



GOBIERNO DE
CHILE
MINISTERIO DE SALUD
SEREMI DE SALUD R.M.

**MANUAL DE EVALUACIÓN DEL
CUMPLIMIENTO DEL D.S. N° 146/97 DEL MINSEGPRES
EN PROYECTOS SOMETIDOS AL
SISTEMA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Unidad de Acústica Ambiental
Secretaría Regional Ministerial de Salud R.M.

Septiembre de 2010

Índice

	Página
1. Presentación.	1
2. Introducción.	2
3. Principales aspectos a considerar.	3
4. Descripción del proyecto.	3
4.1. Características del proyecto.	3
4.2. Emplazamiento y entorno del proyecto.	4
4.3. Consideraciones sobre el ruido de fondo.	6
5. Etapa de construcción.	7
5.1. Descripción de la etapa de construcción.	7
5.2. Identificación de las fuentes de ruido.	7
5.3. Predicción de niveles de ruido.	9
5.4. Resultados y evaluación del cumplimiento de la normativa.	11
5.5. Medidas de mitigación.	12
5.6. Predicción de niveles de ruido con medidas de mitigación.	13
5.7. Evaluación final del cumplimiento de la normativa.	14
5.8. Otras medidas complementarias.	14
6. Etapa de operación.	15
6.1. Descripción de la etapa de operación.	15
6.2. Identificación de las fuentes de ruido.	15
6.3. Predicción de niveles de ruido.	17
6.4. Resultados y evaluación del cumplimiento de la normativa.	19
6.5. Medidas de mitigación.	19
6.6. Predicción de niveles de ruido con medidas de mitigación.	19
6.7. Evaluación final del cumplimiento de la normativa.	19
6.8. Otras medidas adicionales.	19
7. Etapa de abandono.	20
8. Plan de monitoreo de ruido.	20

1. Presentación.

Las funciones principales de la SEREMI de Salud R.M., en materia de acústica ambiental, son fiscalizar el cumplimiento de la normativa que regula las emisiones de las fuentes fijas generadoras de ruido, establecida en el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES, garantizar que los proyectos sometidos a evaluación ambiental tengan el mínimo impacto en la población por la emisión de ruido y asegurar que éstos acrediten el cumplimiento de los límites máximos permisibles que establece dicha normativa.

Para ello, la Unidad de Acústica Ambiental revisa las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental propuestos en la Región Metropolitana de Santiago desde 1994, fecha en que eran presentados voluntariamente para someterse a evaluación ambiental. Desde sus inicios, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) planteó nuevos desafíos técnicos a las instituciones que participan en la revisión, y fue agregando nuevas exigencias técnicas a los titulares y empresas consultoras ambientales, mejorando los procedimientos para abordar la evaluación ambiental de los proyectos.

Desde entonces han transcurrido más de 15 años y la Unidad de Acústica Ambiental ha querido compartir esta experiencia de aprendizaje y desarrollo en la revisión de más de 700 proyectos, transparentando los criterios de revisión y análisis, de modo que cada titular de proyecto sometido al SEIA conozca los requerimientos mínimos que serán considerados al momento de la revisión. Asimismo, la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas que permiten abordar con mayor detalle la dimensión del proyecto, su área de influencia y los posibles afectados.

Este manual está orientado a empresas consultoras ambientales, ingenieros de proyectos, ingenieros acústicos, ingenieros ambientales, y a todo profesional relacionado con proyectos sometidos al SEIA, que incorpore el cumplimiento del Decreto Supremo N° 146/97 del MINSEGPRES "*Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas*", esperando que sea un aporte real para que cada proyecto sea aprobado, en un breve plazo, dentro de un proceso más eficiente para todos los involucrados, tanto para el titular como para el equipo revisor.

Del mismo modo, esperamos que este esfuerzo y la interacción con los distintos profesionales que lo utilicen, permita su perfeccionamiento, incorporando mejoras o nuevas consideraciones en beneficio de todos los usuarios.

Dr. Jorge Szot Meza
Secretario Regional Ministerial de Salud
Región Metropolitana

2. Introducción.

Este manual ha sido estructurado con el propósito de entregar con claridad todos los conceptos vertidos a través de ejemplos, esquemas y dibujos, que abordan aspectos básicos para una mejor comprensión de cada uno de sus contenidos. Se ha intentado incluir la totalidad de los temas incorporados en cada evaluación de la norma de ruidos molestos contenida en el D. S. N° 146/97 del MINSEGPRES, ya sea en una Declaración de Impacto Ambiental o en un Estudio de Impacto Ambiental.

La profundidad con que se abordan los distintos aspectos responde a la intención, como ya se señaló, de entregar con la mayor claridad posible los principales contenidos que se considerarán al momento de evaluar la información que se presente en la SEREMI de Salud R.M.

Otra característica de este manual es que presenta algunos aspectos que recurrentemente han sido motivo de observaciones por parte de la SEREMI de Salud R.M., en el proceso de evaluación y calificación ambiental los proyectos. Por ello, se espera que la correcta y adecuada toma de conocimiento de estos aspectos implique que se mejore continuamente la presentación de las evaluaciones que los titulares hacen de sus proyectos.

3. Principales aspectos a considerar.

A continuación se desarrollan en forma detallada una serie de aspectos que deben ser abordados en la presentación de proyectos en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), tanto en las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) como en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), para asegurar el cumplimiento de la normativa sobre ruidos molestos producidos por fuentes fijas.

Cada aspecto es abordado en forma detallada, tratando de entregar con absoluta claridad cada concepto e idea de lo que se plantea. Sin embargo, se reconoce el hecho de que puedan existir otros medios o procedimientos que permitan demostrar el cumplimiento normativo en esta materia, siempre y cuando respondan a las mismas interrogantes o planteamientos presentados en este manual.

4. Descripción del proyecto.

Se deben identificar las características del proyecto y de su emplazamiento, de modo de dimensionar su magnitud e influencia sobre el entorno. Para esto, se recomienda seguir las indicaciones dadas en los puntos a continuación.

4.1. Características del proyecto.

Se debe entregar información clara y completa sobre el objetivo o propósito del proyecto, precisando las características y antecedentes que permitan identificar las actividades a ejecutar y que sean relevantes para una evaluación de la emisión de ruido hacia la comunidad. Esta información debe ser coherente con la que se entrega en todos los otros documentos que componen el EIA o la DIA, según corresponda, en los cuales se deben describir las tres etapas del proyecto: construcción, operación y abandono. A modo de ejemplo, se puede mencionar:

- a) Si se trata de un proyecto inmobiliario, se debe precisar el período de tiempo que contempla su ejecución tanto en la etapa de construcción como en la etapa de operación. También se debe especificar el espacio donde se emplazará la actividad (ubicación y extensión del proyecto). En caso que el proyecto inmobiliario contemple usos de equipamiento (locales comerciales, centros educacionales, etc.), se deberá especificar dónde se ubicarán.
- b) Si se trata de un proyecto de infraestructura (tales como carreteras, redes sanitarias, redes de transmisión energética, etc.), en la etapa de construcción se debe considerar toda la extensión del mismo, incorporando el concepto de *frentes de trabajo*, y en la etapa de operación se debe considerar el funcionamiento de grupos electrógenos, ventiladores u otra maquinaria asociada.
- c) Si se trata de un proyecto que consiste en una ampliación o modificación a una actividad ya existente, la evaluación debe considerar la actividad en su conjunto, es decir, lo existente sumado a la ampliación o modificación. Lo anterior debido a que, según lo establece la normativa vigente sobre ruidos molestos, los límites máximos permisibles no son aplicables a las fuentes individuales si no a la actividad en su conjunto. Para la norma de ruidos molestos la fuente es *toda la actividad*, por lo que una ampliación de la misma no puede ser considerada como otra fuente de ruido distinta. Por ello, debe describirse completamente la fuente emisora de ruido y no sólo su ampliación o modificación.

4.2. Emplazamiento y entorno del proyecto.

Se debe describir detalladamente el entorno del proyecto, identificando los potenciales receptores de ruido y la distancia que los separa del proyecto, indicando para cada uno de ellos, al menos, dirección, coordenadas UTM (especificando el Datum), altura (en m) y fotografías. Se debe incluir un plano o imagen satelital acompañado de una tabla que contenga lo antes señalado.

Se debe indicar si en el entorno del proyecto existen calles o vías importantes (señalando sus nombres), identificar los predios vecinos al sector de emplazamiento, describiendo su uso efectivo, es decir, el uso real (sin perjuicio de los usos de suelo permitidos o prohibidos que establezca el respectivo Plan Regulador). En las Figuras 1 y 2 se muestran ejemplos de dicha información entregada de forma adecuada e inadecuada, respectivamente, y en la Tabla N° 1 se entrega una descripción de los receptores identificados en la Figura 1 y su correspondiente Zona a la que pertenece según la normativa de ruido.



Figura 1. Ejemplo de una forma adecuada de entregar la información del entorno del proyecto.

Tabla N° 1: Descripción de los receptores identificados en la Figura 1.

Receptor	Distancia al perímetro del predio del proyecto, en m	Altura, en m	Uso efectivo	Zona según D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES
1	16	1,5	Bodega	II
2	14	1,5 - 12	Edificio Habitacional	II
3	11	1,5 - 4	Vivienda	II
4	20	1,5 - 6	Colegio	II
5	10	1,5	Vivienda	II
6	17	1,5 - 4	Vivienda	III
7	25	1,5	Bodega	III
8	42	1,5	Oficina	IV

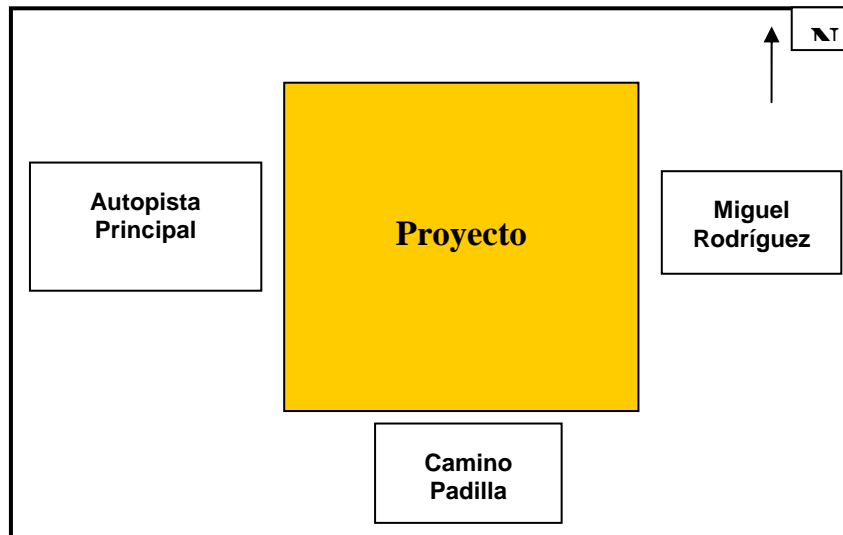


Figura 2. Ejemplo de una forma inadecuada de entregar la información del entorno del proyecto.

Es necesario señalar que podrán existir proyectos cuyo emplazamiento sea bastante distante a posibles receptores. Si se tiene una adecuada descripción de sus ubicaciones y las distancias a las que se encuentran, considerando los procesos involucrados, las fuentes de ruido que incorpora y el emplazamiento, tanto si es zona urbana o rural, podría no ser necesario un dimensionamiento como el que se detalla en las secciones posteriores, por lo que cobra especial importancia la determinación precisa del área de influencia directa e indirecta del proyecto y la existencia de potenciales receptores dentro de esta área.

La norma establece distintos límites máximos permisibles de ruido en función de la zona donde se ubica el receptor, por lo cual se debe tener claridad acerca de este aspecto con el fin de determinar cuáles son los límites que el proyecto debe cumplir. Para precisar a qué zona pertenece un determinado receptor se requiere, en primer lugar, saber si éste se encuentra dentro o fuera del límite urbano definido para la comuna, para lo cual se debe consultar el Instrumento de Planificación Territorial (IPT) o Plan Regulador vigente. En caso que se encuentre dentro del límite urbano, se deberá solicitar y adjuntar al estudio **un pronunciamiento** de la autoridad competente en materia de ordenamiento territorial de la Municipalidad correspondiente (Dirección de Obras Municipales o Asesoría Urbana, si corresponde), donde se indique a cuál de las zonas establecidas en el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES corresponde cada una de las zonas definidas en el IPT donde se ubican los receptores del proyecto. Se debe tener especial cuidado de no solicitar una *certificación* de las zonas de usos de suelo de acuerdo a la norma de ruido, ya que las Direcciones de Obras Municipales o Asesorías Urbanas no tienen la facultad de *certificar* esta solicitud y pueden negarse a esta petición. Del mismo modo, no debe entenderse que el Certificado de Informaciones Previas del predio donde se ubica el proyecto es suficiente, ya que éste no se pronuncia sobre los usos de suelo que tienen los predios vecinos donde se encuentran los potenciales receptores afectados.

En caso que el receptor se encuentre fuera del límite urbano definido en el IPT, para aplicar la normativa se debe considerar como Zona Rural. Se debe tener especial cuidado cuando un proyecto ubicado fuera del límite urbano tenga un uso de suelo específico para su predio (por ejemplo, una actividad industrial en un determinado predio puede tener un uso de suelo específico), ya que la ubicación de los receptores seguirá siendo Zona Rural y no la del predio del proyecto.

La SEREMI de Salud R.M. se encuentra trabajando con las distintas Asesorías Urbanas y/o Direcciones de Obras Municipales de las comunas de la región para obtener, para cada territorio comunal, una homologación oficial entre el IPT vigente y las zonas establecidas en la normativa sobre emisión de ruido. Dicho trabajo tiene como misión obtener una herramienta que pueda ser utilizada con facilidad por todos los actores involucrados en la aplicación de la norma, por lo que cuando se obtenga el total de dichas oficializaciones serán difundidas y comunicadas oportunamente.

4.3. Consideraciones sobre el Ruido de Fondo.

El Ruido de Fondo, para efectos del estudio del cumplimiento de los límites máximos permisibles de la normativa contenida en el D.S. N° 146/97 del MINSEPGRES, está claramente definido en dicho cuerpo legal, donde se señala que *"Es aquel que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente fija a medir"*. Más aún, es necesario precisar que esta definición fija desde ya la condición de medición, debido a que, al menos, puede deducirse que no puede medirse en otro sitio o lugar que no sea el mismo en donde se quiere evaluar la fuente de ruido. Dicho de otro modo, no se puede realizar una medición del Ruido de Fondo en un lugar distinto que no sea aquel donde se ubique un receptor. Se debe señalar con claridad que no puede medirse dicho ruido en la vía pública u otro lugar que no sea en la propiedad o inmueble de algún receptor de ruido.

Por otro lado, la misma normativa señala cómo debe medirse el Ruido de Fondo. En efecto, el Ruido de Fondo debe medirse *"bajo las mismas condiciones de medición a través de las cuales se obtuvieron los valores de la emisión de la fuente fija emisora de ruido"*. Es decir, en el mismo lugar, bajo las mismas consideraciones (exterior o interior, con ventana abierta o cerrada, etc.), señalando además que la medición *"se podrá realizar en cualquiera de los tres puntos de medición"*.

Por lo tanto, no pueden realizarse mediciones de Ruido de Fondo en condiciones distintas y en lugares distintos que no sea donde se ubican los receptores.

Se debe recordar que la norma señala expresamente que debe medirse el Ruido de Fondo sólo en caso que dicho ruido *afecte significativamente las mediciones* hechas a la fuente emisora de ruido. Por ello, no siempre será necesaria la medición de dicho nivel de Ruido de Fondo.

Debe tenerse especial atención para aquellos receptores ubicados en Zona Rural. Se deben realizar mediciones de Ruido de Fondo en cada uno de ellos, de acuerdo al procedimiento establecido en la norma. Estas mediciones deben efectuarse en la condición de menor Ruido de Fondo durante los horarios de funcionamiento del proyecto. Por ejemplo, si se contempla que la actividad operará durante las 24 horas con un régimen completo en el día y un régimen menor en la noche, deberá medirse el menor Ruido de Fondo existente en cada uno de dichos horarios. De esta forma se establecen los límites máximos permisibles más restrictivos para cada receptor, permitiendo que la evaluación asegure el cumplimiento de la norma en todo momento. Lo anterior permitirá determinar el límite máximo permisible que el proyecto deberá cumplir para este tipo de zonas.

No debe confundirse el concepto de Ruido de Fondo definido en el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES con el concepto de Línea de Base dado en la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (Ley N° 19.300) y el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N° 95/01 del MINSEGPRES).

En caso que el titular de un proyecto presente una DIA no requiere presentar una Línea de Base de niveles de ruido, por cuanto dicho documento sólo debe informar del cumplimiento normativo, es decir, del D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES, el que no incorpora dicha evaluación.

Una situación distinta es cuando se trata de un EIA, el cual debe incorporar una Línea de Base (o Línea Basal), la que no tiene relación con el cumplimiento normativo antes señalado, sino que sirve para evaluar el impacto que se puede producir hacia la población afectada.

Finalmente, se debe señalar que no existe un procedimiento establecido para la determinación de una Línea de Base de ruido. Algunos EIA o DIA realizan dichas mediciones según el procedimiento de Ruido de Fondo establecido en el D. S. N° 146/97 del MINSEPGRES, pero ello es válido sólo como decisión técnica, siendo también válido utilizar otra referencia técnica para realizar dichas mediciones.

5. Etapa de construcción.

En esta sección se describe la información mínima que se debe entregar para una evaluación cuantitativa de ruido durante la etapa de construcción.

5.1. Descripción de la etapa de construcción.

Se debe especificar la duración total de la etapa de construcción, detallando cada faena (demolición, movimiento de tierra, desarrollo de obras civiles, terminaciones, obras complementarias, etc.) y el tiempo de duración de cada una de ellas (se recomienda una carta Gantt). Del mismo modo, se deben detallar las maquinarias que se utilizarán en cada tipo de faena, señalando los horarios y días de funcionamiento. Es importante que toda esta información sea coherente con todas las otras partes de la DIA o EIA y sus anexos, razón por la cual se recomienda al equipo consultor que revise detalladamente la información que contenga el estudio acústico y verifique que ésta concuerde con la información entregada en las distintas materias abordadas en la presentación del proyecto.

Por ejemplo, si se trata de un proyecto inmobiliario, se debe precisar si se construirá en etapas, si éstas serán simultáneas o secuenciales, identificando claramente cuál será la secuencia que se utilizará (cronograma), y si las etapas construidas estarán habitadas mientras se construyen las siguientes, en cuyo caso la evaluación debe considerar como receptores a esos nuevos habitantes.

Se deben describir las técnicas constructivas que se utilizarán en el proyecto, es decir, se debe señalar por ejemplo cómo se efectuará la demolición, si se harán obras subterráneas, pilotaje, tronaduras, etc., si se considera el uso de estructuras prefabricadas, qué tipo de hormigonado se utilizará (bombeo o descarga directa), si se realizará acopio de materiales e insumos, dónde se efectuará la instalación de faenas, qué tipo de maquinarias y herramientas se utilizará, etc.

5.2. Identificación de las fuentes de ruido.

Se debe entregar la emisión sonora de cada maquinaria especificada en la sección anterior, ya sea a través de niveles de potencia o de presión sonora (indicando para estos últimos la distancia de referencia en la cual se efectúan las mediciones de sus niveles). Esta información puede provenir de literatura especializada o de resultados de mediciones efectuadas por el titular y/o la empresa consultora, debiendo especificar en ambos casos la fuente de información. Si se utilizan mediciones propias, se deben señalar las condiciones en que

éstas fueron realizadas, adjuntando los informes técnicos respectivos (procedimiento de medición y condiciones de funcionamiento de las fuentes sonoras), de modo de validar su utilización.

En la Tabla N° 2 se muestra un ejemplo de cómo presentar los niveles de emisión antes indicados, con detalle por bandas de frecuencia.

Tabla N° 2: Ejemplo de una forma adecuada para entregar niveles de emisión sonora de maquinarias de construcción.

Maquinaria	Nivel de potencia sonora, en dB									Lw, en dBA	Lp a X m, en dBA
	Frecuencia, en Hz										
	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Retroexcavadora
Cargador frontal
.
.

Las fuentes sonoras deben ser agrupadas, definiendo escenarios constructivos y considerando la "peor condición" (aquellas faenas en las cuales es esperable que ocurran las mayores emisiones de ruido). Cuando los escenarios constructivos correspondan a grandes extensiones de terreno (un predio completo para el caso típico de movimiento de tierra o excavaciones), se puede simular una fuente sonora equivalente en la zona de emplazamiento del proyecto, detallando en un croquis, plano o imagen satelital las maquinarias consideradas en cada escenario.

Como ejemplo, las Figuras 3 y 4 muestran el escenario de movimiento de tierra de un proyecto cualquiera y faenas constructivas en altura de un proyecto inmobiliario (edificio), respectivamente, donde se identifican ya sea grupos de fuentes o focos de emisión de ruido próximos a sectores habitados.

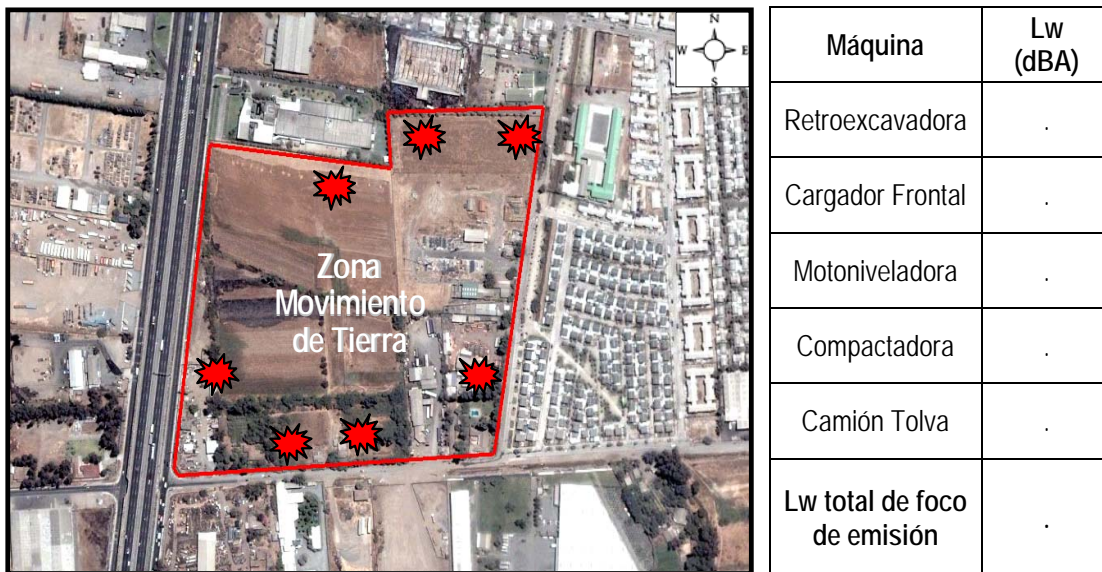


Figura 3. Ejemplo de ubicación de faenas para un escenario de movimiento de tierra.

En la Figura 3 se muestran focos de emisión que podrían estar constituidos por un grupo de fuentes como las mostradas en la tabla de la derecha, obteniéndose para cada foco su nivel de potencia sonora (concepto de fuente equivalente puntual según ISO 9613-2 1996). Estos focos (o grupo de fuentes sonoras) pueden ser trasladados o ubicados en distintos lugares dentro del predio en construcción y ser tratados como frentes de trabajo.

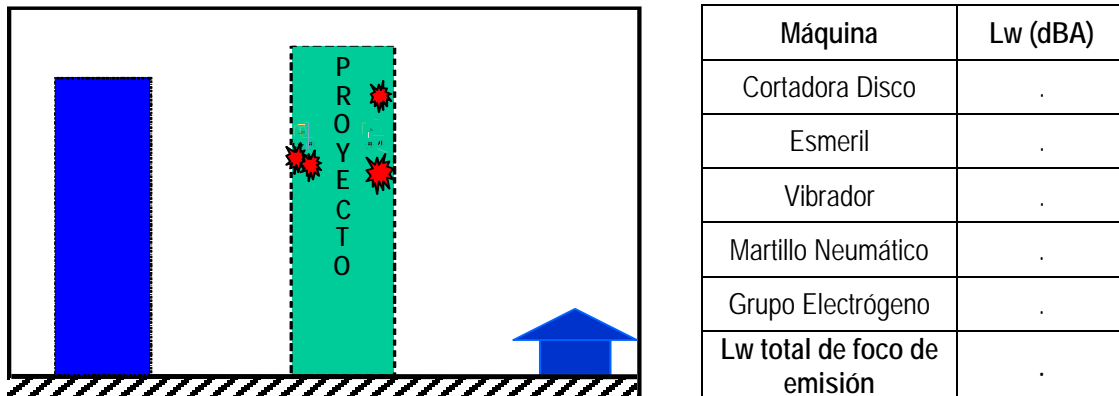


Figura 4. Ejemplo de ubicación de faenas para un escenario de construcción de obra gruesa de un edificio.

5.3. Predicción de niveles de ruido.

Teniendo en cuenta los receptores identificados, los niveles de emisión sonora de la maquinaria a utilizar, los escenarios constructivos definidos (tipos de faenas o grupos de actividades que se desarrollan simultáneamente) y la ubicación de éstas (ver secciones anteriores), se debe determinar la condición más desfavorable para cada receptor en cada una de las faenas contempladas para la etapa de construcción.

Para mayor claridad, se debe mostrar en un croquis, plano o imagen satelital las respectivas distancias entre los receptores a evaluar y la ubicación de las faenas constructivas, como se ilustra, a modo de ejemplo, en la Figura 5 y se describe en la Tabla N° 3. También se pueden entregar otros tipos de esquemas o ilustraciones, como el mostrado en la Figura 6 y en la Tabla N° 4, correspondiente a un caso típico de un proyecto inmobiliario, y en el cual se grafica que no sólo se deben considerar las faenas a nivel del suelo, sino también aquellas actividades que se ejecutan en pisos superiores.

Tabla N° 3: Distancias entre los receptores y las faenas, según lo mostrado en la Figura 5.

Receptor	Distancia a la faena, en m	Altura, en m
1	22	1,5
2	19	1,5 – 12
3	16	1,5 – 4
4	25	1,5 – 6
5	15	1,5
6	20	1,5 – 4
7	28	1,5
8	45	1,5

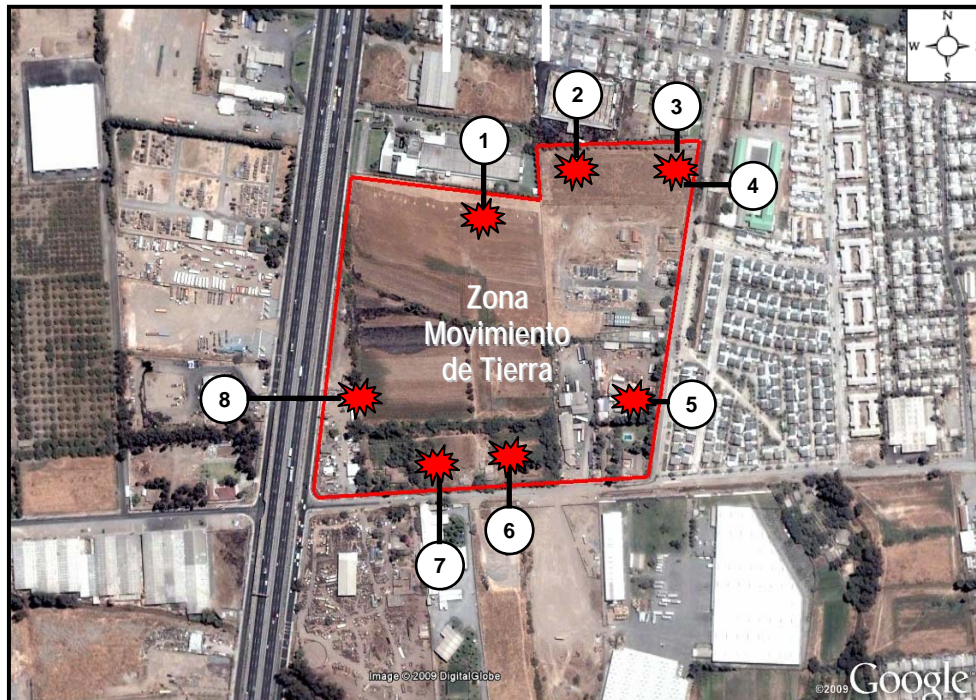


Figura 5. Ubicación de receptores y faenas. Las distancias se indican en la Tabla N° 3.

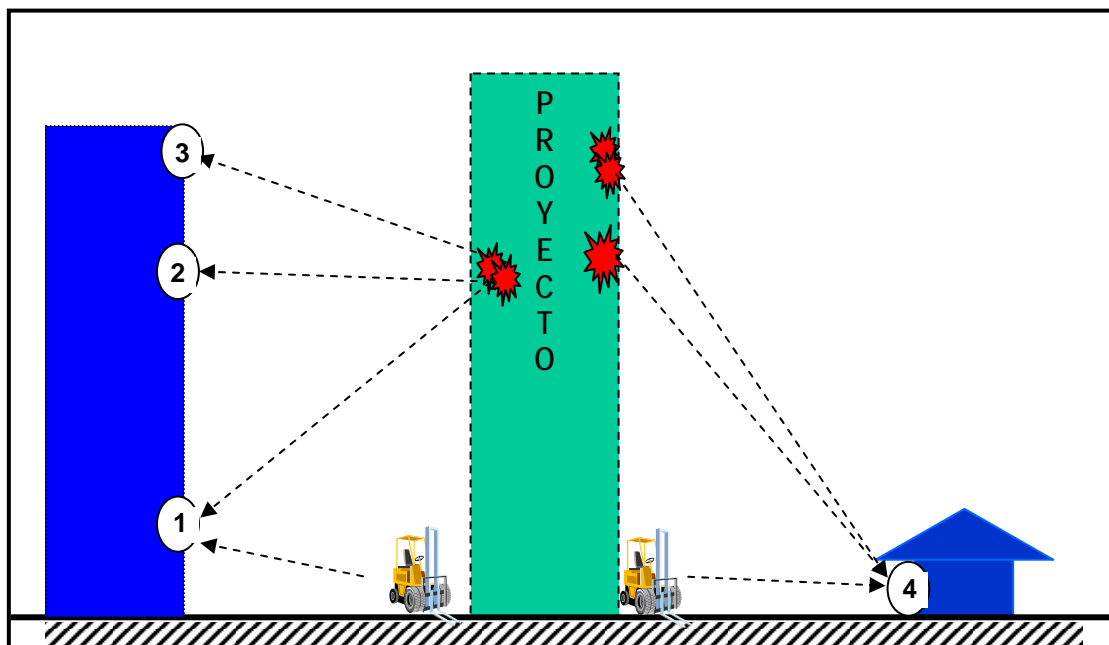


Figura 6. Ubicación de receptores y faenas a nivel de suelo y en altura. Las distancias se indican en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4: Distancias entre los receptores y las faenas, según lo mostrado en la Figura 6.

Receptor	Distancia a las faenas en altura, en m	Altura, en m
1	35	4,0
2	15	30
3	20	40
4	45	1,5

Luego, se debe estimar o proyectar el nivel de ruido que se producirá en cada receptor, mediante un método de predicción de propagación sonora estandarizado o aceptado internacionalmente, como por ejemplo la norma *ISO 9613-2:1996 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2 General method of calculation*.

Los cálculos pueden ser realizados en forma manual (para cada configuración fuente-receptor) o automatizada (mediante programas computacionales), debiendo entregarse en ambos casos información detallada y referenciada con todos los antecedentes relevantes que respalden los resultados entregados, es decir, datos de entrada, fórmulas y expresiones matemáticas, así como las consideraciones, restricciones y limitaciones del modelo o método utilizado.

En caso de utilizar un programa computacional o software de predicción de ruido, se debe especificar, al menos, la siguiente información:

- Niveles de emisión de las fuentes (Lp, Lw, espectros de frecuencia, etc.)
- Altura de las fuentes
- Orden de reflexiones
- Altura de los receptores
- Curvas de niveles de ruido (mapas de ruido) y sus alturas
- Absorción del terreno y absorción de edificaciones
- Método o modelo de propagación sonora utilizado
- Estimación del error asociado a las predicciones
- Datos meteorológicos considerados
- Dimensiones de la malla de cálculo (si corresponde)

5.4. Resultados y evaluación del cumplimiento de la normativa.

Los niveles estimados o proyectados en cada receptor deben ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos en la norma, para lo cual es necesario resumir la información, por ejemplo, como se muestra en la Tabla N° 5.

Si todos los niveles de ruido proyectados se encuentran bajo los límites máximos permisibles, la evaluación es satisfactoria y da garantías del cumplimiento del D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES. Por el contrario, si alguno o todos los niveles proyectados superan los límites, es necesario incorporar medidas de mitigación para los receptores en los que se proyecta el incumplimiento de la norma (ver sección siguiente).

Tabla N° 5: Resultados y evaluación de cumplimiento para las faenas de movimiento de tierra (ver Figura 5 y Tabla N° 3).

Receptor	Distancia a faena evaluada, en m	Nivel sonoro proyectado, en dBA	Nivel máximo permisible, en dBA	Diferencia, en dBA	¿Cumple?
1	22	75	60	15	No
2	19	74	60	14	No
3	16	78	60	18	No
4	25	73	60	13	No
5	15	79	60	19	No
6	20	73	65	8	No
7	28	71	65	6	No
8	45	69	70	-1	Si

5.5. Medidas de mitigación.

En caso que los niveles de ruido proyectados en los receptores sobrepasen los niveles máximos permisibles, se deben proponer medidas de mitigación para dar cumplimiento a la norma.

Se debe indicar el tipo de medida a implementar, especificando el material constructivo que la compone, sus dimensiones (altura, longitud, espesor, etc.), cómo se instalará para su óptima eficiencia, dónde estará ubicada y la configuración respecto a la fuente y al receptor (especialmente distancias y alturas relativas).

También se deben incluir datos que sustenten la reducción estimada de la medida, tales como densidad superficial, factor de pérdida, módulo de Young, atenuación por bandas de frecuencia, o cualquier otra característica que defina el rendimiento de cada medida de control utilizada.

Existen algunas medidas típicas utilizadas para la etapa de construcción, sin perjuicio que el titular puede proponer cualquier otra que dé garantías del cumplimiento de la norma. Entre estas medidas típicas se cuentan barreras, encierros y semi-encierros, cierres de vanos, túneles y cortinas acústicas, etc. En la Figura 7 se muestra, como ejemplo, un esquema con la ubicación de distintas medidas de mitigación para la construcción de un edificio en altura.

Se debe tener presente que una medida de control de ruido puede ser efectiva para una determinada situación o configuración fuente-camino-receptor y no necesariamente tener la misma eficiencia para otra configuración. Por ello, es necesario destacar que el hecho que una medida de control de ruido propuesta por un titular de un proyecto aprobado en el SEIA, que haya contado con la conformidad de la SEREMI de Salud R.M., no necesariamente implica que dicha medida tendrá el mismo efecto en otro tipo de proyectos o incluso en uno de similares características, debido fundamentalmente a configuraciones distintas de distancias o emplazamientos entre la fuente y los receptores, por lo que se podrían solicitar antecedentes adicionales que permitan validar la utilización de tal medida de control en el proyecto específico bajo evaluación.

Por lo anterior, cada medida deberá ser evaluada en su eficiencia y eficacia para cada proyecto presentado, considerando las propias configuraciones fuente-camino-receptor, así como todas las otras variables que puedan incidir en su comportamiento.

Es de suma importancia que cada titular de proyecto considere la viabilidad de la implementación de las medidas de control de ruido que propone, debido a que podrían haber impedimentos para llevarlas a cabo. Se puede citar, como ejemplo, una medida de control de ruido de barreras perimetrales de 6 m de altura y que posteriormente, una vez aprobado ambientalmente el proyecto y en plena ejecución, la Municipalidad

respectiva no apruebe dicha medida ya que va en contra de las disposiciones que la Dirección de Obras Municipales (DOM) tiene para la comuna, originando desde ya un incumplimiento de los compromisos ambientales por parte del titular.

Las medidas de control de ruido son propuestas por el propio titular del proyecto, por lo que se asume que cada proyecto evalúa o debe evaluar si lo que propone puede implementarse o no.

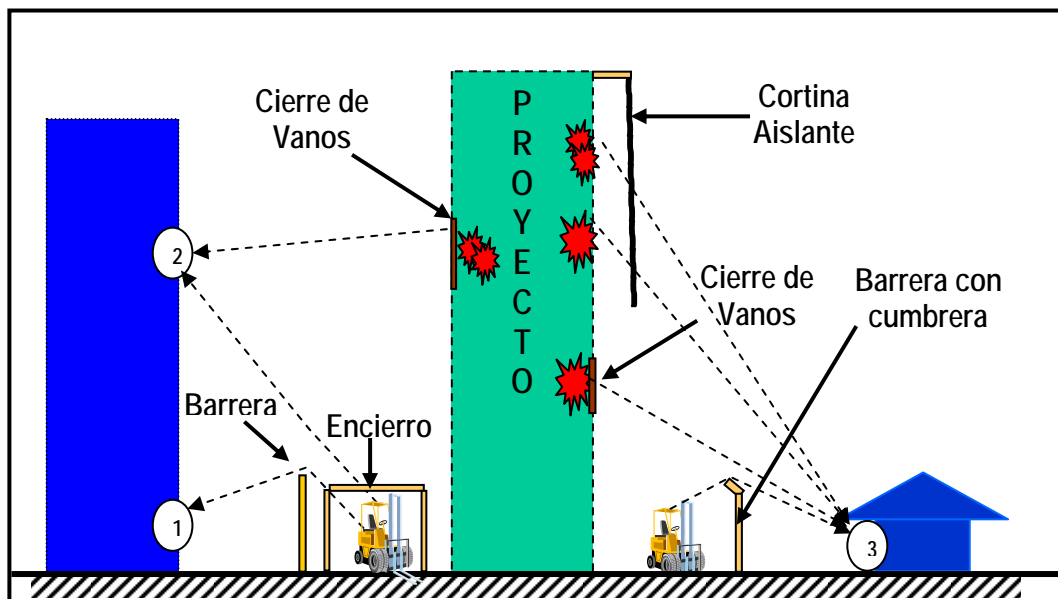


Figura 7. Distintas medidas de mitigación en la construcción de un edificio, con faenas a nivel de suelo y en altura.

5.6. Predicción de niveles de ruido con medidas de mitigación.

Se debe estimar la reducción sonora para cada medida propuesta y para cada receptor, en base a consideraciones teóricas o empíricas, especificando la fuente de información que respalda dichas estimaciones. Es importante tener en cuenta que la reducción sonora depende tanto de las características de la medida como de su ubicación respecto a los receptores. Así, por ejemplo, en el caso de una barrera acústica la atenuación varía para los receptores ubicados a distintas distancias y alturas, por lo que ésta se debe calcular para cada uno de ellos, o hacerla con el criterio más desfavorable.

Utilizando el mismo modelo o método de predicción y las mismas condiciones de emisión de las maquinarias, se deben proyectar nuevamente los niveles sonoros en cada receptor, esta vez considerando la atenuación calculada para las medidas de mitigación propuestas.

5.7. Evaluación final del cumplimiento de la normativa.

Los niveles estimados o proyectados en cada receptor, considerando las medidas de mitigación para cada faena, tipo de fuente o grupo de ellas (escenarios, focos o frentes de trabajo), deben ser comparados con los límites máximos permisibles establecidos en la norma. Tal como en la evaluación sin medidas de mitigación, es necesario resumir la información, por ejemplo, como se muestra en la Tabla N° 6.

Si todos los niveles de ruido proyectados, considerando las medidas de mitigación, se encuentran bajo los límites máximos permisibles, la evaluación es satisfactoria y da garantías del cumplimiento del D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES. En caso contrario, se deben proponer medidas de mitigación adicionales y evaluarlas, siguiendo los mismos pasos, para asegurar el cumplimiento de la normativa.

Tabla N° 6: Resultados y evaluación de cumplimiento con medidas de mitigación para cada faena, foco, frente de trabajo o escenario constructivo.

Receptor	Distancia a faena evaluada, en m	Nivel proyectado sin medidas, en dBA	Nivel sonoro proyectado con medidas, en dBA	Nivel máximo permisible, en dBA	¿Cumple?
1	22	75	57	60	Si
2	19	74	55	60	Si
3	16	78	58	60	Si
4	25	73	53	60	Si
5	15	79	58	60	Si
6	20	73	62	65	Si
7	28	71	61	65	Si
8	45	69	69	70	Si

Nota: Los valores presentados en esta tabla son sólo ejemplos ficticios.

5.8. Otras medidas complementarias.

Éstas corresponden a conductas y acciones, cuya eficiencia no es cuantificable, que pueden aportar a una disminución del ruido y pueden presentarse como complemento a las medidas de mitigación. Ejemplo de éstas son: plan de manejo con la comunidad, restricción de horarios, restricción de ciertas faenas y/o actividades, uso de maquinaria en óptimo estado, preferencia por maquinarias que cuenten con sistemas de insonorización de fábrica, operación de maquinaria en ubicación especial para evitar molestias, eliminación de ruido de maquinaria ociosa, control de ruidos conductuales a través de capacitación a trabajadores en prevención de ruidos molestos, etc.

Aun cuando la evaluación de un proyecto concluya el cumplimiento de la normativa vigente de ruido, es recomendable presentar un plan de manejo con la comunidad. En este caso se deberá indicar, al menos, el tipo de actividad que se realizará, el horario de funcionamiento, el horario en el que se producirán las mayores emisiones de ruido y la duración de éstos. Lo anterior, a través de cartillas informativas, las que deberán ser entregadas a la comunidad en forma previa. Se deberá designar además a un encargado que pueda recoger los reclamos de la comunidad, de modo de tomar las acciones correctivas en el momento en que se produzcan los problemas, y establecer un teléfono de reclamos para complementar dicho plan.

6. Etapa de operación.

En esta sección se describe la información mínima que se debe entregar para una evaluación cuantitativa de ruido durante la etapa de operación de un proyecto. Se debe recordar que la normativa contenida en el D.S. N° 146/97 del MINSEPGRES no sólo aplica a actividades industriales, comerciales, artísticas y recreacionales, sino que también a cualquier otra fuente de ruido que sea parte de un proyecto de infraestructura tales como autopistas, aeropuertos, líneas de ferrocarril, etc., excluyendo sólo la circulación o tráfico a través de éstos.

6.1. Descripción de la etapa de operación.

Se deben describir las actividades, procesos, dispositivos, maquinarias, etc., involucrados en la etapa de operación del proyecto, así como el horario de funcionamiento durante esta etapa. Es importante que toda esta información sea coherente con todas las otras partes de la DIA o EIA y sus anexos.

Se debe señalar la duración total de la etapa de operación, detallando cada proceso y su tiempo de ejecución, si corresponde (se recomienda una carta Gantt semanal, mensual, anual, etc., según las características de operación del proyecto). Por ejemplo, si un proyecto considera un aumento de capacidad productiva luego de un determinado número de años, se debe indicar claramente la duración de cada fase productiva y las maquinarias, equipos y procesos involucrados en cada una. Asimismo, si un proyecto considera una ampliación en el futuro, se debe describir su emplazamiento y las nuevas fuentes de ruido que contendrá.

6.2. Identificación de las fuentes de ruido.

Para la identificación de las fuentes de ruido correspondientes a la etapa de operación se deben seguir los criterios expuestos en la sección 5.2 del presente manual. Se debe entregar la emisión sonora de cada maquinaria, equipo o dispositivo especificado en dicha sección, ya sea a través de niveles de potencia o de presión sonora (indicando para estos últimos la distancia de referencia). Esta información puede provenir de literatura especializada o de resultados de mediciones efectuadas por el titular y/o la empresa consultora, debiendo especificar en ambos casos la fuente de información. Si se utilizan mediciones propias, se deben señalar las condiciones en que éstas fueron realizadas, adjuntando los informes técnicos respectivos (procedimiento de medición y condiciones de funcionamiento de las fuentes sonoras), de modo de validar su utilización.

Se debe indicar la ubicación de las maquinarias, equipos y procesos que contempla el proyecto, incluyendo un croquis, plano y/o imagen satelital que muestre claramente esta información. Por ejemplo, en la Figura 8 se muestra la ubicación de las fuentes de ruido para la etapa de operación de un proyecto, donde también puede utilizarse el concepto de Fuente Puntual Equivalente (según ISO 9313-2 1996 u otro procedimiento técnico estandarizado), detallando los niveles por maquinaria y sumándolos energéticamente para establecer una condición de cálculo.

En el caso de un proyecto inmobiliario (edificio), las fuentes de ruido más comunes en la etapa de operación son los elementos mecánicos del edificio tales como bombas impulsoras de agua potable, calderas, grupos electrógenos, motores de ascensores, etc. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de ubicación de este tipo de equipamiento en un edificio y en relación con los posibles afectados más cercanos.

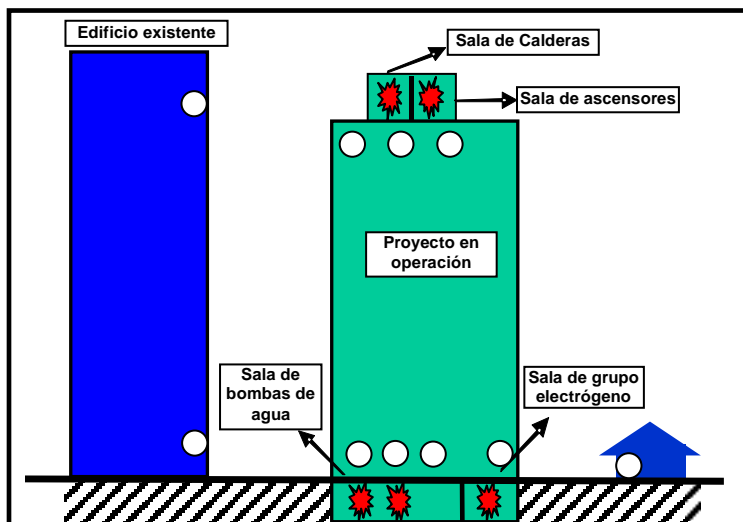


Fuente equivalente	Máquina	Lw (dBA)
1	Secadora	.
	Moledora	.
	Nivel total	.
2	Chipeadora	.
	Compresor	.
	Nivel total	.

Figura 8. Ubicación de fuentes de ruido y uso de fuente equivalente puntual ubicada al centro del grupo de las fuentes de ruido (círculo de línea punteada) para la operación de un proyecto.

Para este tipo de fuentes de ruido no sólo se evalúa la emisión de ruido hacia el exterior (es decir al vecindario), sino que también hacia los propios habitantes del edificio, siendo para este último caso la propagación de ruido estructural la más importante, por lo que se deberá tener cuidado en las técnicas de montaje de estos dispositivos.

Lo mismo ocurre para un proyecto inmobiliario de construcción de viviendas por etapas. En este tipo de proyectos cada etapa puede ser de un tiempo bastante extenso, por lo que puede suceder que al estar terminada se va entregando a los propietarios y comienza a ser habitada, pasando a constituir un nuevo conjunto de receptores.



Fuente	Lp a 5 m, en dBA
Sala de bombas de agua	.
Sala de ascensores	.
Sala de calderas	.
Sala de grupo eléctrico	.

Figura 9. Ubicación de fuentes de ruido (marcas en color rojo) y receptores (marcas en color blanco) en la etapa de operación de un proyecto inmobiliario en altura.

Existen proyectos como autopistas, carreteras o vías de ferrocarril en los que la norma no es aplicable a la circulación de los vehículos, pero sí a los equipos, dispositivos, oficinas o cualquier instalación fija perteneciente al proyecto, tales como equipos de ventilación, generadores eléctricos, recintos de asistencia y seguridad, etc.

Asimismo, en terminales aéreos como aeropuertos y aeródromos, la norma es aplicable a todos los dispositivos y actividades realizadas en tierra, excluyendo de la aplicación todas las operaciones aéreas, es decir, las que van desde el inicio del despegue hasta el término del aterrizaje.

En proyectos que contemplan almacenamiento, salida y entrada de vehículos, como terminales de buses, estaciones y talleres de trenes, estacionamientos públicos, centros comerciales, supermercados, industrias, bodegas, etc., se debe indicar el número estimado de vehículos que ingresarán y saldrán durante la jornada diaria, así como su funcionamiento y circulación dentro de la misma actividad, identificando los horarios más críticos y ubicación con respecto a los receptores (peor condición).

En centros comerciales, supermercados, y en general proyectos en los que se contemple la estadía temporal de vehículos para realizar actividades como, por ejemplo, carga y/o descarga de productos, esto debe ser debidamente descrito con el fin de incluirlo en la evaluación del cumplimiento de la norma.

6.3. Predicción de niveles de ruido.

Para la predicción de niveles de ruido durante la etapa de operación se deben seguir los criterios expuestos en la sección 5.3 del presente manual. Así, teniendo en cuenta los receptores identificados, los niveles de emisión sonora de los equipos, dispositivos y procesos del proyecto, sus ubicaciones y horarios de funcionamiento (ver secciones anteriores), se debe determinar la condición más desfavorable para cada receptor.

Si se contempla que dos o más fuentes pueden llegar a funcionar simultáneamente, aunque esto suceda en forma esporádica, las predicciones deben considerar esta situación.

Para mayor claridad, se debe mostrar en un croquis, plano y/o imagen satelital las respectivas distancias entre los receptores a evaluar y la ubicación de las fuentes sonoras, como se ilustra, a modo de ejemplo, en la Figura 10 y se describe en la Tabla N° 7, donde se consideran las mismas fuentes equivalentes mostradas en la sección 6.2.

Luego, se debe estimar o proyectar el nivel de ruido que se producirá en cada receptor, mediante un método de predicción de propagación sonora estandarizado o aceptado internacionalmente, como por ejemplo la norma *ISO 9613-2:1996 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2 General method of calculation*.

Los cálculos pueden ser realizados en forma manual (para cada configuración fuente-receptor) o automatizada (mediante programas computacionales), debiendo entregarse en ambos casos información detallada y referenciada con todos los antecedentes relevantes que respalden los resultados entregados, es decir, datos de entrada, fórmulas y expresiones matemáticas, así como las consideraciones, restricciones y limitaciones del modelo o método utilizado.

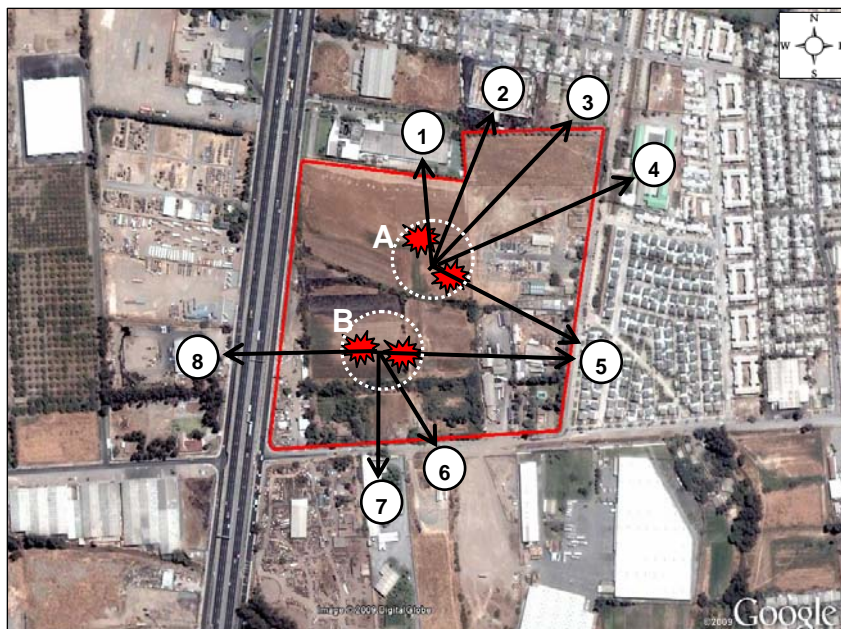


Figura 10. Ubicación y distancias entre receptores y fuentes equivalentes, de acuerdo a la Figura 8.

Tabla N° 7: Distancias entre los receptores y las fuentes equivalentes, según lo mostrado en la Figura 10.

Receptor	Distancia a la fuente A, en m	Distancia a la fuente B, en m	Altura, en m
1	42	93	1,5
2	63	115	1,5 – 12
3	74	126	1,5 – 4
4	88	119	1,5 – 6
5	81	72	1,5
6	75	38	1,5 – 4
7	99	41	1,5
8	92	53	1,5

En caso de utilizar un programa computacional o software de predicción de ruido, se debe especificar, al menos, la siguiente información:

- Niveles de emisión de las fuentes (L_p , L_w , espectros de frecuencia, etc.)
- Altura de las fuentes
- Orden de reflexiones
- Altura de los receptores
- Curvas de niveles de ruido (mapas de ruido) y sus alturas
- Absorción del terreno y absorción de edificaciones
- Método o modelo de propagación sonora utilizado
- Estimación del error asociado a las predicciones
- Datos meteorológicos considerados
- Dimensiones de la malla de cálculo (si corresponde)

En algunos casos de mayor complejidad la SEREMI de Salud R.M. podrá solicitar los archivos de trabajo de cada software utilizado en los cálculos, de modo de tener acceso a todos los parámetros que el titular ha considerado en la modelación. Lo anterior permitirá, mediante las versiones DEMO de cada uno de los software de modelación que comercialmente se encuentran disponibles en el mercado nacional, tener acceso a los parámetros utilizados y verificar los valores obtenidos.

6.4. Resultados y evaluación de cumplimiento de la normativa.

Se deben considerar los criterios expuestos en la sección 5.4. del presente manual.

6.5. Medidas de mitigación.

Para abordar este punto se deben seguir los criterios expuestos en la sección 5.5. del presente manual, considerando que en la etapa de operación las medidas de mitigación deben tener un carácter permanente y su eficiencia acústica se debe mantener en el tiempo.

Para esta etapa algunas medidas típicas son encierros acústicos, silenciadores, barreras acústicas, material o técnica de montaje antivibratorio para máquinas, entre otras.

Todas ellas deberán estar adecuadamente dimensionadas y presentar los antecedentes que validen los cálculos o estimaciones que se toman en cuenta, y deberá asegurarse la viabilidad de su implementación.

6.6. Predicción de niveles de ruido con medidas de mitigación.

Se deben considerar los criterios expuestos en la sección 5.6. del presente manual.

6.7. Evaluación final del cumplimiento de la normativa.

Se deben considerar los criterios expuestos en la sección 5.7. del presente manual.

6.8. Otras medidas adicionales.

Se deben considerar los criterios expuestos en la sección 5.8. del presente manual. En la etapa de operación de proyectos que involucran almacenamiento, entrada, salida o estadía temporal de vehículos puede resultar útil, con el fin de evitar molestias a la comunidad (más allá del cumplimiento de la norma), adoptar medidas como restricción de horarios y de velocidad, o bien disponer que las actividades de carga, descarga u otra se efectúen en lugares alejados de los receptores o en un recinto cerrado y aislado acústicamente.

7. Etapa de abandono.

Cuando un proyecto contemple una etapa de abandono, se debe evaluar el cumplimiento de la normativa siguiendo los mismos criterios y procedimientos señalados en el presente manual para las etapas de construcción y operación.

En efecto, algunos proyectos contemplan periodos o etapas de abandono que consisten en faenas de reposición o terminación del lugar que ha sido intervenido, asimilándose a algunas actividades de etapa de construcción (incluso obras de demolición) u operación del proyecto.

8. Plan de monitoreo de ruido.

Para asegurar el cumplimiento de los límites máximos permisibles de nivel de ruido o verificar la evolución de los mismos durante toda la ejecución del proyecto, ya sea en etapa de construcción, operación o abandono, un proyecto sometido al SEIA podría desarrollar un Plan de Monitoreo de niveles de ruido. Sin embargo, si el titular ha dimensionado adecuadamente las emisiones y asegura el cumplimiento normativo, se estima innecesario el desarrollo de dicho plan para un proyecto presentado bajo la forma de una DIA.

Sin perjuicio de lo señalado anteriormente, si se trata de un EIA es necesario monitorear la evolución de los niveles de ruido durante el desarrollo del proyecto, especialmente si existe población susceptible de presentar efectos por este tipo de contaminación.

Los niveles de ruido de un proyecto podrían ser monitoreados una vez que éste comienza a ejecutarse. En los casos que requieran de la presentación de un Plan de Monitoreo, éste deberá realizarse de manera tal que reproduzca o se refiera al procedimiento establecido por el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES, debiendo abordarse, al menos, los aspectos señalados a continuación.

Lugares de medición.

Las mediciones deberán realizarse, al menos, en los receptores identificados en el proceso de evaluación ambiental del proyecto. En caso de existir nuevos receptores, se deberá señalar expresamente en los informes y deberán ser incluidos en el monitoreo. Para las mediciones, se deberá considerar la condición más desfavorable dentro de cada propiedad evaluada. En caso de no ser posible realizar las mediciones dentro de las propiedades afectadas, se deberán proyectar los niveles medidos en puntos de medición más cercanos a la fuente, para obtener el Nivel de Presión Sonora Corregido NPC en los receptores a evaluar, mediante la utilización de un modelo de propagación basado, por ejemplo, en la norma internacional *ISO 9613-2:1996 Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2 General method of calculation*.

Periodicidad de mediciones e informes.

La periodicidad de las mediciones de ruido que se presenten en un Plan de Monitoreo será evaluado por la SEREMI de Salud R.M. la que tomará en cuenta la dimensión del proyecto, la cercanía con población susceptible de ser afectada, los procesos involucrados en las emisiones de ruido, así como también las características del propio proyecto.

En cualquier caso, las mediciones de ruido deberán representar la peor condición para cada receptor. El horario escogido y las actividades ejecutadas durante cada medición deberán ser representativos de los escenarios correspondientes y de la etapa del proyecto.

Independientemente de la periodicidad de las mediciones que se realicen a un determinado proyecto, también se debe determinar la frecuencia con que se confeccionan los respectivos informes de dichas mediciones, los que podrán ser mantenidos en la actividad, estar disponibles en todo momento durante las visitas de las autoridades competentes o ser enviados a éstas si así lo solicitaran. Cuando en una medición se detecte la superación de la norma, se deberán implementar de inmediato medidas adicionales de mitigación que permitan subsanar el incumplimiento, siendo esto evaluado y señalado en el respectivo informe.

Contenido de los informes

- Características del equipamiento de medición utilizado: marca, modelo, número de serie, etc.
- Certificado de calibración del equipamiento acorde con las normas de precisión y exactitud, según la norma vigente.
- Cronograma o carta Gantt del proyecto, de manera de justificar la elección de los días de las mediciones. Para cada escenario del proyecto o etapas, deberán indicarse todas las fuentes de ruido consideradas.
- Actividades realizadas y fuentes de ruido presentes al momento de las mediciones, de modo que sea coherente con las actividades y fuentes indicadas en el punto anterior (cronograma).
- Fichas de información, medición y evaluación de ruido basadas en las contenidas en el Manual de Aplicación del D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES.
- Croquis del lugar, señalando las distintas fuentes emisoras, los puntos de medición y las respectivas distancias entre dichas fuentes y puntos, así como también las distancias que la normativa establece que deben ser indicadas en tal croquis.
- Toda la demás información establecida en la norma.
- Descripción de las medidas de mitigación adoptadas y una evaluación de su efectividad, para aquellos lugares en los que se determinó la superación de la norma.

La norma contenida en el D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES no tiene un procedimiento para aplicarla en caso de monitoreo continuo. Sin embargo, se ha adoptado como criterio fundamental el que se intente representar el procedimiento establecido en dicho cuerpo legal.

No obstante, cuando un titular implemente un monitoreo de ruido, ya sea discreto o continuo, para verificar el cumplimiento de la norma, deberá orientar dicho monitoreo de modo que, en caso que el proyecto sea fiscalizado, las mediciones que realice la autoridad sean comparables con las realizadas en el monitoreo.