroexcavadoras, cargadores y camiones tolva.

En estos casos se requiere además de una cercha vibradora y una máquina cortadora de pavimento que servirá para abrir las juntas de dilatación.

### **Rellenos con material de Obra**

El material excedente de excavaciones, libre de vegetales o basuras, se utiliza generalmente como relleno para nivelar el terreno antes de construir la base estabilizada.

Para esta faena se utilizan normalmente motoniveladoras, bulldozer, rodillos autopropulsados y camión de agua aljibe.

### **3.3. OBSERVACIONES**

- Las actividades de construcción, en obras de edificación, se pueden clasificar, con relativa precisión, sólo como una sucesión de etapas críticas que se requieren para poder ejecutar un proyecto. A grandes rasgos, las etapas relevantes que siempre estarán presentes son: Instalación de Faenas, Obra Gruesa, Terminaciones e Instalaciones.
- Dentro de las principales etapas mencionadas, la definición de sus respectivas actividades resulta bastante más inexacta. Esto se debe a que los métodos constructivos empleados por diferentes constructores están siempre sujetos al uso de alternativas con distinta tecnología. Es decir, si se toma como ejemplo una actividad común a casi todas las obras, como “excavaciones de fundación”, encontraremos que hay faenas en las que sólo se emplean picotas, palas y carretillas, mientras que hay otras en que pueden emplearse excavadoras, camiones tolva, etc. Esto ocurre con casi cualquier actividad, ya que no hay reglas que obliguen a emplear determinados procedimientos constructivos y, además, la elección del método dependerá casi siempre de razones económicas.
- Las actividades o etapas de construcción más ruidosas que se han descrito en el análisis precedente, y que requieren ser reguladas, dependen fundamentalmente del método utilizado y del impacto que provoquen en la comunidad.

### **3.4. RESUMEN DE ACTIVIDADES RUIDOSAS**

De la descripción hecha de las principales etapas de construcción, se presenta un resumen de las actividades que pueden ser consideradas ruidosas, según la técnica empleada. El criterio empleado para esta selección se basa en el análisis de las técnicas empleadas en las Principales Etapas de Construcción, descritas en el punto anterior, y en la experiencia práctica del equipo consultor.

#### **Movimiento de Tierras**

- Escarpe de terreno: Si se realiza con bulldozer.

- Excavaciones: En obras mayores que requieren excavadoras y camiones tolva para retirar los excedentes, además de bomba de agotamiento para extraer el agua que fluye de las napas subterráneas.
- Entibaciones y Socializados: Cuando se emplean equipos de perforación.

### **Fundaciones, Cimientos y Sobrecimientos**

- Confección y descimbre de moldajes de madera.
- Manipulación de moldajes metálicos (prefabricados).
- Descarga de enfierraduras: Cuando llegan a la obra en barras de acero, y son lanzadas al piso.
- Hormigón: Cuando se prepara en obra, mediante el uso de betoneras, o bien cuando es vaciado directamente desde un camión hormigonero.
- Vibrado de Hormigón.
- Pilotaje: Hincar pilotes usando un gran martinete.

### **Estructuras**

- Confección y descimbre de moldajes de madera.
- Manipulación de moldajes metálicos (prefabricados).
- Descarga de enfierraduras: Cuando llegan a la obra en barras de acero, y son lanzadas al piso.
- Hormigón:
  - Cuando se emplean betoneras, o bien cuando es vaciado directamente desde un camión.
  - Cuando se emplea una grúa torre autopropulsada, o una torre elevadora, para facilitar el transporte de material a los pisos superiores.
  - Cuando se emplea hormigón bombeado o se transporta con una cinta.
- Vibrado de Hormigón.
- Tabiquerías de Madera
- Envigados de Madera
- Estructuras de acero: Cuando se utiliza grúas para el montaje de los elementos en obra, esmeriles angulares y máquinas soldadoras.

### **Divisiones Interiores y Tabiquerías**

- Tabiques de madera
- Albañilerías: En el caso de cortar ladrillos o bloques con máquina.

### **Radieres**

- Capa de Ripio Compactado.
- Hormigón: Preparado con betoneras, o bien vaciado directamente desde un camión hormigonero.

## **Estructura de Techumbre**

- Confección de cerchas de madera.
- Confección de tijerales de madera.
- Clavado de cadenetras.
- Clavado de encamisados.

## **TERMINACIONES**

### **Revestimientos exteriores**

- Cubierta de zinc clavada.
- Cubierta de tejuela clavada.
- Tinglado de madera clavado.
- Estucos: Puntereo de hormigón. Lanzadora de mortero.

### **Revestimientos Interiores**

- Cielos de madera clavados.
- Estucos: Puntereo de hormigón. Lanzadora de mortero.
- Revestimiento de muros: Panchas clavadas de yeso-cartón, fibrocemento, tableros aglomerados o madera machiembrada.
- Cerámica: Cuando es cortada con esmeril angular.

### **Pavimentos**

- Cerámica: Cuando se corta con esmeril angular.
- Baldosa de cemento: Cuando su corte se efectúa con esmeril angular o máquina cortadora.
- Piedra laja o Pizarra: Cuando su corte se efectúa con esmeril angular o máquina cortadora, además de combo y cincel.
- Madera: clavada a un envigado de madera.
- Pulido de piso: Con máquina pulidora.
- Adcretos o pastelones de cemento: Cuando se instalan sobre una capa de arena en un terreno compactado a máquina.
- Radier Afinado: Cuando se utiliza una máquina rotatoria alisadora de pavimento (helicóptero).

### **Puertas y Ventanas**

- Ventanas de aluminio: Utilizando un taladro para anclar tarugos.

### **Quincallería**

- Cerraduras: Utilizando taladros, formones y atornilladores
- Bisagras: Utilizando formón.

### **Aislaciones**

- Poliuretano proyectado: Aplicado con máquina.

## **Pinturas y Barnices**

- Lacado: Utilizando pistola activada por un compresor.

## **INSTALACIONES**

### **Alcantarillado**

- Pasadas y calados usando combos o rotomartillos para perforar algún elemento de hormigón.

### **Agua Potable**

- Pasadas y calados usando combos o rotomartillos para perforar algún elemento de hormigón.

### **Gas**

- Pasadas y calados usando combos o rotomartillos para perforar algún elemento de hormigón.

### **Instalación Eléctrica**

- Pasadas y calados usando combos o rotomartillos para perforar algún elemento de hormigón.

### **Calefacción**

- Pasadas y calados usando combos o rotomartillos para perforar algún elemento de hormigón.

## **OBRAS DE REMODELACIÓN**

### **Demoliciones**

- Empleo de martillos neumáticos o demoledores de hormigón. Además de combos y puntos.

### **Extracción de Escombros**

- Descarga a través de ductos provisorios hechos de tambores metálicos.

## **URBANIZACIÓN Y OBRAS CIVILES**

### **Escarpe de Terreno**

- Se realiza normalmente con un bulldozer.

## **Excavaciones**

- Excavadoras y camiones tolva.
- Bombas para agotar el agua que fluye de las napas subterráneas.

## **Base Estabilizada**

- Motoniveladora.
- Rodillo motorizado, alternado con el riego de un camión aljibe.

## **Producción de Áridos**

- Seleccionadoras, excavadoras, cargadores frontales, camiones tolva y grupo electrógeno.

## **Tratamiento Asfáltico Superficial Simple o Doble**

- Camión imprimador, barredora tirada por tractor, rodillo liso, rodillo neumático, gravilladora, cargador frontal, camión de agua aljibe y camiones tolva.

## **Calzada de Hormigón**

- Hormigón con una betonera, o premezclado desde una planta de hormigones, en camiones hormigoneros (mixer).
- Cercha vibradora.
- Máquina cortadora de pavimento.

## **Rellenos con material de Obra**

- Para esta faena se utilizan normalmente motoniveladoras, bulldozer, rodillos autopropulsados y camión de agua aljibe.

## **3.5. DEFINICIONES DE MÁQUINAS**

A continuación se presenta un listado donde se definen algunas de las maquinarias más utilizadas en nuestro país, con el propósito de caracterizar cada equipo de la forma más precisa posible.

Estas definiciones están basadas en la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 8 de mayo de 2000, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre.

### **1. Plataformas elevadoras con motor de combustión**

Equipo formado como mínimo por una plataforma de trabajo, una estructura extensible y un chasis. La plataforma de trabajo consiste en una plataforma rodeada de una barrera o en una jaula que puede desplazarse cargada a la

posición de trabajo precisa. La estructura extensible va conectada al chasis y sirve de apoyo a la plataforma al tiempo que permite desplazar ésta a la posición deseada.

## 2. Montacargas para el transporte de materiales de construcción

Montacargas mecánico instalado con carácter temporal para su uso por personas con acceso autorizado a obras de construcción e ingeniería:

- i. Con un nivel determinado de descarga, con una plataforma diseñada únicamente para transportar materiales y accesible a personas durante la carga y la descarga, accesible y que permite el desplazamiento de personas autorizadas durante su levantamiento, desmontaje y mantenimiento, dirigida, que se desplaza en un eje vertical o a lo largo de un recorrido que se encuentra como máximo a 15° de la vertical, soportada o sostenida por cable metálico, cadena, tuercas y tornillos, mecanismo de cremallera y piñón, gato hidráulico (directo o indirecto), o un mecanismo articulado extensible, cuyos postes tienen o no tienen que sujetarse en otras estructuras
- ii. Una superficie de descarga o de trabajo que se extiende hasta el final de la guía (por ejemplo, un tejado), equipada con un mecanismo de arrastre diseñada únicamente para transportar materiales, diseñada de manera que no sea necesario estar sobre ella para cargar y descargar ni para el mantenimiento, levantamiento o desmontaje, en la que está prohibida la presencia de personas en todo momento, dirigida, diseñada para efectuar un recorrido con un ángulo a 30° como mínimo de la vertical pero que puede utilizarse con cualquier ángulo, sostenida mediante un cable de acero y un sistema de tracción directa, sujeta a controles de presión constante, que no se sirve de contrapesos, con una carga máxima admisible de 300 kg, con una velocidad máxima de 1 m/s, cuyas guías deben sujetarse en otras estructuras.

## 3. Sierra de cinta para obras

Máquina mecánica de avance manual de peso inferior a 200 kg equipada con una hoja de sierra en forma de banda continua que se mueve entre dos o más poleas.

## 4. Sierra circular de mesa para obras

Máquina de avance manual de peso inferior a 200 kg equipada con una hoja de sierra circular (que no sea una sierra ranuradora) de diámetro de 350 mm o más hasta un máximo de 500 mm, que está fija durante la operación de cortado normal, y una mesa horizontal, fija total o parcialmente durante la operación. La hoja de sierra está instalada en un eje horizontal no basculante cuya posición permanece fija durante el trabajo mecánico.

La máquina puede tener una de las características siguientes:

- La altura de corte de la hoja de la sierra puede regularse fácilmente.
- El cuadro de la máquina en la parte inferior de la mesa puede ser abierto o cerrado.
- La sierra puede estar equipada con una mesa móvil adicional accionada a mano (no adyacente a la hoja de la sierra).

## 5. Máquina compactadora

Máquina de compactación de materiales como rocalla, pavimentación o asfaltado por medio del rodamiento, apisonamiento o vibración del órgano de trabajo. Puede ser automotriz o ir remolcada, empujada o acoplada a una máquina portadora.

Las máquinas compactadoras se dividen en:

- Rodillos con conductor montado:  
Máquinas compactadoras automotrices con uno o más cilindros metálicos (rodillos) o neumáticos de caucho; el puesto de maniobra del operario forma parte de la máquina.
- Rodillos con conductor a pie:  
Máquinas compactadoras automotrices con uno o más cilindros metálicos (rodillos) o neumáticos de caucho en las que los equipos de desplazamiento, dirección, frenado y vibración están dispuestos de tal manera que la máquina funciona asistida por un operario o de forma teledirigida.
- Rodillos remolcados:  
Máquinas compactadoras con uno o más cilindros metálicos (rodillos) o neumáticos de caucho, que carecen de sistema de propulsión independiente y en las que el puesto de maniobra del operario se encuentra en un módulo tractor.
- Planchas y apisonadoras vibratorias:  
Máquinas compactadoras generalmente con planchas planas que vibran. Funcionan asistidas por un operario o enganchadas a un vehículo portador.
- Apisonadoras de explosión:  
Máquinas compactadoras, generalmente con un pedazo de chapa plana que funciona como elemento compactador en dirección predominantemente vertical por la acción de una explosión. La máquina funciona asistida por un operario.

## 6. Motocompresor

Máquina que se utiliza con equipo intercambiable que comprime aire, gases o vapores a una presión superior a la presión de entrada.

Un motocompresor está compuesto por el compresor en sí, el motor y cualquier otro elemento o dispositivo que sea necesario para el funcionamiento seguro del compresor. Quedan excluidas las categorías siguientes:

- Ventiladores, es decir, dispositivos que provocan una circulación del aire a una presión no superior a 110000 pascales.
- Bombas de vacío, es decir, dispositivos o aparatos que extraen el aire de espacios cerrados a una presión no superior a la presión atmosférica.
- Motores de turbina de gas.

#### 7. Trituradores de hormigón y martillos picadores de mano (Demoledores)

Los trituradores de hormigón y los martillos picadores motorizados (sea cual sea el método) utilizados para trabajar en obras de construcción y de ingeniería civil.

#### 8. Hormigonera (Betонера)

Máquina destinada a la preparación de hormigón y mortero, sea cual sea el procedimiento de carga, mezcla y vaciado. Puede funcionar de manera intermitente o constante. Las hormigoneras sobre camiones se denominan "camiones hormigonera".

#### 9. Torno de construcción

Aparato elevador motorizado instalado con carácter temporal, equipado con mecanismos para subir y bajar una carga suspendida.

#### 10. Máquinas de distribución, transporte y rociado de hormigón y mortero

Máquinas que bombean y rocían hormigón o mortero, con o sin agitador, por medio de los cuales el material que debe transportarse se conduce al punto de distribución a través de tuberías o dispositivos y barras distribuidoras. El transporte se realiza: para el hormigón, de forma mecánica mediante bomba de disco o pistón, para el mortero, de forma mecánica mediante bomba de pistón, helicoidal, de disco o manguera, o de forma neumática mediante compresores con o sin cámara de aire.

Estas máquinas pueden estar instaladas en camiones, remolques o vehículos especiales.

#### 11. Cinta transportadora

Máquina instalada con carácter temporal, adecuada para transportar materiales por medio de una cinta motorizada.

La fuente de alimentación de la unidad de refrigeración puede formar parte integrante de ésta, ser un elemento independiente unido a la caja del vehículo, ser el motor del vehículo o ser una fuente de alimentación independiente o de reserva.

## 12. Equipo de perforación

Máquina utilizada para perforar agujeros en obras por una acción: de percusión, giratoria, o giratoria de percusión.

Los equipos de perforación se mantienen fijos durante la operación. Pueden trasladarse de un lugar de trabajo a otro por su propia potencia.

Entre los equipos de perforación automotores se incluyen los instalados en camiones, chasis con ruedas, tractores, orugas o plataformas (arrastradas por un cabrestante).

Cuando los equipos de perforación están instalados en camiones, tractores y remolques, o sobre ruedas, la carga puede transportarse a mayor velocidad y por la vía pública.

## 13. Motovolquete

Máquina automotriz sobre neumáticos u orugas con caja abierta, que transporta, descarga o esparce materiales. Los motovolquetes pueden llevar un equipo autocargador integrado.

## 14. Pala hidráulica o pala de cables (excavadora)

Máquina automotriz sobre neumáticos u orugas con una estructura superior capaz de efectuar una rotación de más de 360°.

Esta máquina permite excavar, balancear y descargar materiales mediante el movimiento de un cangilón unido a la pluma y el brazo o pluma telescópica, sin mover el chasis o el bastidor durante todos los ciclos de la máquina.

## 15. Pala cargadora

Máquina automotriz, sobre neumáticos u orugas, con una estructura principal diseñada para llevar un cangilón de cargadora en su parte delantera y una retroexcavadora en la parte posterior.

Cuando se utiliza en la modalidad de pala retroexcavadora, la máquina cava por debajo del nivel del suelo y el cangilón se desplaza hacia la máquina. La retroexcavadora levanta, balancea y descarga materiales mientras la máquina permanece estacionaria.

Cuando se usa en la modalidad de cargadora, la máquina carga o excava mediante un movimiento de avance y eleva, transporta y descarga material.

## 16. Niveladora (Motoniveladora)

Máquina automotriz sobre ruedas con una hoja regulable situada entre los ejes delantero y trasero, que corta, desplaza y extiende material generalmente para la nivelación de superficies.

## 17. Máquina de chorro de agua de alta presión (hidrolavadora)

Máquina con lanzas de riego u otras aberturas velozmente aceleradas por las que el agua (también con aditivos) sale a chorro libre.

En general, las máquinas de chorro de agua de alta presión consisten en un motor, un generador de presión, mangueras, rociadores, mecanismos de seguridad y dispositivos de control y medición.

Las máquinas de chorro de agua de alta presión pueden ser móviles o fijas:

- Las máquinas de chorro de agua de alta presión móviles son máquinas móviles fácilmente transportables diseñadas para usarse en lugares distintos, para lo cual suelen tener un mecanismo inferior propio o están instaladas sobre un vehículo. Todos los alimentadores necesarios son flexibles y fácilmente desconectables.
- Las máquinas de chorro de agua de alta presión fijas están diseñadas para utilizarse en un lugar durante un período de tiempo, pero pudiéndose desplazar a otro lugar con el equipo adecuado. Por regla general están montadas sobre plataforma o en la caja y sus alimentadores pueden desconectarse.

#### 18. Martillo hidráulico (Martillos montados en minicargadores o excavadoras)

Equipo que utiliza la fuente de alimentación hidráulica del vehículo portador para imprimir un movimiento de aceleración a un pistón (en ocasiones a gas) que, a continuación, golpea una herramienta. La onda de esfuerzo generada por la acción dinámica se transmite a través de la herramienta al material, provocando su ruptura.

Los martillos hidráulicos necesitan aceite presurizado para funcionar.

El conjunto formado por el martillo y el vehículo portador está controlado por un operario que, por lo general, va sentado en la cabina del vehículo portador.

#### 19. Cortadora de juntas (Cortadora de pavimento)

Máquina móvil para hacer juntas sobre superficies de hormigón, asfalto y otros revestimientos de carreteras. La herramienta cortante es un disco que gira a gran velocidad. El movimiento de avance de la cortadora de juntas puede ser: manual, manual con asistencia mecánica o mecánico.

#### 20. Carretilla elevadora en voladizo accionada por motor de combustión

Carretilla elevadora sobre ruedas con motor de combustión interna y con mecanismo de contrapeso y de elevación (mástil, brazo telescópico o brazo articulado).

Son carretillas todo terreno (carretillas de horquilla en voladizo sobre ruedas destinadas fundamentalmente a trabajos en terrenos naturales yermos y en terrenos inestables, en obras por ejemplo).

Quedan excluidas las carretillas elevadoras en voladizo fabricadas específicamente para manipular contenedores.

## 21. Cargadora (Cargador frontal)

Máquina automotriz, sobre neumáticos u orugas, provista de una estructura y enlace de cangilón frontal. Esta máquina carga o excava al avanzar y eleva, transporta y descarga materiales.

## 22. Grúa móvil

Grúa automotriz que puede desplazarse, con o sin carga, sin necesidad de vías de rodadura y cuya estabilidad depende de la gravedad. Funciona sobre neumáticos, orugas o con otros dispositivos móviles. En posición fija puede apoyarse en puntales u otros accesorios que aumenten su estabilidad.

La superestructura de una grúa móvil puede ser del tipo rotación completa, rotación limitada o rotación nula. Suele llevar uno o varios tornos o cilindros hidráulicos que hacen subir o bajar el brazo y la carga.

Las grúas móviles pueden tener brazos telescópicos, articulados o de celosía, o una combinación de los tres, diseñados de manera que puedan hacerse bajar fácilmente.

Las cargas suspendidas del brazo pueden manejarse mediante poleas de gancho u otros mecanismos de elevación de cargas para servicios especiales.

## 23. Pavimentadora

Máquina móvil para la construcción de carreteras utilizada para aplicar capas de afirmado con material de construcción, por ejemplo, mezclas bituminosas, hormigón y grava.

Las pavimentadoras pueden ir equipadas con una guía para alta compactación.

## 24. Equipo para el manejo de pilotes

Equipo de colocación de pilotes y máquinas de extracción, por ejemplo, martillos pilones, extractores, vibradores o dispositivos estáticos para la hincada y/o extracción de elementos de cimentación.

Conjunto de máquinas y componentes utilizados para la colocación o extracción de pilotes que también se compone de un equipo de perforación formado por la máquina portadora (montada sobre ruedas, cadenas o raíles, fijación flotante del mástil, sistema de guía o mástil), accesorios, por ejemplo cabezas de pilote, sombreretes, placas, seguidores, dispositivos de apriete, dispositivos para la manipulación de los pilotes, guías de pilotes, revestimientos acústicos y dispositivos de absorción de impactos y vibraciones, fuentes de alimentación, generadores y ascensores para el personal o plataformas.

## 25. Grupo electrógeno

Todo aparato con un motor de combustión interna que accione un generador rotativo que proporcione alimentación eléctrica en régimen continuo.

## 26. Grúa de torre

Grúa con pluma giratoria situada en la parte superior de una torre que se mantiene aproximadamente vertical durante su funcionamiento.

Esta máquina mecánica está equipada con dispositivos para subir y bajar cargas suspendidas, así como para moverlas por medio de modificaciones del radio de elevación de la carga y del giro y desplazamiento de toda la máquina. Algunas máquinas realizan varios de estos movimientos pero no necesariamente todos.

La máquina puede instalarse en posición fija o estar equipada con medios de desplazamiento o ascensión.

## 27. Camión hormigonera (Camión hormigonero o “mixer”)

Vehículo equipado con un tambor que transporta hormigón premasado desde la central de hormigonado hasta el lugar de trabajo. El tambor puede girar con el vehículo en marcha o detenido. El tambor se vacía por rotación en el lugar de la obra. El tambor funciona con el motor del vehículo o con otro motor distinto.

## 28. Equipo de bomba de agua

Máquina compuesta por una bomba de agua y un motor. La bomba de agua es una máquina que hace subir el agua de un nivel inferior de energía a otro superior.

## 29. Grupo electrógeno de soldadura

Cualquier aparato rotativo que produzca una corriente para soldadura.

Finalmente, se presenta una tabla resumen que muestra el uso principal de distintos equipos, de acuerdo a la faena.

Equipamiento	Demolición	Preparación de Terreno	Pilotaje	Operaciones de homigonado	Actividades Generales de la faena	Calles	Construcción de Autopistas
Martinete para pilotes			X				
Taladro, montado en grúa			X				
Taladro, montado en camión			X				
Sierra circular montada en banco					X		
Compresor		X		X	X	X	X
Camión mixer				X			
Bomba concretera, montada sobre camión				X			
Grúa, montada sobre camión				X			X
Cargador frontal diesel							X
Bulldozer		X				X	X
Camión tolva		X				X	
Taladro de percusión					X		
Grupo electrógeno				X	X		
Motoniveladora		X					X
Cortadora de Pvimento						X	X
Martillo neumático	X	X		X		X	X
Vibrador				X			
Rodillo compactador						X	X
Excavadora		X				X	X
Sierra circular manual					X		
Martillo de mano	X				X		
Camión		X			X		X
Bomba de agua					X		

**Tabla 3.1:** Uso principal de equipamientos de construcción, según tipo de faena<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Extractado de la Norma NZS 6803:1999

### 3.6. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS (en orden alfabético):

**Adocreto:** Adoquín prefabricado de hormigón, usado para pavimento de calzadas.

**Apisonar:** Compactar el terreno con medios manuales o mecánicos.

**Barretilla o Diablo:** Herramienta metálica manual, con una punta plana usada como cuña o palanca para desarmar moldajes o tablas clavadas, y la otra con orejas para sacar clavos.

**Cadenetas:** Piezas de madera dispuestas en forma horizontal, distanciadas regularmente, como parte de la estructura de un tabique, y que junto a los pie derechos conforman un entramado vertical. También se utilizan cadenetas en los entramados horizontales, entre los envigados de piso, para evitar el volcamiento o la torsión de las vigas.

**Cercha:** Triángulo formado por un conjunto de piezas de madera o de hierro que, colocado verticalmente sobre los muros y apoyado en sus extremos, sostiene la cubierta de un edificio.

**Cercha vibradora:** Máquina consistente en una barra vibratoria activada con motor eléctrico o de combustión interna, que se emplea en la fabricación de pavimentos de hormigón, con el objeto de repartir la mezcla en forma homogénea, evitando así la formación de huecos.

**Cimiento:** Parte del edificio que está bajo tierra y que le sirve de base y de sustentación.

**Cimiento corrido:** Cimiento continuo ubicado bajo todos los muros del edificio.

**Copla:** Pieza de unión para tuberías y cañerías metálicas o de PVC. Se pueden soldar o unir con adhesivo, según sea el caso.

**Descimbre de Moldaje:** Acción consistente en desmontar los tableros de moldaje o encofrado.

**Encamisado:** Subforro de madera que se clava a la estructura antes de la cubierta y antes de los revestimientos exteriores.

**Entibación:** Acción de apuntalar y fortalecer con maderas y tablas las excavaciones que ofrecen riesgo de desmoronamiento.

**Formón:** Herramienta con un extremo cortante. Sirve para efectuar cortes, muescas y rebajes en la madera. Se utiliza golpeándolo con un mazo de madera o con un martillo.

**Frisos de madera:** Piezas de madera machihembrada, generalmente usadas como revestimiento interior.

**Grifa:** Herramienta metálica manual usada como palanca para doblar barras de fierro para armaduras.

**Macadam:** Pavimento de piedra machacada que una vez esparcida se comprime con el rodillo.

**Madera Machihembrada:** Madera elaborada donde uno de cuyos cantos tiene una ranura y el otro una lengüeta, para obtener una unión cerrada al juntarse una con otra.

**Moldaje o Encofrado:** Molde formado con tableros de madera o metal, en el que se vacía el hormigón hasta que fragua, y se desmonta después.

**Palmeta de cerámica:** Baldosín de arcilla o de loza cocida y esmaltada, usado como revestimiento de pisos y muros.

**Piedra laja:** Piedra natural que se utiliza para revestimiento de pisos y muros.

**Pie derechos o montantes:** Piezas de madera dispuestas en forma vertical, distanciadas regularmente, como parte de la estructura de un tabique.

**Pizarra:** Piedra natural utilizada para revestimientos de pisos y muros.

**Pistola de calafateo:** Herramienta usada para aplicación de sellantes y siliconas.

**Punto:** Herramienta de acero en barra, terminada en punta, empleada para picar hormigón golpeándola con un combo.

**Puntereo de hormigón:** Acción de picar el hormigón en bruto, utilizando puntos, picotas o martillos eléctricos, con el objeto de obtener una superficie rugosa para mejorar la adherencia de los estucos aplicados a continuación.

**Socalzado:** Acción de reforzar por la parte inferior un edificio o muro que amenaza ruina.

**Tijeral:** Cada una de las dos piezas inclinadas de una cercha, que forman las aguas de una techumbre.

**Tinglado:** Tablas de revestimiento dispuestas para que una quede traslapada respecto a la otra, y evitar el paso de la lluvia.

**Vano:** Parte del muro o tabique donde hay un hueco para una puerta o una ventana.

**Vibrador de Inmersión:** Máquina consistente en una sonda vibratoria activada con motor eléctrico o de combustión interna, que se emplea sumergida en el hormigón cuando éste es vaciado dentro del encofrado, con el objeto de repartir la mezcla en forma homogénea, evitando así la formación de huecos.

## **4. MEDICIONES**

### **4.1. Generalidades.**

En este capítulo se presentan los resultados de las mediciones realizadas entre los días 18 y 24 de octubre en la ciudad de Santiago.

Debido al poco tiempo considerado para desarrollar las mediciones, éstas se limitaron sólo a las actividades relacionadas con la construcción de edificios de altura. Considerando que no existe una definición oficial, para los fines de este estudio se entenderá por “edificio de altura” un edificio de cuatro pisos o más. De esta forma, se realizaron mediciones en obras en que se encontraban en distintas etapas de construcción, como: instalación de faenas, excavación y fundaciones, obra gruesa y terminaciones.

Con el objetivo de lograr mayor representatividad en la caracterización de las etapas a observar, se optó por realizar mediciones durante períodos de tiempo breves en cada etapa pero, a la vez, observando un mayor número de obras.

Se realizó un total de 30 mediciones. Las mediciones se efectuaron, principalmente, en obras ubicadas en zonas residenciales, como Vitacura, Las Condes, Ñuñoa, debido a la presencia de menores niveles de ruido ambiente, en comparación con sectores como Santiago centro, y a la gran cantidad de obras en construcción.

Además, y para minimizar los efectos por ruido de fondo, las posiciones de medición escogidas consistieron en los patios traseros de las casas contiguas o los estacionamientos, departamentos y terrazas de los edificios colindantes a la obra en observación.

Los valores obtenidos durante las mediciones no son representativos de la actividad de construcción de edificios de altura, y sólo entregan un orden de magnitud dichas actividades. Los datos registrados en los gráficos siguientes sólo son válidos para los casos examinados.

### **4.2. Instrumental.**

El instrumental utilizado para realizar las mediciones fue el siguiente:

- Sonómetro QUEST Tipo II, modelo 2900, N° de serie CD0050008.
- Calibrador QUEST modelo QC-10, N° de serie QI0050242.

### **4.3. Procedimiento de medición.**

Las mediciones se realizaron a una distancia fija de 10 metros, entre el deslinde de la obra y la posición del sonómetro. Esta distancia se determinó de acuerdo a las condiciones encontradas en terreno. De esta manera, fue posible obtener resultados comparables entre sí.

Para los casos en que se realizaron mediciones en altura (departamentos, terrazas) fue imposible definir tanto una altura única de medición (o un piso determinado), debido a la dificultad encontrada para conseguir acceso a los departamentos requeridos, como respetar la distancia horizontal de 10 metros a la obra. Para estos casos, se detalla la distancia desde la posición de medición al deslinde de la obra.

Los puntos de medición, se ubicaron a 1,5 metros sobre el piso, y en caso de ser posible, a 3,5 o más de estructuras reflectantes.

El descriptor considerado para caracterizar las actividades fue el nivel de presión sonora continuo equivalente,  $L_{eq}$  ponderado en dB(A) medido en un periodo de 15 minutos, con la respuesta lenta (Slow) del instrumento. Esto de acuerdo a lo recomendado en el estándar de Nueva Zelanda NZS 6803-1999 referido a ruido de construcción, al cual se hizo referencia en el capítulo N° 2 del informe.

Se registraron los valores de  $L_{eq}$ , además de los valores de nivel de presión sonora máximo  $L_{max}$ , también ponderado en dB(A), cada 10 segundos durante el período de 15 minutos.

#### **4.3.1. Evaluación del ruido de fondo.**

En el caso en que existió incertidumbre sobre el aporte del ruido de fondo a la medición efectuada, se procedió a realizar una medición del ruido de fondo en el área. Considerando el poco tiempo disponible para la actividad, se registró el nivel de presión sonora continuo equivalente  $L_{eq}$  ponderado en dB(A) durante 5 minutos para evaluar el ruido de fondo.

Para los casos en que se midió ruido de fondo, se entrega el valor obtenido.

Considerando la dificultad práctica para evaluar el ruido de fondo, debido a que el ruido de la actividad a investigar está continuamente presente, se aplicó el criterio recomendado por el estándar NZS 6803-1999 mencionado anteriormente, que sugiere que se puede estimar el ruido de fondo del área, no precisamente en la misma ubicación, sino mediante una cuidadosa elección de una nueva ubicación, de tal forma que el ruido de la actividad en investigación se reduzca lo suficiente para poder medir el ruido de fondo. Además, según este criterio, la medición se debía realizar en un ambiente sonoro similar al observado durante la medición del ruido en investigación.

En ninguna de las mediciones realizadas fue necesario considerar una corrección por efectos del ruido de fondo, ya que los valores medidos del ruido en investigación siempre superaron los valores obtenidos para el ruido de fondo en más de 10 dB(A).

#### **4.4. Resultados.**

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las mediciones realizadas. Se entrega información general de la obra observada, como su dirección, la superficie completa del terreno, la cantidad de pisos proyectados, el grado de avance de construcción, las fuentes de ruido presentes, el valor del ruido de fondo, en el caso en que se haya medido, y un gráfico correspondiente a los valores medidos. Además, en el gráfico se entrega información acerca del horario en que se realizó la medición y, en los casos en que ocurrieron eventos relevantes, se realiza una observación adecuada de éstos.

▪ **Medición N° 1**

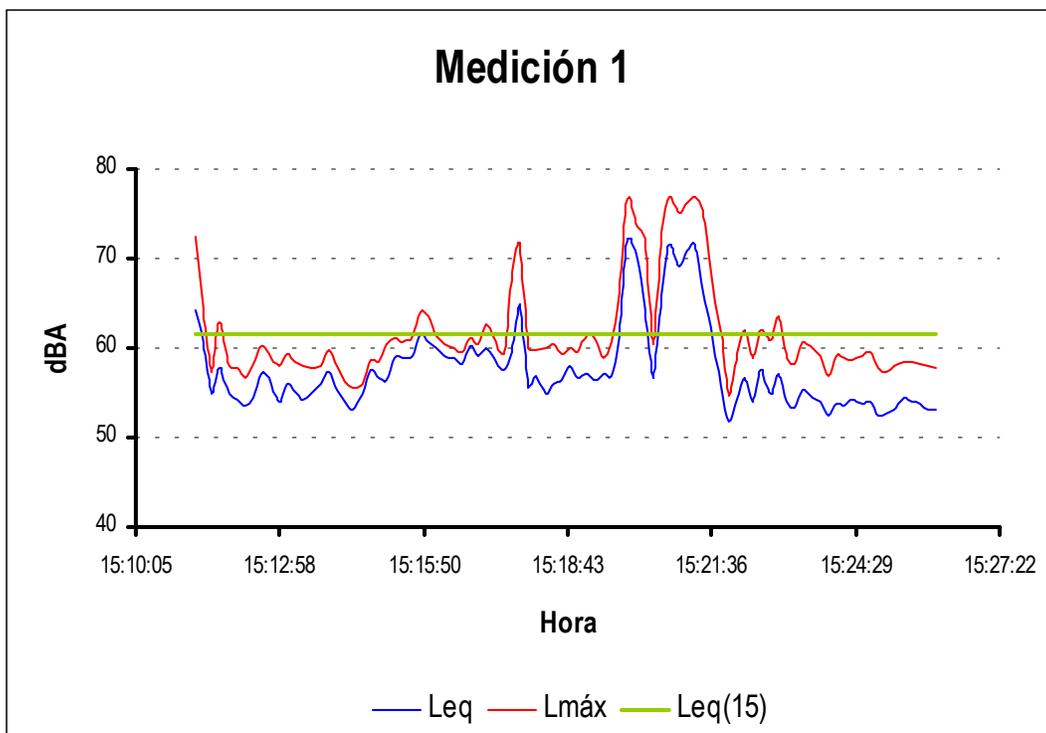
Lugar: Los Militares-Los Barbechos, Las Condes.

Etapas: Instalación de faenas.

Detalle: Terreno 3.300 m<sup>2</sup>

Fuentes de ruido: Retroexcavadora, esmeril, martillos.

Observaciones: Ruido de fondo: 51,6 dB(A).



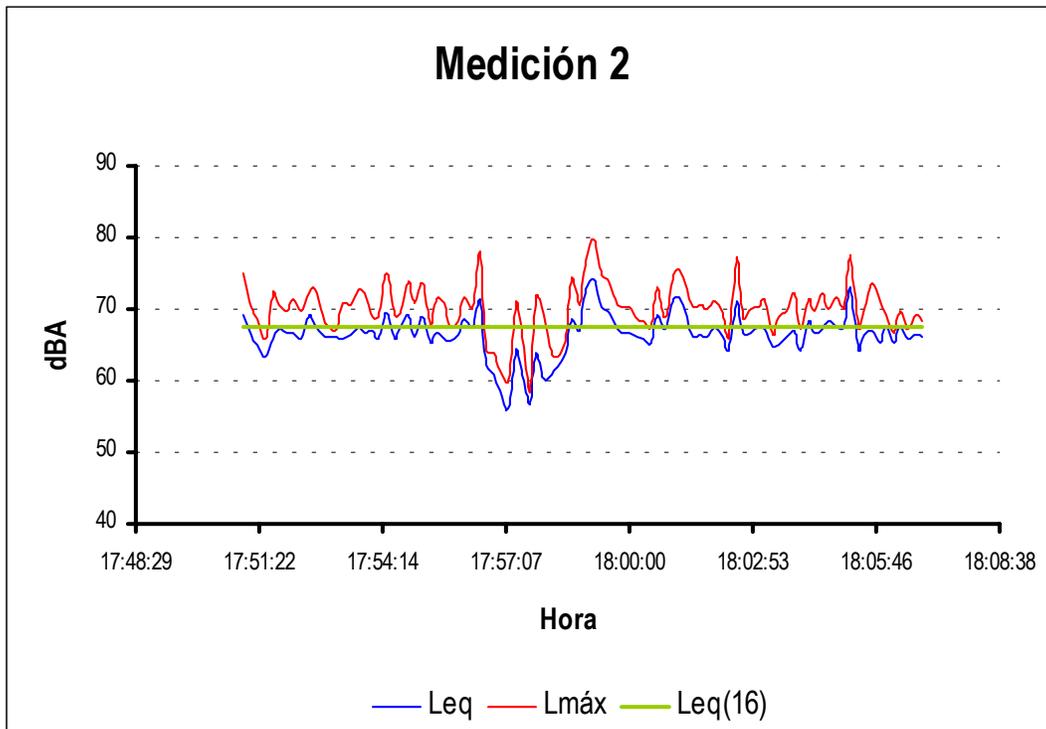
▪ **Medición N° 2**

Lugar: Pocuro-Holanda, Providencia.

Etapas: Excavaciones.

Detalle: Terreno 7.000 m<sup>2</sup> , 7 pisos y 2 subterráneos.

Fuentes de ruido: Excavadora, camiones en el otro costado.



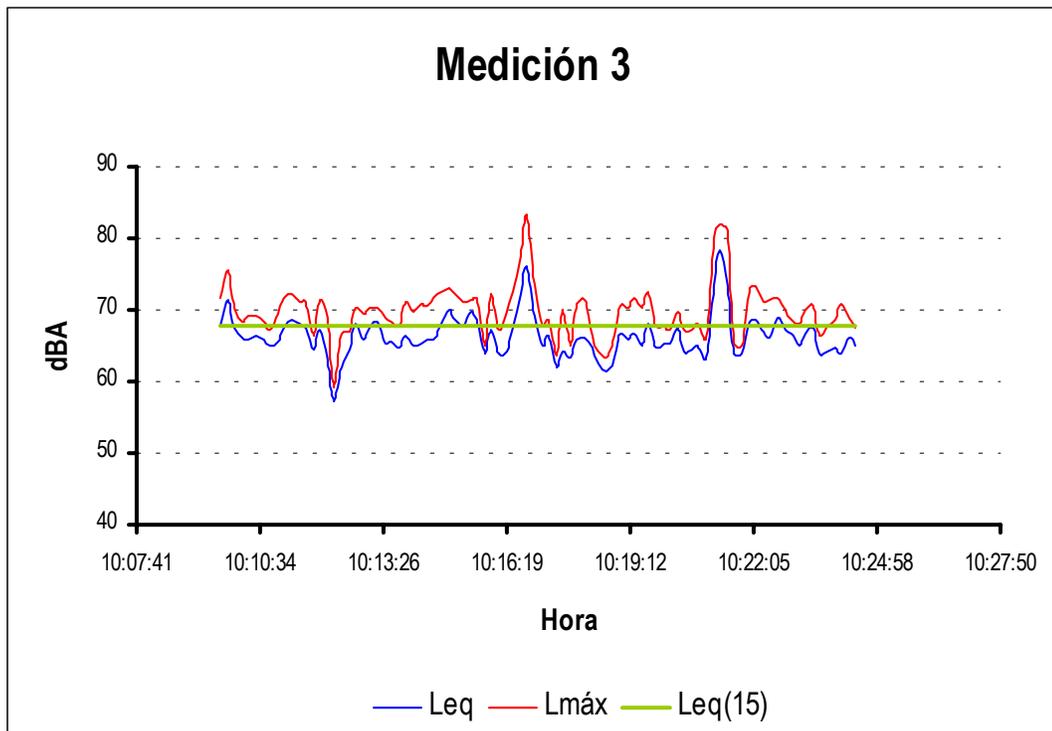
▪ **Medición N° 3**

Lugar: Jorge Washington s/n, Ñuñoa.

Etapa: Excavaciones.

Detalle: Terreno 3.800 m<sup>2</sup>, 12 pisos y 1 subterráneo.

Fuentes de ruido: Excavadora, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 4**

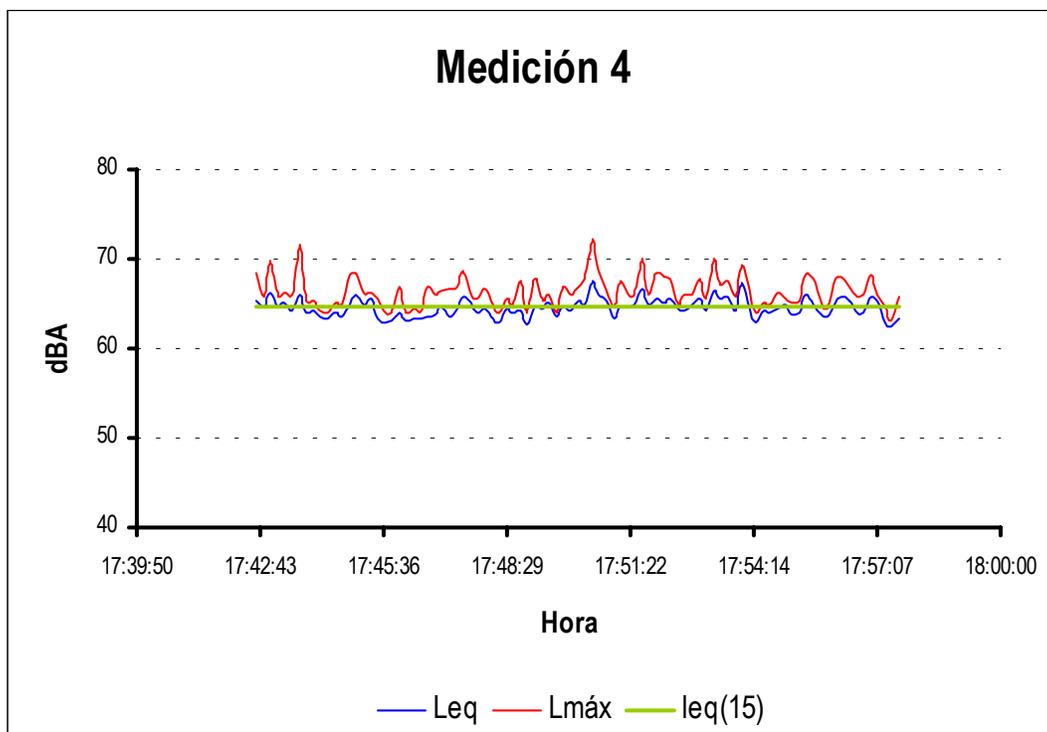
Lugar: Av. Del Valle, Ciudad empresarial.

Etapas: Excavaciones y cimientos.

Detalle: Terreno 3.000 m<sup>2</sup>, 7 pisos y 2 subterráneos.

Fuentes de ruido: Grupo electrógeno sin aislación, grúa torre, mixer, martillo neumático, rodillos, esmeril, martillos.

Observación: Ruido de fondo: 54,5 dB(A).



▪ **Medición N° 5**

Lugar: Jorge Washington 2369, Ñuñoa.

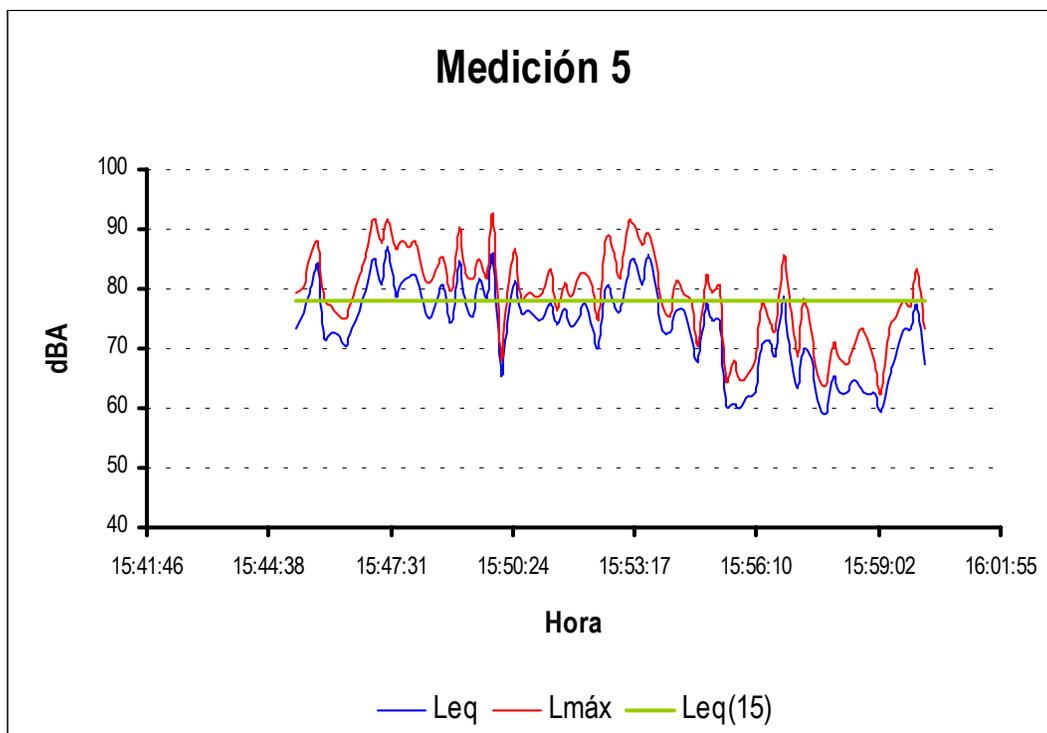
Etapas: Excavaciones y demolición.

Detalle: Terreno 3.000 m<sup>2</sup> , 7 pisos y 2 subterráneos.

Fuentes de ruido: Excavadora, caída de escombros por martillazos, esmeril.

Observaciones: Medición realizada en edificio contiguo a la altura del piso 2.

Distancia horizontal al deslinde de la obra: 12,5 metros.



▪ **Medición N° 6**

Lugar: Jorge Washington 2369, Ñuñoa.

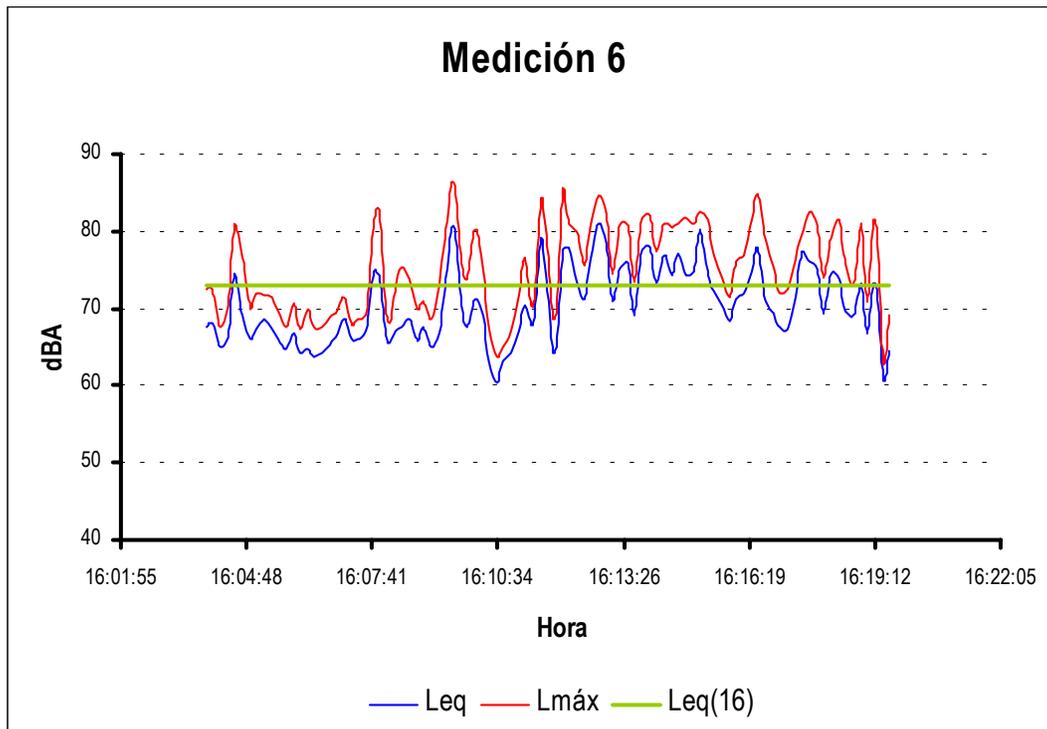
Etapas: Excavaciones y demolición.

Detalle: Terreno 3.000 m<sup>2</sup>, 7 pisos y 2 subterráneos.

Fuentes de ruido: Excavadora, caída de escombros, esmeril.

Observaciones: Medición realizada en edificio contiguo a la altura del piso 2.

Distancia horizontal al deslinde de la obra: 12,5 metros.



▪ **Medición N° 7**

Lugar: Vitacura s/n, Vitacura.

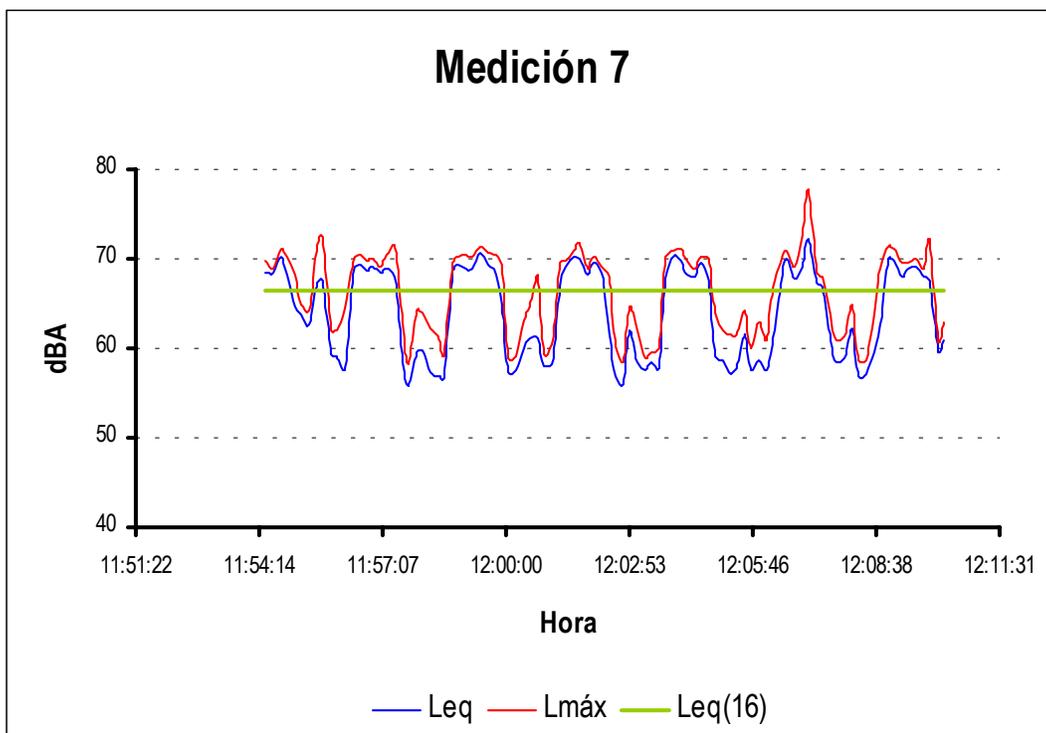
Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 3.200 m<sup>2</sup> , 2 edificios de 17 pisos.

Avance: Piso 1 del primer edificio.

Fuentes de ruido: Bomba de hormigón, minicargador, grúa torre, vibrador de hormigón, esmeril, martillos.

Observaciones: Ruido de fondo: 54,6 dB(A).



▪ **Medición N° 8**

Lugar: Noruega 6650, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

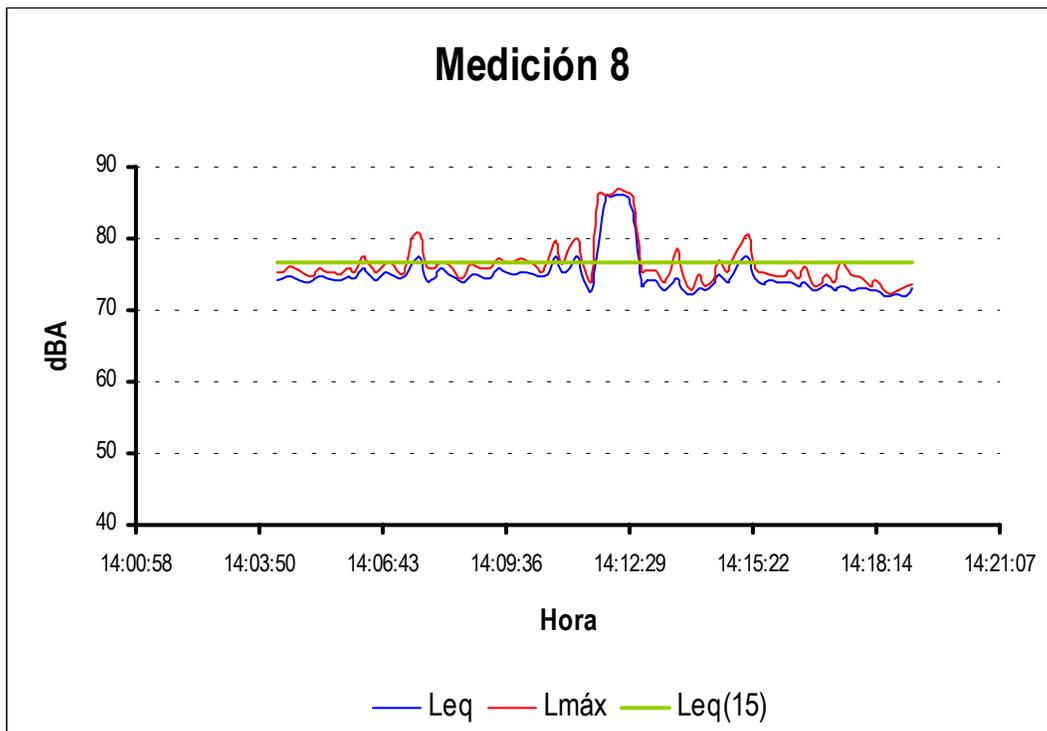
Detalle: Terreno 1.600 m<sup>2</sup>, 17 pisos.

Avance: Piso 4.

Fuentes de ruido: Camión mixer, minicargador, grúa torre, vibrador de hormigón, martillo neumático, esmeril, martillos.

Observación: Medición realizada frente al acceso principal de la obra.

Camión mixer ubicado fuera del terreno de la obra.



▪ **Medición N° 9**

Lugar: Noruega 6650, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

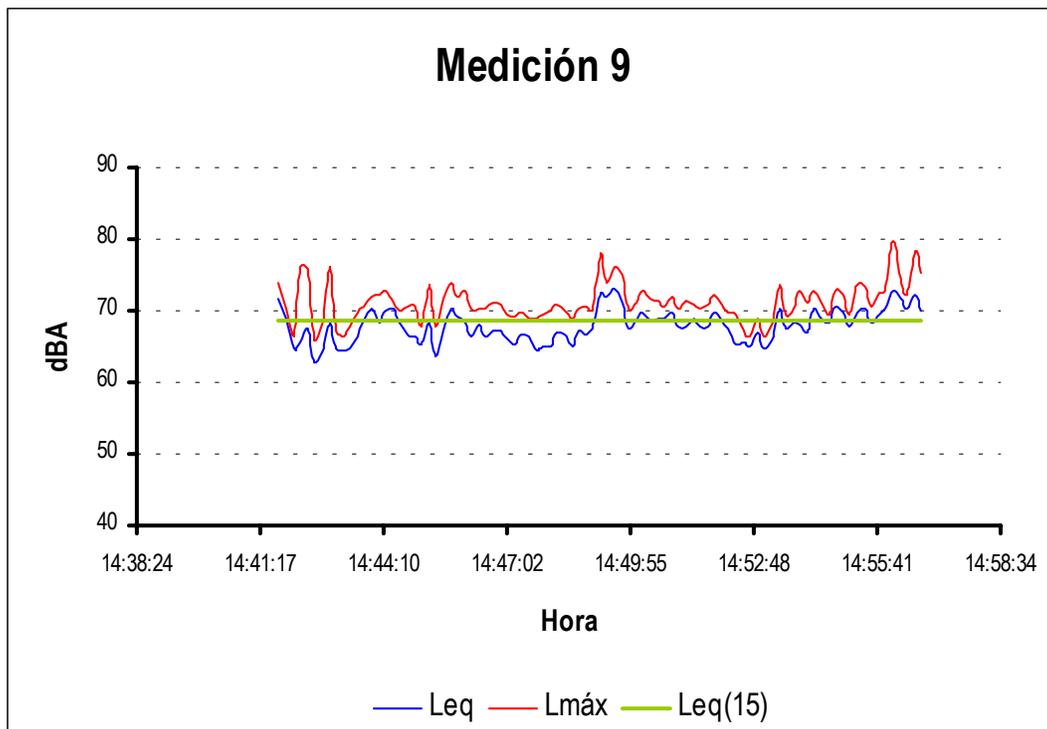
Detalle: Terreno 1.600 m<sup>2</sup>, 17 pisos.

Avance: Piso 4.

Fuentes de ruido: Camión mixer, minicargador, grúa torre, vibrador de hormigón, martillo neumático, esmeril, martillos.

Observación: Medición realizada lejos del acceso principal de la obra.

Mayor presencia de esmeriles, caídas de material, martillos.



▪ **Medición N° 10**

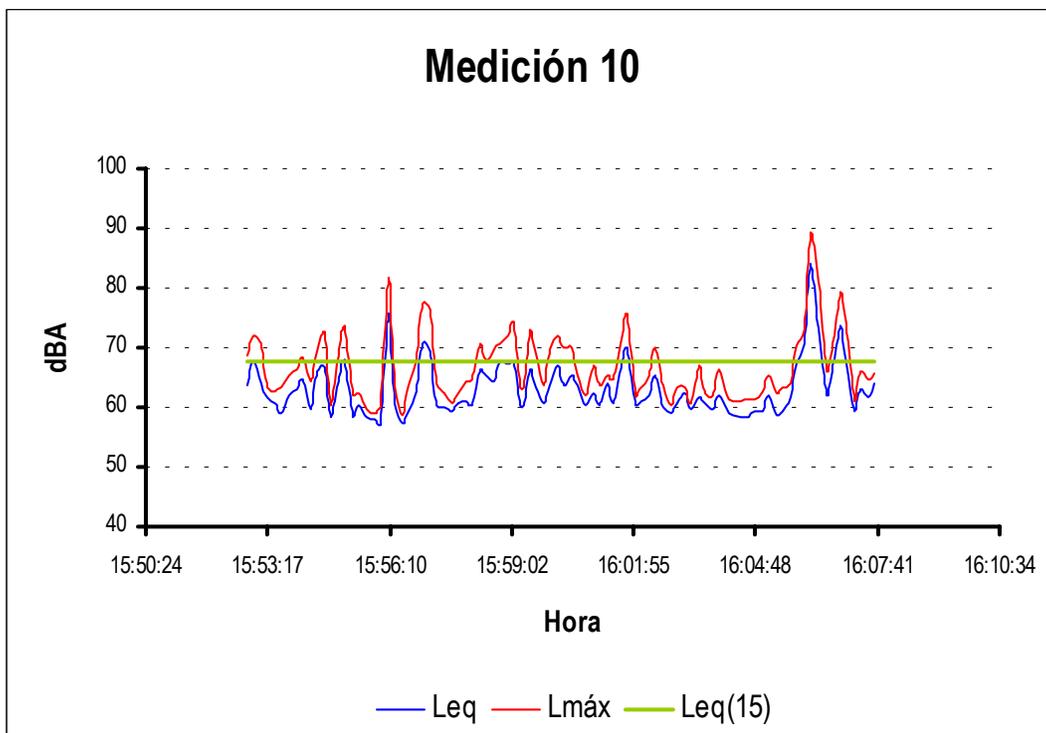
Lugar: Hnos. Cabot 6890, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 5.600 m<sup>2</sup> , 22 pisos.

Avance: Piso 6.

Fuentes de ruido: Placa compactadora, hidrolavadora, taladros, grúa torre, vibrador de hormigón, martillo neumático, esmeril, martillos, camiones.



▪ **Medición N° 11**

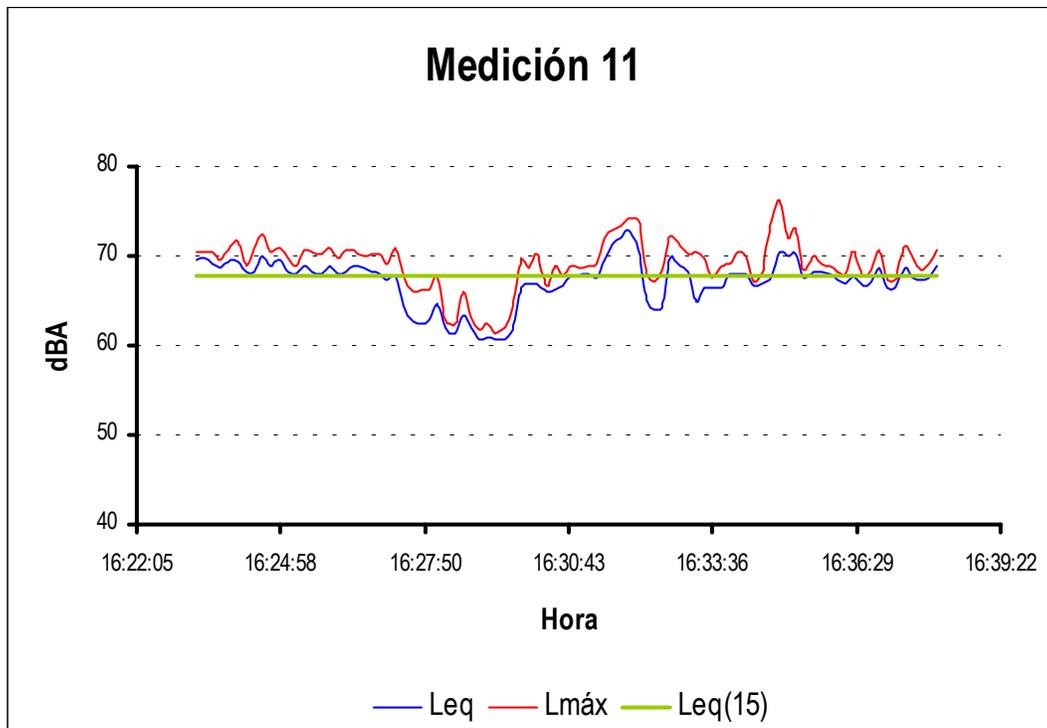
Lugar: Cerro del Plomo 5720, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 4.800 m<sup>2</sup>, 21 pisos, 4 subterráneos.

Avance: Piso 4.

Fuentes de ruido: Placa compactadora, compresor, grúa torre, vibrador de hormigón, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 12**

Lugar: Las Torcazas 50, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

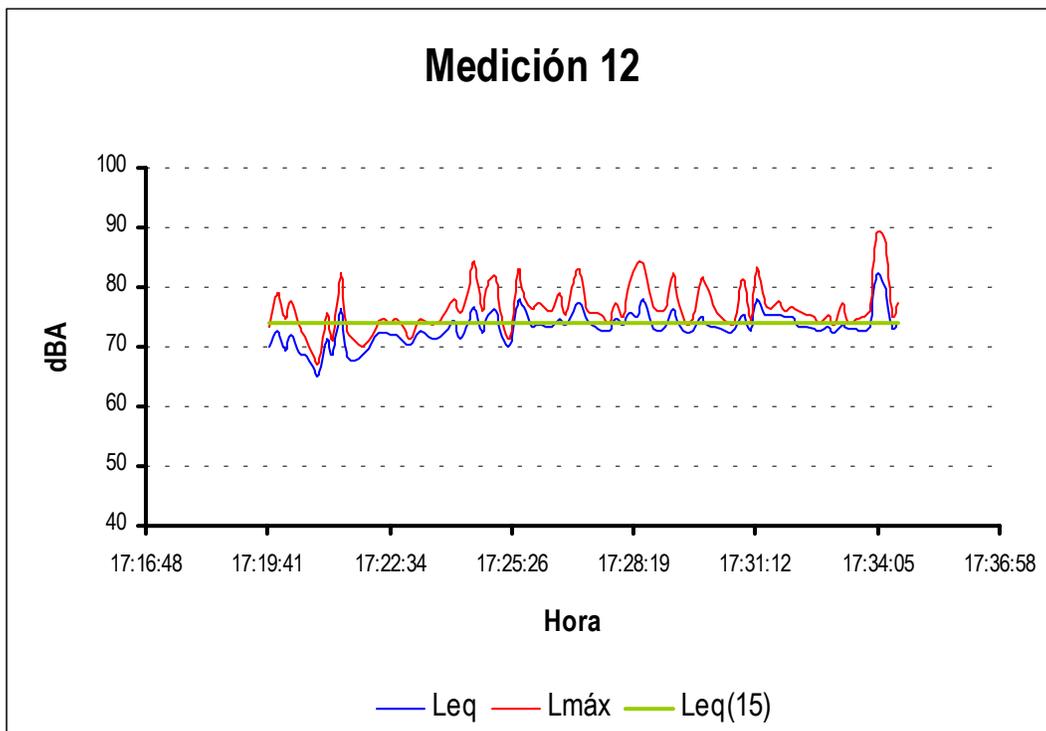
Detalle: Terreno 2.100 m<sup>2</sup>, 17 pisos.

Avance: Piso 6.

Fuentes de ruido: Camión mixer, compresor, grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos.

Observación: Movimiento de camiones.

Ruido de fondo: 58,6 dB(A).



▪ **Medición N° 13**

Lugar: Las Torcazas 50, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 2.100 m<sup>2</sup>, 17 pisos.

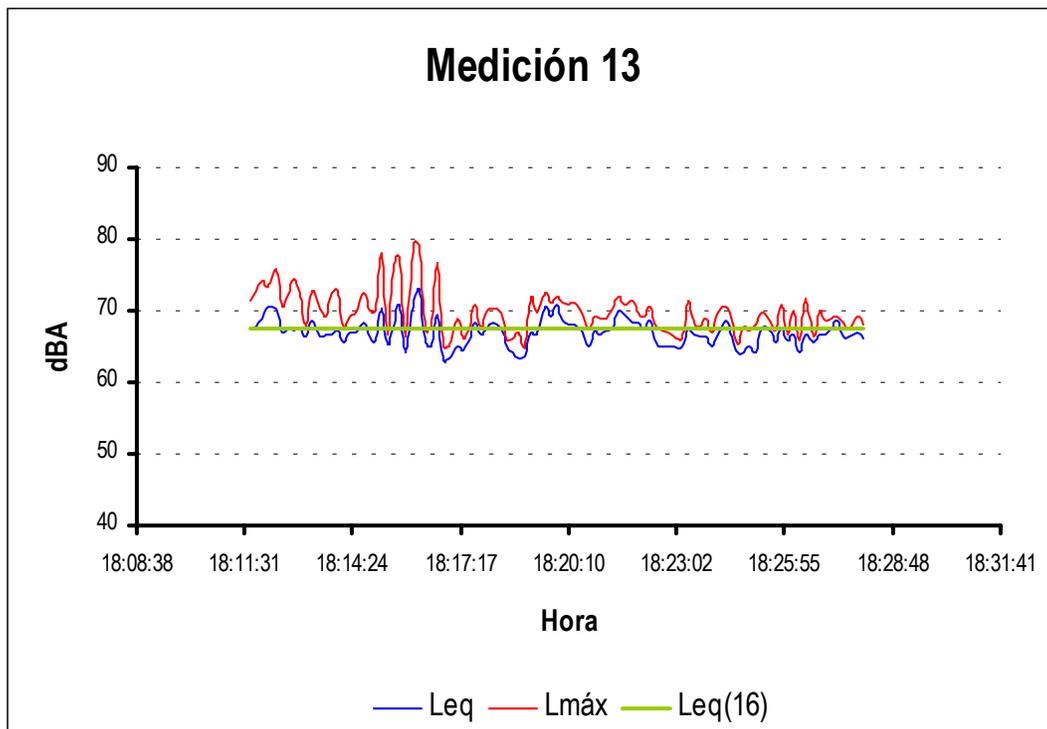
Avance: Piso 6.

Fuentes de ruido: Camión mixer, compresor, grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos.

Observaciones: Medición realizada en edificio contiguo a la altura del piso 19.

Distancia horizontal al deslinde de la obra: 14 metros.

Ruido de fondo: 58,6 dB(A)



▪ **Medición N° 14**

Lugar: San Francisco de Asís 259, Las Condes.

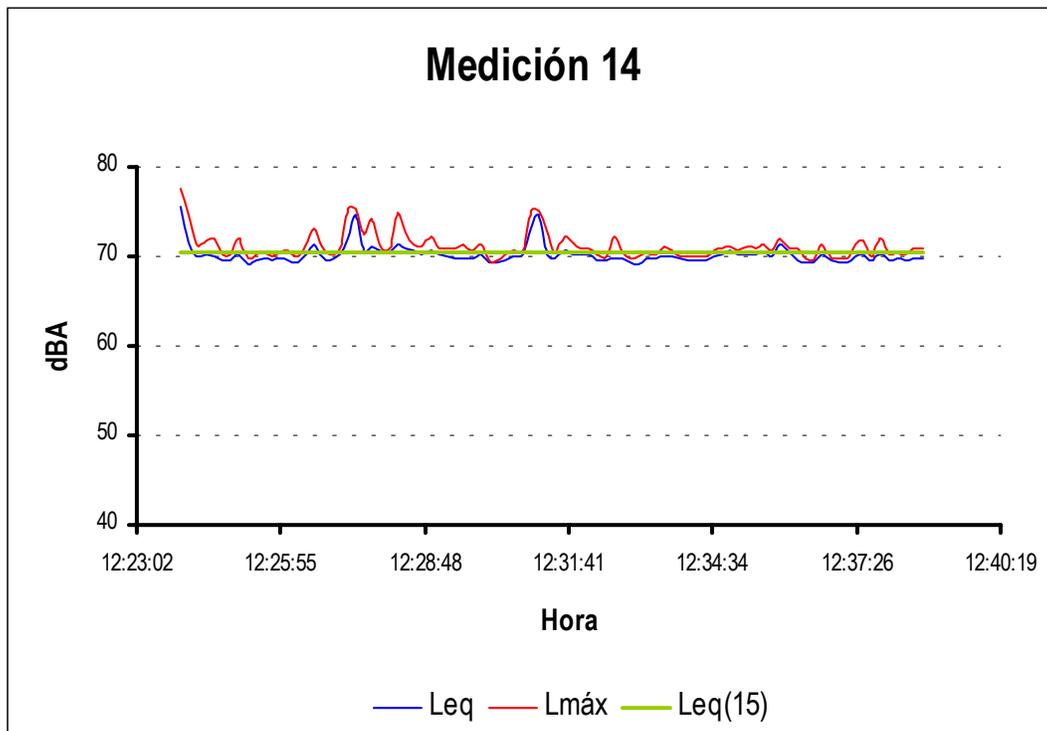
Etapa: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 2.500 m<sup>2</sup> , 20 pisos.

Avance: Piso 2.

Fuentes de ruido: Camión mixer, vibrador de hormigón, bomba de hormigón, grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos.

Observación: Camión mixer funcionando fuera del terreno de la obra.



▪ **Medición N° 15**

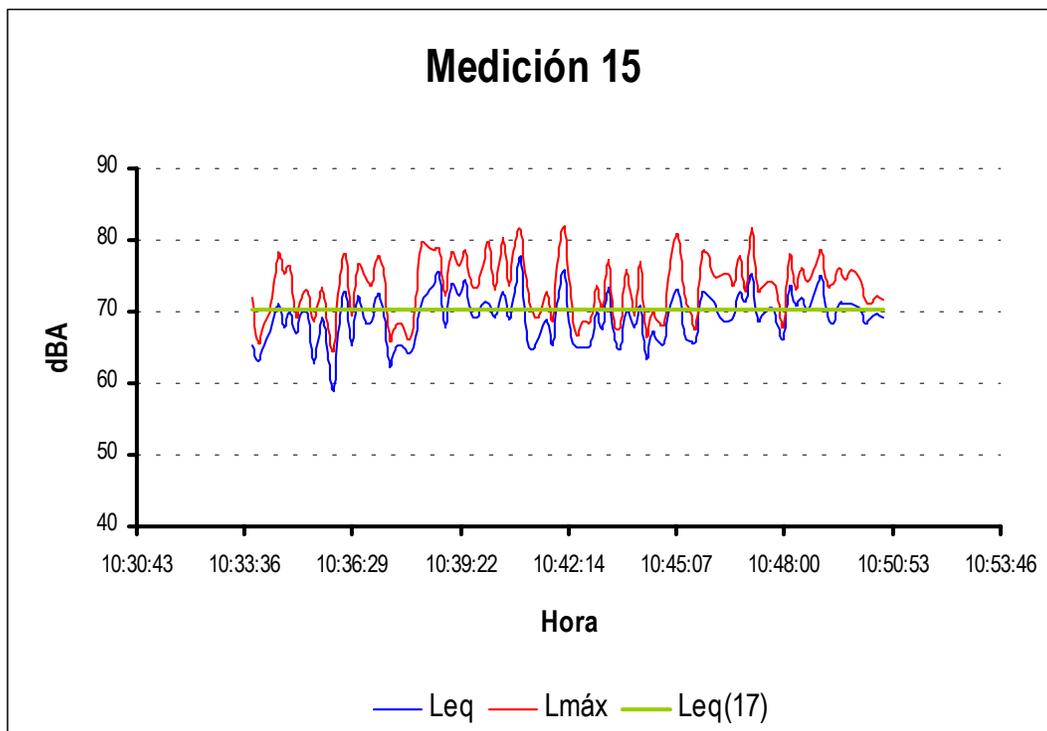
Lugar: Darío Urzúa 1958, Providencia.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 1.800 m<sup>2</sup> , 12 pisos.

Avance: Piso 1.

Fuentes de ruido: Hidrolavadora, compresor, grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 16**

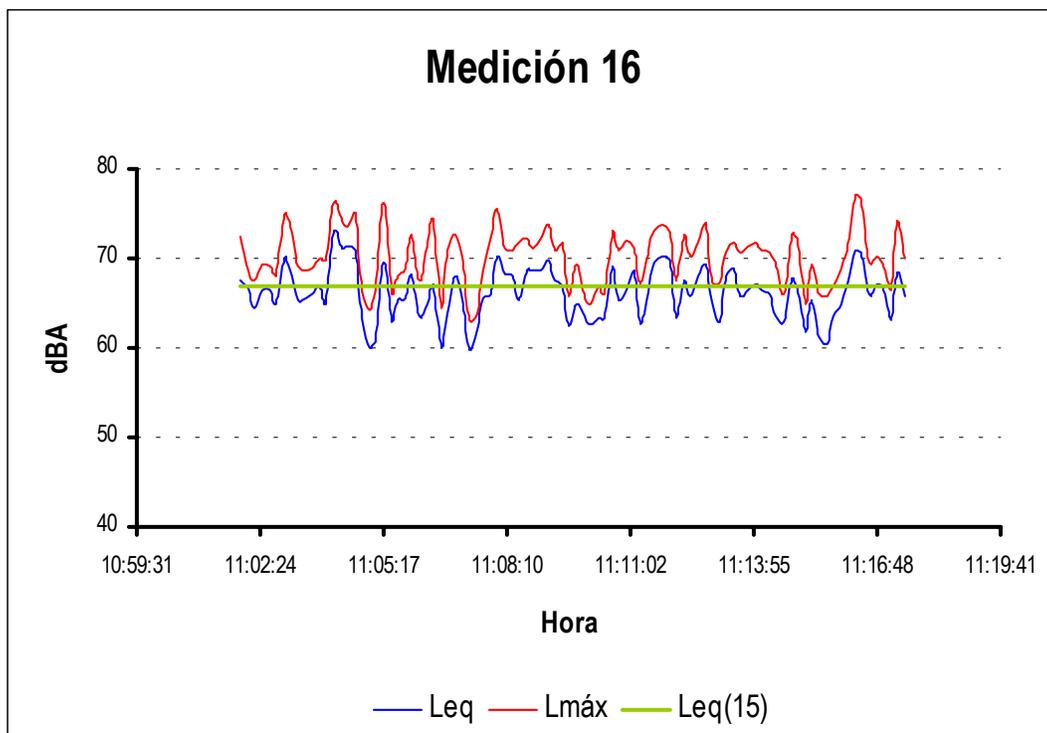
Lugar: California 1925, Providencia.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 360 m<sup>2</sup>, 9 pisos, 2 subterráneos.

Avance: Piso 6.

Fuentes de ruido: Vibrador de hormigón, grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 17**

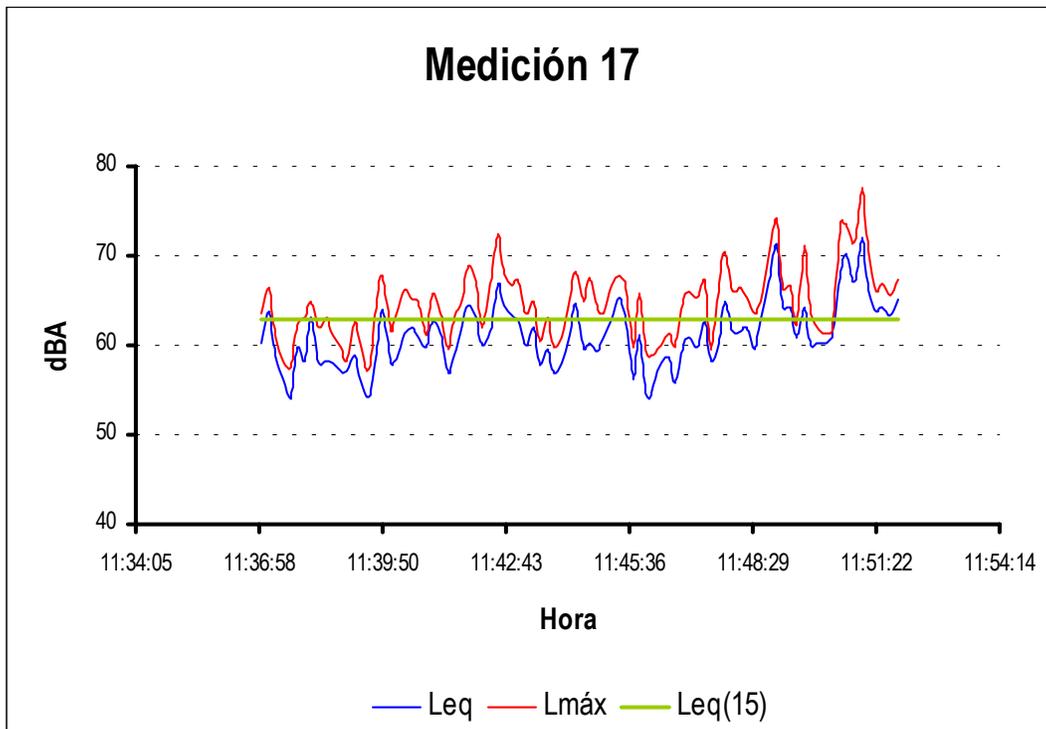
Lugar: Antonio Varas 710, Ñuñoa.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 2.100 m<sup>2</sup>, 10 pisos, 2 subterráneos.

Avance: Piso 4.

Fuentes de ruido: Grúa torre, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 18**

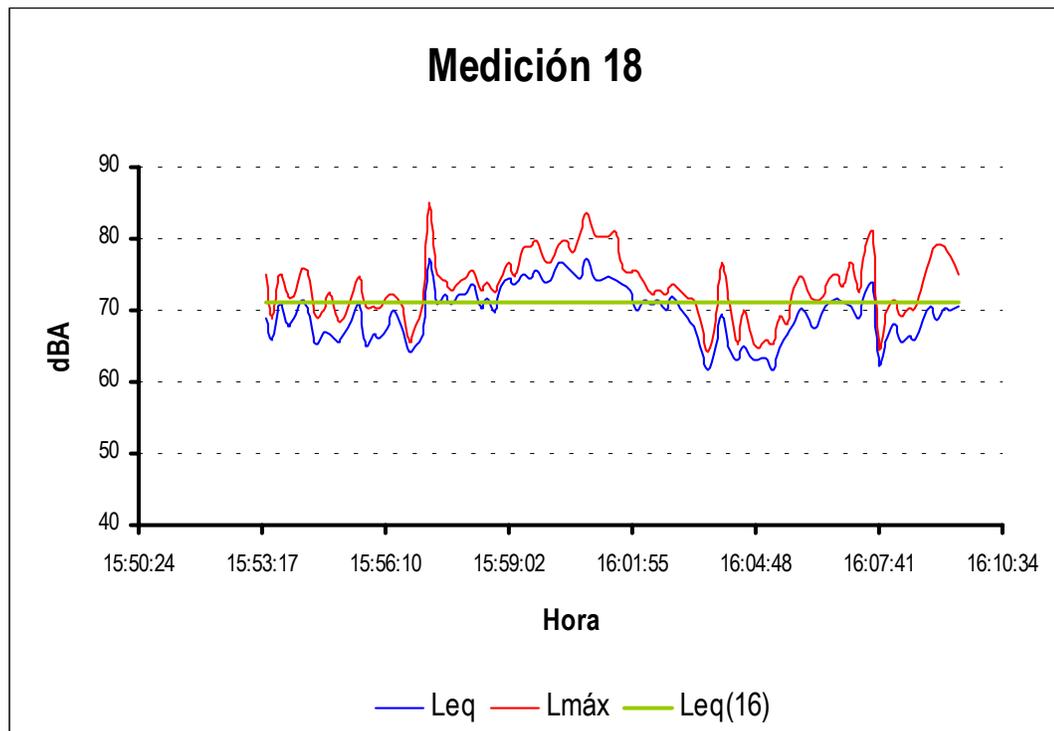
Lugar: Valencia-Sucre, Ñuñoa.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 2.600 m<sup>2</sup> , 7 pisos, 3 subterráneos.

Avance: Piso 5.

Fuentes de ruido: Taladros, sierra, grúa torre, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 19**

Lugar: Suecia 3.500, Providencia.

Etapas: Obra Gruesa.

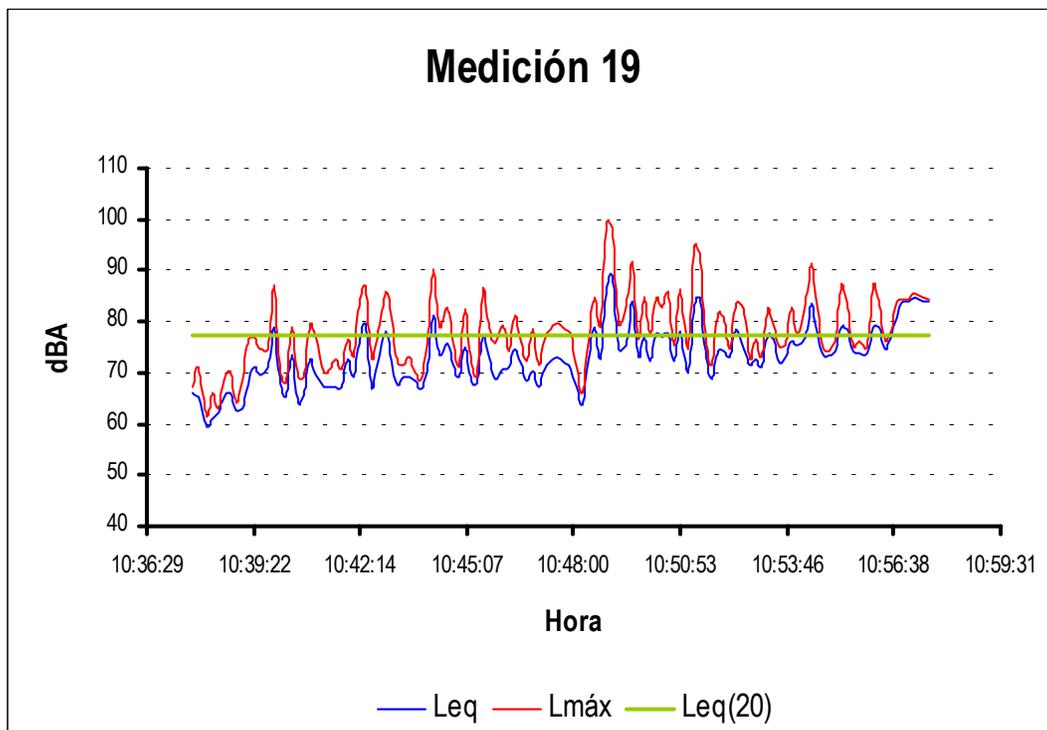
Detalle: Terreno 1.500 m<sup>2</sup> , 12 pisos, 1 subterráneo.

Avance: Piso 6.

Fuentes de ruido: Camión mixer, minicargador, hidrolavadora, grúa torre, martillo neumático, martillos.

Observación: Camión mixer ubicado fuera de la obra.

Carga de escombros.



▪ **Medición N° 20**

Lugar: Montealegre 1050, Las Condes.

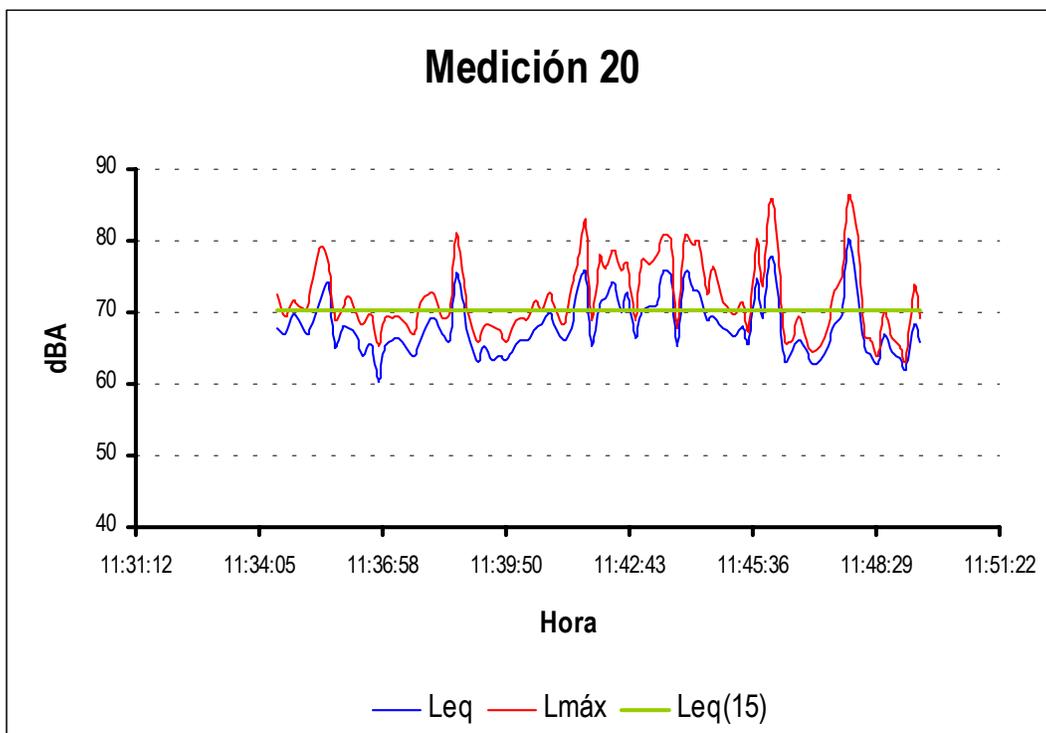
Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 1.600 m<sup>2</sup>, 13 pisos, 2 subterráneos.

Avance: Piso 8.

Fuentes de ruido: Camión, grúa torre, martillo neumático, martillos.

Observación: Carga de escombros.



▪ **Medición N° 21**

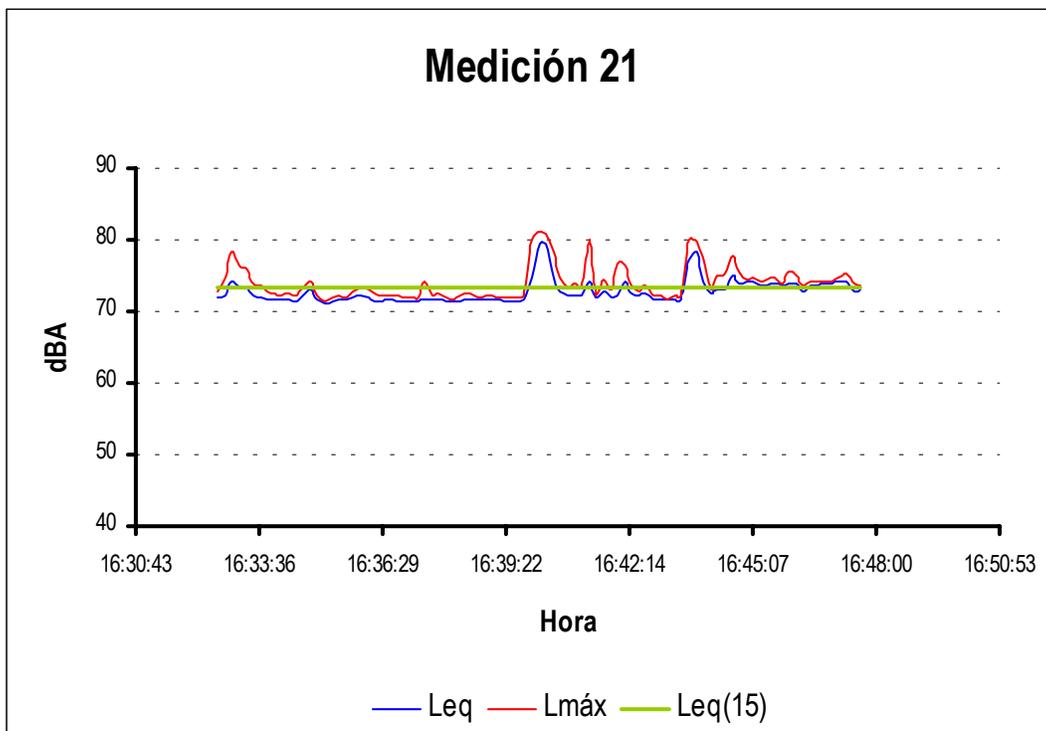
Lugar: Montealegre 1050, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 1.600 m<sup>2</sup>, 13 pisos, 2 subterráneos.

Avance: Piso 8.

Fuentes de ruido: Camión mixer, camión, grúa torre, martillo neumático, martillos.



▪ **Medición N° 22**

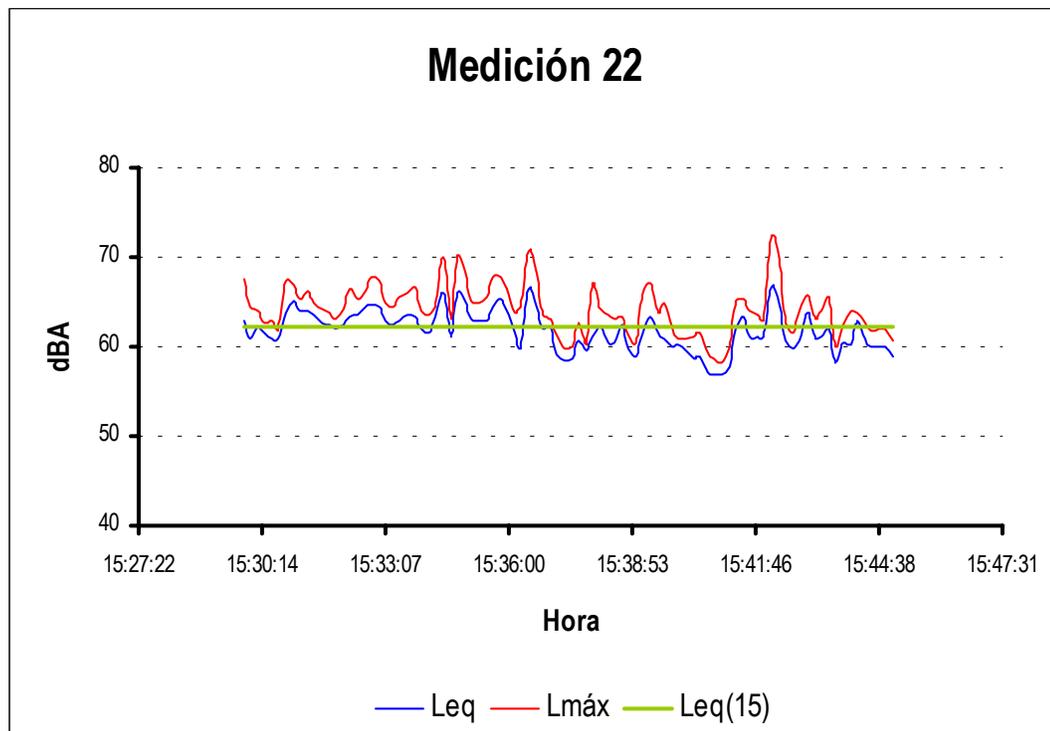
Lugar: Vespucio-Del Inca, Las Condes.

Etapas: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 3.000 m<sup>2</sup> , 20 pisos, 3 subterráneos.

Avance: Piso 1.

Fuentes de ruido: Vibrador de hormigón, hidrolavadora grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos.



▪ **Medición N° 23**

Lugar: Vespucio-Martín de Zamora, Las Condes.

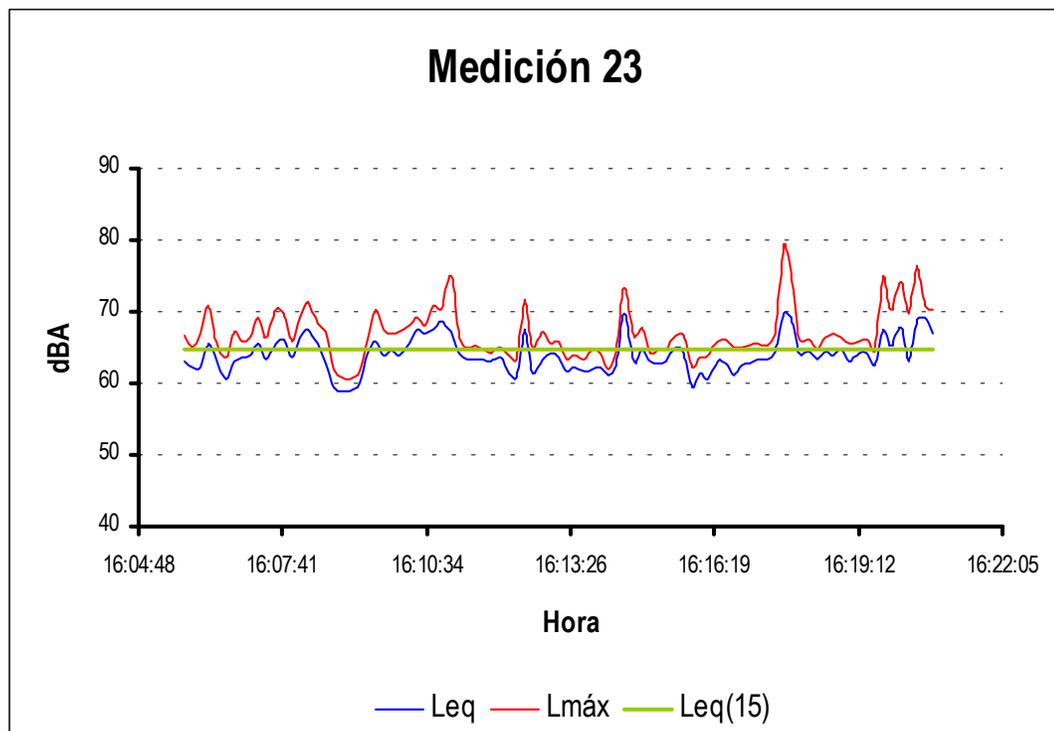
Etapa: Obra Gruesa.

Detalle: Terreno 2.200 m<sup>2</sup> , 21 pisos, 2 subterráneos.

Avance: Piso 20.

Fuentes de ruido: Taladros, grúa torre, martillo neumático, esmeril, martillos, caídas de materiales.

Observación: Finalizando la obra gruesa, terminaciones avanzadas hasta el piso 8. Radios a alto volumen.



▪ **Medición N° 24**

Lugar: Lyon 2488, Ñuñoa.

Etapas: Excavación y fundaciones.

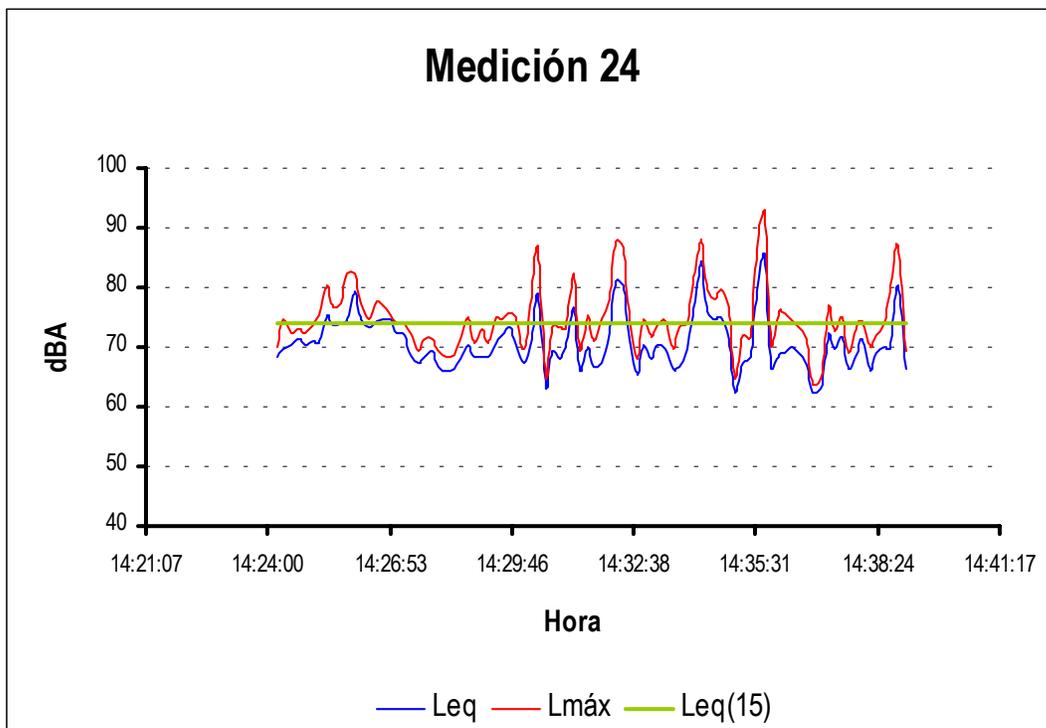
Detalle: Terreno 3.000 m<sup>2</sup> , 2 edificios.

Avance: Piso 2.

Fuentes de ruido: Retroexcavadora, camión, esmeril, martillos.

Observación: Medido cerca del acceso, se registra la circulación de camiones.

Ruido de fondo: 61,3 dB(A)



▪ **Medición N° 25**

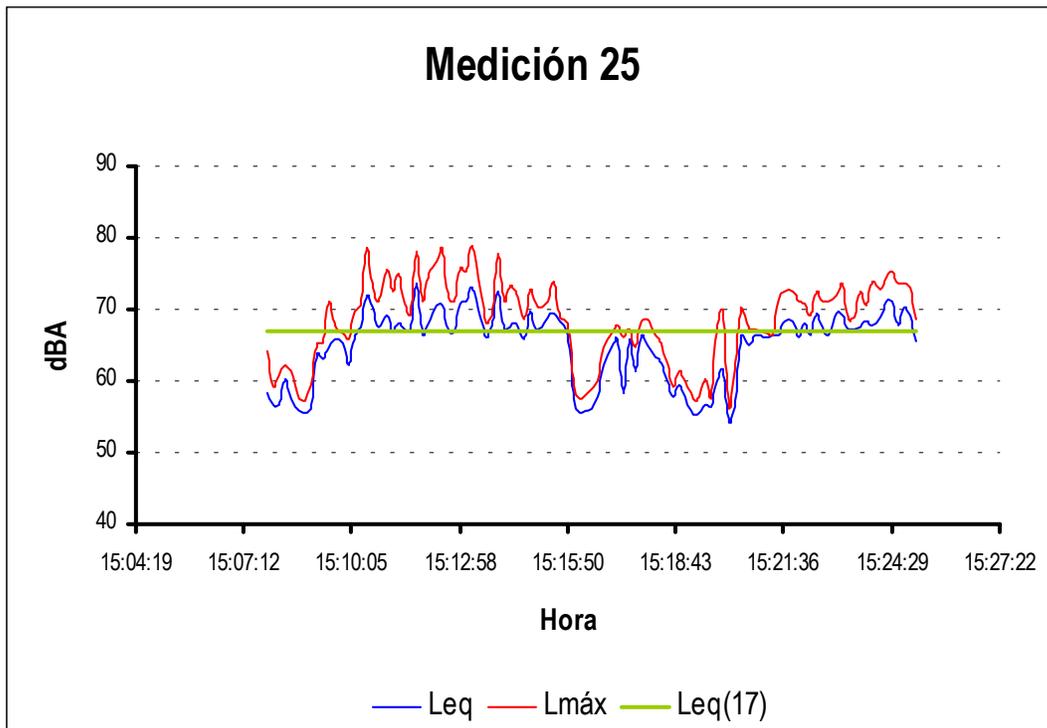
Lugar: Lyon 2488, Ñuñoa.

Etapas: Excavación y fundaciones.

Detalle: Terreno 3.000 m<sup>2</sup>.

Fuentes de ruido: Retroexcavadora, Camión, esmeril, martillos.

Observación: Medido en un costado, se registró el proceso de excavación y carga de camión.



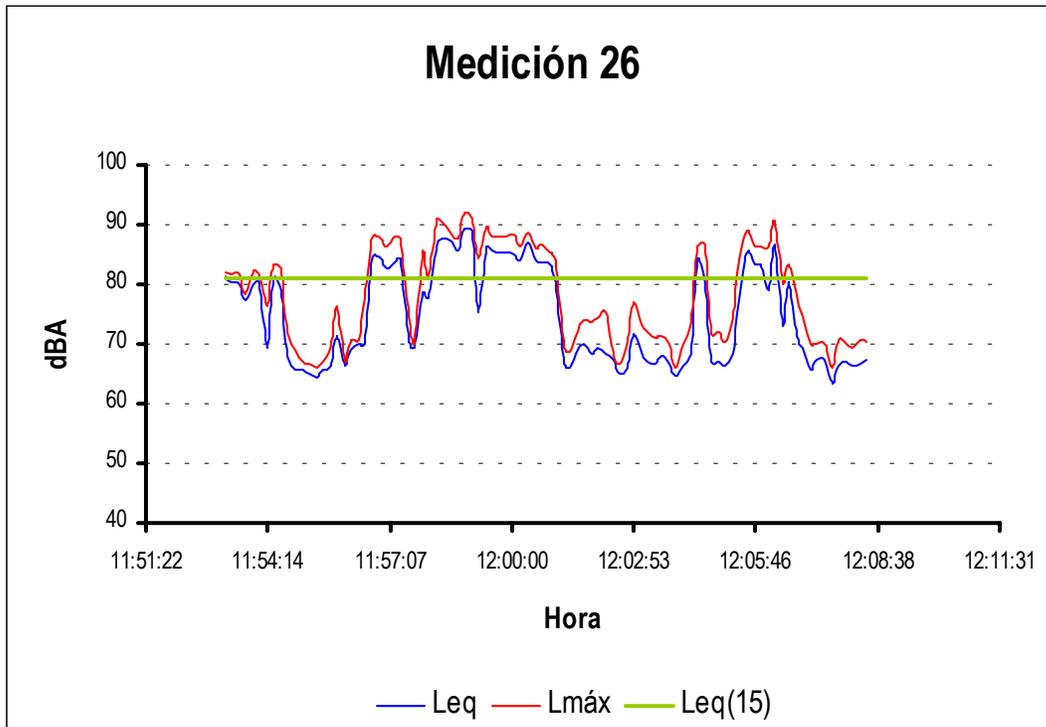
▪ **Medición N° 26**

Lugar: Kennedy 4444, Vitacura.

Etapas: Terminaciones.

Detalle: Terreno 1.500 m<sup>2</sup> , 14 pisos.

Fuentes de ruido: Martillo neumático, esmeril, martillos.



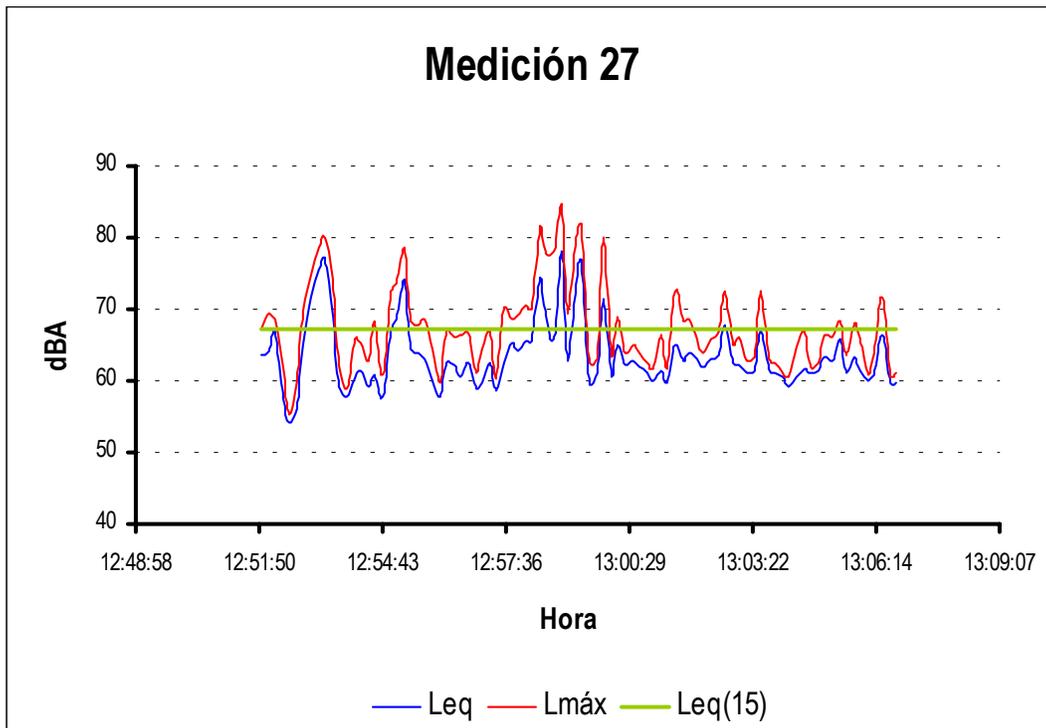
▪ **Medición N° 27**

Lugar: San Francisco de Asís s/n, Las Condes.

Etapas: Terminaciones.

Detalle: Terreno 2.400 m<sup>2</sup>, 13 pisos.

Fuentes de ruido: Hidrolavadora, taladros, camión, palas, esmeril, martillos.



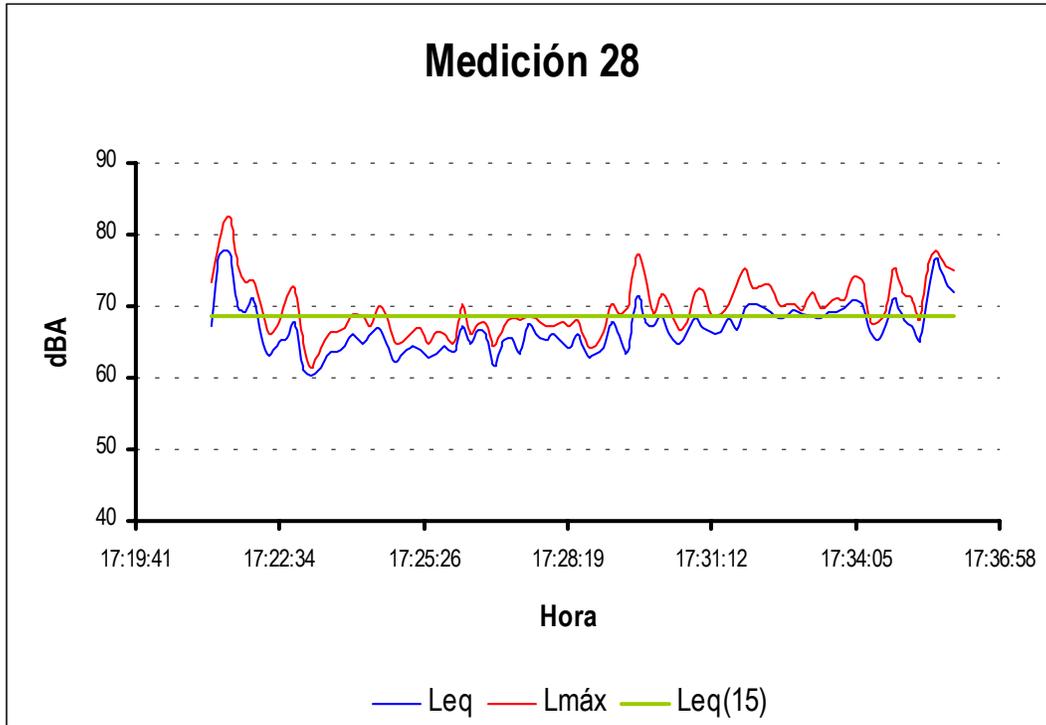
▪ **Medición N° 28**

Lugar: Los Leones 1716, Las Condes.

Etapas: Terminaciones.

Detalle: Terreno 1.500 m<sup>2</sup>, 15 pisos.

Fuentes de ruido: Taladros, hidrolavadora, esmeril, martillos.



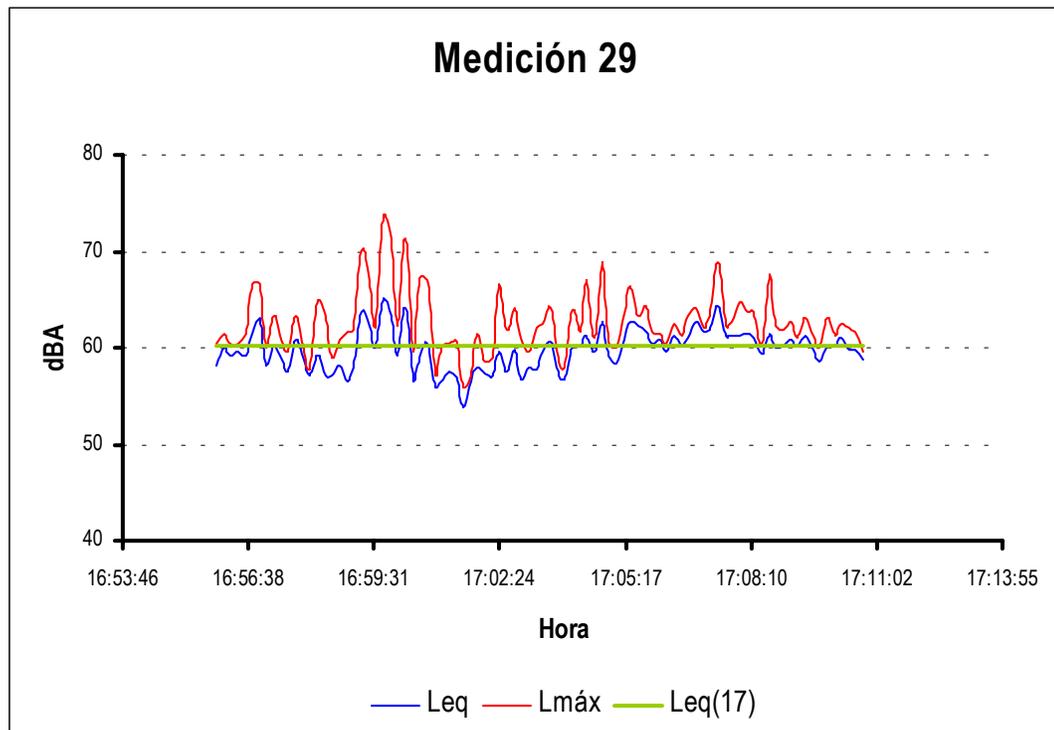
▪ **Medición N° 29**

Lugar: Suecia s/n, Providencia.

Etapas: Terminaciones.

Detalle: Terreno 1.500 m<sup>2</sup>, 14 pisos.

Fuentes de ruido: Martillo neumático, esmeril.



▪ **Medición N° 30**

Lugar: Suecia s/n, Providencia.

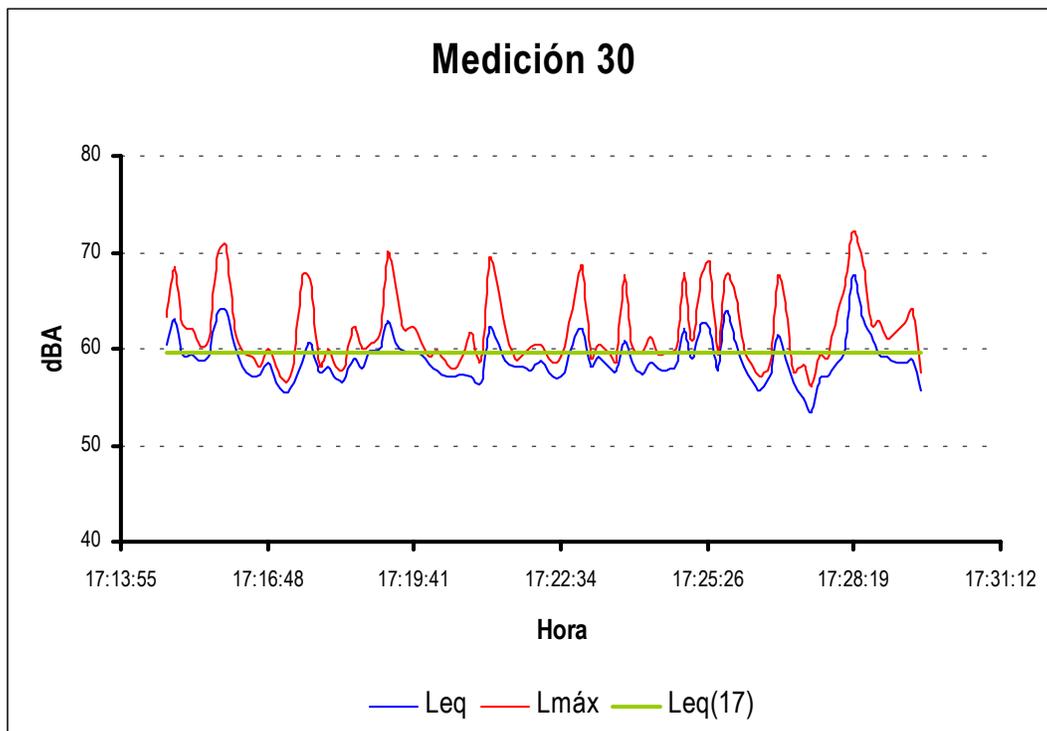
Etapa: Terminaciones.

Detalle: Terreno 1.500 m<sup>2</sup> , 14 pisos.

Fuentes de ruido: Martillo neumático, esmeril, martillos.

Observación: Medición realizada en el edificio contiguo a la altura del piso 4.

Distancia horizontal al deslinde de la obra: 8 metros.

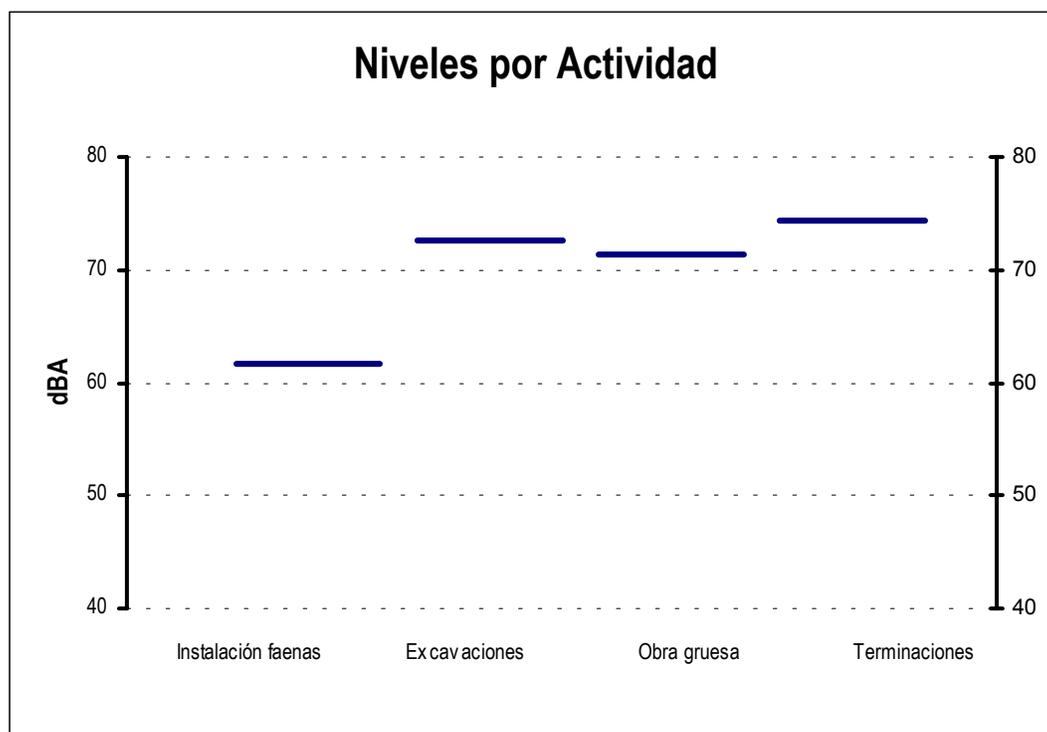


Finalmente, a modo de resumen de las actividades observadas, se realizó una clasificación de niveles por etapas de construcción. Para esto, se consideró el promedio de las de las presiones cuadráticas de los niveles medidos, Leq (15 minutos), para cada etapa y se obtuvo un único valor para cada etapa observada.

El resultado anterior, se presenta en el siguiente gráfico.

**NOTA:**

Este resultado no se puede considerar, en ningún caso, representativo de las etapas mencionadas correspondientes a la actividad de construcción de edificios de altura, pero es útil para graficar el orden de magnitud de los niveles medidos en las distintas etapas observadas.



## 5. ESTRATEGIA DE REGULACIÓN

### 5.1. INTRODUCCIÓN

A continuación se presenta la estrategia propuesta por el equipo consultor que contiene los posibles caminos a seguir para la elaboración de una regulación. Las pautas sugeridas han sido elaboradas tomando en cuenta la revisión de todos los antecedentes recopilados en las etapas anteriores de este trabajo.

Existen, en términos generales, dos vías para regular las actividades de construcción, estas vías son;

- Controlar la Emisión de las maquinarias o equipos utilizados en las faenas de construcción.
- Controlar los niveles de Inmisión debido al desarrollo de actividades propias de las faenas de construcción.

Ambas vías de regulación no son excluyentes entre sí, y el escenario ideal sería contar con una regulación tanto para la emisión como para la inmisión.

### 5.2. REGULACIONES

#### 5.2.1. REGULACIÓN POR EMISIÓN

La estrategia de regulación propuesta a continuación ha sido adaptada de la Directiva 2000/14/CE, del Parlamento Europeo, considerando que constituye el más completo cuerpo legal específico encontrado. Además se ha tomado en cuenta que esta Directiva en sí misma es una combinación de los distintos cuerpos legales existentes en los países miembros de la Comunidad Europea.

Si bien en el corto plazo no es posible llevar a cabo una regulación por esta vía, debido principalmente a razones económicas (costos de certificación, costos de implementación de laboratorios normalizados, etc.), esta estrategia de regulación debiera tener la siguiente forma:

##### 5.2.1.1. Generalidades.

Una regulación por emisión debiera enfocarse solo a las maquinarias y equipos empleados en las faenas de construcción, por constituir estos agentes las únicas fuentes de ruido predecibles, de acuerdo a sus respectivas características.

Distinto es el caso de las actividades de construcción propiamente tal, ya que, debido a los distintos métodos constructivos existentes, no hay un parámetro

objetivo en el cual basarse para determinar los niveles de emisión de ruido de cada una.

Se sugiere, en consecuencia, un sistema de etiquetado o marcado para aquellas máquinas, herramientas o equipos, que representen una fuente de ruido no evitable. Sólo aquellas máquinas que cuenten con este sello podrían ser utilizadas.

#### **5.2.1.2. Alcance.**

El objetivo de este marcado debe ser el informar a los usuarios sobre el nivel de ruido emitido por cada máquina empleada al aire libre. El marcado debe incluir el nivel de potencia acústica garantizado, con el objeto de permitir al usuario elegir las máquinas con conocimiento de causa y proporcionar una base para las reglamentaciones de uso. El marcado debe ser claro e inequívoco, y los valores indicados deben estar garantizados por el fabricante.

Para estos efectos, también se considera uso al aire libre el empleo de máquinas en un espacio cubierto, en que la transmisión de sonido no se ve afectada, o no de manera importante (por ejemplo, bajo una carpa, bajo un techo de protección para la lluvia, o en el esqueleto de una casa).

#### **5.2.1.3. Valores límites permisibles.**

Deberá existir un grupo de máquinas sujetas a límites de nivel de potencia acústica. El nivel de potencia acústica garantizado de este grupo de maquinarias no deberá sobrepasar el nivel de potencia acústica admisible, de un cuadro de valores límites fijados por la legislación correspondiente.

Para establecer el cuadro de valores límites será necesario previamente contar con un laboratorio normalizado que permita realizar la investigación de niveles de emisión, correspondiente a cada familia de máquinas.

En el caso de aquellas maquinarias que posean un etiquetado acústico del país de origen, sólo será necesario un proceso de homologación y que el etiquetado esté debidamente identificado, en lengua castellana, haciendo referencia a la norma utilizada en cada caso.

#### **5.2.1.4. Obtención del Nivel de Potencia Acústica Garantizado.**

El nivel de potencia acústica garantizado será determinado conforme a los requisitos que se indican en la norma básica de emisión ISO 3744:1995<sup>1</sup>, teniendo en cuenta las incertidumbres fruto de la variación de la producción de las máquinas y de los procedimientos de medición; valor que el fabricante asegura

---

<sup>1</sup> ISO 3744:1995. Acoustics. Determination of sound powers level of noise sources using sound pressure. Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane.

que, según los instrumentos técnicos empleados y mencionados en la documentación técnica, no se superará.

#### **5.2.1.5. Declaración de Conformidad.**

El fabricante de las máquinas deberá, a fin de certificar que cada máquina cumple con los niveles límites de emisión propuestos por la legislación correspondiente, elaborar una declaración de conformidad para cada tipo de máquina fabricada.

El contenido mínimo de esta declaración deberá incluir:

- Nombre y dirección del fabricante o de su representante autorizado.
- Nombre y dirección de la persona que conserva la documentación técnica.
- Procedimiento de evaluación que se ha seguido y, en su caso, nombre y dirección del organismo que haya intervenido.
- Nivel de potencia acústica medido en una máquina representativa del tipo.
- Nivel de potencia acústica garantizado para la máquina de que se trate.
- Declaración de que la máquina cumple la legislación de emisión.
- Lugar y fecha de la declaración.
- Datos de la persona autorizada a firmar la declaración vinculante jurídicamente en nombre del fabricante o de su representante autorizado.

La regulación debiera exigir que la declaración de conformidad esté redactada o sea traducida al idioma castellano cuando la máquina se ponga en servicio en el mercado nacional.

#### **5.2.1.6. Falta de Conformidad en las Máquinas.**

Cuando la autoridad competente compruebe que alguna de las máquinas puestas en el mercado no cumple con los requisitos establecidos en esta regulación, tomará las medidas necesarias para que el fabricante, o su representante autorizado, ponga la máquina en conformidad con los requisitos correspondientes.

Cuando se superen los valores límite mencionados en el punto 5.2.1.3, o cuando sigan incumpléndose otras disposiciones de esta normativa, la autoridad debería adoptar las medidas oportunas para limitar o prohibir la puesta en el mercado o la puesta en servicio de la máquina en cuestión, o para velar que sea retirada del mercado.

#### **5.2.1.7. Instancias de Reclamación.**

Toda medida que adopte la autoridad, que limite la puesta en el mercado o la puesta en servicio de las máquinas a que se refiere la presente normativa, deberá ir acompañada de los motivos precisos en que se basa. La adopción de tal medida deberá notificarse a la parte afectada, a la que se informará asimismo de los recursos que pueden interponerse, según las leyes vigentes, y de los plazos que se apliquen a dichos recursos.

#### **5.2.1.8. Marcado.**

Las máquinas puestas en el mercado o puestas en servicio que cumplan la presente normativa llevarán un marcado o etiqueta de conformidad.

El marcado de conformidad, así como la indicación del nivel de potencia acústica garantizado, se colocarán de manera visible, legible e indeleble en cada máquina.

Se deberá prohibir la colocación en las maquinarias de marcas o inscripciones que puedan inducir a error respecto de la indicación de nivel de potencia acústica garantizado. Se podrá colocar cualquier otra marca en la máquina, siempre que la visibilidad y legibilidad del marcado o del nivel de potencia acústica garantizado no se reduzcan como consecuencia de ello.

#### **5.2.1.9. Máquinas sujetas a límites de nivel de potencia acústica.**

Existe un grupo de maquinarias en que la emisión es generalmente predecible, a partir de sus características técnicas, y donde los valores de nivel de potencia acústica medidos se sitúan dentro de ciertos rangos esperados. En estas maquinarias el nivel de potencia acústica garantizado no debiera superar el cuadro de valores límites mencionados en el punto 5.2.1.3.

De acuerdo a estas consideraciones, las máquinas sujetas a límites de potencia acústica serán:

- Montacargas para el transporte de materiales de construcción (con motor de combustión)
- Máquinas compactadoras (rodillos vibrantes y no vibrantes, placas y pisonos vibratorios),
- Motocompresores (<350 kW),
- Trituradores de Hormigón y Martillos Picadores de Mano,
- Palas hidráulicas (<500kW),
- Palas Cargadoras(<500kW),
- Motoniveladoras(<500kW),
- Cargadores(<500kW),
- Grúas Móviles,
- Pavimentadoras,
- Grupos electrógenos (<400 kW),
- Grúas de torre,
- Grupos electrógenos de soldadura.

#### **5.2.1.10. Máquinas sujetas únicamente a marcado de emisión sonora.**

Al contrario del caso anterior, hay otro grupo de maquinarias cuyos niveles de emisión generalmente son muy variables. Por este motivo, el marcado de estas

máquinas debería ser sólo informativo, ya que no necesariamente estas máquinas podrían cumplir con los niveles máximos de emisión mencionados.

Las siguientes maquinarias quedarán sujetas únicamente a un mercado de emisión sonora:

- Plataformas elevadoras con motor de combustión,
- Montacargas para el transporte de materiales de construcción,
- Sierra huincha para obras,
- Sierras circulares de mesa para obras,
- Sierras de cadena portátiles,
- Máquinas compactadoras (únicamente apisonadoras de explosión)
- Betoneras,
- Máquinas para bombear hormigón,
- Cintas transportadoras,
- Equipos de perforación,
- Hidrolavadoras,
- Martillos hidráulicos,
- Cortadoras de pavimento,
- Pavimentadoras equipadas con guía para alta compactación,
- Equipo de pilotaje,
- Grupos electrógenos ( $\geq 400$  kW)
- Camiones hormigoneros (mixer),
- Equipos de bomba de agua (no sumergibles).

#### **5.2.1.11. Datos sobre ruido.**

Para cada tipo o modelo de máquina, el organismo certificador debería publicar, preferentemente una vez al año, los siguientes datos:

- La potencia neta instalada o cualquier otro valor acústico,
- El nivel de potencia acústico medido,
- El nivel de potencia acústica garantizado,
- La descripción del equipo,
- Denominación del fabricante o marca comercial,
- Número o denominación del modelo.

#### **5.2.1.12. Modificaciones y Actualizaciones.**

Cada 4 ó 5 años, el organismo certificador debería elaborar un informe que contenga, en particular:

- Un examen de los datos sobre ruido recopilados de conformidad con el punto 5.2.1.11.

- Una declaración sobre la necesidad de modificar las listas mencionadas en los puntos 5.2.1.9. y 5.2.1.10., especialmente en el caso en que convenga trasladar máquinas del punto 5.2.1.10. al 5.2.1.9.
- Una declaración sobre la necesidad y posibilidad de modificar los valores límites establecidos, habida cuenta del desarrollo tecnológico.
- Una declaración relativa a un conjunto de medidas de acción para seguir reduciendo el ruido emitido por máquinas.

## **5.2.2. REGULACIÓN POR INMISIÓN**

### **5.2.2.1. Generalidades.**

La regulación por inmisión considera los niveles de ruido que son percibidos por el receptor. En este sentido se propone establecer niveles máximos permisibles para las actividades de construcción, junto con otras medidas alternativas para los casos de actividades en las que, por sus características especiales, les sea imposible cumplir con los límites que se establezcan.

### **5.2.2.2. Alcance.**

Esta regulación contempla todas las actividades de construcción que requieren permiso municipal de construcción, es decir, actividades que implican construir, reconstruir, reparar, ampliar o demoler un edificio, ejecutar obras menores o variar el destino de un edificio existente.

### **5.2.2.3. Programa de ejecución de la obra.**

El constructor o el profesional responsable de la obra deberá presentar a la Dirección de Obras Municipales, previo al inicio de la Obra, la siguiente información al momento de solicitar el Permiso de Construcción.

- Tipo de actividad a desarrollar.
- Listado de maquinarias y equipamiento a utilizar, detallando el horario de funcionamiento de cada una.
- Horario de funcionamiento de la obra.
- Duración total de la obra.
- Distancia de la actividad al lugar sensible al ruido más cercano.
- Identificación del lugar y del profesional responsable.

Estos antecedentes serán incorporados al listado de medidas de gestión y de control de calidad exigido por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

De esta forma quedará registrada la información necesaria para definir las exigencias que la actividad deberá cumplir.

#### 5.2.2.4. Límites máximos permisibles.

Se propone establecer niveles máximos permisibles para el desarrollo de las actividades de construcción. Estos límites dependerán de la zona donde se llevará a cabo la actividad, el horario y los días de la semana en que se realizará, y el período de tiempo total estimado de ejecución de la obra. A continuación se definen los parámetros a utilizar:

- **Descriptor:** El descriptor utilizado será el nivel de presión sonora continuo equivalente ( $L_{eq}$ ) con ponderación A. Este descriptor se escogió debido a que es el más recomendado en todas las normativas consultadas y, además, teniendo en cuenta que al momento de ser usado en la fiscalización, es el que mejor se adapta a la realidad nacional, por requerir sólo el uso de instrumental estándar.

Además, se utilizará el nivel de presión sonora máximo,  $L_{max}$ , ya que es un buen descriptor del grado de molestias de las personas.

- **Zonas:** La zonificación se definirá de acuerdo a lo establecido en el Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

- **Horarios:** Se propone dividir las horas del día en tres períodos, debido a que es conveniente diferenciar entre horas de trabajo y de descanso. Los horarios fueron definidos considerando las condiciones laborales de nuestro país.

- Día: de 08:00 a 19:00 hrs. (de 08:00 a 14:00 hrs. para el sábado)
- Tarde: de 19:00 a 21:00 hrs. (de 14:00 a 21:00 hrs. para el sábado)
- Noche: de 21:00 a 08:00 hrs.

- **Período de la semana:** Los períodos de la semana se clasificarán de la siguiente forma:

- Días de semana (de lunes a viernes)
- Sábados.
- Domingos y Festivos.

Esto, debido a que también es conveniente diferenciar entre días laborales y días de descanso.

- **Duración de la actividad:** Se refiere al tiempo total de ejecución de la actividad. En este sentido se definen tres categorías:

- Corta duración: actividades cuya duración es entre 1 y 8 semanas
- Mediana duración: actividades cuya duración es entre 9 semanas y 1 año
- Larga duración: actividades cuya duración es de más de 1 año

La utilización de este criterio se basó en la normativa NZS 6803-1999, mencionada en el capítulo 2, y la duración de los periodos se modificó de acuerdo a la realidad nacional.

Para el descriptor  $L_{eq}$ , se propone que en los períodos de tarde del sábado, día y tarde del domingo, y durante todos los períodos nocturnos (es decir, las celdas rellenas en gris en la tabla 5.1) se exijan los límites máximos establecidos en el Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, de acuerdo al horario y zona que corresponda, o bien, se prohíba el desarrollo de actividades de construcción. Esto debido a que dichos períodos corresponden a horarios de descanso de la población.

Con respecto a la duración de la actividad, mientras más tiempo se prolongue, mayor debieran ser las exigencias a cumplir, es decir, los límites máximos debieran ser más bajos.

Con relación a los horarios, para el período de día, los límites debieran ser menos exigentes que para la tarde, es decir los límites debieran ser más altos.

A continuación se sugiere un modelo de tabla a utilizar para presentar los niveles máximos permisibles para una zona determinada. En ella se mencionan como referencia niveles  $L_A$ ,  $L_B$  y  $L_C$ , que sirven para graficar lo expuesto anteriormente. Este criterio se aplicaría de manera análoga para determinar los niveles máximos para el descriptor  $L_{max}$ .

PERIODO DE LA SEMANA	HORARIO (horas)	DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD					
		MEDIANA DURACIÓN		CORTA DURACIÓN		LARGA DURACIÓN	
		$L_{eq}$ (dBA)	$L_{max}$ (dBA)	$L_{eq}$ (dBA)	$L_{max}$ (dBA)	$L_{eq}$ (dBA)	$L_{max}$ (dBA)
LUNES a VIERNES	08:00 a 19:00	$L_A$		$> L_A$		$< L_A$	
	19:00 a 21:00	$L_B < L_A$		$L_B < L_C < L_A$		$< L_B$	
	21:00 a 08:00						
SÁBADOS	08:00 a 14:00	$L_A$		$> L_A$		$< L_A$	
	14:00 a 21:00						
	21:00 a 08:00						

**Tabla 5.1:** Tabla modelo de niveles máximos permisibles para las actividades de construcción en una zona determinada.

**NOTA:** La proposición de valores numéricos para los límites máximos escapa a los objetivos de este estudio y será necesario realizar otro estudio para determinarlos.

### **5.2.2.5. Fiscalización.**

#### **5.2.2.5.1. Generalidades.**

Para realizar la fiscalización de una obra o actividad, el fiscalizador exigirá al constructor o profesional responsable del proyecto el Programa de ejecución de la obra, al que se hace referencia en el Artículo 5.2.2.3, para chequear los niveles que la actividad debe cumplir.

#### **5.2.2.5.2. Instrumental requerido.**

El instrumental necesario para realizar las mediciones deberá cumplir con los mismos requisitos establecidos en el Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia.

#### **5.2.2.5.3. Procedimiento de medición.**

##### **A. Generalidades.**

Se medirá el nivel de presión sonora continuo equivalente durante un período de 15 minutos,  $L_{eq}(15)$ , utilizando el filtro de ponderación A y la respuesta lenta (Slow) del instrumento de medición. Se considera un periodo de 15 minutos debido a que es el periodo mínimo recomendado por la normativa NZ 6803-1999, mencionada en el capítulo 2, tomando en cuenta que una medición representativa de estas fuentes de ruido no podría obtenerse en un intervalo de tiempo demasiado corto, debido a que las variadas técnicas constructivas empleadas en las faenas de construcción implican indistintamente la ejecución de actividades simultáneas o sucesivas. Además se registrará el nivel de presión sonora máximo,  $L_{max}$ , durante todo el intervalo de medición.

##### **B. Mediciones externas.**

Las mediciones externas se realizarán en el lugar del afectado, aproximadamente a 1 metro de la pared más expuesta al ruido en investigación, y entre 1,2 a 1,5 metros sobre el suelo. No se considerarán correcciones por reflexión. Lo anterior es recomendado en la normativa NZ 6803-1999, mencionada en el capítulo 2.

##### **C. Mediciones internas.**

Cuando las circunstancias requieran mediciones interiores, éstas se realizarán, en caso de ser posible, con la ventana abierta y con el micrófono ubicado fuera de la ventana. Si no fuese posible, las mediciones se realizarán de acuerdo a lo establecido en el Título V, letra B, número 2 del Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaria General de la Presidencia. El período de cada medición, en este caso, será de 5 minutos.

## **D. Correcciones por ruido de fondo.**

El procedimiento de medición del ruido de fondo y las correcciones correspondientes se harán de acuerdo a lo establecido en el título V, letra D del Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia.

### **5.2.2.6. Consideraciones Especiales.**

A. En el caso en que se deban desarrollar faenas especialmente ruidosas, que por sus características no puedan cumplir con los niveles máximos permitidos, se implementará un plan especial. Este plan deberá considerar lo siguiente:

- **Restricción especial de horario.**  
Se limitará el número de horas de desarrollo de la actividad en función del nivel de presión sonora que emita dicha actividad y de las características acústicas del entorno ambiental en que esté situada.
- **Plan de manejo.**  
Se exigirá al responsable de la obra establecer métodos de comunicación con la comunidad afectada que garanticen:
  - Distribución regular de boletines que informen a la comunidad afectada acerca de los plazos estimados de ejecución de las faenas y del grado de avance de la obra.
  - Reuniones con la comunidad, para conocer sus necesidades específicas y considerarlas al momento de definir los horarios de desarrollo de la actividad.
  - La posibilidad de convenios para concentrar las faenas ruidosas en horarios continuados, compensando las molestias ocasionadas con períodos de silencio más prolongados, por ejemplo, dejando de trabajar los sábados y domingo.
  - La posibilidad de verificar el cumplimiento de los compromisos adoptados.

La autoridad competente determinará en cuáles casos la actividad no puede cumplir con los límites exigidos. Para esto considerará los siguientes criterios:

- **Actividad desarrollada y maquinaria utilizada.**  
Se considerará tanto las características de la actividad, como la maquinaria utilizada para desarrollar dicha actividad, con el objeto de descartar la existencia de alternativas menos ruidosas.

- Distancia de la actividad al lugar sensible más cercano.  
Se evaluará la distancia existente entre el lugar donde se desarrolla la actividad y el lugar sensible más cercano.
  - Posibilidades de medidas de mitigación.  
Se evaluará si el responsable de la obra aplicó medidas de mitigación con el fin de lograr cumplir con los límites exigidos.
- B. En el caso en que se deban realizar trabajos o faenas en la vía pública, deberán implementarse barreras temporales que encierren totalmente la actividad. Estas barreras deberán cumplir con los requisitos mínimos establecidos en el Plan de Control de Ruido, presentado en el punto 5.4.2. del presente capítulo.
- C. En el caso de trabajos de emergencia, obras urgentes que se realicen por razones de necesidad o peligro y aquellas que por sus inconvenientes no puedan realizarse durante el día, que estén debidamente fundamentados y sean autorizados por la autoridad pertinente, se otorgará un permiso excepcional, de plazo fijo, que las eximirá de cumplir con los horarios establecidos y los límites máximos permisibles. No obstante los contratistas estarán obligados a adoptar todas las medidas de mitigación aplicables.

### **5.3. MANUAL DE PROCEDIMIENTOS**

La incorporación de un manual de procedimientos, para ser usado como lista de chequeo por el profesional responsable de una obra, es útil para fomentar el cumplimiento de las medidas preventivas obligatorias descritas en la reglamentación de ruido de faenas de construcción.

La existencia de este tipo de instrumentos puede facilitar tanto las labores de fiscalización, como los trámites previos a que debe someterse el titular de la obra para ejecutar su proyecto, al disminuir significativamente los trámites burocráticos.

En general, se trata de que, al momento de presentar los antecedentes para la obtención del permiso municipal de construcción, el titular reciba este manual de procedimientos y se comprometa a acatar las medidas que le correspondan, según el tipo de faena que debe ejecutar.

No se trata de un manual que contemple todas las situaciones posibles, pero al menos debe incluir las más relevantes, desde el punto de vista de la protección de los afectados.

### 5.3.1. Alcance

Este manual entrega criterios para que los contratistas evalúen cuáles medidas pueden ser aplicables para mitigar los niveles de ruido y cumplir con los límites máximos permisibles.

Las definiciones y criterios mostrados en este Manual se han adaptado de la Directiva Suiza de Ruido de Construcción (Baulärm-Richtlinie), mencionada en el capítulo 2.

#### Definiciones Previas

Trabajos normales de Construcción: son todas las actividades de construcción, al interior de la faena, destinadas a erigir o alterar un edificio.

Trabajos de Construcción intensamente ruidosos: se considera como trabajo de construcción de ruido intensivo toda actividad intensamente ruidosa, dentro del recinto de la faena, destinada a la erección, alteración de un edificio, o al funcionamiento de la obra, entre las que se cuentan, *el empleo de métodos constructivos excesivamente ruidosos como:*

- a) Martinete para hincar pilotes,
- b) Trabajos con explosivos.

*el uso de máquinas y herramientas de ruido intenso, como:*

- c) Golpes de taladro de percusión o pistola remachadora, por ejemplo, cuando se instalan fijaciones sobre perfiles metálicos
- d) Demolición con martillos neumáticos o hidráulicos.
- e) Uso de esmeriles angulares o pulidoras.
- f) Desbaste de metales con fresas, o pulido con máquina de arenado de alta presión.
- g) Uso de sierra circular o motosierra
- h) el empleo de helicópteros para ayudar al montaje

*el uso de máquinas y herramientas para faenas que no corresponden o las labores de mantenimiento que pueden hacerse fuera de la obra:*

- i) limpiar los materiales adheridos a la pala del cargador frontal a golpes
- j) Usar la pala de la excavadora para limpiar la tolva de un camión

### 5.3.2. Evaluación del ruido de construcción y determinación de niveles de exigencia para las medidas de mitigación

#### 5.3.2.1 Niveles de exigencia de las medidas a tomar

Los niveles de exigencia para las medidas a tomar se basan en diferentes criterios, dependiendo de, si se trata de trabajos normales de construcción o de trabajos intensamente ruidosos.

A las medidas a tomar se le asignan diferentes niveles de exigencia. Estos niveles corresponden al A, B y C, donde C contiene las más altas exigencias.

Se trata de establecer, al planificar la obra, si los métodos constructivos o herramientas a emplear serán del tipo tradicional o se trabajará con maquinarias y equipos especialmente ruidosos.

En el caso de la utilización de métodos manuales y equipos tradicionales, el empleo de dichos procedimientos no tiene ninguna relevancia en la disminución del ruido de la actividad, y en ese caso sólo se podrán utilizar para las exigencias de nivel A.

Si para la ejecución de la obra se considera utilizar algunos equipos y maquinarias de tecnología conocida, entonces éstos tendrán alguna influencia en la disminución del ruido y podrán ser utilizados para cumplir con un nivel intermedio de exigencias, llamado nivel B.

Si, por último, se considera utilizar sólo equipos de última tecnología, entonces se puede prever que su utilización tendrá gran influencia en las medidas de mitigación de ruido, y, por lo tanto, deben ser usados para el nivel C de mayor exigencia.

<b>Nivel de Exigencia de las medidas de mitigación</b>	<b>Si las máquinas, herramientas y aparatos utilizados corresponden a:</b>	<b>Las medidas a tomar para trabajos normales de construcción o Trabajos Intensamente ruidosos:</b>
A	Equipamiento tradicional normal	No tienen influencia
B	Equipamiento de tecnología conocida	Tienen escasa influencia
C	Equipamiento de última tecnología	Influyen considerablemente

**Tabla 5.2:** Niveles de exigencia.

Distancia de la faena hasta la zona del receptor		Horario del día (hrs)		
		8:00		19:00
		> 600 m	No hay que tomar medidas	No hay que tomar medidas
600 m	Hay que tomar medidas	Hay que tomar medidas		
300 m	Hay que tomar medidas si:			
0 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>- los trabajos se ejecutarán en alguna zona sensible al ruido, según la zonificación del D. S. 146/97</li> </ul>			

**Tabla 5.3:** Test Rápido para determinar si es necesario tomar medidas de mitigación al ejecutar trabajos normales de construcción o faenas de construcción de ruido intenso.

En la tabla precedente, se establece que obligatoriamente hay que tomar medidas en los casos en que las distancias entre la faena y los receptores sean menores que 300 metros, en horarios laborales, o distancias menores a 600 metros, en horarios nocturnos.

Los casos en que la faena se encuentre a más de 600 metros no estarían cubiertos por este test, debido a que, en esos casos sólo la atenuación por distancia podría superar los 50 dB(A), sin considerar los obstáculos naturales que podrían servir de barreras.

Tipo de Zona sensible al ruido (Según D.S. 146/97)	Duración de la etapa ruidosa		
	1 a 8 semanas	9 semanas a 1 año	más de 1 año
<b>I</b>	B	B	C
<b>II y III</b>	A	B	B
<b>IV</b>	A	A	A

**Tabla 5.4:** Nivel de las medidas a seguir en el caso de trabajos normales de construcción.

Tipo de Zona sensible al ruido (Según D.S. 146/97)	Duración de trabajos de ruido intenso		
	1 a 8 semanas	9 semanas a 1 año	más de 1 año
<b>I</b>	C	C	C
<b>II y III</b>	B	B	C
<b>IV</b>	A	A	A

**Tabla 5.5:** Nivel de medidas a seguir en el caso de trabajos de construcción intensamente ruidosos

Respetando las reglamentaciones especiales que rigen para períodos de descanso, los sábados en la tarde, domingos y festivos se debe aumentar un nivel de exigencia a cada una de las situaciones. Es decir, B sube a C y A sube a B. (C se mantiene)

### 5.3.3. Catálogo de medidas a tomar

Este catálogo de medidas debe usarse como lista de chequeo para evaluar las posibilidades de mitigación que pueden adoptarse en la faena a ejecutar.

El profesional responsable de la obra será el encargado de implementar las acciones destinadas al cumplimiento de las recomendaciones aquí expuestas, con el objetivo final de cumplir con los límites de ruido establecidos por la legislación.

En este catálogo se distinguen medidas para las etapas de planificación y proyecto, así como para la etapa de construcción propiamente tal.

Si bien este catálogo es referencial, debido a que no pretende abarcar todas las situaciones posibles, las medidas que se indican para cada nivel de exigencia son obligatorias.

### 5.3.3.1. Etapa de planificación y proyecto

5.3.3.1.1. Preparación y Control	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Contactos preliminares con las autoridades fiscalizadoras para aclarar dudas e interpretar la legislación de ruido:</b>  <u>Nota:</u> Tomar en cuenta que generalmente las medidas previas conllevan poco trabajo adicional. Cuando la obra está en marcha, las medidas son más costosas</li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Informaciones previas</b>            Visita a terreno.</li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Fijar acciones concretas</b>            Determinar las medidas para cumplir con la legislación</li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Fijar criterios para la supervisión</b></li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Fijar acciones para eventos no previstos y molestias</b></li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Evacuación transitoria del vecindario gravemente afectado</b>  <u>Nota:</u> En casos de demolición con explosivos, por ejemplo</li> </ul>	A	B	C

5.3.3.1.2. Elección de métodos o procedimientos constructivos	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Procedimientos alternativos para las fuentes que tienen ruido impacto como principio</b>  <u>Nota:</u> Alternativas para uso de cincel neumático, martillo hidráulico y martillo percutor               <ul style="list-style-type: none"> <li>- uso de disco diamantado</li> <li>- uso de cortadoras con agua a presión</li> <li>- uso guillotinas hidráulicas</li> </ul> </li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Alternativas al uso de martinets para pilotaje</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en lo posible preferir excavación de zanjas</li> <li>- excavaciones pronunciadas protegidas con entibaciones</li> <li>- mejoramiento de terreno con hormigón pobre</li> </ul> </li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Protección del ruido de trabajos con martinete</b>            Medidas de amortiguación en la junta de impacto  <u>Nota:</u> Usar una funda de madera o plástico reforzado               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Torre de protección de ruido (chimenea)</li> <li>- Vibradores de alta frecuencia</li> </ul> </li> </ul>		B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso de elementos prefabricados</b>            Preferir la utilización de elementos estructurales fabricados fuera de la faena</li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso de pantallas acústicas</b>  <u>Nota:</u> Usarlas rodeando las máquinas o faenas ruidosas</li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Uso de hormigón fluido autocompactante</b>  <u>Nota:</u> El empleo de este tipo de hormigón elimina la necesidad de usar vibradores de inmersión</li> </ul>	A	B	C

5.3.3.1.3. Planificación de recursos y dosificación de actividades	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Optimización del uso de materiales</b>  <u>Nota:</u> Usar materiales dimensionados en vez de cortarlos en la obra</li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Elección de lugares de acopio de materiales considerando el medio de transporte apropiado</b></li> </ul>	A	B	C

5.3.3.1.4. Medidas de organización	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Programación de la faena considerando los horarios de descanso</b></li> </ul>	A	B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Limitación en el tiempo a jornadas laborales diurnas</b></li> </ul>		B	C
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Limitación en el tiempo a jornadas más breves</b></li> </ul>			C
5.3.3.1.5. Barreras de protección de ruido/ventanas aislantes de ruido	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Pantallas provisionarias</b>  <u>Nota:</u> Masa superficial mínima de 10 kg/m<sup>2</sup>. Evitar reflexiones usando material absorbente   El criterio para la ubicación y la altura de la pantalla debe ser que permita obstaculizar la vista entre la fuente y el receptor   - uso de barreras provisionarias  <u>Nota:</u> Apropriadas especialmente para ruidos direccionales. La ubicación debe ser lo más cercana a la fuente   - uso de acopios de material   - uso de partes de la instalación de faenas como pantalla  <u>Nota:</u> Por ejemplo, galpones de trabajo, cercos perimetrales, etc.   - uso de carpas protectoras de ruido, cabinas con cortinas de control de ruido u otras paredes</li> </ul>		B	C

5.3.3.1.6. Máquinas y equipos	Nivel de Exigencia		
▪ <b>Máquinas y equipos con accesorios normales</b>	A	B	C
▪ <b>Máquinas y equipos de tecnología conocida, que cumplan con un nivel de potencia acústica exigido</b> <i>Nota:</i> Se refiere a máquinas que tengan un etiquetado de emisión sonora		B	C
▪ <b>Máquinas y aparatos de última tecnología que cumplan con un nivel de potencia acústica exigido</b> <i>Nota:</i> Corresponde a máquinas que tengan un etiquetado de baja emisión sonora y límites máximos de nivel de potencia acústica garantizados			C
▪ <b>Protección de ruido de sierras circulares y discos de corte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encerrarlas con una carcasa</li> <li>- Usar hojas con dientes de menor altura y diamantados</li> <li>- Reducir la velocidad de rotación</li> <li>- Usar hojas sandwich con amortiguador entre capas</li> </ul>		B	C
▪ <b>Uso de equipos con motor eléctrico en vez de motor a combustión</b>		B	C

### 5.3.3.2. Etapa de Construcción

5.3.3.2.1. Organización	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Conceptos preventivos para determinación de responsabilidades</b>            Debe reglamentarse:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- La participación del vecindario</li> <li>- Recibir las quejas de los vecinos (afectados)</li> <li>- Las responsabilidades para sugerencias y convenios de medidas adicionales</li> <li>- La autoridad para resolver las necesidades y el alcance de las medidas adicionales exigidas</li> <li>- El tiempo requerido y período efectivo de adopción de medidas adicionales</li> </ul> </li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Supervisión y control</b>            Control de las acciones destinadas a cumplir con la tabla de valores límites permitidos</li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Requerimientos concernientes al ruido</b>            Definir como mínimo:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- el tiempo total de la construcción</li> <li>- las etapas ruidosas de la construcción</li> <li>- la duración de las etapas intensamente ruidosas</li> <li>- medidas adoptadas para respetar los límites de emisión o inmisión</li> </ul> <p>Nota: Todas las etapas intensamente ruidosas, especialmente durante la noche, deben ejecutarse de acuerdo con las autoridades responsables</p> </li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>

5.3.3.2.2. Preparación y Planificación	Nivel de Exigencia		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Planificación óptima</b>  Nota: Elección adecuada de maquinarias y equipos, así como reducción al mínimo del tiempo de las etapas ruidosas</li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Máquinas y equipos suficientemente potentes</b>  <u>Nota:</u> Posibilidad de mínimas emisiones de ruido gracias a la mayor capacidad de duración de trabajo</li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Trabajo simultáneo con máquinas muy ruidosas</b>  En concordancia con períodos de trabajo “silencioso” más prolongados.   <u>Nota:</u> En las cercanías de calles de alto tráfico, los trabajos muy ruidosos pueden ser ejecutados en el horario de máxima circulación</li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Métodos constructivos para caída de materiales pesados en tolvas metálicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reducción de la velocidad de impacto</li> <li>- reducción del ángulo de impacto</li> <li>- amortiguación de los impactos</li> </ul> </li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Elección de la ubicación de las máquinas y equipos estacionarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- a la mayor distancia posible de los vecinos afectados</li> <li>- aprovechar excavación para apantallar</li> <li>- prevenir la reflexión del sonido hacia las zonas sensibles</li> </ul> </li> </ul>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>

## **5.4. PLANES DE MONITOREO Y CONTROL DE RUIDO**

Como complemento de las estrategias presentadas, se entrega a continuación un modelo de plan de monitoreo y otro de control de ruido.

Los procedimientos descritos en estos planes, se sugieren para ser usados como referencia en los casos en que se requiera diseñar procedimientos de monitoreo y sistemas de mitigación específicos. Su aplicación a la realidad nacional dependerá de la envergadura de los proyectos a ejecutar. No obstante, la eventual utilización parcial de estos planes no les restaría validez.

### **5.4.1. Plan de Monitoreo de Ruido**

- A. El Plan describe y reporta el procedimiento de monitoreo de ruido a ser usado durante la construcción. El Plan deberá ser preparado y llevar la firma de un profesional especialista (Ingeniero Acústico u otro profesional acreditado) y se someterá a la aprobación del profesional responsable de la obra, con el fin de incorporarlo al listado de medidas de gestión y control de calidad. Los equipos generadores de ruido no se podrán operar antes de la confección del Plan de Monitoreo de Ruido.
- B. El Plan de Monitoreo de Ruido identificará y describirá lo siguiente en detalle:
  - a) Ubicaciones del receptor donde se realizará el monitoreo de ruido. Incluye bosquejos de todas las situaciones.
  - b) Tipo de dispositivo de medición de niveles de ruido que se usará.
  - c) Métodos y procedimientos de monitoreo de ruido que se usarán.
  - d) Procedimiento de respuesta (medidas de mitigación) y acciones a realizar cuando cualquier nivel de ruido de equipo que exceda los límites del ruido máximos permitidos.
  - e) Contestación de las quejas y procedimientos de solución de problemas.

### **5.4.1.2. Equipamiento de Monitoreo de Ruido.**

- A. Todas las mediciones de ruido se realizarán con un sonómetro Tipo 1 (Precisión) o Tipo 2 (Propósito General) como se define en las normas IEC 651.
- B. El sonómetro será capaz de medir nivel de ruido en dB(A) y operar con respuesta lenta.

- C. Los sonómetros serán capaces de medir  $L_{eq}$  en intervalos superiores a 15 minutos, en terreno, sin necesidad de post-procesar los datos.
- D. Todos los sonómetros, micrófonos, y calibradores deberán contar con un certificado de conformidad de calibración de laboratorio, realizado por lo menos una vez un año. El certificado la calibración se pondrá a disposición del profesional a cargo de la obra.
- E. El sonómetro debiera permanecer in-situ y estar accesible en todo momento.

### **5.4.1.3. Métodos de Monitoreo de Ruido**

#### **A. Generalidades**

- a) El sonómetro y los calibradores acústicos se calibrarán y serán certificados anualmente por el fabricante u otro laboratorio de certificación acústica independiente. El sonómetro será calibrado usando un calibrador acústico, antes y después de cada medición.
- b) Todas las mediciones se realizarán con filtro de ponderación A y respuesta Lenta (Slow) del sonómetro.
- c) El micrófono de medición se protegerá con una pantalla anti viento apropiada, se localizará a 1,5 m sobre el terreno, y estará por lo menos a 1,5 m de distancia de la superficie acústicamente reflectora más cercana.
- d) No se realizará monitoreo de ruido durante períodos de lluvia o cuando las velocidades del viento sean mayores que 24 km/h, a menos que el micrófono esté protegido de modo de evitar los efectos acústicos negativos de la lluvia y los fuertes vientos.

#### **B. Monitoreo de Ruido de Fondo**

- a) El ruido de fondo se debe haber medido durante por lo menos 24 horas, en 2 días no consecutivos, de lunes a sábado, y un domingo en la posiciones de monitoreo del receptor, antes del comienzo de las obras de construcción.

#### **C. Monitoreo de Ruido de Construcción**

- a) Las mediciones de nivel de ruido deberán ser tomadas en cada posición sensible al ruido durante el desarrollo de las actividades, al menos una vez por semana, durante los períodos aplicables de día y noche. Toda otra posición de monitoreo de ruido, se medirá por lo menos una vez cada semana durante el período del día.

- b) El período de tiempo para cada medición de ruido será de 15 minutos.
- c) Las medidas de ruido de construcción coincidirán con los períodos del día y la noche de máxima actividad de la construcción generadora de ruido, y se realizará durante la fase de la construcción o actividad que tenga el mayor potencial para exceder los límites de nivel de ruido. Se realizarán mediciones de ruido para cumplir con los límites del ruido, en el punto del deslinde más cercano a la actividad de la construcción.
- d) Si, a juicio de la persona que realiza las mediciones, hay fuentes externas que contribuyen significativamente al nivel del ruido medido, las mediciones se repetirán con las mismas contribuciones de la fuente externa, cuando la construcción esté inactiva, para determinar la contribución al nivel de ruido del fondo.
- e) Todas las mediciones se tomarán en el deslinde del afectado. En situaciones donde la faena de trabajo esté a menos de 15 m de un deslinde, la medición se tomará en un punto a lo largo del deslinde, tal que se mantenga una distancia de 15 m entre el sonómetro y la actividad de la construcción a monitorear.
- f) En casos de faenas que deben desarrollarse en forma ininterrumpida, se mantendrán dos aparatos monitores de ruido durante las 24 horas en el deslinde del receptor de ruido y se cambiarán entre las posiciones que correspondan a la actividad de la construcción de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero de la obra. Estos monitores serán capaces de registrar los valores  $L_{eq}$ , en intervalos de 15 minutos, sobre un período de 24 horas. Estos monitores serán durables y estarán encerrados en carcasas resistentes al clima, y protegidos de una manera tal que prevenga el vandalismo. Los datos se registrarán y se mantendrán a disposición del profesional a cargo de la obra.

#### **5.4.1.4. Informes**

- A. Se registrarán el Ruido de Fondo, Ruido de Construcción, y Respuesta a las Quejas en un Formato especial, según el Formato de Informe de Medición de Ruido adjunto. Se anotará también el tipo de medición.
- B. Se representarán gráficamente veinticuatro horas de medición mostrando los niveles de ruido  $L_{eq}$  versus tiempo a lo largo del deslinde con el criterio apropiado de límite correspondiente al período de día y de noche.
- C. Se entregará un croquis o diagrama de la posición exacta de la medición de ruido, en la parte de abajo del Informe de Medición de Ruido. Además, se debe incluir la posición y distancia de la medición del ruido en relación con las posiciones indicadas en el Plan de Monitoreo de Ruido.

- D. Se identificarán todos los equipos de la construcción que operan durante el período de monitoreo, y la posición de cada uno se graficará en el esquema incluido en la parte de abajo del Informe de Medición de Ruido. El boceto incluirá la distancia entre la posición de medición de ruido y el equipo de la construcción.
- E. Todas las actividades que ocurran mientras se están realizando las mediciones de ruido se anotarán en el área "Notas de Terreno" del Informe de Medición.



#### **5.4.1.5. Procedimiento de Reclamos**

##### **A. Generalidades**

El objetivo del procedimiento de reclamos es asegurar que las quejas del público sean canalizadas y se resuelvan de forma consistente y eficaz.

B. Si el Contratista recibe una queja con respecto al ruido de la construcción, el profesional a cargo la registrará inmediatamente en el Libro de Obra.

C. Apenas reciba la notificación de una queja de ruido, el Contratista realizará mediciones de ruido rápidamente. Las mediciones de ruido se ejecutarán con los equipos y métodos detallados en los Artículos 5.4.1.2. y 5.4.1.3., y serán informados como se especificó en el Artículo 5.4.1.4. Las mediciones de ruido de respuesta a las quejas se registrarán en el Libro de Obra.

D. En el evento que el nivel del ruido medido exceda los límites aceptables, o esté produciendo condiciones de molestia, el Contratista usará inmediatamente materiales de reducción de ruido y métodos para reducir el nivel de ruido o para aliviar las condiciones de molestia.

#### **5.4.2. Plan de Control de Ruido**

A continuación se enumera – a modo de sugerencias- una serie de medidas de mitigación que pueden adoptarse, según las condiciones particulares de cada faena.

##### **5.4.2.1. Métodos de Reducción de Ruido**

Los métodos de control de ruido pueden incluir:

A. El uso de: 1) cubiertas para sierras cortadoras de pavimento, demoliciones, o actividades de construcción similar; 2) equipo para reducir la duración de impacto o la vibración del hincado de pilotes; 3) la red de energía local, para reducir el uso de generadores.

B. Instalar: 1) silenciadores de admisión o escape, pantallas o envolturas; 2) material amortiguador de ruido adentro de las tolvas y depósitos de acopio, cintas transportadoras, o ductos de transporte.

C. Mantener: 1) los silenciadores del equipo y su lubricación; 2) cubiertas o tapas prefabricadas; 3) las irregularidades de la superficie en sitios de la construcción para prevenir el ruido innecesario.

- D. Limitar: 1) el número y duración del equipo que está ocioso en el sitio; 2) el uso de altoparlantes o sistemas de llamados de público; 3) el uso de herramientas manuales movidas por aire comprimido o gasolina.
- E. Configurar, dentro de lo factible: 1) la faena de construcción de una manera que mantenga el equipamiento y las actividades ruidosas tan lejos como sea posible de las posiciones sensibles al ruido; 2) los barriles o señales de desvío de tráfico lejos de las áreas protegidas.
- F. Fijar horarios de eventos de construcción y limitar el tiempo de uso para minimizar el ruido, sobre todo durante horas de la noche y cerca de las áreas sensibles.
- G. Construir barreras de ruido y/o sistemas de cortina de ruido.
- H. Minimizar el ruido del uso de alarmas de retroceso. Esto incluye el uso de alarmas de retroceso auto ajustables sensibles al ambiente, alarmas manualmente ajustables en posición de volumen mínimo, uso de vigilantes, y un calendario de actividades para que el ruido de la alarma se minimice.
- I. Donde sea práctico y factible, configurar sitios de la construcción para minimizar el ruido de la alarma de retroceso. Por ejemplo, debe diseñarse el acceso al sitio de construcción de modo tal que la carga y movimiento de camiones tolva a través del sitio sea siempre hacia adelante, sin la necesidad de retroceder.
- J. Usar tableros de señalización impulsados por energía solar o conectados a la red de energía local.

#### **5.4.2.2. Materiales y Equipos de Reducción de Ruido**

- A. Los materiales de reducción de ruido pueden ser nuevos o usados. Los materiales usados serán de calidad y estarán acondicionados para realizar la función diseñada.
- B. Los equipos y materiales de reducción de ruido pueden incluir, pero no limitarse a:
  - a) Pantallas, envoltorios, o silenciadores de escape o succión.
  - b) Material amortiguador de ruido para revestir tolvas, depósitos, cintas transportadoras, cajas del almacenamiento, o ductos.
  - c) Barreras de ruido que usen materiales acordes a los materiales de Barreras de Ruido Temporales que se especifican en el punto 5.4.2.2.1.

- d) Cortinas de ruido que utilicen materiales consistentes de acuerdo a los materiales de Cortinas de Control de Ruido que se especifican en punto 5.4.2.2.1.
- C. Todo equipo con alarmas de retroceso operado por el Contratista, proveedores y subcontratistas en el sitio de la construcción, debe estar equipado con alguna alarma audible de retroceso autoajustable sensible al ruido ambiente, o alarma manualmente ajustable. Las alarmas sensibles al ruido ambiente se ajustarán automáticamente a un máximo de 5 dB(A) por encima de los niveles de ruido de fondo circundantes. Las alarmas manualmente ajustables se operarán al mínimo nivel audible sobre el ruido circundante.
- D. Todo los equipos utilizados en el sitio de la construcción, incluyendo los Martillos neumáticos y Rompepavimentos, tendrán los sistemas de escape y silenciadores que hayan sido recomendados por el fabricante para mantener el ruido asociado más bajo.
- E. La red de energía local se usará donde sea factible, para limitar ruido producido por los generadores. Ningún generador mayor que 25 KVA podrá ser usado y, donde sea necesario un generador, tendrá que contar con silenciador y deberá cumplir con los límites máximos de emisión de ruido.

#### **5.4.2.2.1. Barreras de ruido temporales**

##### **A. Generalidades**

- a) Las barreras del ruido temporales serán rápidamente desmontables para que puedan re-posicionarse, cuando sea necesario, para proporcionar disminución de ruido tanto en procesos no-estacionarios, como en procesos estacionarios.

##### **B. Instalación, Mantenimiento y Remoción**

- a) Las barreras se instalarán de modo tal que la cara de la superficie absorbente de ruido esté dirigida a la fuente de ruido de construcción.
- b) El Contratista mantendrá las barreras del ruido temporales y reparará todo el daño que ocurra y esto incluye, mantener las barreras limpias y libres de graffiti y mantener su integridad estructural. Los huecos, agujeros, y debilidades en las barreras, y aperturas entre o bajo las unidades, se repararán rápidamente o serán reemplazado por el Contratista con nuevo material.
- c) El Contratista removerá y dispondrá de las barreras del ruido temporales al final del Contrato o antes, si así lo determina el Ingeniero.

#### 5.4.2.2.1.1. Construcción de Barreras de ruido temporales

##### A. Materiales:

- a) Se podrán construir Barreras Temporales de placa de terciado de 20 mm de espesor, o de otro material de utilidad equivalente y que tenga una masa superficial de 10 kg/m<sup>2</sup> o mayor. Las barreras del ruido temporales tendrán una Clase de Transmisión Sonora STC-30, o mayor, basado en datos certificados de pérdida de transmisión tomados según la norma ASTM Método E90<sup>2</sup> o la norma ISO 717<sup>3</sup>.
- b) Las barreras temporales se revestirán, por lo menos en un lado, con fibra de vidrio, lana mineral, u otro tipo similar de cortina de material absorbente de ruido, de 2 pulgadas de espesor como mínimo, con un Coeficiente de Reducción de Ruido NRC-0.85, o mayor, basado en datos certificados de coeficiente de absorción tomados según la norma ASTM Método C423<sup>4</sup> o la norma ISO 354<sup>5</sup>.
- c) Los materiales usados para las barreras temporales serán suficientemente durables para resistir todo el período de duración de la obra de Construcción, y se efectuarán las reparaciones necesarias permanentemente.

##### B. Detalles de Construcción

- a) Se fijarán los tableros para soportar los marcos construidos en secciones para proporcionar una barrera móvil. Además se deberá contar con otros apoyos diseñados para resistir cargas de viento de 100 km/h, más un 30% de factor de seguridad.
- b) Cuando se unen secciones de la barrera, las uniones que aparecen a los lados de la barrera serán niveladas unas con otra. Los huecos entre las unidades de la barrera, y entre el extremo inferior que se forma entre la barrera y el terreno, se cerrarán con material que llenará los huecos completamente, y suficientemente denso para atenuar el ruido.

---

<sup>2</sup> ASTM E 90-83, "Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions", American Society for Testing and Materials

<sup>3</sup> ISO 717-1982, "Rating of Sound Isolation Buildings and of Building Elements –Part I: Airborne Sound Insulation in Buildings and of Interior Building Elements", International Organization for Standardization.

<sup>4</sup> ASTM C423, "Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by de Reverberation Room Method, American Society for Testing an Materials

<sup>5</sup> ISO 354, "Measurement of Sound Absorption in a Reverberation Room", International Organization for Standardization.

- c) La altura de la barrera se diseñará para romper la línea de vista y proporcionar una pérdida de inserción de 5 dB(A), por lo menos, entre el ruido producido por el equipo y el nivel de mitigación de ruido requerida por el receptor. Si por alguna razón la altura mencionada no es factible, entonces se construirá a la mayor altura posible.

#### **5.4.2.2.1.2. Construcción de Barreras de Encierro Acústico**

##### **A. Materiales**

- a) La barrera de encierro acústico consistirá de un material compuesto durable y flexible, que posea una capa de material absorbente por un lado.
- b) La capa de barrera de ruido consistirá en material rugoso, impermeable, con una masa superficial de por lo menos 5 kg/m<sup>2</sup>. El material absorbente incluirá una capa protectora y se fijará firmemente a un lado de la barrera flexible sobre toda la superficie.
- c) El material acústico usado será resistente al clima y debe mantenerse firme durante toda la construcción
- d) El material acústico será resistente a la corrosión por la mayoría de los ácidos, alcalinos suaves, sales, aceites, y grasas.
- e) El material acústico será retardante de fuego.
- f) El material acústico tendrá una Clase de Transmisión Sonora de STC-25 o mayor, basado en datos certificados de pérdida de transmisión tomados según la norma ASTM Método E90 o la norma ISO 717. También tendrá un Coeficiente de Reducción de Ruido de NRC-0.70 o mayor, basado en datos certificados de coeficiente de absorción tomados según la norma ASTM, Método C423 o la norma ISO 354.

##### **B. Detalles de Construcción**

- a) El material acústico se instalará en segmentos verticales y horizontales, con los segmentos verticales cubriendo la altura total del encierro. Todas las juntas tendrán un traslape mínimo de 2 pulgadas y se sellarán usando costuras dobles. Se realizarán detalles de la construcción según las recomendaciones del fabricante.
- b) El Contratista será el responsable del diseño y detallará el armazón y los apoyos suficientes, los lazos, métodos de fijación, y otros elementos

requeridos para la construcción apropiada de la barrera de encierro acústico.

- c) El diseño y los detalles para el armazón y los apoyos de la barrera de encierro acústico se preparará y será firmado por un Profesional autorizado de acuerdo a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

#### **5.4.2.2.1.3. Construcción de Cortinas de Control de Ruido**

##### **A. Materiales**

- a) La cortina de control de ruido consistirá de un material compuesto durable, flexible que posee una capa de material absorbente por un lado. La capa de barrera de ruido consistirá en material rugoso, impermeable, con una masa superficial de por lo menos 5 kg/m<sup>2</sup>. El material absorbente incluirá una capa protectora y se fijará firmemente a un lado de la barrera flexible sobre toda la superficie.
- b) El material usado para la cortina de control de ruido será resistente al clima y debe mantenerse firme durante toda la construcción.
- c) El material de la cortina de ruido será resistente a la corrosión por la mayoría de los ácidos, alcalinos suaves, sales, aceites, y grasas. También será resistente al moho, a prueba de insectos, y no higroscópico.
- d) El material de cortina de ruido será retardante de fuego.
- e) La cortina de control de ruido tendrá una Clase de Transmisión Sonora de STC-30 o mayor, basado en datos certificados de pérdida de transmisión tomados según la norma ASTM Método E90 o la norma ISO 717. También tendrá un Coeficiente de Reducción de Ruido de NRC-0.85 o mayor, basado en datos certificados de coeficiente de absorción tomados según la norma ASTM Método C423 o la norma ISO 354.

##### **B. Detalles de Construcción**

- a) Las cortinas se afianzarán sobre el terreno, y en los puntos de intermedios tendrá una armazón y apoyos diseñados para resistir cargas de viento de 100 km/h, más un 30% de factor de seguridad.
- b) Las cortinas se instalarán en segmentos verticales y horizontales con los segmentos verticales cubriendo toda la altura de la cortina hasta el piso. Todas las costuras y las juntas tendrán un mínimo de 2 pulgadas de traslapo y se sellarán usando velcro o usando ojales dobles espaciados 12 pulgadas entre sí. Las cortinas se fijarán al armazón con cables de alambre.

- c) La altura de la cortina se diseñará para romper la línea de vista y para proporcionar una pérdida de inserción de 5 dB(A), por lo menos entre el ruido producido por el equipamiento y el requerimiento de mitigación más alto del receptor. Si por razones prácticas un sistema de cortina no puede construirse para proporcionar disminución del ruido en todas las situaciones, entonces debe construirse a la altura más alta posible.
- d) El Contratista será responsable del diseño y detallará el armazón y los apoyos suficientes, los lazos, métodos de fijación, y otros elementos requeridos para la instalación apropiada de las cortinas de control de ruido.
- e) El diseño y detalles para el armazón y los apoyos de la cortina de control de ruido será preparado y firmado por un Profesional autorizado de acuerdo a la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

## **5.5. OBSERVACIONES GENERALES**

- A. La existencia de una regulación de emisión sería de gran utilidad, tanto para controlar los niveles de ruido emitidos por las actividades de construcción, como por la posibilidad de aplicar metodologías de predicción de ruido y poder realizar una mejor planificación para la ejecución de una obra, debido a que se contaría con un registro de niveles de potencia acústica conocido para cada tipo de maquinaria.

Lo anterior implica una serie de pasos a seguir, desde la implementación de un laboratorio de medición normalizado, hasta la concurrencia de todos los fabricantes de maquinarias y equipos para su certificación, con todos los costos que esto significa.

No obstante, la existencia de un laboratorio normalizado no sería necesario para aquellas máquinas que posean un etiquetado acústico del país de origen. Sólo sería necesario un proceso de homologación y que el etiquetado esté debidamente identificado, en lengua castellana, haciendo referencia a la norma utilizada en cada caso.

- B. Por otra parte, una legislación orientada a la inmisión, presenta algunas ventajas prácticas por el hecho de considerar sólo los niveles de presión sonora existentes en el lugar del receptor afectado. En este sentido, resulta más fácil la fijación de niveles máximos de inmisión permisibles, debido a que éstos no se determinan en función de las características propias de cada fuente sonora.

Es importante hacer notar que en la proposición de regulación de inmisión presentada, se ha incorporado la posibilidad de incluir el Programa de ejecución de la obra al listado de medidas de gestión y de control de calidad exigido por la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Con el Programa de ejecución de la obra, los fiscalizadores podrán para verificar los niveles que se deben cumplir, de acuerdo a lo declarado por el profesional a cargo de la obra.

- C. Al proponer la estrategia de regulación por inmisión, se consideró la inmisión producto del desarrollo de actividades de construcción pero no fue considerada una estrategia que regulara la inmisión debido al uso específico de maquinarias. Esta opción se descartó ya que, en la práctica, la aplicación se consideró poco viable para el caso de faenas de construcción, donde por lo general, están involucradas varias fuentes de ruido en forma simultánea.
- D. Uno de los objetivos de la estrategia propuesta es que ésta sea eficiente, simple, y lo más objetiva posible. En este sentido se considera como uno de los puntos críticos de la estrategia la circunstancia en que el criterio de la persona responsable o autoridad competente juega un papel importante en el desarrollo o cumplimiento de la regulación. Esto se manifiesta en el capítulo 5, punto 5.2.2.6, letra A, donde se señala que la autoridad competente determinará los casos en que la actividad de construcción desarrollada no podrá cumplir con los límites máximos establecidos. En consecuencia, se sugiere definir en la normativa ciertos requisitos profesionales mínimos que deba cumplir el profesional responsable o autoridad competente.
- E. Como complemento para la aplicación de una regulación se ha propuesto la creación de un Manual de Procedimientos. Se considera que este manual sería de gran ayuda para facilitar las labores de fiscalización, y para guiar e informar al responsable de la obra sobre las medidas que le correspondan según el tipo de faena que deba ejecutar.
- F. Se sugiere, además, establecer una serie de especificaciones a cumplir por parte de las empresas constructoras (Plan de Monitoreo, Plan de Control de Ruido), para los casos de obras de gran envergadura. Para esto, sería necesario previamente definir los parámetros a utilizar para clasificar la envergadura de una obra.
- G. Con el fin de que se logre reunir la información necesaria para elaborar una normativa que regule la emisión de ruidos generados por las actividades de construcción, se identifican a continuación los estudios, que a juicio del equipo consultor, son necesarios:
  - Caracterización de los niveles de ruido emitidos por las actividades de construcción, con el fin de contar con los antecedentes necesarios para la fijación de límites máximos permisibles de niveles de presión sonora.

- Catastro de emisión de ruido de las maquinarias utilizadas en las faenas de construcción. De manera tal de disponer de antecedentes que permitan regular la emisión de las maquinarias.