

Análisis de metodologías y criterios de evaluación de impacto acústico de parques eólicos según estándares extranjeros específicos y la normativa chilena aplicable

I. Gómez^a, C. Padilla^a & C. Salas^a

^a *Control Acústico (Gerard Ing. Acústica SpA.), Villaseca 21, Oficina 1105, Ñuñoa, Santiago, Chile,*
igomez@controlacustico.cl, www.controlacustico.cl

RESUMEN: En este documento se expone un análisis de los criterios técnicos y legislativos que son aplicados en el desarrollo de estudios de impacto acústico de parques eólicos, tanto en Chile como en el extranjero. Considerando las diferencias metodológicas entre la norma chilena (D.S. N° 38/11 del MMA) y estándares extranjeros específicos, y a su vez, el aumento progresivo de proyectos ERNC en Chile durante la última década, donde destaca el incremento del uso del recurso eólico para la generación de energía eléctrica; el trabajo discute la necesidad de contar con un marco técnico-normativo específico que permita a los estudios preventivos ajustarse a la realidad de la problemática, y con ello, potenciar el proceso de evaluación y calificación ambiental de proyectos de esta índole. El análisis se realiza en torno a aspectos puntuales como lo son la metodología de medición de ruido de fondo y su relación con la velocidad de viento, la obtención de máximos permitidos, la metodología de predicción, entre otros.

KEYWORDS: Ruido, Aerogeneradores, Normativa, Acústica Ambiental.

1 INTRODUCCIÓN

Con la promulgación de la Ley 20.257 [1] en el año 2008, la cual promueve el uso de energías renovables no convencionales (ERNC), esta matriz experimentó un crecimiento notorio que se ha sostenido con el pasar de los años. En este contexto, a pesar de una temprana participación de la bioenergía y la energía mini hidráulica, el mayor crecimiento se encuentra asociado a la energía eólica, concentrando el 30% de la capacidad instalada al cierre del año 2013 [2]. Si bien otra fuente con alto potencial de crecimiento corresponde a la energía solar, que en el año 2012 vislumbró los primeros Mega Watts, considerando los proyectos actualmente en construcción, se espera que durante los próximos años la energía eólica se transforme en la tecnología con la mayor capacidad instalada (Figura 1).

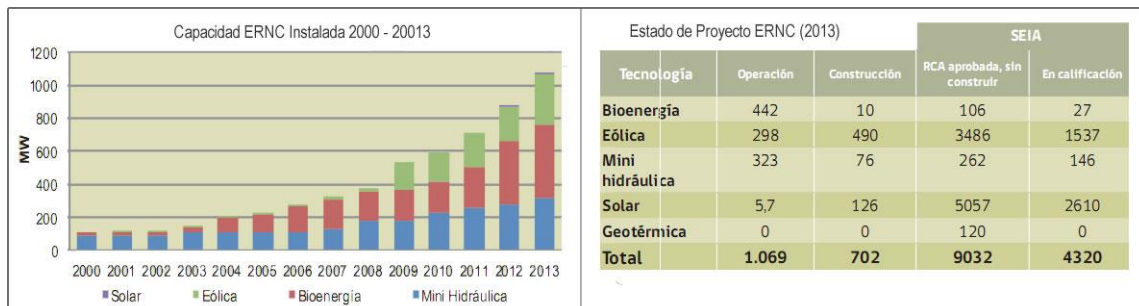


Figura 1: A la izquierda, estado de proyectos ERNC conectados en Chile. A la derecha, evolución de la capacidad ERNC instalada, periodo 2000 – 2013 [2].

A pesar de que los costos de implementación que involucra esta tecnología son altos en comparación a otros medios de generación convencionales, la presencia de amplias extensiones de territorio costero, donde los vientos provenientes principalmente desde el sur oeste tienen mayor presencia, permiten que este mecanismo sea considerado como un recurso con alto potencial de desarrollo en Chile. Se suma a dicha ventaja el pertenecer a la categoría de energía limpia, que no genera residuos ni emisiones atmosféricas, además de presentar en gran parte de los casos compatibilidad de uso de suelo con otras actividades tales como la agrícola o la ganadera. Sin embargo, se identifican como impactos ambientales atendibles aquellos relacionados con la alteración del paisaje y la emisión de ruido, este último, producido por el funcionamiento conjunto de una serie de turbinas o aerogeneradores [3]. Si se considera además que la totalidad de los parques eólicos implementados en el territorio nacional son en modo *on-shore*¹, ubicándose en zonas rurales y, por tanto, generalmente alterando el entorno acústico existente, la presencia de receptores cercanos otorga mayor relevancia a la evaluación de este potencial efecto acústico.

En relación a lo anterior, Pederson y Waye [4] indican que, para dosis de ruido equivalentes, la molestia generada por el ruido de una turbina eólica es significativamente mayor al malestar provocado por fuentes como aeronaves o tráfico vehicular (Figura 2). Esto se atribuye principalmente a la cantidad de energía contenida en baja frecuencia y el carácter impulsivo de la señal que emite una turbina eólica. Adicionalmente, sus resultados señalan que en zonas rurales, un nivel de inmisión acústica entre 35 dB(A) y 37 dB(A) producto del funcionamiento de un parque eólico, es percibido por el 85% de la población encuestada.

¹ *On-shore*: ubicados en tierra firme o borde costero. *Off-shore*: ubicados en mar abierto.

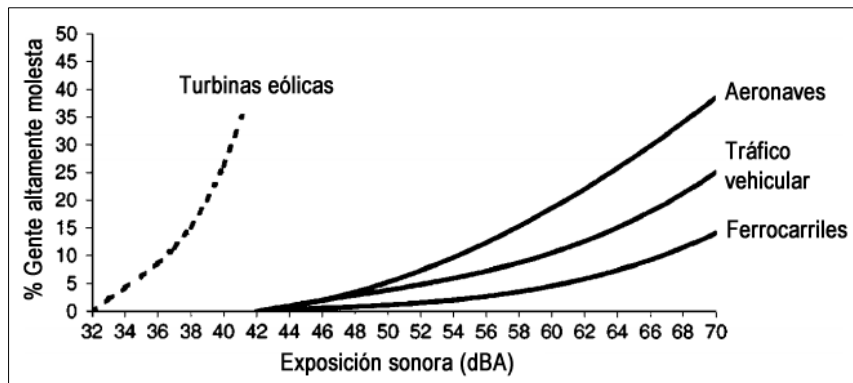


Figura 2: Comparación entre relaciones dosis-respuesta asociadas a la exposición al ruido generado por turbinas eólicas y distintos medios de transporte [4].

En conformidad con la Ley General de Bases del Medio Ambiente (Ley N° 19.300 [5], modificada por Ley N° 20.417 en 2010 [6]), los proyectos de energía eólica son sometidos a estudios preventivos, donde aplican los criterios de evaluación de impacto que establece el Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N°38/11 del MMA) [7]. Dentro del proceso de calificación ambiental, la existencia y aplicación de este instrumento regulatorio revela la necesidad de predecir el potencial efecto que puede generar este tipo de fuentes, así como desarrollar continuas acciones de seguimiento durante sus etapas de construcción, operación y cierre. No obstante, la particularidad de la señal acústica emitida por un aerogenerador y su relación con la molestia provocada en comunidades aledañas, sumada a otros factores como el frecuente emplazamiento de parques eólicos en sitios rurales habitados y la presencia de altas velocidades de viento necesarias para su funcionamiento, lo que puede implicar variaciones significativas en los niveles basales de ruido, se presentan como argumentos suficientes para realizar una revisión del estado del arte de la normativa ajustada a la realidad de la problemática. Para ello, en este estudio se presenta básicamente el ruido de aerogeneradores, además del análisis de cuatro estándares extranjeros de evaluación específica para proyectos de este tipo y su respectiva comparación con la norma chilena.

2 RUIDO DE AEROGENERADORES

Existen cuatro tipos de ruido que pueden generarse al momento de operar un aerogenerador [8]:

Tonal: Presenta en su espectro una marcada componente tonal y puede oírse claramente el tono puro. Es causado por componentes tales como los engranajes, la superficie de las aspas del rotor interactuando con inestabilidades no aerodinámicas o flujos inestables sobre orificios o hendiduras o un borde de salida del aspa.

Banda ancha: Se caracteriza por una distribución continua de la presión sonora con frecuencias mayores a 100 Hz. A menudo es causado por la interacción de las aspas con turbulencia atmosférica y también se describe como un sonido “silbante”.

Baja frecuencia: El ruido con un rango de frecuencia entre 20 y 100 Hz generalmente es asociado con aerogeneradores tipo sotavento (turbinas con el rotor enfocado en sentido contrario a la dirección del viento dominante). Se produce cuando el aspa de la turbina encuentra deficiencias de flujo localizado.

Impulsivo: Son impulsos acústicos de corta duración o estruendos cuya amplitud varía en el tiempo. Es generado por la interacción de las aspas del aerogenerador con flujos de aire perturbado alrededor de la torre o un aerogenerador tipo sotavento.

Por otro lado, las fuentes de ruidos propias de los aerogeneradores pueden dividirse en mecánicas y aerodinámicas. El ruido mecánico se origina por el movimiento de los componentes mecánicos y la respuesta dinámica entre ellos, y es transmitido a lo largo de la estructura del aerogenerador e irradiado a través de su superficie. Algunos ejemplos de estas fuentes son la caja de cambios, el generador, el sistema de giro, los ventiladores de enfriamiento y los equipos auxiliares (ej. compresor hidráulico). Por su parte, el ruido aerodinámico se origina a partir del flujo de aire en torno a las aspas, debido a un gran número de fenómenos complejos, donde cada uno de ellos puede generar ruido por turbulencias o propiciado por el diseño geométrico de las aspas.

3 ESTÁNDARES Y CRITERIOS REVISADOS

La normativa de ruido ambiental que aplica a los complejos de energía eólica en Chile corresponde al D.S. N°38/11 del MMA (Modificación D.S. N° 146/97 del MINSEGPRES [9]). Este instrumento regula la emisión de las fuentes de ruido que indica, estableciendo un procedimiento de medición y ponderación de niveles sonoros que son evaluados a partir de valores límites, definidos según los usos de suelo establecidos sobre la ubicación de uno o más receptores presuntamente afectados. Se excluyen del universo de fuentes controladas el ruido generado por tránsito terrestre, ferroviario, aéreo y marítimo, actividades domésticas de carácter regular, uso del espacio público, sistemas de alarma y de emergencia, voladuras y/o tronaduras. Por ende, la normativa aplica sobre emisiones sonoras asociadas a complejos eólicos al igual que para el resto de fuentes no contabilizadas dentro de tales excepciones. A su vez, los estudios predictivos desarrollados en el proceso de calificación ambiental deben evaluar su cumplimiento, aplicando los criterios de zonificación y determinación de máximos permitidos que señala tal normativa.

Al ser un decreto que regula diversos tipos de fuentes y/o actividades sonoras, el documento no incluye mayores indicaciones en torno a aspectos puntuales que, para efectos de análisis de impacto acústico ocasionado por parques eólicos, son determinantes. Dentro de ellos se menciona la influencia de la velocidad de viento en el nivel de ruido basal, evaluación de componentes tonales o ruido de baja frecuencia, directrices para el levantamiento de modelos predictivos, entre otros.

Una revisión del tratamiento de esta problemática en el ámbito internacional corrobora la existencia de criterios y metodologías específicas para la evaluación de este potencial impacto. Dicho lo anterior, se presenta un análisis comparativo de cuatro estándares extranjeros, mencionando sus similitudes y particularidades respecto a cuatro tópicos puntuales, estos son: Área de estudio, Máximos permitidos, Predicción de ruido y Evaluación de impacto acústico. La normativa consultada para tal efecto, clasificada según su país de origen, se presenta a continuación:

A) Australia: La norma “*Wind Farms Environmental Noise Guidelines*” [10], publicada el año 2009 por la Autoridad de Protección Ambiental australiana, entrega criterios para la evaluación de parques eólicos considerando diversos factores tales

como el ruido de fondo y la velocidad de viento, además de establecer niveles máximos permitidos y detalles de procedimientos de medición y post proceso de datos.

B) Dinamarca: La normativa “*Statutory Order on Noise from Wind Turbines*” [11] del Ministerio del Medio Ambiente danés, la cual entró en vigencia en enero de 2012 como revisión del documento original del año 1991, indica un procedimiento de predicción y evaluación de impacto acústico para proyectos eólicos terrestres y marinos, entregando a su vez directrices para la evaluación y fiscalización de su operación, estableciendo la posibilidad de sanciones según el código penal aplicable.

C) Estados Unidos (EEUU): El documento “*MassCEC Acoustic Study Methodology for Wind Turbine Projects*” [12] de Diciembre del 2011, detalla las exigencias del criterio *Massachusetts Department of Environmental Protection (310 CMR 7.10) - Noise Policy Fact Sheet*, estandarizando las metodologías de toma de muestras y la interpretación de los resultados para garantizar la calidad y consistencia de los estudios acústicos apoyados por el *Massachusetts Clean Energy Center*, el cual provee ayuda técnica y financiera para el desarrollo sustentable de proyectos eólicos y sus respectivos estudios acústicos.

D) Reino Unido (UK): El estándar “*ETSU-R-97 The Assessment and Rating of Noise from Wind Farms*” [13], cuyo reporte final data del año 1996, corresponde al principal documento técnico utilizado como referencia en el Reino Unido para la evaluación del impacto acústico de parques eólicos. Años más tarde, en mayo de 2013, se publica el documento “*A good practice guide to the application of ETSU-R-97*” [14], desarrollado por el Institute of Acoustics, también del Reino Unido, en respuesta a la solicitud del *Department of Energy and Climate Change* con la idea de generar una guía de aplicación para la metodología de *ETSU-R-97*.

3.1 Área de estudio

En general, el área de estudio se determina en función de un máximo permisible establecido a partir del ruido de fondo y la potencial emisión de ruido de cada proyecto. De esta forma, se genera un polígono que asegure la incorporación de todos los receptores sensibles potencialmente afectados por un proyecto eólico. En particular, la norma australiana estipula un área de análisis a partir de mediciones de ruido de fondo en base al descriptor Nivel de Presión Sonora Continuo equivalente (L_{eq}), obtenidas bajo distintas condiciones de velocidades de viento, o al menos la nominal para la operación de los aerogeneradores. En contraste, los estándares británicos y MASSCec utilizan como descriptor el nivel que es superado el 90% del tiempo (L_{90}), medido a distintas velocidades de viento. Si bien el estándar MASSCec no entrega indicaciones para un área de estudio específica, señala que para las mediciones de ruido de fondo se deben identificar las viviendas más cercanas y además otras en el límite del proyecto, coincidiendo con que una de las posiciones de medición debe ser la vivienda más próxima.

La mayoría de las normas estipulan como receptores sensibles a las viviendas cercanas. En el caso de la norma australiana, se define receptor como un lugar donde alguien reside o en el cual exista la aprobación para construir proyectos residenciales. La determinación de estos y la ubicación del instrumental de medición en general no es muy detallada y queda sujeta al criterio del consultor o experto. Un caso especial se

observa en el criterio MASSCec donde se debe enviar un informe preliminar para su aprobación. Por otro lado, la norma del Reino Unido sugiere solicitar y aceptar el apoyo que pueden proporcionar las autoridades ambientales locales gracias a su conocimiento del sector en estudio.

El D.S. N° 38/2011 del MMA no especifica criterio o exigencia particular respecto al área de estudio. En efecto, solo establece las fuentes emisoras de ruido para las cuales no aplica (Artículo 5) y define receptor (Artículo 6) como: *toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa*. De esta manera, queda a criterio del consultor o experto acústico la determinación de los receptores cercanos potencialmente afectados.

3.2 Máximos permitidos

En todos los estándares extranjeros estudiados la definición de los máximos permitidos está directamente relacionada con la velocidad del viento. Dentro de los distintos métodos revisados, sólo el de la norma danesa define un límite fijo exclusivo, que fluctúa entre 37 y 44 dB(A) dependiendo del uso de suelo y/o zonificación del receptor y de la velocidad de viento asociada. Sin embargo, el criterio principal utilizado considera los distintos valores de velocidad de viento de operación de los aerogeneradores y su respectiva influencia en la variabilidad de los niveles de ruido de fondo medidos en el receptor. De esta manera, se observa que existen **curvas de máximos permitidos**, destacándose en ellas dos zonas según la variabilidad de los límites: La primera zona con un límite absoluto que corresponde al valor mínimo de la curva y que se fija bajo un criterio que pretende diferenciar áreas rurales o sensibles respecto a otro tipo de sectores, o bien el periodo diurno del periodo nocturno, generalmente con diferencias de hasta 5 dB; y por otro lado, una zona variable, la que incrementa en función del aumento de la velocidad de viento y que se define por el nivel de ruido de fondo + 5 dB, o +10 dB, dependiendo de la normativa. En la Figura 3 se observa un ejemplo de una curva de máximos permitidos con una zona fija de 35 o 40 dB(A) para el periodo diurno, dependiendo del criterio adoptado para la zona en cuestión, y una zona variable equivalente al ruido de fondo + 5dB, la que incrementa en función del aumento de la velocidad de viento desde aproximadamente los 6 m/s en el primer caso y desde los 7 m/s en el segundo.

Es así como en los estándares extranjeros se establece la exigencia de realizar monitoreos continuos de ruido de fondo y de velocidad de viento sincronizados entre sí, con la finalidad de determinar la correlación existente entre sus registros y verificar la relación directa entre el aumento de la velocidad de viento y el nivel de ruido de fondo. Dichas mediciones deben realizarse bajo procedimientos específicos que abordan al menos los siguientes aspectos de manera general: ubicación y altura de mediciones, representatividad temporal y los requisitos de validación. A modo de ejemplo, según la mayoría de los documentos, las mediciones de ruido de fondo deben realizarse en la ubicación del receptor, a una altura de 1.5 o 4 metros del suelo, y las mediciones de viento deben efectuarse en una ubicación estratégica de acuerdo al lugar en el cual se proyecta ubicar el parque eólico, considerando una altura arbitraria no menor a 10 metros, pudiendo posteriormente aplicar correcciones de altura y de velocidad estandarizada a 10 m/s. Por otro lado, se sugiere registrar no menos de 2000 muestras de 10 minutos cada una, con al menos 500 de ellas válidas [14], o bien mediciones

continuas por 14 días [12], cumpliendo ciertos requisitos tanto para el ruido como para el viento. Algunas condiciones son: i) que la velocidad del viento fluctúe entre 1 m/s y 12 m/s; ii) poseer al menos 5 muestras con una velocidad de 1 m/s; y iii) ausencia de precipitaciones.

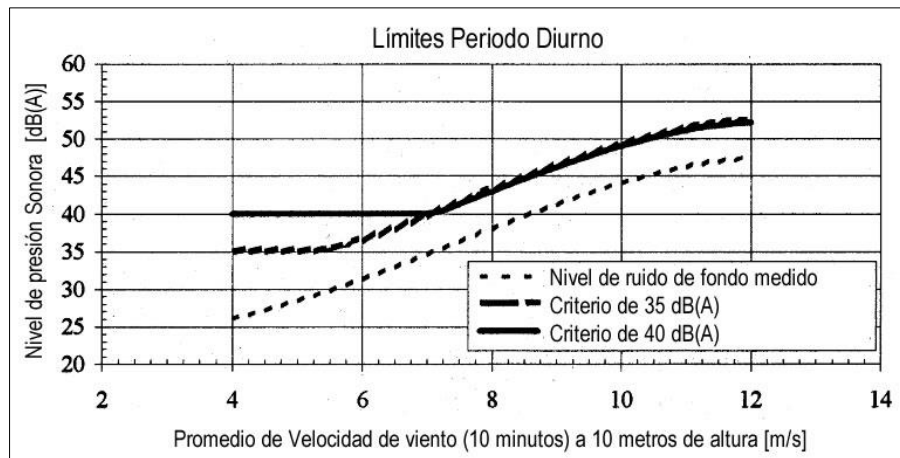


Figura 3: Curva de máximos permitidos para periodo diurno [13]

Respecto a otras particularidades, se observa que la mayoría de los estándares sugiere la utilización del descriptor acústico L_{90} para realizar las mediciones y las proyecciones. Por otro lado, la norma de E.E.U.U. propone agregar una condición de Tono Puro adicional a la evaluación, la cual no permite que el nivel de presión sonora de una frecuencia central de una banda de octava en particular supere en 3 dB o más a las adyacentes.

En el caso del D.S. N°38/2011 del MMA, se establecen los niveles máximos permisibles en los receptores cercanos en función del uso de suelo asignado según los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT). Para zonas urbanas los niveles máximos permisibles según Zonas de Ruido son: I (55 dB(A) diurno y 45 dB(A) nocturno), II (60 dB(A) diurno y 45 dB(A) nocturno), III (65 dB(A) diurno y 50 dB(A) nocturno) y IV (70 dB(A) en todo horario). Respecto a zonas rurales (definidas como las ubicadas al exterior del límite urbano establecido por los IPT), donde usualmente se emplazan los parques eólicos, estipula como nivel máximo permisible de presión sonora corregido el menor valor entre el ruido de fondo más 10 dB(A) o el NPC correspondiente para Zona III. En procesos de calificación ambiental, para zonas rurales se debe registrar la condición de menor ruido de fondo, a modo de asegurar el cumplimiento normativo en todo momento.

3.3 Predicción de ruido

Los estándares consultados solicitan la aplicación del método de cálculo que establece la normativa ISO 9613-2 [15], a excepción de la regulación danesa, que propone un modelo matemático propio cuya incerteza estimada es ± 2 dB. Además, el estándar australiano valida, en igual medida, el uso del modelo CONCAWE [16], siendo obligatorio asumir la Clase de Estabilidad de Pasquill D para caracterizar las condiciones meteorológicas.

Junto a lo anterior, se incorporan una serie de alcances que terminan por acotar la magnitud de los factores de atenuación que integran los distintos métodos de cálculo. En

términos generales, se alude a una representación fiel de las condiciones topográficas, desarrollando un modelo georreferenciado que integre la posición exacta de los aerogeneradores con su respectiva altura de buje (o eje). Se aprecia a su vez una tendencia a configurar escenarios de mayor exposición sonora, asignando valores conservadores a variables como tipo de suelo ($0.0 < G < 0.5$), temperatura ($10\text{ }^{\circ}\text{C}$) y humedad relativa del ambiente ($70\text{-}80\%$). En relación a la velocidad de viento, se solicita puntualizar los resultados para situaciones críticas según los perfiles de viento dominantes, considerando para efectos de cumplimiento normativo el mayor nivel de inmisión acústica estimado sobre cada receptor, aplicando correcciones en caso de ser necesario.

Para valorar el nivel de potencia acústica (L_w) de los aerogeneradores se consideran válidas las especificaciones otorgadas por el fabricante, o bien, este valor puede ser determinado en base al procedimiento que detalla el estándar IEC 61400-11 [17], en algunos casos, agregando un factor de corrección por incerteza cercano a $+2\text{ dB}$. La normativa procedente del Reino Unido propone alternativamente un procedimiento para estimar este índice a partir de mediciones, integrando en dicho cálculo la incerteza asociada. Por su parte, el criterio danés corresponde a una excepción al establecer exclusivamente un método propio para la medición y estimación de nivel potencia sonora. En este aspecto, considerando que el valor L_w es estimado para las distintas velocidades de viento, el nivel de potencia acústica asignado en el modelo predictivo debe ser coherente con el perfil de viento que está siendo representado, de tal forma que la emisión sonora del aerogenerador varía según las condiciones de viento (generalmente entre 100 dB(A) y 110 dB(A) [14]), al igual que los máximos permitidos.

Adicionalmente, los documentos incluyen criterios específicos para la evaluación de componentes tonales y ruido de baja frecuencia. Por ejemplo, la normativa australiana incorpora una penalidad de $+5\text{ dB}$ al nivel de inmisión acústica estimado cuando se considera que la señal contiene tonos puros. Esta condición es determinada en base a criterios objetivos que presentan similitud entre los distintos estándares.

Por su parte, el D.S. N°38/2011 del MMA no establece una metodología de predicción de niveles de ruido en los receptores. Sin embargo, indica la posibilidad de realizar proyecciones según estándar ISO 9613 *con los alcances y consideraciones que dicha norma técnica específica* (Artículo 19, letra g), solamente en el caso de que el ruido de fondo no permita la evaluación directa en los receptores sensibles. Bajo estas circunstancias, salvo la especificación del modelo matemático que se debe aplicar no existen mayores indicaciones, quedando a disposición del consultor un amplio rango de valores para ser asignados a las distintas variables.

3.4 Evaluación de impacto

Todos los estándares extranjeros estipulan criterios de evaluación exclusivamente para la etapa de operación de cada proyecto. En general, cada norma entrega un listado de contenidos mínimos que al menos permitan identificar las fuentes de ruido, instrumental utilizado, receptores, cálculo de niveles de emisión, propagación sonora y evaluación de cumplimiento normativo, incluyendo procedimientos para la obtención de descriptores requeridos mediante anexos. En particular se destaca la norma británica ETSU-R-97, que posee un manual de aplicación muy completo para cada etapa del estudio acústico.

Existen algunas indicaciones particulares, como por ejemplo la norma danesa que excluye de la evaluación a las viviendas construidas o habitadas con posterioridad a la presentación de la propuesta de proyecto a las autoridades y explicita sanciones a las empresas en caso de incumplimientos normativos. Otro caso es la norma británica, la que permite incrementar los niveles máximos permitidos en función de algún acuerdo compensatorio entre el titular del proyecto y los receptores, además de no considerar otros proyectos existentes previamente en la zona de estudio para la obtención del ruido de fondo y determinación de los límites permitidos.

El D.S N° 38/2011 del MMA establece una metodología de medición para la evaluación de las fuentes de ruido a las que aplica, incluyendo características y ubicación de instrumental, obtención de NPS_{eq} , $NPS_{máx}$ y NPC^2 mediante la aplicación de fichas de Medición y Evaluación diseñadas especialmente para el propósito. También incluye correcciones para mediciones en el interior de edificaciones y por influencia del ruido de fondo. Sus niveles máximos permitidos son aplicables tanto para la verificación de cumplimiento normativo, como para estudios predictivos de calificación ambiental, en las etapas de construcción, operación y cierre.

4 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La revisión de los estándares citados y su comparación con la normativa chilena aplicable, arroja que en ésta última hay algunos aspectos significativos que no están considerados para evaluar adecuadamente el impacto acústico de parques eólicos en su etapa de operación. Si bien algunos de estos aspectos tienen relación con el nivel de detalle presente en las metodologías necesarias para realizar las proyecciones de ruido (parámetros del modelo de propagación, el descriptor acústico utilizado, la potencia y la directividad de la fuente, etc.) o la manera de evaluar (tener en cuenta un límite especial para componentes tonales, posibilidad de compensaciones a vecinos, no considerar en la línea base a los proyectos existentes previamente al proyecto, etc.), el aspecto principal tiene relación con la consideración de la velocidad de viento y su respectiva influencia en el ruido de fondo, cuyas mediciones deben estar sincronizadas entre sí y además ser temporalmente representativas hasta el punto que éstas permitan establecer las curvas de máximos permitidos específicas para cada caso en cuestión.

De este modo, los límites no se fijan con un criterio que busque “el menor ruido de fondo”, sino que enfocándose en la relación de este último y las condiciones operativas reales de los aerogeneradores. Es así como, para velocidades de viento en las cuales el aerogenerador no opera (menores a 5 o 6 m/s), se define un límite restrictivo con un grado de protección adecuado a los vecinos de parques eólicos, mientras que para velocidades de viento en las cuales el aerogenerador sí opera, los máximos permitidos tienen relación con el ruido de fondo asociado a dichas condiciones.

Lo anterior tiene sentido ya que, en la mayoría de los casos de evaluación de parques eólicos ubicados en zona rural mediante el D.S. N°38/2011 del MMA, es posible registrar bajos niveles de ruido de fondo (menor a 40 dB(A)) en receptores aislados o alejados de otras fuentes, y generalmente asociado a poco viento durante el periodo de medición que va desde los 10 a 30 minutos como máximo, lo que supone una contradicción con la operación de aerogeneradores puesto que éstos requieren una

² NPC: Nivel de Presión Sonora Corregido de acuerdo al artículo 18° del D.S. 38/2011 del MMA.

condición mínima de viento para el proceso de generación eléctrica. Es por esto que, bajo los criterios del D.S. N°38/2011 del MMA se realiza una evaluación en condiciones irreales, ya que el nivel máximo permitido corresponderá a una condición en que no se generará ruido por la operación de los aerogeneradores. Esto provoca una evaluación incoherente en relación a criterios extranjeros, lo que puede comprometer la viabilidad de proyectos eólicos, obstaculizando el desarrollo de fuentes de ERNC cuyos beneficios a nivel nacional y global son ampliamente conocidos.

5 CONCLUSIONES

La revisión de estándares extranjeros corrobora la existencia de normativa específica para la evaluación de impacto acústico de parques eólicos, constatando importantes diferencias metodológicas entre éstos y la normativa chilena aplicable, la cual no integra aspectos determinantes para el análisis de este tipo de proyectos. Conforme lo anterior, se propone utilizar un estándar extranjero para la evaluación de la etapa de operación de parques eólicos en Chile, empleando el D.S. N°38/11 del MMA únicamente para evaluar sus etapas de construcción y cierre. Paralelamente, se sugiere desarrollar un estudio que profundice cada uno de los tópicos necesarios para la elaboración de un marco técnico-normativo ajustado a la realidad local de la problemática, que a la vez incorpore la experiencia adquirida en el ámbito internacional y la participación de actores del mundo técnico, académico, legislativo y comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ley 20.257. “Introduce Modificaciones a la Ley General de Servicios Eléctricos Respecto de la Generación de Energía Eléctrica con Fuentes de Energías Renovables No Convencionales” (2008) Última modificación 2013.
- [2] CER. Guía de gestión. Aspectos claves en el desarrollo de proyectos ERNC. (Dic-2013).
- [3] CNE. Guía de evaluación ambiental ERNC. Proyectos Eólicos. Santiago (Oct-2006).
- [4] Pederson K. – Waye K. Perception and annoyance due to wind turbine noise -a dose - response relationship (2004).
- [5] Ley 19.300. Aprueba Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (1994).
- [6] Ley 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente (2010)
- [7] Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente. Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica. (2011)
- [8] Anthony L. Rogers & James F. Manwell. Wind turbines noise issues (2002).
- [9] Decreto Supremo N° 146/97 del Ministerio Secretaria General de la Republica. Establece Norma de Emisión de Ruidos Molestos Generados por Fuentes Fijas (1998).
- [10] Environmental Protection Authority, South Australia. Wind farm environmental noise guidelines (2009).
- [11] Danish Ministry of the Environment. Statutory Order on Noise from Wind Turbines (2011).
- [12] MassCEC. Acoustic Study Methodology for Wind Turbine Projects (2011).
- [13] Department of Trade and Industry United Kingdom. ETSU R-97 – The Assessment and Rating of Noise from Wind Farms (1996).
- [14] Institute of Acoustics. A good practice guide to the application of ETSU-R-97 (2013).
- [15] ISO 9613, Attenuation of sound during propagation outdoors (1996), revisada en 2012.
- [16] CONCAWE. The Propagation of Noise, From Petroleum and Petrochemical Complexes to Neighbouring communities. (1981).
- [17] IEC 61400-11. Wind turbines – Part 11: Acoustic noise measurement techniques (2012).