 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 1 de 15


ANALISIS Y ESTIMACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES CARGO N°10

DE RESOLUCIÓN EXENTA N°1/ROL D-001-2017.

PROYECTO HIDROELÉCTRICO ALTO MAIPO SPA

Contenido

1. Introducción	2
2. Antecedentes generales de los efectos del ruido en personas	2
3. Normas de Referencia	6
3.1. Norma de Referencia: Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects	6
3.2. Otros criterios de evaluación	7
3.2.1. ANZECC Technical Basis Blasting (Australia y Nueva Zelandia)	8
3.2.2. Australia: Summary of the noise regulations	8
3.2.3. Eco Access Guideline: Noise and vibration from blasting Queensland	8
3.2.4. Tasmania: Noise measurement procedures manual	9
4. Tronaduras en VL5	9
5. Evaluación de normas de referencia en el punto de control	11
6. Frecuencia de tronaduras	13
7. Conclusiones	14
8. Referencias bibliográficas	15

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 2 de 15

1. Introducción

El 20 de enero del 2017 la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) resolvió formular cargos en contra de Alto Maipo SpA mediante RES. EX. N° 1/ ROL D-001-2017 del 20 de enero de 2017. Uno de los cargos, según consta en dicha resolución, corresponde a la no aplicación de *“medida de mitigación adicional para minimizar el impacto de las tronaduras, consistente en la reducción de la carga explosiva, en aquellos casos en que se detectó superación a la norma de referencia”*.

En esta resolución de la SMA se agrega que las superaciones de la norma de referencia, donde no existió reducción de la carga explosiva, ocurrieron entre el 29 de enero y el 31 de marzo de 2015 en el punto 10 de control de ruido por tronaduras en túnel portal VL5. La norma de referencia considerada es la siguiente: “Title 30: Mineral Resources; Part 816—Permanent Program Performance Standards—Surface Mining Activities. 816.67 Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects”.

El presente documento entrega una evaluación de los potenciales efectos asociados a la infracción objeto de la formulación de cargos, mediante un análisis técnico respecto al incumplimiento en términos de la normativa de referencia, nivel o cuantía del ruido, duración, características del ruido, entorno acústico y efectos del ruido sobre el ser humano a partir de antecedentes bibliográficos al respecto.

2. Antecedentes generales de los efectos del ruido en personas

(Gerges, 1992) señala que numerosos investigadores han recopilado datos en los últimos 30 años sobre el efecto del ruido en el cuerpo humano. Se reconocen serios efectos tales como aceleración del pulso, aumento de la presión sanguínea y estrechamiento de los vasos sanguíneos. Establece además que un largo tiempo de exposición a ruido intenso puede causar sobrecarga del corazón causando secreciones anormales de hormonas y tensiones

Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 3 de 15

musculares, presentando cambios en el comportamiento de los individuos. Aparecen quejas de alteraciones mentales y emocionales como irritabilidad, fatiga y mal comportamiento en diferentes situaciones.

Los niveles a los cuales se encuentra expuesta la comunidad se relacionan a ruidos ambientales, los que no se condicen con valores que presenten daños de pérdida auditiva. El mismo autor (Samir N. Y. Gerges) señala que la mayoría de las investigaciones realizadas establece que niveles por debajo de 80 dBA no causa dificultad en la sensación e interpretación del ruido, y que la pérdida auditiva por exposiciones superiores a 80 dBA depende de la distribución de los niveles con el tiempo de exposición y la susceptibilidad del individuo.

La figura siguiente muestra la relación desarrollada por (Miller, 1969) sobre criterios para pérdida auditiva. Un umbral de 85 dB en la banda de 3 kHz para 8 horas de exposición por día puede considerarse como límite de pérdida de audición, lo mismo para niveles en torno a 115 dB para un tiempo de exposición de 3 minutos.

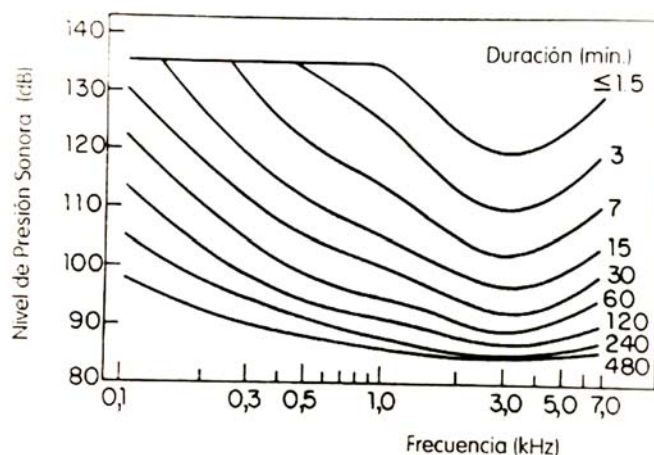



Ilustración 2-1 Niveles de ruido para riesgo de pérdida de audición. Fuente: Miller, 1969

El potencial de daños a la audición de un ruido dado depende no solamente de su nivel sino también de su duración. Lo anterior tiene relación con la dosis, es decir el mismo riesgo de daño se puede dar para distintas configuraciones de nivel y tiempo de exposición.


 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2891 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 4 de 15

Por ejemplo, un nivel de exposición de 90 dB por 4 horas presenta la misma dosis que 93 dB por 2 horas de exposición.

(Melnick, 1975) establece que, aunque los efectos del ruido sobre la audición no están definidos con precisión y siguen planteando dudas, existe suficiente información para permitir el desarrollo de índices predictivos de los efectos dañinos del ruido sobre la sensibilidad auditiva humana. El desplazamiento del umbral (expresado en dB) es la diferencia entre los niveles del umbral de audición medidos antes y después de la exposición al ruido. Si este desplazamiento es reversible (si el oído se recupera completamente después de la exposición al ruido, de manera que el desplazamiento del umbral se reduce a cero) se dice que es transitorio o temporal, si el oído no se recupera completamente, se dice que el desplazamiento es permanente.

Los efectos del ruido sobre la audición pueden dividirse en tres categorías:

- **Trauma acústico:** El trauma acústico se restringe a los efectos de una exposición única o relativamente pocas exposiciones a niveles muy altos de presión sonora., que pueden sobrepasar los límites fisiológicos produciendo rotura y alteración del órgano de Corti.
- **Desplazamiento temporal del umbral inducido por ruido (NITTS):** Este tipo de desplazamiento tiene como resultado una elevación de los niveles auditivos, es decir, una pérdida de la sensibilidad auditiva, después de la exposición al ruido. En este tipo de desplazamiento, la pérdida de audición es reversible.
- **Desplazamiento permanente del umbral inducido por ruido (NIPTS):** En este tipo de desplazamiento, la pérdida de audición no es reversible; permanece durante toda la vida de la persona afectada. No existe posibilidad de recuperación. Lo anterior puede ser el resultado de un trauma acústico o estar producido por el efecto acumulativo de las exposiciones repetitivas al ruido durante períodos de tiempo de muchos años.

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 5 de 15

En acústica ambiental, los niveles de ruido comunes son normalmente menores al ruido ocupacional, donde existe mayor riesgo de un desplazamiento del umbral de audición permanente o traumático. Debido a las características del ruido ambiental, es posible esperar en un escenario conservador, un desplazamiento temporal recuperable asociado más bien al concepto de molestia más que daño.

Los ruidos impulsivos tienen características propias que las diferencian de los ruidos continuos o estables.

Un ruido impulsivo (como el caso de una tronadura), presenta un nivel pico alto, pero de corta duración, es decir, un bajo tiempo de exposición. Las características de este tipo de ruidos son: a) presión pico, b) duración del pulso, c) tiempo de ascenso, d) tiempo de descenso, e) dirección del cambio de presión, f) número de impulsos en una exposición determinada, g) tasa de repetición de los impulsos y h) nivel de ruido de fondo.

El nivel crítico de presión sonora de los impulsos varía persona a persona y también depende de las características del ruido. Para un ruido de impacto en un espacio reverberante, el nivel crítico de presión sonora es de aprox. 130 dB. El disparo de una pistola es de aprox. 140 dB o más.

(Melnick, 1975) establece que, si todas las demás características del ruido permanecen constantes, el desplazamiento temporal del umbral de audición aumenta con el nivel pico de presión sonora. A medida que la duración del impulso se reduce por debajo de los 5 milisegundos, un nivel de presión pico tendrá menos efecto sobre la sensibilidad auditiva. El desplazamiento temporal del umbral producido por los impulsos aumenta aproximadamente de forma lineal con el tiempo de exposición. Por tanto, este desplazamiento de umbral es proporcional al número de impulsos más que al período total de tiempo a lo largo del cual se hayan experimentado estos impulsos.

(Kryter, 1970), presenta de manera gráfica el efecto de los intervalos entre los pulsos sobre el desplazamiento temporal de audición. Estos datos indican que el desplazamiento

Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimación de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 6 de 15

máximo de umbral se produce cuando el intervalo entre pulsos es aproximadamente 1 segundo. Intervalos más largos o más cortos entre impulsos reducen la magnitud del desplazamiento producido por impulsos comprables.

Para impulsos de ruido separados por menos de 1 segundo, el efecto protector de la contracción de los músculos del oído medio es un factor importante. Aparentemente, a ésta rápida tasa de repetición, se mantiene la contracción de los músculos del oído medio y la atenuación resultante de la energía sonora transmitida a la cóclea reduce la magnitud del desplazamiento del umbral.

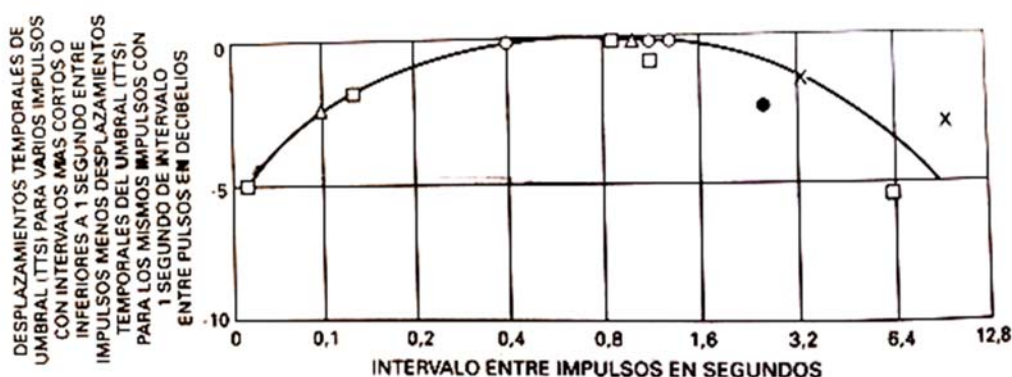



Ilustración 2-2 Efecto del intervalo entre pulsos sobre la magnitud del desplazamiento temporal del umbral producido.
Fuente: (Kryter, 1970)

3. Normas de Referencia

3.1. Norma de Referencia: Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects

La norma de referencia considerada en la evaluación de tronaduras realizadas en la construcción de Alto Maipo es la vigente en Estados Unidos desde julio de 1999 "Title 30: Mineral Resources; Part 816—Permanent Program Performance Standards—Surface Mining Activities. 816.67 Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects". Este criterio de evaluación establece límites máximos de sobrepresión sonora con el objeto de evitar lesiones a personas, daños a la propiedad pública o privada fuera del área permitida,

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 7 de 15

impactos adversos en cualquier mina subterránea y cambio en el curso, canal o disponibilidad de agua superficial o subterránea fuera del área permitida.

Los niveles medidos no deberán exceder los límites máximos en el lugar donde se ubiquen viviendas, edificios públicos, escuelas, iglesias o edificios comunales o institucionales fuera del área permitida. Se hacen excepciones para los siguientes receptores: a) construcciones del mismo titular y no arrendadas a terceras personas y b) construcciones del mismo titular arrendadas a terceros si existe una renuncia por escrito.

Tabla 3.1-1 Niveles máximos de ruido por tronadura según 816.67 Use Of Explosives

Límite de frecuencia inferior en Hertz (Hz), más o menos 3 dB.	Máximo nivel en dB
0,1 Hz o menos – respuesta plana ¹	134 peak
2 Hz o menos – respuesta plana	133 peak
6 Hz o menos – respuesta plana	129 peak
Ponderación “C” – respuesta lenta ¹	105 peak dBC


¹ sólo cuando se aprueba por la Autoridad reguladora

En particular, el criterio adoptado en el Estudio Acústico del EIA es no superar 105 dBC peak en el punto receptor.

3.2. Otros criterios de evaluación

El criterio de evaluación “816.67 Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects”, es uno de los criterios o estándares existentes que establecen un valor límite para el nivel de sobrepresión sonora.

A modo comparativo, se exponen los principales aspectos descritos en la normativa vigente en Australia y Nueva Zelandia para la evaluación de niveles de ruido generados por sobrepresión inducido por tronaduras.

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 8 de 15

3.2.1. ANZECC Technical Basis Blasting (Australia y Nueva Zelandia)

- El estándar a cumplir debe evaluarse en sitios sensibles al ruido (por ejemplo: receptores residenciales, hospitales, escuelas, etc.).
- Nivel de sobrepresión máximo recomendado de 115 dB(L) Peak, este nivel puede ser excedido en un 5% en el número total de voladuras en un periodo de 12 meses, sin embargo, no puede exceder 120 dB(L) Peak en cualquier momento.
- Las voladuras sólo se deberán realizar durante las 9:00 am a 5:00 pm de lunes a sábado con excepción de los domingos y feriados.

3.2.2. Australia: Summary of the noise regulations

- El estándar a cumplir debe evaluarse en sitios donde se desarrollen actividades de carácter económico, cultural y social.
- Nivel de sobrepresión máximo recomendado 125 dB(L) Peak para cualquier detonación y 120 dB(L) Peak este último nivel debe cumplir en 9 de 10 detonaciones consecutivas.
- La voladura solo se deberá realizar durante las 7:00 am a 6:00 pm de lunes a sábado con excepción de los domingos y feriados.
- Para lugares públicos los niveles de sobrepresión no deberán exceder los 90 dB(L) Peak fuera del periodo entre las 7 am a 6 pm de cualquier día

3.2.3. Eco Access Guideline: Noise and vibration from blasting Queensland

- El estándar a cumplir debe evaluarse en sitios sensibles al ruido.
- Nivel de sobrepresión máximo recomendado 115 dB(L) Peak para 9 de 10 detonaciones consecutivas. No debe exceder los 120 dB(L) para cada detonación.
- La voladura deberá ser permitida durante las 9:00 am hasta las 3:00 pm de lunes a viernes y de 9 am a 1 pm los sábados y no debe realizarse nunca los domingos.

Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2891 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 9 de 15

3.2.4. Tasmania: Noise measurement procedures manual

- Para la evaluación de impacto por ruido generado por actividades de voladuras esta normativa establece lo siguiente:
- El estándar a cumplir debe evaluarse en los límites del recinto emisor.
- Nivel de sobrepresión máximo recomendado 115 dB(L) Peak

4. Tronaduras en VL5

La siguiente figura resumen gráficamente el retardo entre cada detonación realizada en las distintas campañas de medición efectuadas por PHAM, durante el período enero-marzo de 2015, donde es posible advertir que el retardo predominante es de 50 y 100 mseg. Se indica el rango del retardo crítico que corresponde al tiempo entre 800 y 1000 mseg donde se espera el mayor desplazamiento temporal de audición.

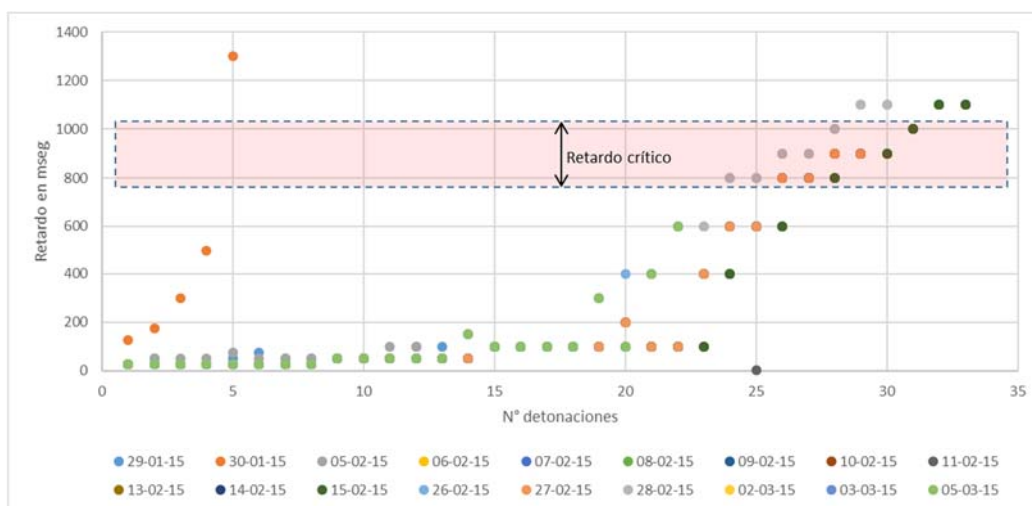


Ilustración 4-1 Retardos por detonaciones durante las campañas de enero, febrero y marzo 2015.

Fuente: elaboración propia con datos PHAM

De todas las tronaduras efectuadas en los meses de enero, febrero y marzo del 2015 en el sector VL5, el 73% de los retardos se encuentra entre los 50 y 100 mseg, mientras que el 9% del tiempo corresponden a retardos entre 800 y 1000 mseg que corresponden al retardo crítico, tal como se advierte en el histograma siguiente.

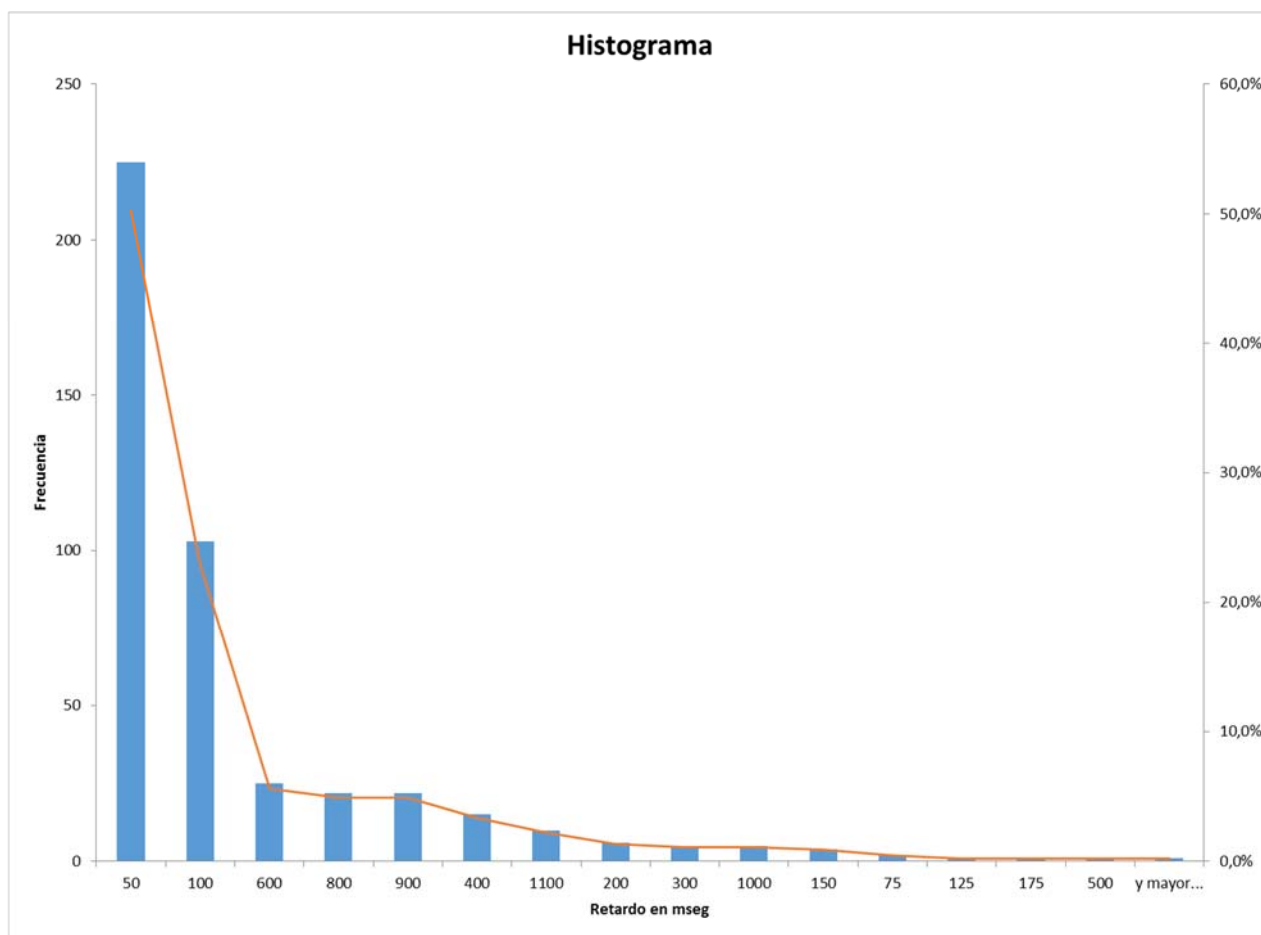


Ilustración 4-2 Histograma de retardo por detonación. Campañas enero, febrero y marzo 2015. VL5. Fuente: elaboración propia.

A partir de lo anterior, es posible señalar que los retardos en las detonaciones se concentran en un rango inferior a 100 mseg, donde la energía sonora transmitida a la cóclea reduce la magnitud del desplazamiento del umbral de audición.

Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimación de efectos ambientales cargo N° 10	
			FECHA	02 de mayo del 2017	
			VERS	1	Pág. 11 de 15

5. Evaluación de normas de referencia en el punto de control

Los niveles de ruido de sobrepresión medidos entre enero y marzo del 2015 se indican en la siguiente figura. Se indican adicionalmente criterios internacionales de evaluación, dentro de los cuales se incluye la “816.67 Use Of Explosive” utilizada en el programa de monitoreo de PHAM.

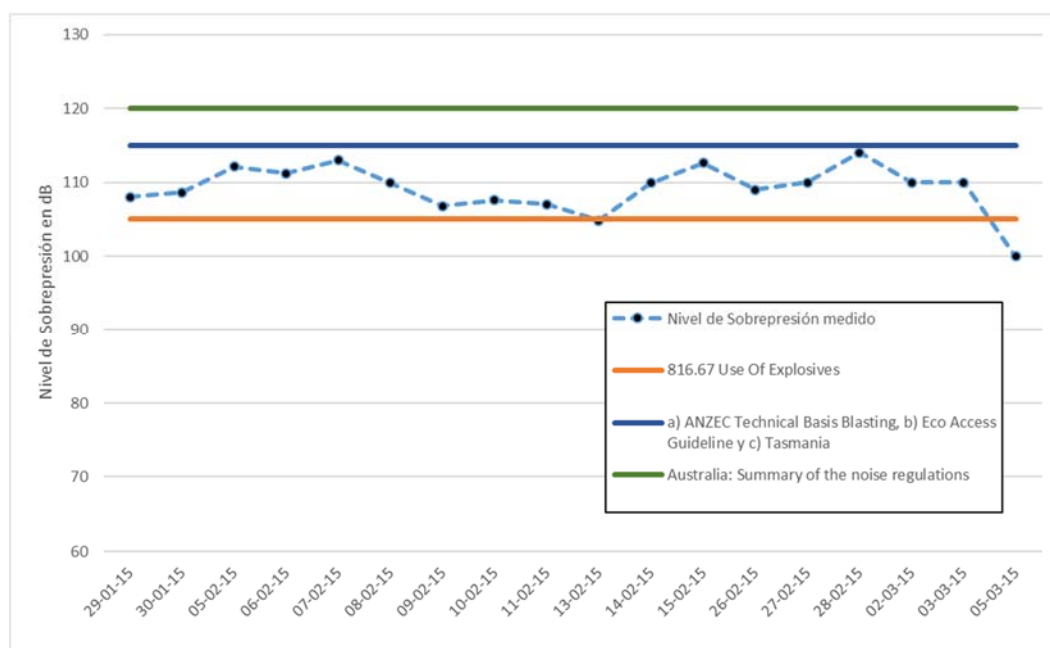



Ilustración 5-1 Niveles de sobrepresión medidos y criterios de evaluación.

Fuente: elaboración propia

Como se observa, los niveles medidos en las campañas de enero, febrero y marzo del 2015 oscilan entre 100 y 114 dB, con un nivel promedio de 109 dB, el que supera en 4 dB el criterio considerado en el Estudio de Ruido del EIA del proyecto, sin embargo, todos los resultados cumplen con los criterios establecidos en otros instrumentos normativos de referencia: ANZEC Technical Basis Blasting, Eco Access Guideline, Tasmania y la Australiana Summary of the noise regulations.

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 12 de 15

Se aclara que los datos antes mencionados no corresponden a la totalidad de las mediciones que el proyecto ha efectuado durante las actividades de tronaduras. Las campañas de medición se vienen efectuando regularmente por más de 4 años, no existiendo registros con resultados superiores a 105 dB salvo los indicados anteriormente, es decir, el incumplimiento respecto al criterio de la norma “816.67 Use Of Explosive” se acota a ese período en particular.


Para mejor comprensión de los niveles de sobrepresión y a modo referencial, se entregan valores para situaciones típicas de sobrepresión sonora.

Tabla 5-1 Niveles típicos de sobrepresión sonora

Nivel Sobrepresión	Descripción
0 dB	Umbral de audición
20 dB	Susurro
40 dB	Sala de hospital
65 dB	Conversación ordinaria
95 dB	Remachadora
115 dB	Umbral de quejas (los efectos estarían por sobre éste nivel)
134 dB	Límite recomendado por Bureau of Mines como “Nivel Seguro” para tronaduras
140 dB	Nivel seguro aprobado históricamente
151 dB	Eventual quebradura de vidrio
171 dB	Rotura de vidrio
180 dB	Posible daño estructural

Tabla 5-2 Niveles típicos de sobrepresión sonora. Fuente: A Summary of U.S. Bureau of Mines Research. Effect of Blasting Air Overpressure on Residential Structures. Firmatek. 2014.

En base a los criterios antes señalados es posible indicar que los criterios internacionales establecen valores límites para tronaduras que en general superan 115 dB de sobrepresión sonora, estableciendo que a partir de este nivel se esperan quejas por parte de la comunidad, y que niveles límites de hasta 134 dB representan un nivel seguro para daño auditivo. Por ende, es posible que si bien los niveles medidos en los meses de enero, febrero y marzo del 2015 superaron el criterio de evaluación “816.67 Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects”, no cabe esperar un efecto sobre la salud de las personas al considerar la

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 13 de 15

existencia de otras normas o criterios con límites superiores a los registrados durante el período bajo análisis que toman como base en su diseño, criterios de daño físico y salud sobre las personas.

6. Frecuencia de tronaduras


Durante las campañas de medición de enero a comienzo del mes de marzo del 2015, se realizaron no más de una tronadura al día en el túnel VL5. El criterio “816.67 Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects” no establece un valor máximo de eventos al día, sin embargo, las normas de Australia “Summary of the noise regulations” y la “Eco Access Guideline: Noise and vibration from blasting Queensland”, establecen un límite de 9 de 10 detonaciones consecutivas.

La tabla siguiente presenta las tronaduras realizadas en el túnel VL5 durante los meses señalados.

Tabla 6-1 tronaduras realizadas en el Túnel VL-5 entre enero y marzo 2015

Obra	Fecha tronadura	Hora	Distancia al punto medición (Km)	Puntos de Evaluación
Túnel VL5	29-01-2015	15:50 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	30-01-2015	18:15 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	05-02-2015	21:50 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	06-02-2015	20:30 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	07-02-2015	17:40 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	08-02-2015	14:15 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	09-02-2015	19:30 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	10-02-2015	11:45 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	11-02-2015	11:00 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	13-02-2015	07:00 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	14-02-2015	06:30 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	15-02-2015	17:20 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	26-02-2015	18:31 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	27-02-2015	22:22 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	28-02-2015	13:50 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	02-03-2015	12:25 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	03-03-2015	17:20 hrs	0,47	Punto 10
Túnel VL5	05-03-2015	9:55 hrs	0,47	Punto 10

Tabla 6-2 tronaduras realizadas en el Túnel VL-5 entre enero y marzo 2015

 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 14 de 15

En base a lo anterior, se puede señalar que las tronaduras corresponden a eventos puntuales que no conllevan un efecto acumulativo al considerar el criterio de la norma australiana que establece como límite 9 a 10 eventos diarios. Por otro lado, las tronaduras se efectuaron principalmente en horario diurno, fuera del período de sueño profundo que se da en horas más tardías de la noche.

7. Conclusiones


A partir del análisis de los datos presentados, es posible señalar que si bien los niveles de ruido registrados entre los meses de enero y comienzo de marzo del año 2015 superan el criterio de evaluación “Title 30: Mineral Resources; Part 816—Permanent Program Performance Standards—Surface Mining Activities. 816.67 Use Of Explosives: Control Of Adverse Effects”, estos no tienen asociados un efecto negativo sobre la comunidad u otra afectación que incida de manera directa en la calidad de vida de la comunidad por las siguientes razones antes detalladas:

- Existencia de otras normas de referencia, diseñadas bajo un principio de resguardo de salud, que no fueron superadas durante todo el período de monitoreo;
- La secuencia en la detonación se presenta a intervalos de tiempo donde se espera un menor desplazamiento temporal de audición;
- El número de eventos diarios no conlleva un efecto acumulativo considerando que se efectuaron diariamente, como máximo, no más de una tronadura.
- Por otra parte, las tronaduras se realizaron en horario diurno, no existiendo una alteración en el descanso nocturno de la comunidad.



Domingo Pacini
Gerente General
Ruido Ambiental SpA



 Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2991 0250	ANEXO TECNICO EVALUACION NORMATIVA RESPECTO A CUMPLIMIENTO DE RUIDO ALTO MAIPO S.p.A.		DOC.	10. Analisis y estimacion de efectos ambientales cargo N° 10
			FECHA	02 de mayo del 2017
			VERS	1 Pág. 15 de 15

8. Referencias bibliográficas

Gerges, S. N. (1992). *Ruido, Fundamentos y Control*. Florianopolis: Fabio Nunes.

Kryter, K. (1970). The effects of noise on man. *Acedemic Press*, (pág. 139). New York.

Melnick, W. (1975). Effects of long duration noise exposure on hearing and health. *AGARD Conference Proceedings N°171*. Whitecomb (Ed).

Miller, E. a. (1969). *Aceptable Noise Exposure Damage Risk Criteria*. Washington DC: American Speddch And hearing Association.

30 CFR 816.67 - Use of explosives: Control of adverse effects. EEUU (7-1-99 Edition).

ANZECC Technical Basis Blasting. Technical Basis for guidelines to minimise annoyance due blasting overpressure and ground vibration. Sept. 1990.