

Anexo 4-1

ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 1 de 71

ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS

Estudio elaborado para:



Para:	Felipe Dintrans			Documento:	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
Empresa:	SGA S.A.			Fecha:	10 de Enero de 2013	
Resp.:	DPL	Rev. :	0	Versión:	6	Ruido Ambiental Ltda.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 2 de 71

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	6
2. OBJETIVOS	6
3. NORMATIVA APLICADA	7
3.1. Fuentes fijas	7
3.2. Fuentes móviles	8
3.3. Tronaduras	10
4. ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RUIDO DEL PROYECTO	11
4.1. Etapa de construcción	14
4.2. Etapa de operación	19
5. NIVELES PROYECTADOS DE RUIDO	21
5.1. Software de simulación	21
5.2. Etapa de construcción	21
5.3. Etapa de operación	37
5.3.1. Área Mina	37
5.3.2. Planta desaladora	45
5.3.3. Tránsito de camiones	48
6. NIVELES PROYECTADOS DE VIBRACIÓN	51
7. EVALUACIÓN NORMATIVA	53
7.1. D.S 38/11 del MMA	53
7.2. Etapa de construcción	54
7.3. Etapa de operación	55
7.4. Norma Suiza OPB 814.41	56
7.5. Tronadura	58
7.6. Vibraciones	58
8. ANÁLISIS FINAL Y CONCLUSIONES	59
9. BIBLIOGRAFÍA	60

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 3 de 71

Índice de Tablas

Tabla 3-1 Límite D.S.38/11.	8
Tabla 3-2 Grados de sensibilidad según Norma Suiza OPB 814.41	9
Tabla 3-3 Límite de valores de exposición al ruido.	9
Tabla 4-1 Actividades y acciones del proyecto. Etapa de Construcción	12
Tabla 4-2 Actividades y acciones del proyecto. Etapa de Operación	13
Tabla 4-3 Sector RT – Area Concentradora	14
Tabla 4-4 Maquinaria para Etapa de Construcción, Área Mina.....	15
Tabla 4-5 Maquinaria para Prestripping	15
Tabla 4-6 Sector Tranque Talabre - Área Relaves Convencionales	16
Tabla 4-7 Sector Tranque Talabre - Área Relaves Espesados.....	16
Tabla 4-8 Sector Planta Desaladora - Área Obras Marítimas.....	17
Tabla 4-9 Área Planta Desaladora.....	17
Tabla 4-10 Sector Planta Desaladora – RT (sistema de impulsión)	18
Tabla 4-11 Área mejoramiento vial.....	19
Tabla 4-12 Sector RT – Operación mina	19
Tabla 4-13 Sector RT – Planta concentradora.....	20
Tabla 4-14 Sector Tranque Talabre – Impulsión de relaves y peraltamiento de muros.....	20
Tabla 4-15 Sector Planta Desaladora	21
Tabla 4-16 Sector Planta Desaladora - RT	21
Tabla 4-17 Transporte de concentrado.....	21
Tabla 5-1 NWS por fuente de ruido para la etapa constructiva.	22
Tabla 5-2 Niveles de Potencia Sonora (NWS) total por frente de trabajo.....	23
Tabla 5-3 Niveles de ruido durante la etapa de construcción en sectores RT, TT, prestripping y nudo vial	33
Tabla 5-4 Niveles de ruido durante la etapa de construcción sistema de impulsión	33
Tabla 5-5 Niveles de ruido durante la etapa de construcción de planta desaladora, faenas marítimas y sistema de impulsión	33
Tabla 5-6 Fuentes de ruido en la etapa de operación. Sector RT.....	37
Tabla 5-7 Fuentes de ruido en la etapa de operación. Sector Planta-Mina.....	41
Tabla 5-8 Niveles de ruido durante la etapa de operación sector RT y TT.....	43
Tabla 5-9 Fuentes de ruido en la etapa de operación y NWS	46

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 4 de 71

Tabla 5-10 Niveles de ruido durante la etapa de operación por flujo de camiones entre el Sector RT y Mejillones.....	50
Tabla 6-1 Niveles de vibración. Etapa de Operación.	51
Tabla 6-2 Proyección del nivel de vibración en puntos receptores. Etapa de Operación.....	51
Tabla 7-1 Límite normativo según D.S.38/11	53
Tabla 7-2 Evaluación normativa - Etapa de construcción en sectores RT, TT, prestripping y nudo vial.....	54
Tabla 7-3 Evaluación normativa – Etapa de construcción Sector PD-RT	54
Tabla 7-4 Niveles de ruido durante la etapa de construcción Sector PD, faenas marinas y sistema de impulsión	54
Tabla 7-5 Evaluación normativa - Etapa de operación en sector RT y TT.....	55
Tabla 7-6 Evaluación normativa - Etapa de operación Planta desaladora	56
Tabla 7-7 Evaluación de los niveles de ruido por flujo de camiones.....	56
Tabla 7-8 Evaluación niveles de ruido. Tronaduras.	58
Tabla 7-9 Evaluación Niveles de Vibración. Tronadura.	58

Índice de Figuras

Figura 5-1 Vista general del Sector RT y TT	24
Figura 5-2 Ubicación sector faenas de mejoramiento vial	25
Figura 5-3 Mapa de ruido. Etapa de construcción en sector planta, prestripping, T.T y mejoramiento vial	26
Figura 5-4 Ubicación sistema de impulsión y puntos sensibles al ruido	27
Figura 5-5 Mapa de ruido. Construcción sistema de impulsión (1/2).....	28
Figura 5-6 Mapa de ruido. Construcción sistema de impulsión (2/2).....	29
Figura 5-7 Atenuación Sonora según Maekawa.....	30
Figura 5-8 Ubicación barrera acústica durante construcción Planta Desaladora.....	31
Figura 5-9 Mapa de ruido. Construcción Planta Desaladora, Obras marítimas y sistema de impulsión (con barrera acústica)	32
Figura 5-10 Perfil de atenuación sonoro para voladura de roca en Sector PD-RT.....	35
Figura 5-11 Perfil de atenuación de vibraciones por tronadura en tramo PD-RT	36
Figura 5-12 Vista general del sector RT y TT	39
Figura 5-13 Layout planta/concentradora	40

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 5 de 71

Figura 5-14 Layout área tranque Talabre	41
Figura 5-15 Mapa de ruido. Etapa de operación área mina RT-TT	42
Figura 5-16 Mapa de ruido durante tronadura	44
Figura 5-17 Diagrama de flujo para Planta Desaladora	46
Figura 5-18 Mapa de ruido. Etapa de operación Planta desaladora	47
Figura 5-19 Mapa de ruido. Tránsito de camiones	49
Figura 6-1 Distancia área extracción a puntos receptores	52

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 6 de 71

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe estima y evalúa los potenciales impactos acústicos asociados al **Proyecto RT Sulfuros** de CODELCO Chile División Radomiro Tomic, que comprende explotar y procesar las reservas de sulfuros de la División Radomiro Tomic, mediante el desarrollo de obras y actividades que permitan mantener los actuales niveles de competitividad de la División.

Las obras asociadas al Proyecto tienen relación con la operación de una nueva planta concentradora de cobre y molibdeno en RT más la operación minera, transporte de relaves hasta el tranque Talabre, ampliación del tranque Talabre, nueva planta desaladora en la costa de Mejillones, transporte de agua entre la planta desaladora y la División Radomiro Tomic en un tramo aprox. de 160 km, y transporte de concentrado hasta Mejillones mediante camiones mediante un ruteo de aprox. 307 kms de longitud.

A partir de la descripción de proyecto, se establecen los equipos y maquinarias asociados a la generación significativa de ruido, incorporando dichas fuentes de ruido sobre el área de proyecto, incluyendo la topografía y modelando el nivel de ruido mediante un software especializado para tales efectos. Los resultados de las modelaciones se evalúan con respecto a la normativa vigente y normas internacionales de referencia y se establece, de corresponde, las medidas de control de ruido requeridas para el cumplimiento normativo.

2. OBJETIVOS

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- Determinar en base a la descripción del Proyecto, las actividades asociadas a la generación significativa de ruido, tanto en la etapa de construcción y operación.
- Generar mapas de ruido a partir de las actividades identificadas como potencialmente ruidosas, estableciendo el nivel de ruido en los puntos receptores sensibles caracterizados en el capítulo de línea de base de ruido.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 7 de 71

- Evaluar los impactos acústicos con referencia al D.S.38/11 del MMA, normas de referencias para fuentes móviles, y criterios para ruido y vibraciones por tronaduras, y en el caso de ser necesario, establecer las medidas de control de ruido que permitan cumplir con la normativa vigente.

3. NORMATIVA APLICADA

3.1. Fuentes fijas

Para evaluar los niveles de ruido asociados a la operación de fuentes fijas o aquellas que se desarrollan dentro de un área en específica de propiedad del titular, se aplica el D.S.38/11 el cual establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos y los criterios técnicos para evaluar y calificar la emisión de ruidos generados hacia la comunidad, por fuentes tales como las actividades productivas, comerciales, esparcimiento u otras.

La evaluación de los Niveles de ruido se efectúa con respecto a la zona donde se sitúe el receptor:

Zona I: Aquella zona definida en el Instrumentos de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.

Zona II: Aquella zona definida en el Instrumentos de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además del los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.

Zona III: Aquella zona definida en el Instrumentos de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además del los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 8 de 71

Zona IV: Aquella zona definida en el Instrumentos de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o Infraestructura.

Los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán exceder los valores que se fijan a continuación:

Tabla 3-1 Límite D.S.38/11.

NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PRESIÓN SONORA CORREGIDOS (NPC) EN dB(A) LENTO		
	de 7 a 21 Hrs.	de 21 a 7 Hrs.
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70

En las áreas rurales, los niveles de presión sonora corregidos que se obtengan de la emisión de una fuente emisora de ruido, medidos en el lugar donde se encuentre el receptor, no podrán superar el menor valor entre:

- a) Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A).
- b) NPC para zona III de la tabla N° 1 (65 y 50 dBA, períodos diurno y nocturno respectivamente).

3.2. Fuentes móviles

Ante la ausencia de normas nacionales que regulen el ruido de fuentes móviles como el caso de carreteras, se utiliza como referencia la Norma Suiza OPB 814.41, que corresponde a un criterio que tiene por objetivo proteger a la comunidad contra el ruido perjudicial o molesto. Según el Art. 43 de la norma suiza 814.41 la zona afectada debe ser evaluada según el grado de sensibilidad que esta posea.

RuidoAmbientalLtda

Servicios de acústica

 www.ruidoambiental.cl  (56 2) 891 0250

ESTUDIO DE IMPACTO
ACÚSTICO Y VIBRACIONES
PROYECTO RT SULFUROS

DOC.

Anexo 4-1 Estudio
Impacto Acustico y
Vibraciones 190413

FECHA

ENERO 2013

VERSIÓN

6 Pág. 9 de 71

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 10 de 71

Tabla 3-2 Grados de sensibilidad según Norma Suiza OPB 814.41

Sensibilidad	Descripción
Grado I	Zona que requiere una protección elevada contra el ruido, especialmente zonas de conservación.
Grado II	Zonas donde ninguna actividad molesta está permitida, especialmente zonas habitacionales, así como aquellas reservadas a la construcción e instalaciones públicas.
Grado III	Zonas donde se admiten actividades moderadamente molestas, especialmente en zonas habitacionales, artesanales y agrícolas.
Grado IV	Zonas donde se permiten actividades molestas, especialmente zonas industriales.

Las zonas de grado I y II que ya se encuentren afectadas a ruido, se podrán clasificar en el grado inmediatamente superior.

Tabla 3-3 Límite de valores de exposición al ruido.

Grado de sensibilidad (Art. 43)	Valor de planificación Lr en dBA		Valor límite de inmisión Lr en dBA		Valor de alarma Lr en dBA	
	Día	Noche	Día	Noche	Día	Noche
I	50	40	55	45	65	60
II	55	45	60	50	70	65
III	60	50	65	55	70	65
IV	65	55	70	60	75	70

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 11 de 71

3.3. Tronaduras

El nivel de ruido asociado a las tronaduras no se evalúa con respecto al D.S.38/11 del MMA, ya que ésta actividad se encuentra excluida específicamente en dicho decreto, por lo tanto, para efectos de evaluación se utiliza el criterio Australiano **AS 2187.2 Explosives— Storage and use Part 2: Use of explosives** que establece un nivel sonoro peak máximo de 125 dBC medido sobre el receptor.

Para el caso de las vibraciones, se utiliza el criterio establecido en la Transit Noise and Vibration Impact Assesment de la Federal Transit Administration – USA que establece un criterio de aceptabilidad asociado a molestia de 72 VdB y de daño estructural de 94 VdB.

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 12 de 71

4. ACTIVIDADES ASOCIADAS A LA GENERACIÓN DE RUIDO DEL PROYECTO

El Proyecto comprende una serie de acciones que dependiendo de su naturaleza presentan un determinado nivel de emisión sonora. Se indican a continuación las actividades del Proyecto que incluyen acciones asociadas a la generación significativa de ruido. Posteriormente se presentan para las acciones los equipos y maquinarias para su desarrollo, diferenciando la etapa de construcción y posterior operación.

Los sectores evaluados son los siguientes:

1. Sector RT (RT): considera las obras asociadas a la operación minera y la nueva planta concentradora, incluyendo las instalaciones requeridas para su funcionamiento. Además, considera las obras asociadas al transporte de relaves mediante canaleta desde la planta concentradora hasta Sector Tranque Talabre y a la recirculación de aguas de reproceso hasta la planta concentradora.
2. Sector Tranque Talabre (TT): considera las obras necesarias para incorporar los relaves que generará el proyecto en el tranque Talabre. En una primera etapa, éstas corresponden a las conducciones de relaves desde una nueva cámara y el sistema de recuperación de aguas de reproceso desde el tranque Talabre, y en una segunda etapa, corresponde a la infraestructura necesaria para la implementación del sistema de relaves espesados.
3. Sector Planta Desaladora (PD): considera una nueva planta desaladora con sus obras marítimas y la infraestructura requerida para su funcionamiento.
4. Sector Planta Desaladora – RT (PD-RT): constituido por el sistema de impulsión que transporta el agua desalada desde la nueva planta desaladora hasta el Sector RT, y la infraestructura requerida para su funcionamiento.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 13 de 71

Tabla 4-1 Actividades y acciones del proyecto. Etapa de Construcción

Sector	Actividades
RT	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de faenas y Campamento RT • Habilitación de accesos y caminos interiores • Preparación de terreno y movimiento de tierra • Remoción y depositación de sobrecarga (prestripping) • Fundaciones / Obras civiles / Hormigones • Montaje de equipos • Puesta en marcha
TT	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de faenas • Habilitación de accesos y caminos interiores • Construcción de muros de contención perimetrales • Construcción de pozos de control • Preparación de terreno y movimiento de tierra • Fundaciones / Obras civiles / Hormigones • Montaje de equipos • Puesta en marcha
PD	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de faenas y Campamento Km 14 • Construcción de obras marítimas • Habilitación de accesos y caminos interiores • Preparación de terreno y movimiento de tierra • Fundaciones / Obras civiles / Hormigones • Montaje de equipos • Puesta en marcha
PD-RT	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de faenas y Campamentos PK 60 y PK 100 • Habilitación de accesos y caminos interiores • Preparación de terreno y movimiento de tierra • Fundaciones / Obras civiles / Hormigones • Montaje de equipos • Puesta en marcha
Todos los Sectores	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de botaderos • Transporte del personal • Manejo de residuos • Mantenciones

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 14 de 71

Tabla 4-2 Actividades y acciones del proyecto. Etapa de Operación

Sector	Actividades
RT	<ul style="list-style-type: none"> • Extracción de material • Transporte de mineral y estéril • Chancado primario • Molienda • Flotación Colectiva y Remolienda • Flotación Selectiva • Preparación de Lechada de Cal • Manejo de Concentrados • Carga de Camiones • Conducción de Relaves • Transporte de Concentrados
TT	<ul style="list-style-type: none"> • Conducción y distribución de relaves convencionales • Recuperación y recirculación de aguas de reproceso • Espesamiento de Alta Densidad de Relaves • Impulsión y distribución de relaves espesados • Recirculación de aguas recuperadas desde PEAD • Bombeo Pozos de Control
PD	<ul style="list-style-type: none"> • Captación de Agua de Mar • Mecanismo anti-incrustaciones • Descarga del efluente • Pre-tratamiento • Osmosis inversa • Limpieza de membranas • Descarga de agua salada • Post-tratamiento
PD-RT	<ul style="list-style-type: none"> • Operación Sistema de Impulsión
Todos los Sectores	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte del personal • Manejo de residuos • Mantenciones

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 15 de 71

4.1. Etapa de construcción

Las tablas siguientes indican las maquinarias contempladas en la etapa de construcción para cada sector evaluado:

Tabla 4-3 Sector RT – Area Concentradora

Equipo	Total
Motoniveladora	6
Camión aljibe 10 m ³	8
Compactadora 10 ton	4
Compactadora 20 ton	4
Excavadora cat 320/335	6
Cargador frontal 2 yardas ³	6
Cargador frontal 5 yardas ³	6
Bulldozer d8	6
Bulldozer d10	6
Camión tolva (22 m ³)	86
Camión CAT 777 (65 m ³)	26
Perforador	4
Compactador rodillo manual	10
Compactador de placa	20
Retroexcavadora ford 5000	3
Scoop	8
Camión bomba	3
Camión plano (ford f-14000)	12
Camión pluma f-14000 hidr c/pluma	8
Compresor 350 cpm diesel	7
Compresor diesel (175 pcm)	7
Grúa hidráulica 22 t	14
Grúa torre 10ton r-45 mt	4
Grúa horquilla	2
Grúa oruga manitowoc 150 ton	3

Equipo	Total
Grúa oruga manitowoc 200 ton	3
Grúa oruga manitowoc 300 ton	2
Grúa oruga manitowoc 500 ton	1
Man basket	18
Loadboy trailer 100 ton	4
Loadboy trailer 60 ton	4
Soldadora diesel 400 a	4
Soldadora termofusion de 10" - 48"	8
Soldadora termofusion de 2" - 10"	8
Dispensadores de combustible camiones	4
Torres de iluminación	20

Tabla 4-4 Maquinaria para Etapa de Construcción, Área Mina

Equipo	Cantidad
Excavadoras	2
Retroexcavadora	1
Cargador frontal	2
Motoniveladora	1
Rodillo	2
Camión aljibe	4
Camiones tolva	10

Tabla 4-5 Maquinaria para Prestripping

Equipo	Cantidad promedio
Camión dispensador de combustible	2
Perforadora de producción	8
Pala Diesel Hidráulica 36yd3	3
Pala Cables 73yd3	7
Cargador Frontal	4
Camión 330 tc	56
Camión 400 tc	31
Bulldozer	12

 <p>Ruido Ambiental Ltda Servicios de acústica www.ruidoambiental.cl (56 2) 891 0250</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 17 de 71

Wheeldozer	8
Motoniveladora	8
Regador	6
Cargador de Apoyo	3

Tabla 4-6 Sector Tranque Talabre - Área Relaves Convencionales

Equipo	Cantidad
Excavadora (300 m ³ /h)	2
Excavadora (150 m ³ /h)	3
Excavadora (100 m ³ /h)	4
Excavadora (50 m ³ /h)	5
Excavadora (30 m ³ /h)	1
Camión aljibe (10 m ³)	6
Camión aljibe (30 m ³)	3
Camión tolva 20 m ³	14
Camión tolva 30 m ³	8
Camión tolva 50 m ³	2
Camión tolva 100 m ³	6
Motoniveladora	4
Compactadora	5
Bulldozer (D-6)	2
Grúa (50T)	9
Grúa (30T)	5
Camión plano	11
Soldadora de electro fusión HDPE	6
Máquina termo fusión de HDPE	3
Dispensadores de combustible camiones	5
Tiende tubos	9

Tabla 4-7 Sector Tranque Talabre - Área Relaves Espesados

Equipo	Cantidad
Bulldozer	6
Cargadores	2
Retroexcavadora	6
Motoniveladora	4
Rodillo 20 Ton	2

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 18 de 71

Camión Aljibe 20 m ³	6
Dispensadores de combustible camiones	1
Camión tolva	14
Grúa montaje	4
Grúa de patio	8
Grúa telescópica	7
Camión pluma	14
Tiende tubos	10

Tabla 4-8 Sector Planta Desaladora - Área Obras Marítimas

Equipo	Cantidad
Retroexcavadora/excavadora oruga reticulada (45 ton)	1
Grúa oruga reticulada (100 ton)	2
Martinete Pileco D-36	1
Clamshell para grúa oruga	1
Martillo Hidráulico para excavadora (2 ton)	1
Perforadora para roca	1
Grúa hidráulica (25 ton)	1
Grúa hidráulica (60 ton)	1
Bulldozer, tipo D8	1
Camión tolva 7 -14 m ³	9
Camión Grúa(HB 200- HB300)	3
Gran Remolcador	1
Van directamente relacionados Lanchones	5
Balsa	3
Generador 70KVA	3
Compresor	2
Soldadoras autónomas	4
Máquina de termofusión tubería de HDPE	2
Bombas para agotamiento	4

Tabla 4-9 Área Planta Desaladora

Equipo	Cantidad
Excavadora	6

Bulldozers	2
Cargador	4
Cargador	1
Motoniveladora	1
Camión Tolva	4
Camión Algibe	5
Camión Rampla	1
Camión Pluma	3
Grúa	1
Tiendetubos	6
Retroexcavadora	5
Rodillo	1
Camión Combust.	2
Camión Engrase	1
Camión Motriz 25 Ton.	2

Tabla 4-10 Sector Planta Desaladora – RT (sistema de impulsión)

Equipo	Cantidad
Excavadora	14
Bulldozers	2
Cargador	5
Motoniveladora	3
Camión Tolva	8
Camión Algibe	10
Camión Rampla	5
Camión Pluma	7
Zanjadora	2
Grúa	3
Tiendetubos	10
Retroexcavadora	3
Padder Machine	2
Rodillo	2
Camión Combust.	4
Curvadora	2
Camión Engrase	2
Camión Motriz 25 Ton.	4

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 20 de 71

Tabla 4-11 Área mejoramiento vial

Equipo	Cantidad
Excavadoras	5
Retroexcavadora	3
Cargador frontal	5
Motoniveladora	4
Rodillo	5
Camión Aljibe 18 m ³	6
Camiones tolva 22 m ³	16

4.2. Etapa de operación

Las tablas siguientes indican las maquinarias, equipos e instalaciones contempladas en la etapa de operación del Proyecto y que constituyen una fuente emisora de ruido.

Tabla 4-12 Sector RT – Operación mina

Equipo	Total
Camión dispensador de combustible	2
Perforadora de producción	11
Pala Diesel Hidráulica 36yd ³	3
Pala Cables 73yd ³	5
Cargador Frontal	3
Camión 330 tc	104
Camión 400 tc	4
Bulldozer	12
Wheeldozer	8
Motoniveladora	7
Regador	7
Cargador de Apoyo	2
Tronaduras	--

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 21 de 71

Tabla 4-13 Sector RT – Planta concentradora

Equipo	Total
Carguío de camiones	--
Chancadores primarios	2
Correas transportadoras	2
Molienda SAG*	1
Chancador de pebbles*	1
Molino de bolas*	1

* Situadas al interior de recinto cerrado metálico

Tabla 4-14 Sector Tranque Talabre – Impulsión de relaves y peraltamiento de muros

Equipo	Total
Cargador frontal	2
Bulldozer	2
<u>Relave espesado</u>	
Camión Pluma	1
Retroexcavadora	3
Levanta tubos	1
Bobcat	1
Grúa horquilla	1
Bulldozer	8
Cargadores	1
Motoniveladora	4
Rodillo	6
Camión Aljibe	5
Camión tolva	76

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 22 de 71

Tabla 4-15 Sector Planta Desaladora

Equipo	Total
Planta desaladora	1

Tabla 4-16 Sector Planta Desaladora - RT

Equipo	Total
Estaciones de bombeo	5

Tabla 4-17 Transporte de concentrado

Equipo	Total
Flujo de camiones	6 camiones/hora (*)

* Condición más desfavorable del Proyecto

5. NIVELES PROYECTADOS DE RUIDO

5.1. Software de simulación

La predicción de los niveles de ruido esperados durante la etapa de construcción y operación del Proyecto se realiza mediante el software de predicción sonora Predictor – Lima 7810, V 8.11 de Bruel & Kjael, Dinamarca. Este programa basa su algoritmo de predicción en la Norma ISO 9613 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere; Part 2: General method of calculation", DAL32 (Danish method for industrial noise), RMR-SRM2 (Dutch and European interim calculation method for railway noise), XP S 31-133 (French and European interim method for road traffic noise), CRTN (Calculation of Road Traffic Noise, UK) y Harmonoise (engineering method for road traffic noise and railway noise) y BS 5228 (Calculation of Industrial noise according to British Standard 5228-1:2009).

5.2. Etapa de construcción

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413
			FECHA	ENERO 2013
			VERSIÓN	6 Pág. 23 de 71

De acuerdo a la descripción del Proyecto, los equipos y maquinarias significativos en términos de emisión de ruido contemplados durante la construcción y el Nivel de Potencia Sonoro (NWS, ref 10^{-12} W) son los siguientes:

 <p>Ruido Ambiental Ltda Servicios de acústica www.ruidoambiental.cl (56 2) 891 0250</p>	<p>ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>			DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
				FECHA	ENERO 2013	
				VERSIÓN	6	Pág. 24 de 71

Tabla 5-1 NWS por fuente de ruido para la etapa constructiva.

Fuente	Frecuencia en Hertz								NWS (dBA)
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
Camión gral (combustible, engrase, motriz, rampla, etc)	100	100	99	95	94	92	87	77	99
Vibrador	110	108	108	101	97	100	98	93	107
Grúa/Camión pluma	110	107	97	95	92	90	84	75	99
Grúa horquilla	104	101	90	94	90	87	82	77	96
Retroexcavadora	102	97	97	92	96	106	103	104	110
Camión Tolva 20-100 m ³	109	107	104	101	98	94	90	88	104
Compactadora / Rodillo compactador	98	102	99	106	102	103	91	86	108
Camión aljibe 10 – 30m ³	100	100	99	95	94	92	87	77	99
Cargador frontal	107	105	104	102	96	95	88	87	103
Soldadora diesel y termofusión	95	96	97	96	97	94	89	84	101
Compresor de media y alta presión	107	106	97	92	90	88	91	80	98
Perforadora vertical/producción	108	103	105	107	108	103	97	84	116
Pala de cable	113	115	107	106	109	107	101	113	113
Camión 330 -400 ton	105	119	115	116	113	110	104	102	118
Tractor	119	121	111	110	107	102	96	92	112
Motoniveladora	120	121	112	104	105	101	99	95	111
Excavadora 50-300 m ³	106	107	103	99	96	94	88	80	102
Manipuladores telescópicos	109	100	98	95	93	88	80	71	80
Planta asfáltica	106	105	100	100	99	97	90	84	103
Barredora	108	103	97	103	99	95	89	86	104
Pala	107	105	104	102	96	95	88	87	103
Compresor	112	101	92	87	85	83	86	75	93
Torre de iluminación	110	85	91	76	73	72	68	61	87
Generador 70-110 KVA	103	100	104	98	97	93	84	75	102
Bulldozer D6, D8, D10	120	121	112	104	105	101	99	95	111
Zanjadora	80	88	97	100	105	105	103	98	110
Grúa oruga	110	107	97	95	92	90	84	75	99
Martinete	113	106	104	99	94	98	96	--	109
Martillo hidráulico	111	111	109	102	101	104	106	105	111
Perforadora	108	103	105	107	108	103	97	84	116

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 25 de 71

El NWS total en cada una de las etapas, considerando el número de equipos, se indica en la tabla siguiente:

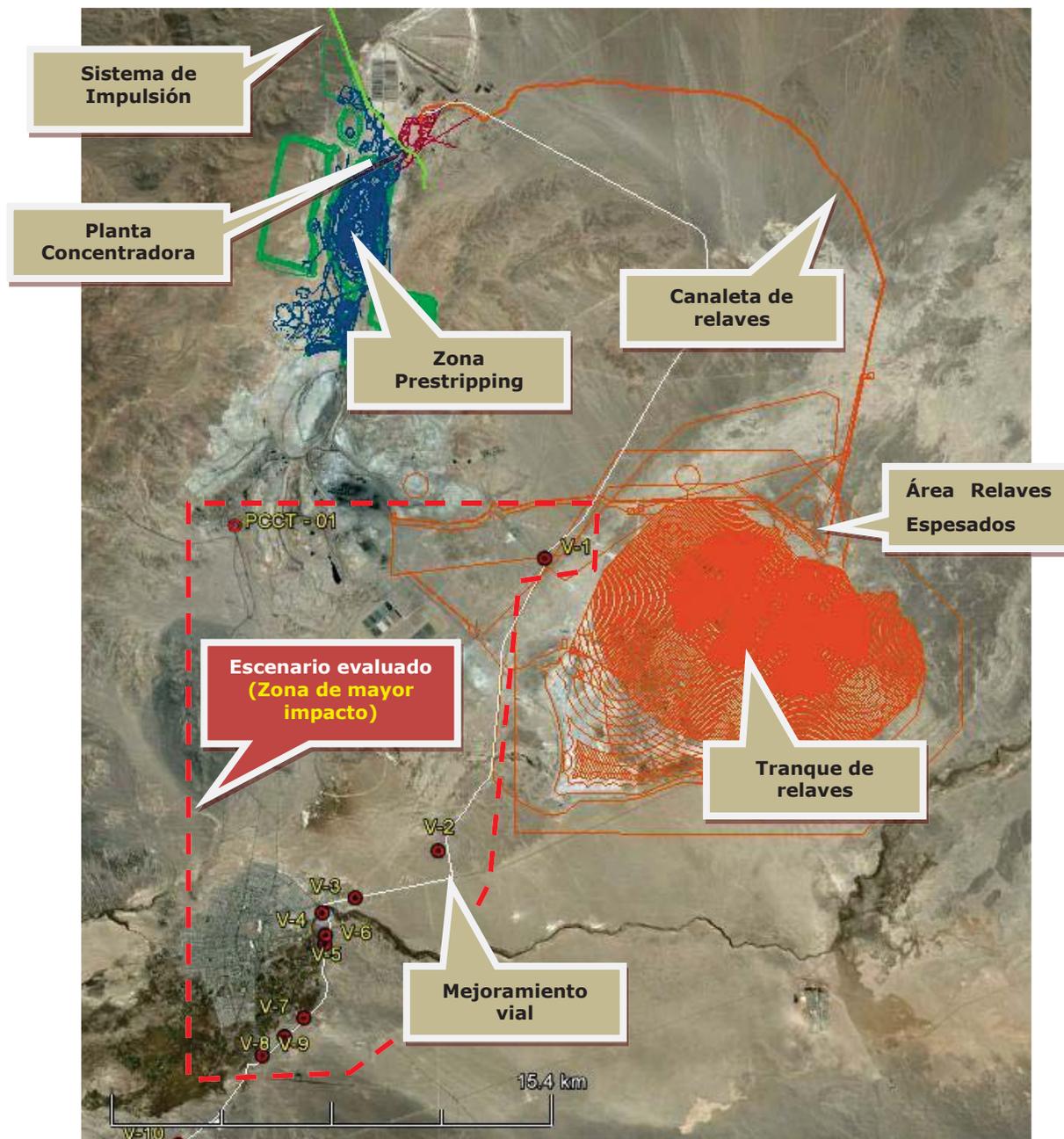
Tabla 5-2 Niveles de Potencia Sonora (NWS) total por frente de trabajo

Frente de trabajo	Frecuencia en Hertz								NWS (dBA)
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
Sector RT. Área Concentradora	125	125	118	116	116	119	112	110	123
Sector TT. Area relaves convencionales (muro)	123	124	116	111	110	110	106	105	117
Estaciones de Bombeo y Canaleta de Relaves	124	124	116	111	110	110	106	105	117
Sector TT. Espesadores	124	124	116	111	110	110	106	105	117
Sector Planta Desaladora	122	122	116	114	114	119	107	105	122
Planta Desaladora – Obras marítimas	121	116	114	115	115	118	106	101	122
Sector PD-RT	121	122	114	110	110	111	107	105	118
Área Mejoramiento Vial	121	122	114	110	108	109	105	105	116
Prestripping	136	136	129	125	125	128	116	112	132

Para efectos de evaluación, se consideraron frentes de trabajo que enfrentan los puntos receptores, considerando la operación simultánea de todos los equipos que corresponde al NWS total indicado en la tabla anterior, representativo de un escenario en extremo desfavorable que en la práctica no se dará, sin embargo, si bajo dicho escenario desfavorable se demuestra cumplimiento normativo, con mayor razón bajo una condición constructiva normal que implica un mayor distanciamiento a los receptores y régimen normal de operación de equipos.

La siguiente figura presenta los receptores y las fuentes de ruido de los sectores RT y TT, durante la fase de construcción del Proyecto.

Figura 5-1 Vista general del Sector RT y TT



Con respecto a las faenas de mejoramiento vial, las figuras siguientes presentan el sector donde dichas actividades se realizarán y el mapa de ruido respectivo.

DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
FECHA	ENERO 2013	
VERSIÓN	6	Pág. 27 de 71

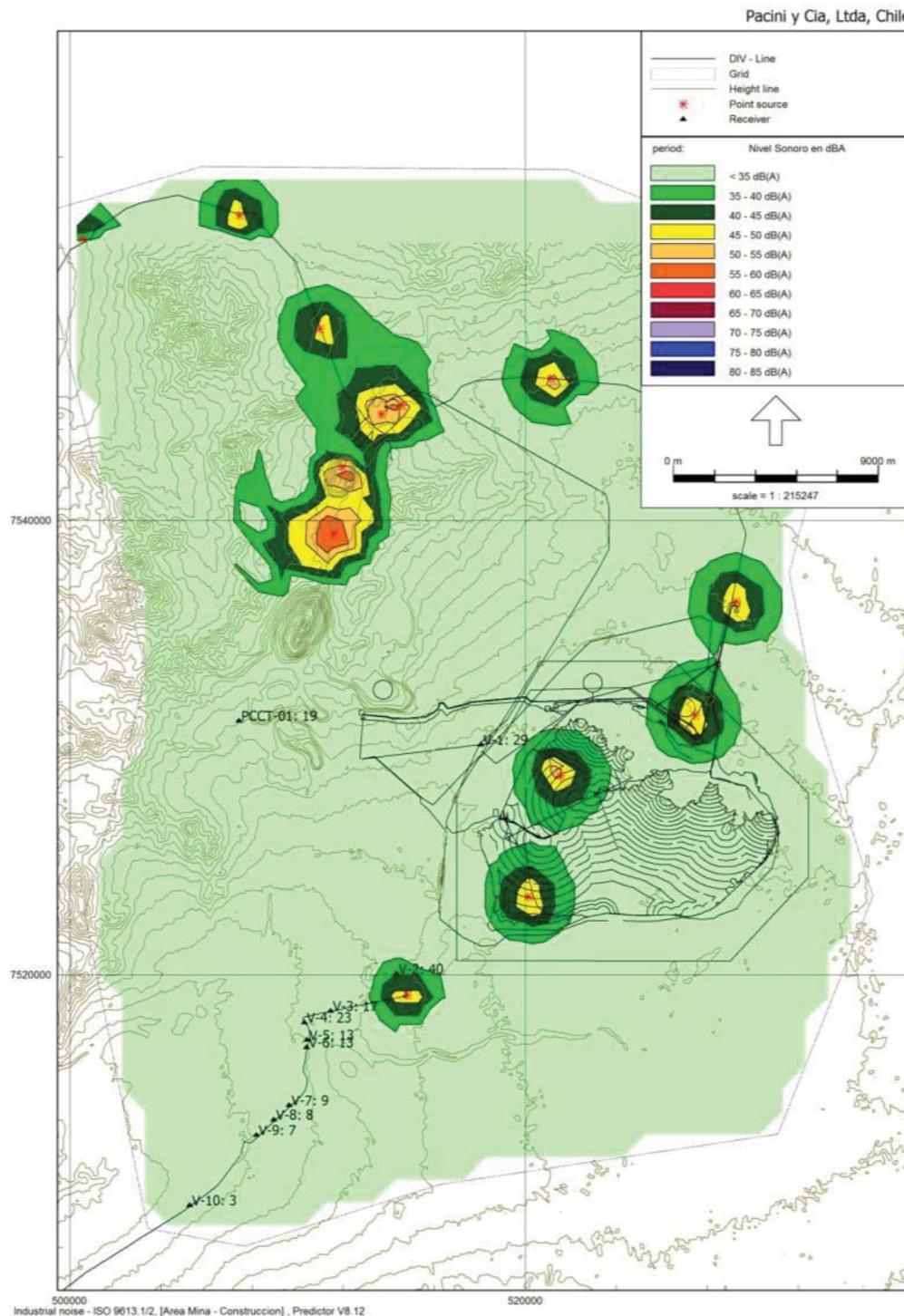
	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 28 de 71

Figura 5-2 Ubicación sector faenas de mejoramiento vial



El cálculo se realizó sobre una grilla de 5x5m, considerando obstáculos existentes (construcciones), topografía, condiciones climáticas y las fuentes de ruido durante la etapa de construcción. Los niveles proyectados de ruido se muestran mediante franja de diversos colores cada 5 dBA.

Figura 5-3 Mapa de ruido. Etapa de construcción en sector planta, prestripping, T.T y mejoramiento vial



RuidoAmbientalLtda

Servicios de acústica

 www.ruidoambiental.cl  (56 2) 891 0250

ESTUDIO DE IMPACTO
ACÚSTICO Y VIBRACIONES
PROYECTO RT SULFUROS

DOC.

Anexo 4-1 Estudio
Impacto Acustico y
Vibraciones 190413

FECHA

ENERO 2013

VERSIÓN

6 Pág. 30 de 71

Para el caso del Sector PD-RT, se presentan mapas de ruido para la condición más desfavorable que corresponde a faenas en el punto más cercano entre el receptor y el trazado del sistema de impulsión.

Las proyecciones se efectuaron sobre puntos sensibles al ruido, en especial aquellos con uso residencial que corresponden a los puntos IA-01, IA-02, IA-03 e IA-04 en Tocopilla, PDCV-01 en sector de Km14 e IA-11 en María Elena. El resto de los puntos corresponden a sectores de uso industrial o abandonados, sin presencia de moradores permanentes.

La figura siguiente presenta el trazado del sistema de impulsión y los receptores potencialmente sensibles al ruido indicados en color rojo.

Figura 5-4 Ubicación sistema de impulsión y puntos sensibles al ruido

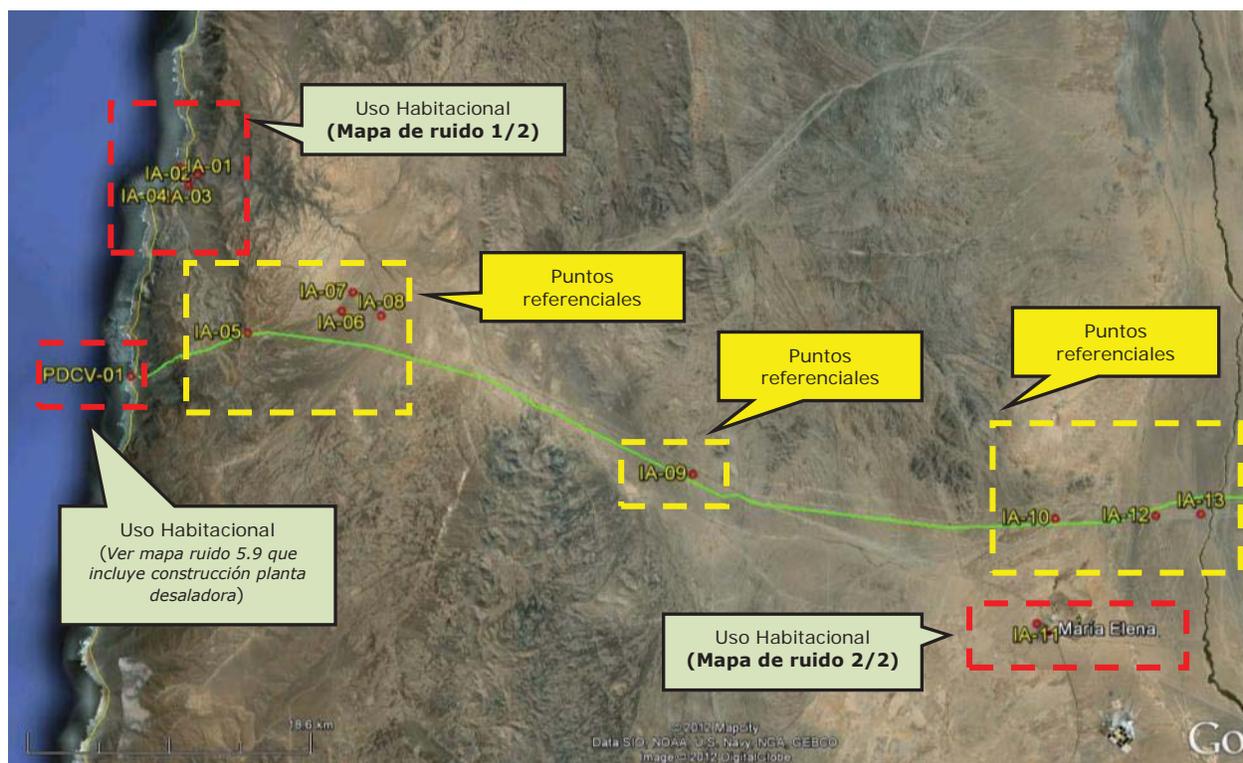
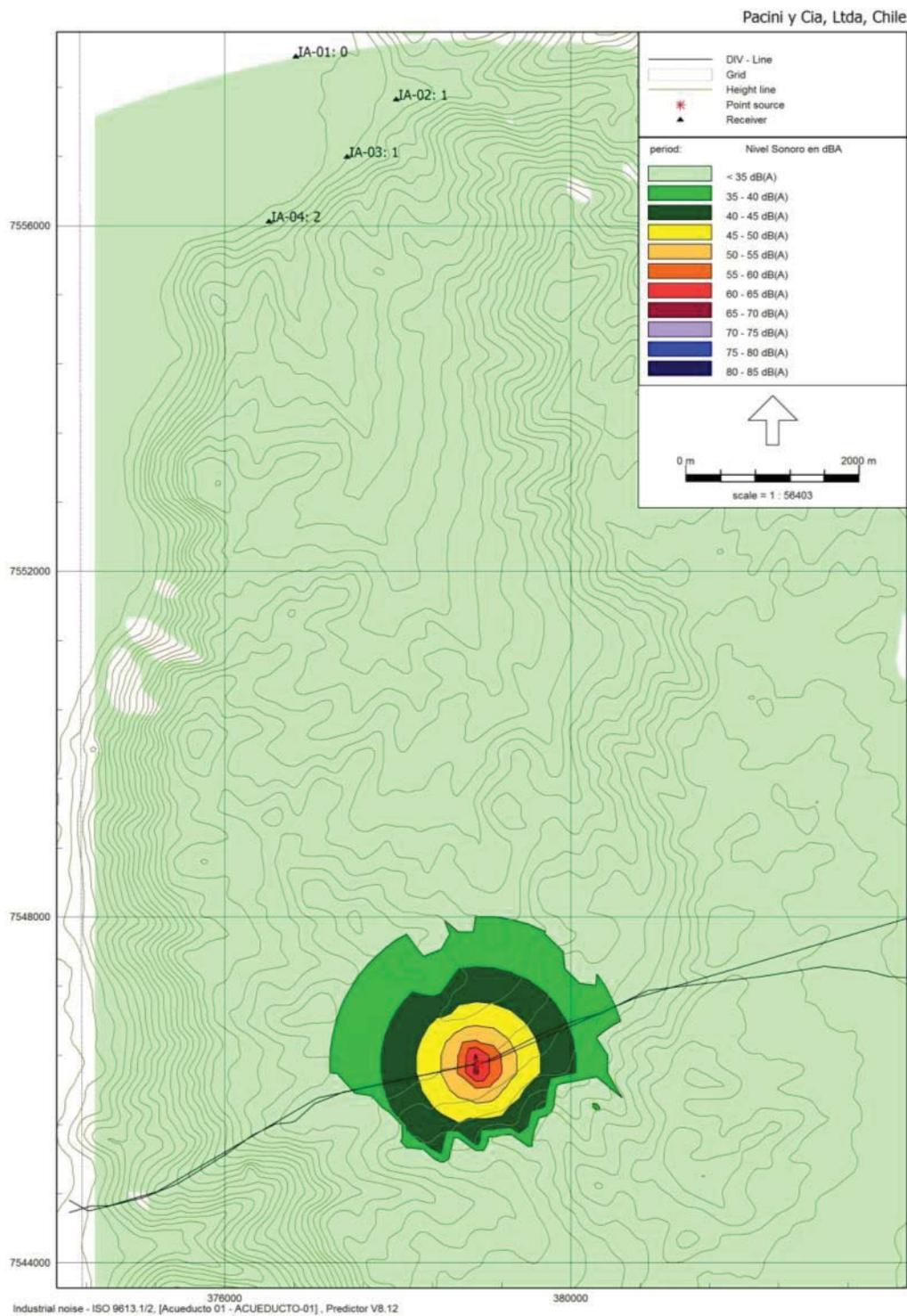


Figura 5-5 Mapa de ruido. Construcción sistema de impulsión (1/2)



RuidoAmbientalLtda

Servicios de acústica

 www.ruidoambiental.cl  (56 2) 891 0250

ESTUDIO DE IMPACTO
ACÚSTICO Y VIBRACIONES
PROYECTO RT SULFUROS

DOC.

Anexo 4-1 Estudio
Impacto Acustico y
Vibraciones 190413

FECHA

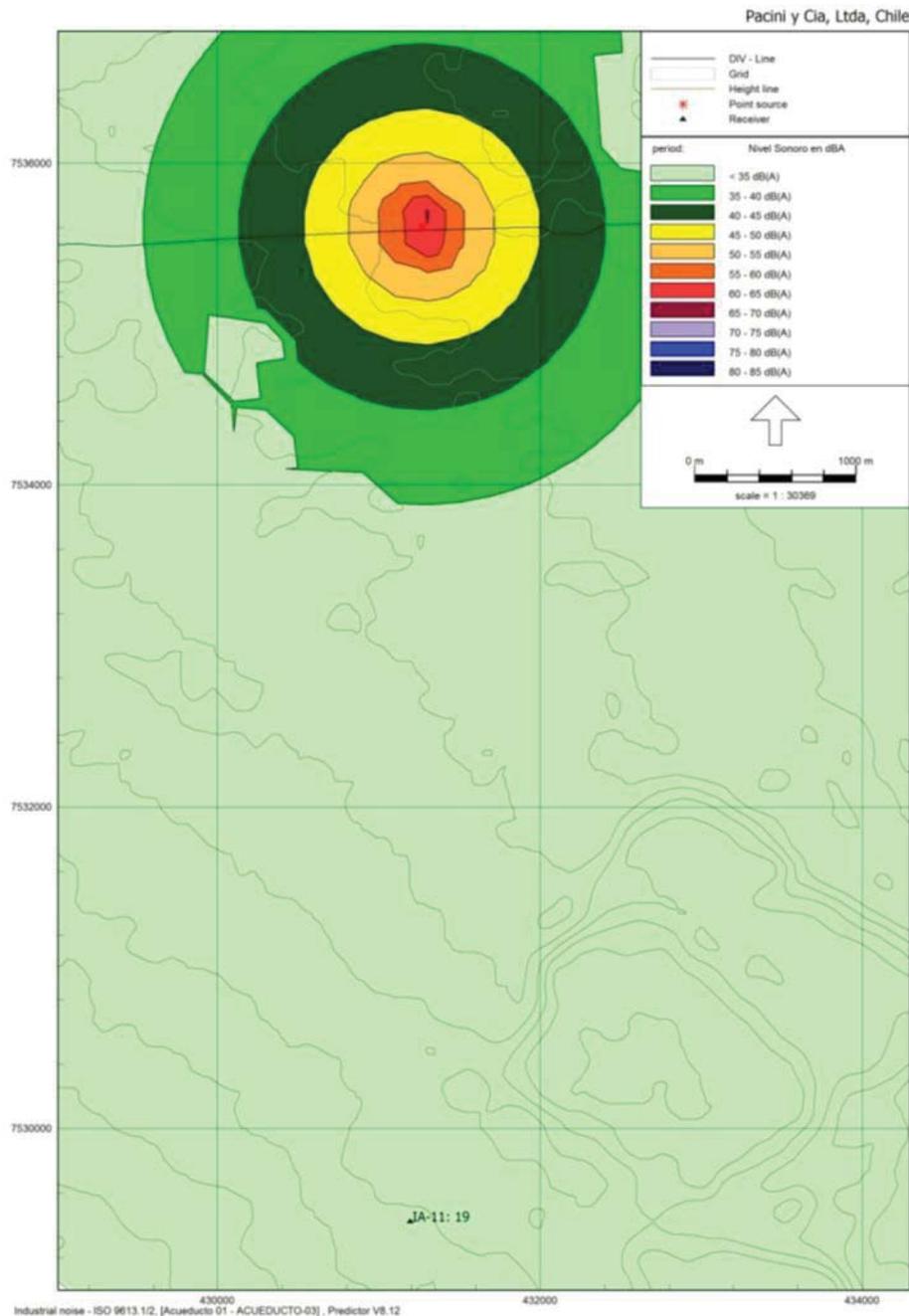
ENERO 2013

VERSIÓN

6

Pág. 33 de 71

Figura 5-6 Mapa de ruido. Construcción sistema de impulsión (2/2)



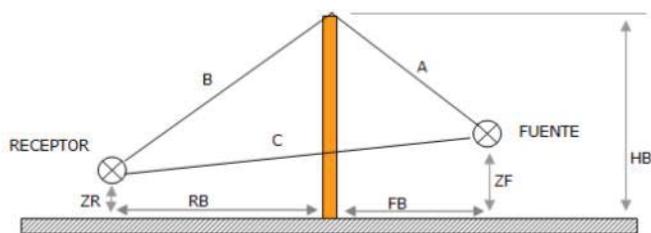
Para el caso de la planta desaladora y obras marinas, incluyendo el sistema de impulsión en ese sector, el punto de mayor impacto corresponde PDCV-01 (Sector Km 14), por lo tanto se presenta el nivel de ruido estimado en dicho receptor producto de las obras constructivas, considerando además el aporte sonoro del sistema de impulsión en ese sector.

La proyección sonora considera simultáneamente obras marinas en el punto costero más cercano al receptor correspondiente al escenario más desfavorable.

El proyecto contempla previo al inicio de las faenas de construcción de la planta desaladora, implementar un cierre perimetral en el deslinde poniente de la planta que actuará como barrera acústica compuesto por madera OSB de 15mm de espesor o material equivalente, con una densidad superficial igual o superior a 660 kg/m³ y de al menos 3 metros de altura.

La atenuación por difracción sonora de esta medida se determina a través de la relación establecida por Maekawa:

Figura 5-7 Atenuación Sonora según Maekawa



$$AT = 20 \times \log \left(\frac{\sqrt{2\pi N}}{\operatorname{tgh}(\sqrt{2\pi N})} \right) + 5 \text{ dB}$$

$$N = \frac{A + B - C}{\lambda / 2}$$

AT: Atenuación por difracción sonora en dB

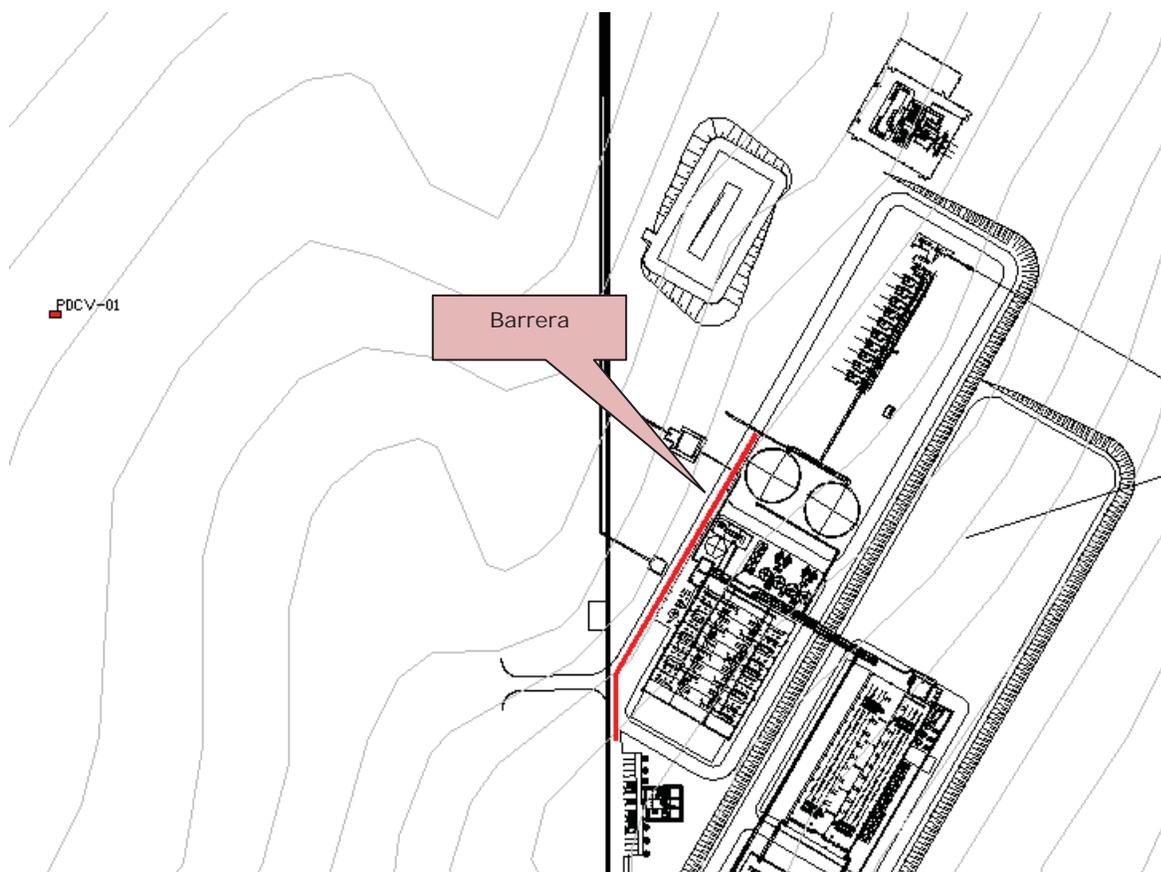
N: Número de Fresnel

F: Frecuencia en Hertz

λ: Longitud de onda

- A: distancia entre la fuente y el borde superior de la barrera
- B: distancia entre el receptor y el borde superior de la barrera
- C: distancia en la fuente y el receptor
- ZF: altura de la fuente
- ZR: altura del receptor
- FB: distancia perpendicular de la fuente a la barrera
- RB: distancia perpendicular del receptor a la barrera
- HB: altura de la barrera

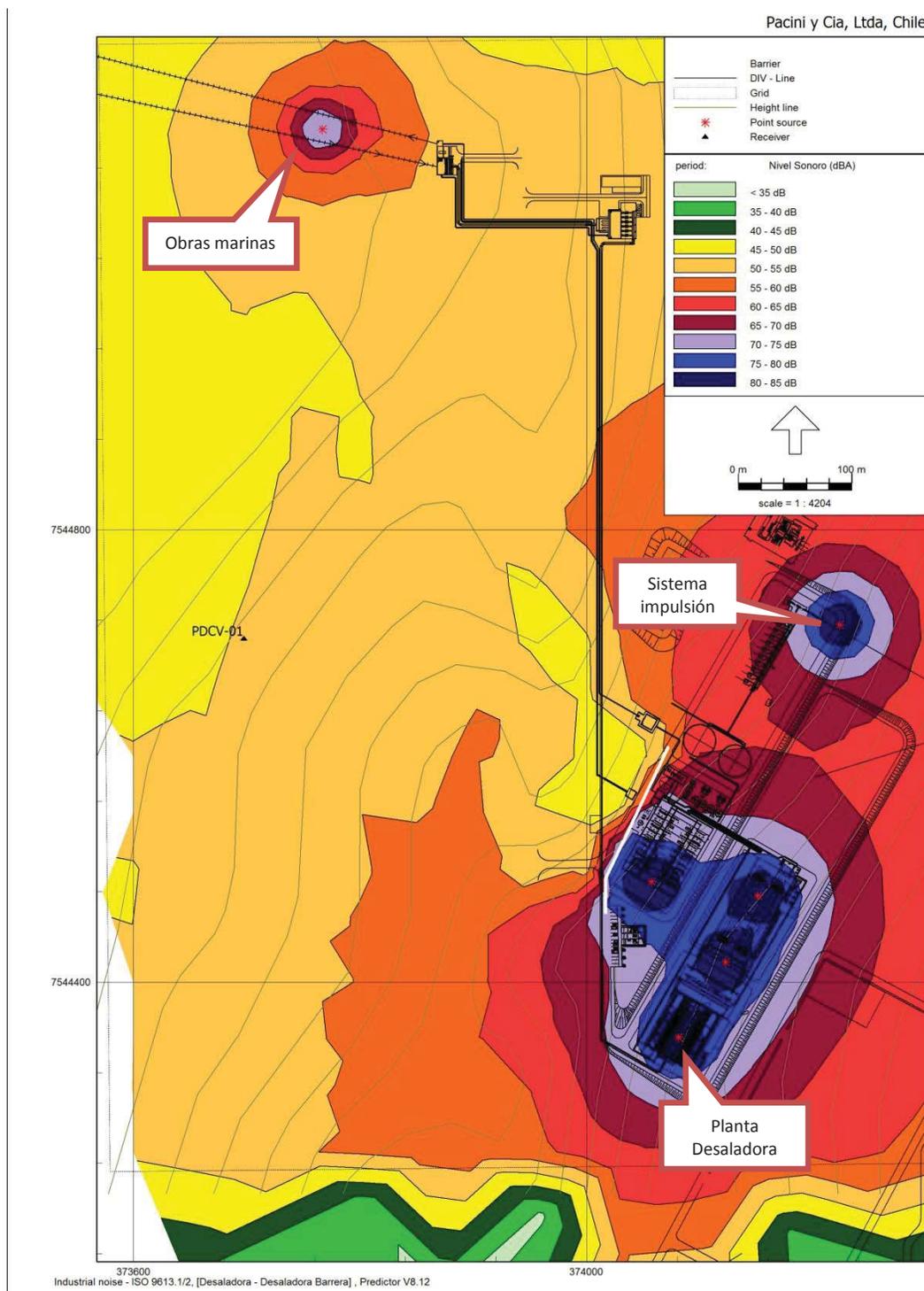
Figura 5-8 Ubicación barrera acústica durante construcción Planta Desaladora



	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413
			FECHA	ENERO 2013
			VERSIÓN	6 Pág. 37 de 71

El mapa de ruido siguiente presenta el nivel estimado en la comunidad al considerar simultáneamente faenas en planta, obras marinas y sistema de impulsión.

Figura 5-9 Mapa de ruido. Construcción Planta Desaladora, Obras marítimas y sistema de impulsión (con barrera acústica)



	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 39 de 71

Los niveles de ruido proyectados en los puntos receptores durante la etapa de construcción del Proyecto, se indican en la tabla siguiente:

Tabla 5-3 Niveles de ruido durante la etapa de construcción en sectores RT, TT, prestripping y nudo vial

Punto	NPSeq (dBA)
PCCT-01	19
V-1	29
V-2	40
V-3	17
V-4	23
V-5	13
V-6	13

Tabla 5-4 Niveles de ruido durante la etapa de construcción sistema de impulsión

Punto	NPSeq (dBA)
IA-01	0
IA-02	1
IA-03	1
IA-04	2
IA-11	19

Tabla 5-5 Niveles de ruido durante la etapa de construcción de planta desaladora, faenas marítimas y sistema de impulsión

Punto	NPSeq (dBA)
PDCV-01	50

Los niveles de ruido durante las diversas actividades de construcción en el área de planta RT, prestripping, nudo vial, tranque Talabre y canaleta relave, incluyendo el tramo inicial del sistema de impulsión oscilan entre 13 y 40 dBA en los puntos receptores sensibles al ruido. Durante las faenas de construcción del sistema de impulsión los niveles de ruido

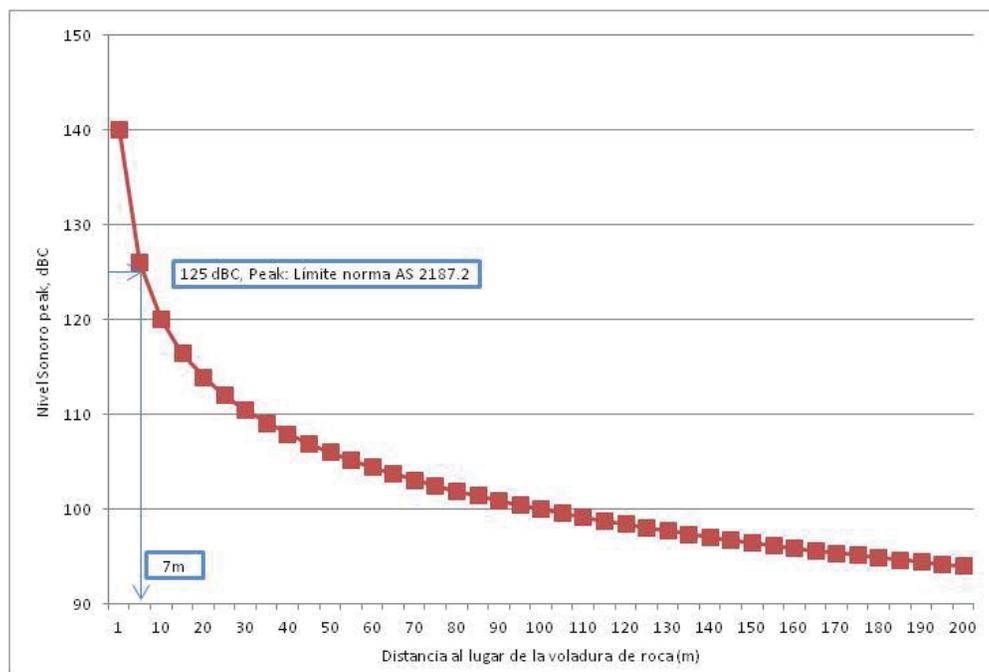
	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 40 de 71

estimados en sectores con uso habitacional alcanzan 19 dBA, mientras que en el sector de Km 14, el nivel de ruido estimado durante la construcción de la planta desaladora, obras marinas y sistema de impulsión alcanza 50 dBA. Tal como se indicó, esta condición representa el escenario más desfavorable ya que considera la operación simultánea de todos los equipos (situación que en la práctica no se dará) y el frente de trabajo más cercano a los receptores.

El proyecto contempla adicionalmente eventuales voladuras de rocas en el sector PD-RT las que se definirán en base a los requerimientos del terreno por donde se emplace el sistema de impulsión de agua. Sin embargo para efectos de estimar y evaluar dichos niveles, se confecciona un perfil de atenuación sonoro y vibraciones utilizando como base el nivel de ruido y vibraciones típico de estas faenas en base a resultados de mediciones de la empresa consultora **Ruido Ambiental Ltda**¹. Los resultados de las mediciones arrojan un nivel sonoro peak de 106 dBC a una distancia de 50 metros, mientras que para la vibración, alcanza una velocidad de partícula de 1 in/sec (108 VdB, ref 1 micro-inch/second) a una distancia de 7.6 metros.

A partir de lo anterior, se determina la distancia máxima a la cual el nivel de ruido supera el criterio de evaluación, que de acuerdo a la norma Australiana AS 2187.2 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives corresponde a un nivel sonoro peak máximo de 125 dBC.

Figura 5-10 Perfil de atenuación sonoro para voladura de roca en Sector PD-RT

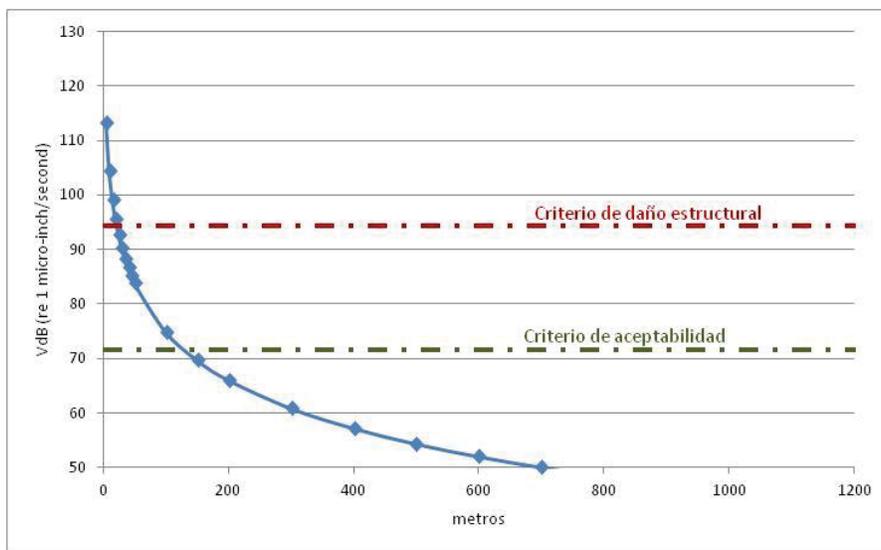


¹ Peraltamiento embalse Carén.2011 - Seguimiento Ambiental Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo. 2012

De la figura anterior es posible advertir que el nivel de ruido asociado a las voladuras de rocas en el sector PD-RT cumplirá con el criterio de evaluación AS 2187.2 a partir de una distancia de 7 metros medidos desde el lugar de la voladura.

Para el caso de las vibraciones, la figura siguiente presenta el perfil de atenuación sonora en VdB, indicando el criterio de aceptabilidad y daño estructural recomendado por la Federal Transit Administration (FTA), donde se advierte que a una distancia de 120 m se cumple el criterio de aceptabilidad y a 30 m el de daño estructural.

Figura 5-11 Perfil de atenuación de vibraciones por tronadura en tramo PD-RT



	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS			DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
				FECHA	ENERO 2013	
				VERSIÓN	6	Pág. 43 de 71

5.3. Etapa de operación

Durante la etapa de operación, las actividades que tienen relación con la generación significativa de ruido son las siguientes:

- Área Mina
 - Extracción mineral
 - Procesamiento de mineral
 - Tranque de relave Talabre
- Operación Planta desaladora
- Tránsito de camiones entre RT y Mejillones

5.3.1. **Área Mina**

Las fuentes de generación de ruido en el área mina, que incluye extracción, procesamiento, impulsión de relave, planta concentradora y peraltamiento de muro son las siguientes:

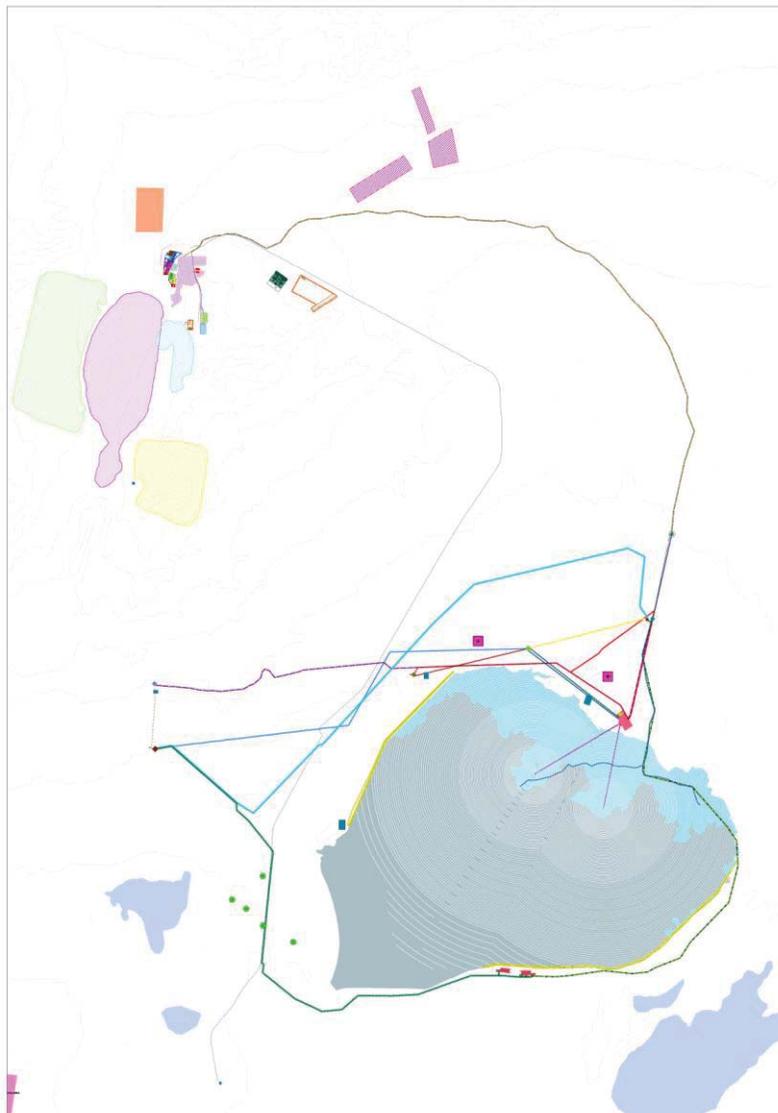
Tabla 5-6 Fuentes de ruido en la etapa de operación. Sector RT

Fuente	Frecuencia en Hertz								NWS (dBA)
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
Perforadora de producción	113	108	110	112	113	118	102	89	121
Pala de cable 36-73yd ³	113	115	107	106	109	107	101	113	113
Cargador frontal	121	116	110	113	110	107	100	90	115
Camión 320-400 ton	105	119	115	116	113	110	104	102	118
Bulldozer 580 HP	114	112	107	108	113	101	96	89	114
Wheeldozer 800 HP	119	121	111	110	107	102	96	92	112
Motoniveladora 265 HP	120	121	112	104	105	101	99	95	111
Camión regador	100	100	99	95	94	92	87	77	99
Chancadores primarios	105	108	108	108	114	114	111	99	119

Correas transportadoras	102	100	99	102	106	98	94	88	108
Molienda SAG*	56	66	75	82	84	83	79	74	89
Chancador de pebbes*	89	92	92	92	98	98	95	83	103
Molino de bolas*	72	82	91	98	100	99	95	90	105
Rodillo	98	102	99	106	102	103	91	86	108
Camión algibe	100	100	99	95	94	92	87	77	99
Camión pluma	110	107	97	95	92	90	84	75	99
Grúa horquilla	104	101	90	94	90	87	82	77	96

* Considera una atenuación de al menos 16 dBA al situarse al interior de un recinto cerrado metálico

Figura 5-12 Vista general del sector RT y TT



En éste etapa del proyecto se considera la operación simultánea de 104 camiones mineros de 330 toneladas.

Figura 5-13 Layout planta/concentradora

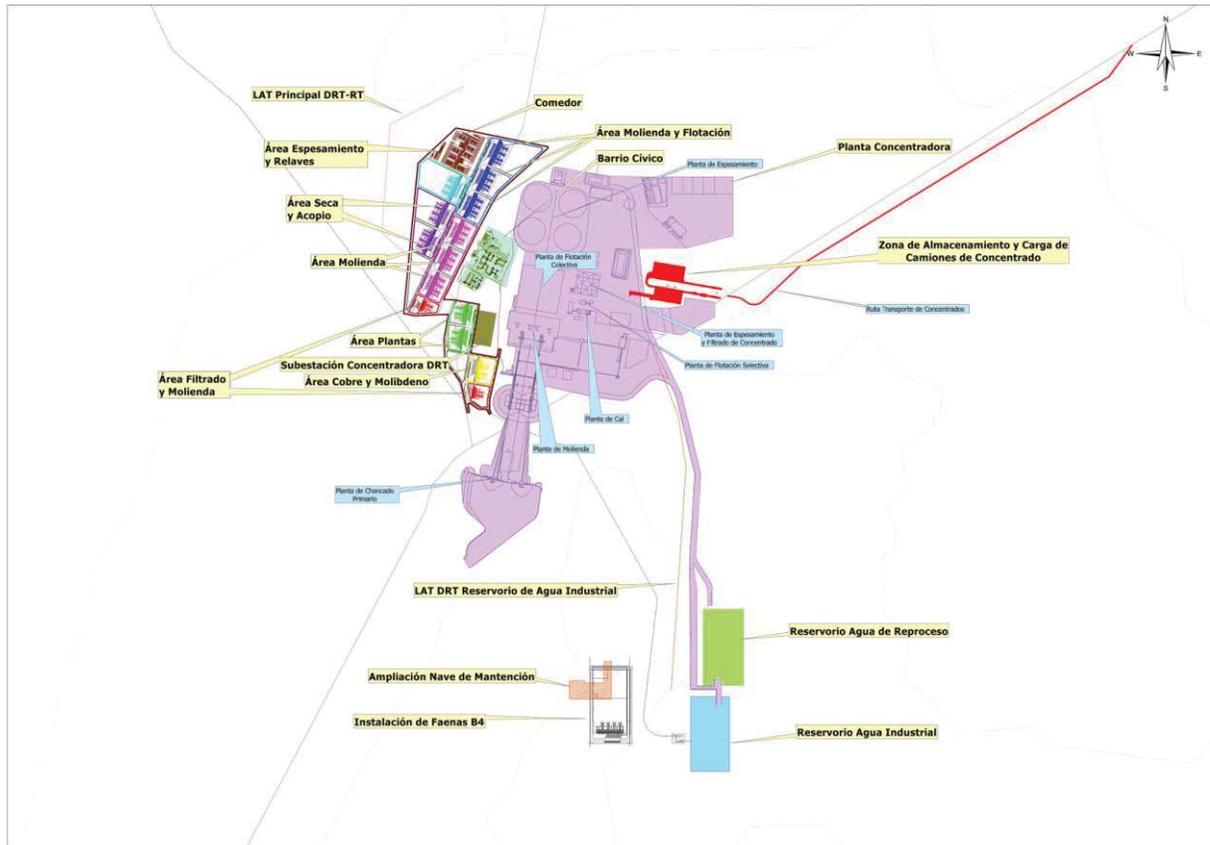
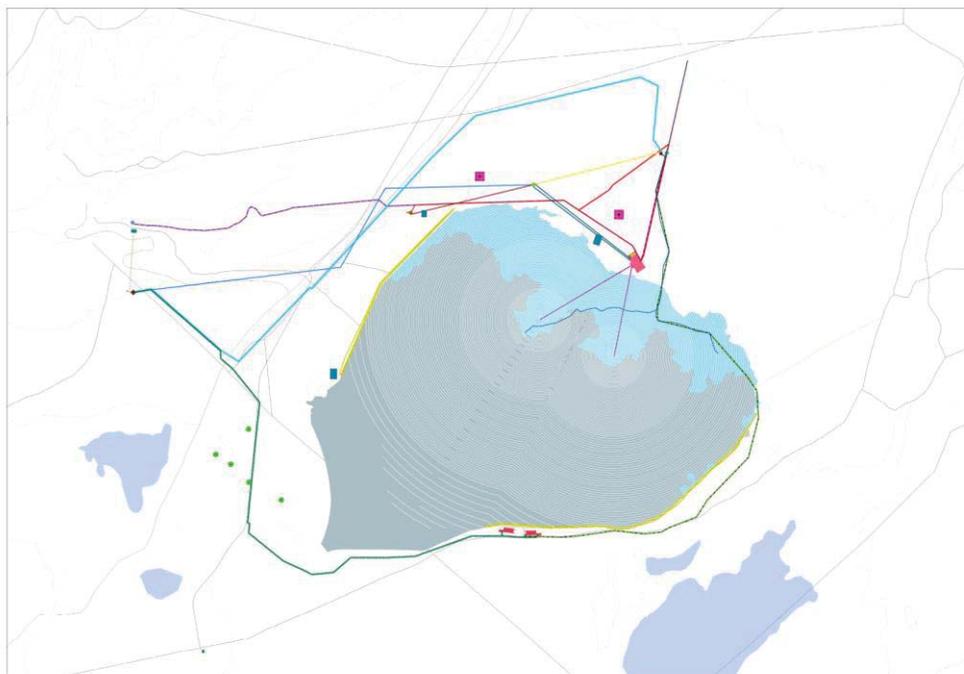


Tabla 5-7 Fuentes de ruido en la etapa de operación. Sector Planta-Mina

Fuente	Frecuencia en Hertz								NWS (dBA)
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	
Cargador frontal	121	116	110	113	110	107	100	90	115
Camión 320 ton	105	119	115	116	113	110	104	102	118
Bulldozer 580 HP	114	112	107	108	113	101	96	89	114
Wheeldozer 800 HP	119	121	111	110	107	102	96	92	112
Motoniveladora 265 HP	120	121	112	104	105	101	99	95	111
Bombas	--	--	--	--	--	--	--	--	80

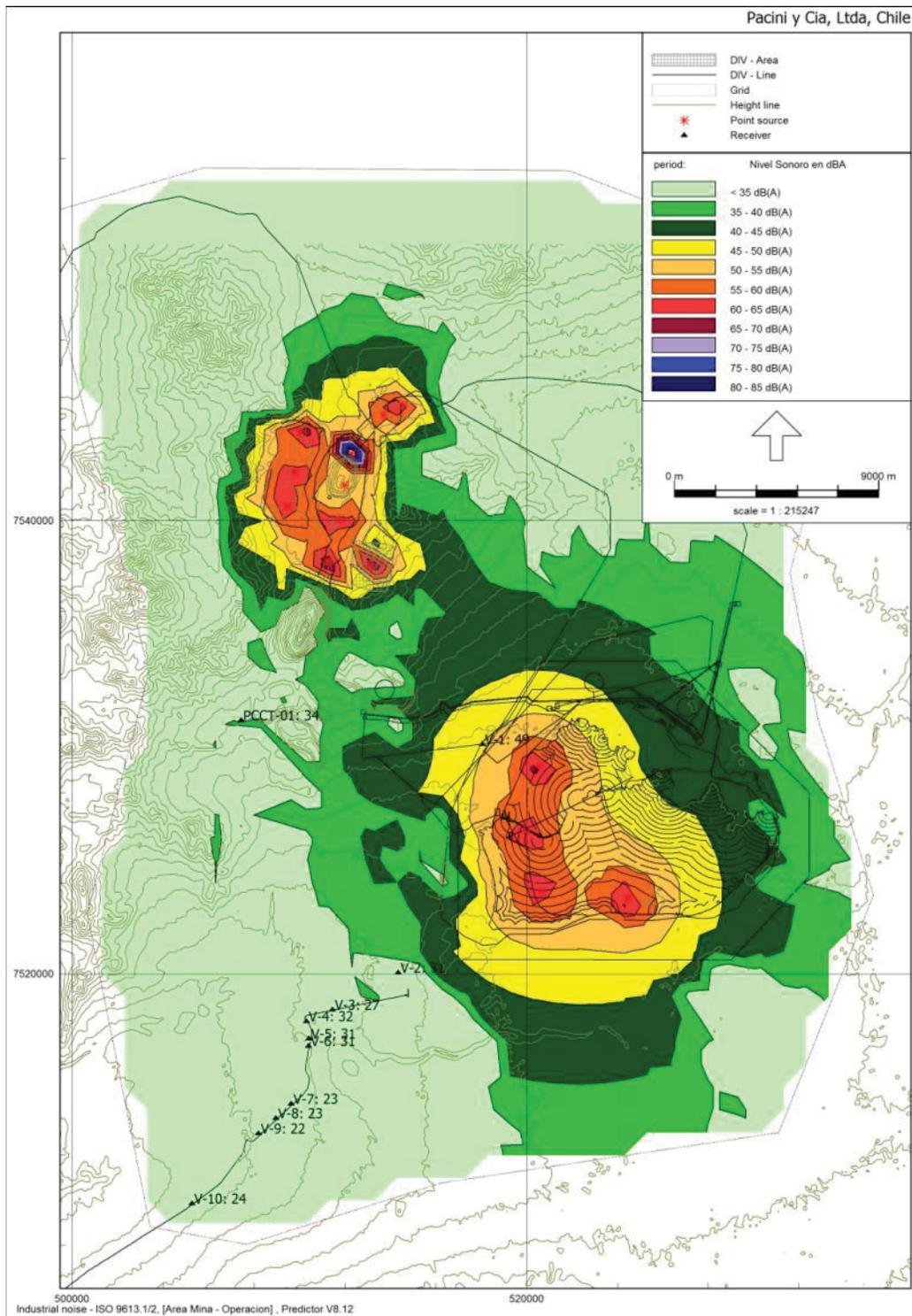
Figura 5-14 Layout área tranque Talabre



El mapa de ruido siguiente presenta el nivel de ruido estimado en la etapa de operación del área mina.

DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
FECHA	ENERO 2013	
VERSIÓN	6	Pág. 48 de 71

Figura 5-15 Mapa de ruido. Etapa de operación área mina RT-TT



RuidoAmbientalLtda

Servicios de acústica

 www.ruidoambiental.cl  (56 2) 891 0250

ESTUDIO DE IMPACTO
ACÚSTICO Y VIBRACIONES
PROYECTO RT SULFUROS

DOC.

Anexo 4-1 Estudio
Impacto Acustico y
Vibraciones 190413

FECHA

ENERO 2013

VERSIÓN

6 Pág. 49 de 71

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 50 de 71

Tabla 5-8 Niveles de ruido durante la etapa de operación sector RT y TT

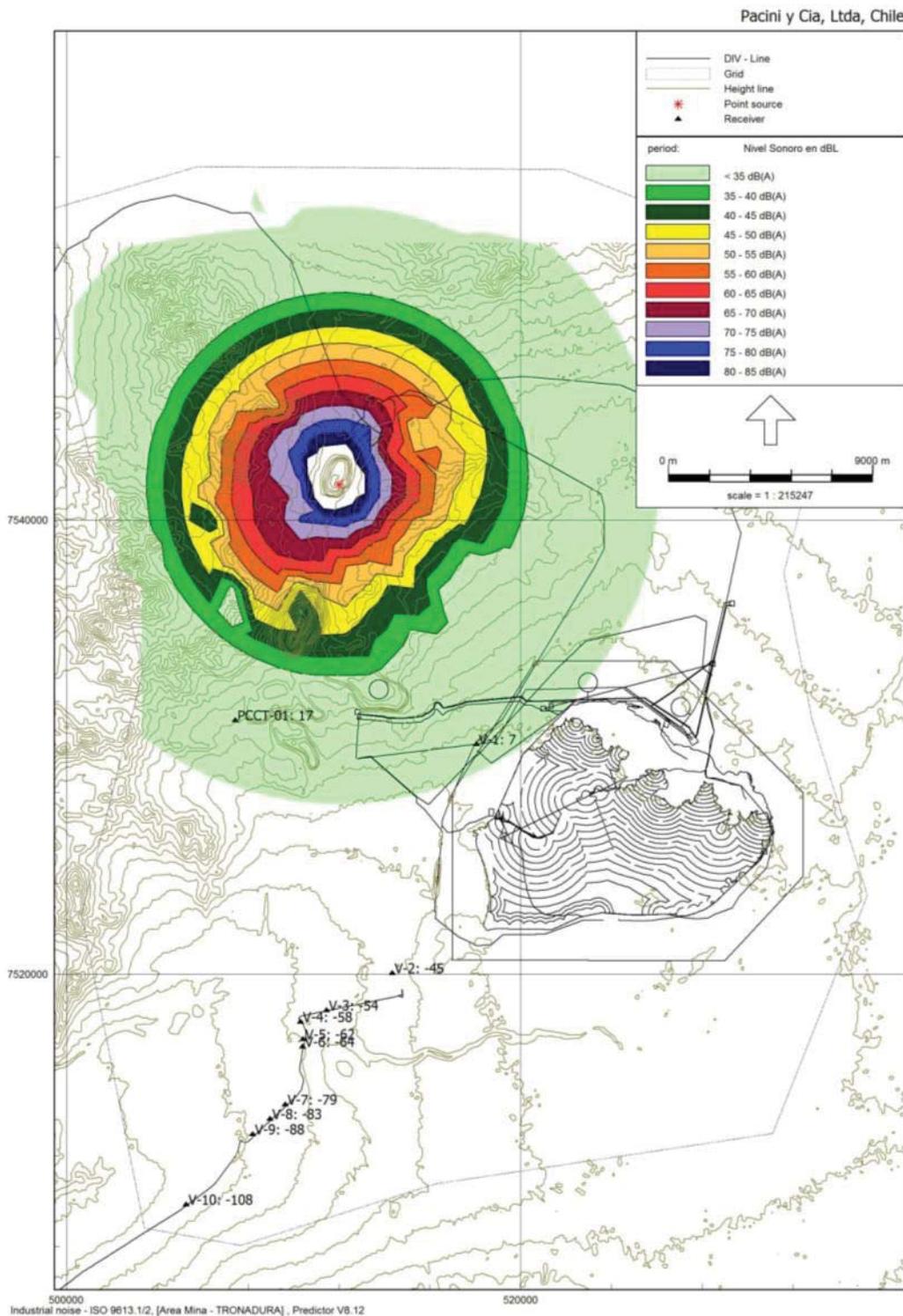
Punto	NPSeq (dBA)
PCCT-01	34
V-1	49
V-2	31
V-3	27
V-4	32
V-5	31
V-6	31
V-7	23
V-8	23
V-9	22
V-10	24

Los niveles de ruido durante la etapa de operación en el sector mina fluctúan entre 22 y 49 dBA sobre los puntos receptores sensibles al ruido.

Con respecto al nivel de ruido estimado durante las tronaduras, mediciones efectuadas por la empresa consultora **Ruido Ambiental Ltda** durante tronaduras con cargas equivalentes al Proyecto, entregaron resultados de 111 dBC, peak a una distancia de 815 metros.

Tomando como referencia éste nivel, los valores estimados sobre los puntos receptores más cercanos (PCCT-01 y V-1) alcanzan 17 y 7 dBL, peak respectivamente. En el resto de los punto no supera 0 dBL, tal como se indica en el mapa de ruido siguiente.

Figura 5-16 Mapa de ruido durante tronadura



RuidoAmbientalLtda

Servicios de acústica

 www.ruidoambiental.cl  (56 2) 891 0250

ESTUDIO DE IMPACTO
ACÚSTICO Y VIBRACIONES
PROYECTO RT SULFUROS

DOC.

Anexo 4-1 Estudio
Impacto Acustico y
Vibraciones 190413

FECHA

ENERO 2013

VERSIÓN

6 Pág. 52 de 71

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 53 de 71

5.3.2. Planta desaladora

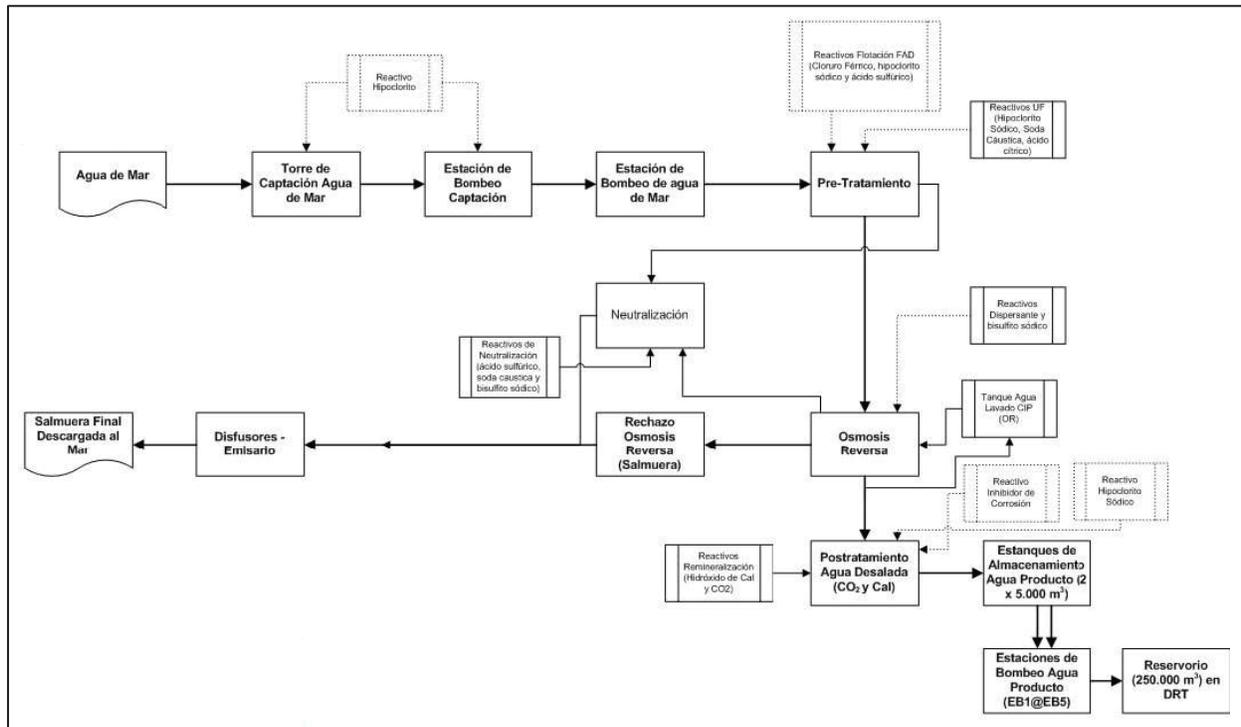
En la planta desaladora se realizará la desalación de agua de mar mediante los procesos de pre-tratamiento, osmosis inversa y post-tratamiento. Las principales fuentes de ruido corresponden a la propia planta y al sistema de impulsión de agua.

La operación de la planta considera un pretratamiento, luego mediante bombeo de alta presión para el paso por un tratamiento de osmosis inversa. Todos estos equipos ubicados al interior de un recinto cerrado. Posterior a la desalación se efectúa un post-tratamiento con el fin de remineralizar y almacenar el agua desalada.

El agua desalada obtenida desde la Planta Desaladora será bombeada y conducida hasta el reservorio de agua industrial en la DRT, las bombas serán del tipo horizontal multi-etapa de carcasa partida.

Se adjunta diagrama de flujo para la planta de desalación de agua.

Figura 5-17 Diagrama de flujo para Planta Desaladora



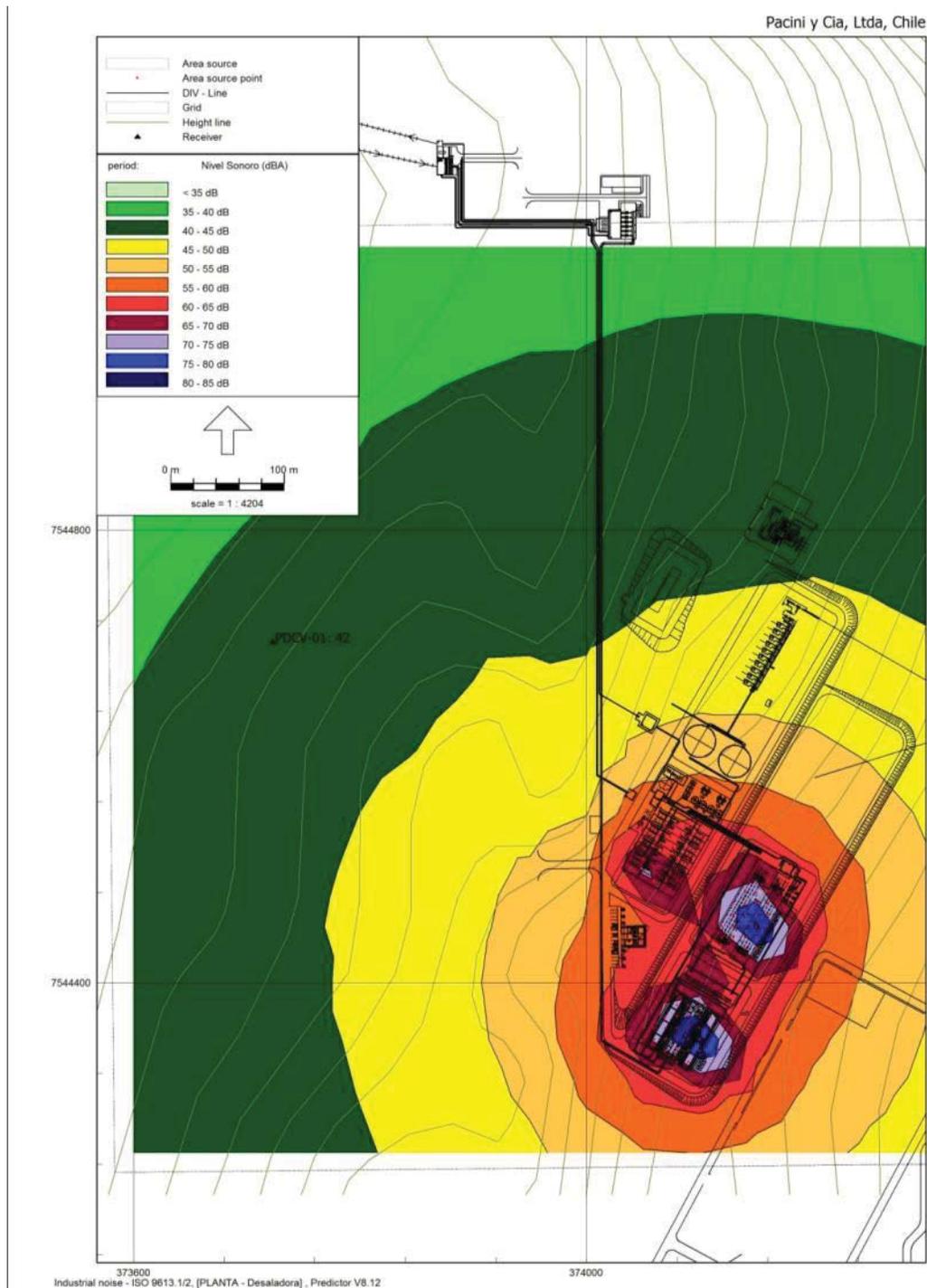
Las fuentes de ruido para la operación de la planta se indican en la tabla siguiente:

Tabla 5-9 Fuentes de ruido en la etapa de operación y NWS

Actividad	NWS (dBA)
Osmosis inversa (20.420 KVA)	99
Ultrafiltración (3.753 KVA)	96
Flotación (1.080 KVA)	95
Bombeo (4.300 KVA)	97
Estación de bombeo (34.924 KVA)	99

Fuente: D.A. Bies & C.H. Hansen

Figura 5-18 Mapa de ruido. Etapa de operación Planta desaladora



	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 56 de 71

El nivel de ruido estimado en el punto receptor PDCV-01 corresponde a 42 dBA producto de la operación de la planta desaladora.

5.3.3. Tránsito de camiones

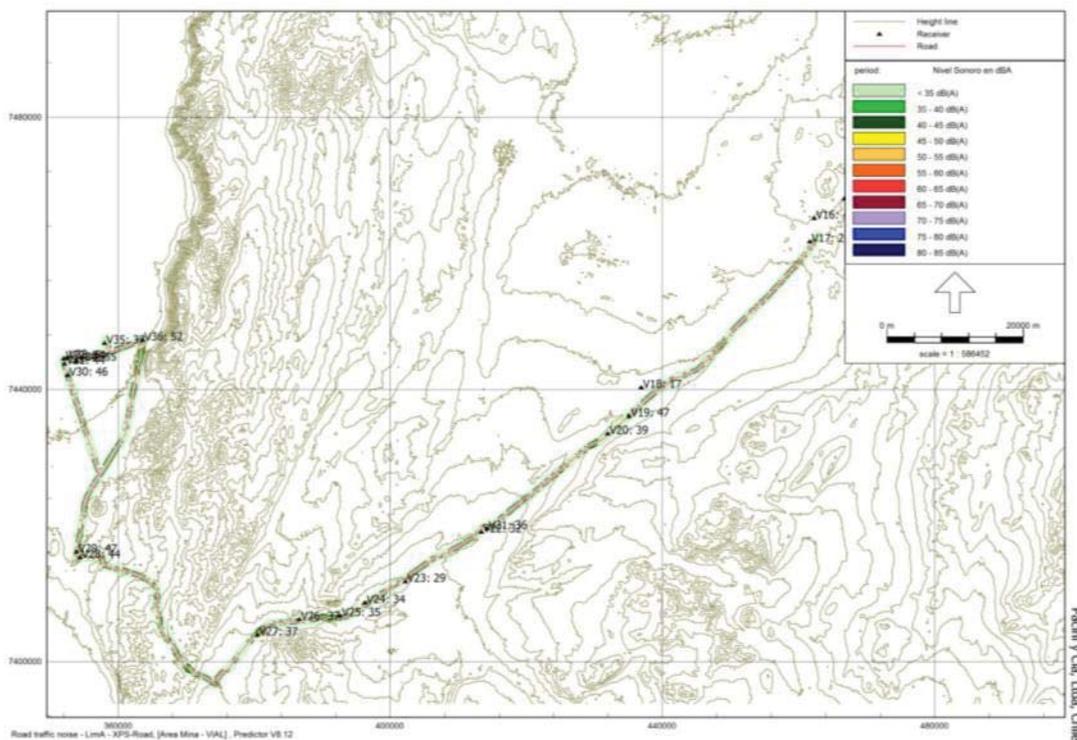
De acuerdo al estudio vial, el número de viajes de camiones promedio que transporten concentrado de cobre será de 4 camiones/hora. No obstante, la presente evaluación se realizó considerando la condición más desfavorable correspondiente al tránsito de 6 camiones/hora.

La estimación se realiza por medio del estándar Francés XP S 31-133:

- XP S 31-133 Bruit des infrastructures de transports terrestres, Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques (AFNOR, April 2001)
- Emission model: Guide du Bruit des transports terrestres (Ministere des transports France, November 1980)
- Propagation model: NMPB96 French national computation method for the propagation of Road traffic Noise (SETRA, CERTU, LCPC, CSTB)
- Commission Recommendation 6 August 2003: 2003/613/EC "Guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise and railway noise, and related emission data"
- Méthode et données d'émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de transport ferroviaire dans l'environnement (30 Januari 2006)
- Description des données ferroviaires relatives à la Cartographie Stratégique du Bruit (Avril 2007 + modifications Juillet 2007)

Los siguientes mapas y tabla presentan el nivel de ruido estimado en los puntos receptores V1 hasta V36 ubicados contiguos al camino, considerando un flujo máximo de 6 cam/hora a una velocidad de 80 km/h.

Figura 5-19 Mapa de ruido. Tránsito de camiones.



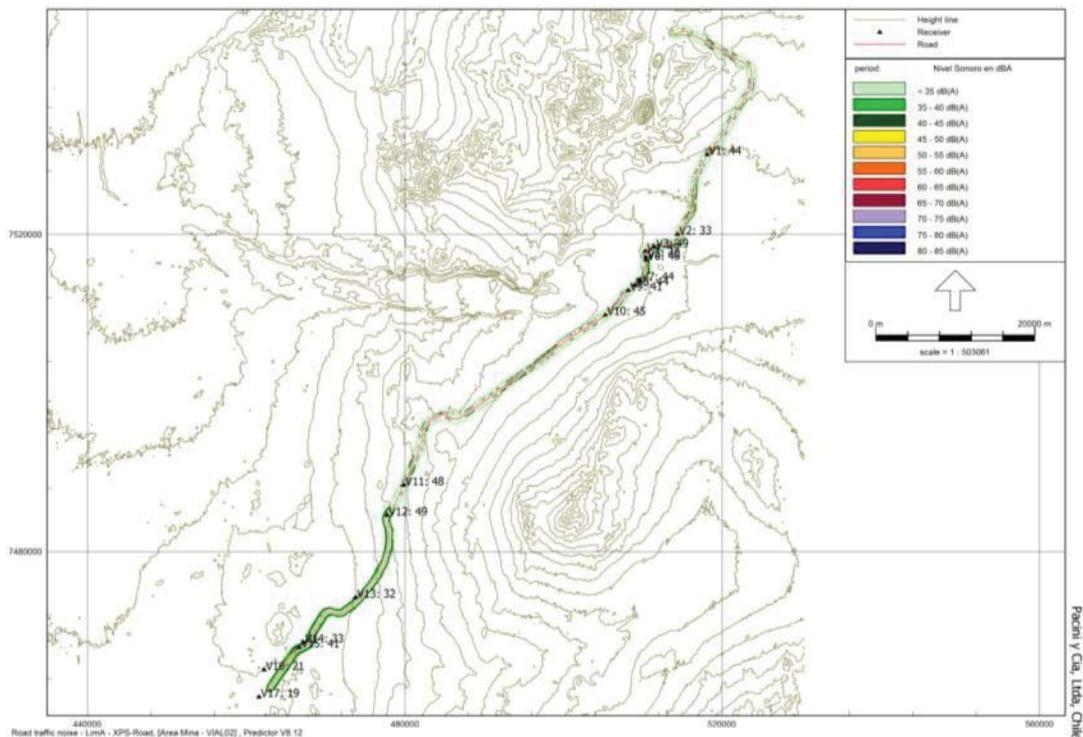


Tabla 5-10 Niveles de ruido durante la etapa de operación por flujo de camiones entre el Sector RT y Mejillones

Punto	NPSeq (dBA)
V-1	44
V-2	33
V-3	49
V-4	49
V-5	40
V-6	46
V-7	44
V-8	44
V-9	41
V-10	45
V-11	48
V-12	49
V-13	32
V-14	33
V-15	41

V-16	21
V-17	26
V-18	17
V-19	47
V-20	39
V-21	36
V-22	32
V-23	29
V-24	34
V-25	35
V-26	37
V-27	37
V-28	44
V-29	47
V-30	46
V-31	44
V-32	54
V-33	51
V-34	55
V-35	37
V-36	52

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 60 de 71

6. NIVELES PROYECTADOS DE VIBRACIÓN

Los impactos esperados por las vibraciones asociadas al Proyecto se esperan especialmente durante el movimiento de camiones mineros, perforación y tronaduras. Se evalúa por lo tanto, la condición normal de trabajo que corresponde al movimiento de material por medio de maquinaria pesada más perforación, y un segundo escenario que corresponde a las tronaduras en el yacimiento minero.

Los niveles de vibración de los principales equipos se indican en la tabla siguiente:

Tabla 6-1 Niveles de vibración. Etapa de Operación.²

Fuente	PPV a 25 ft (7.62m) (in/sec)	Lv aproximado (VdB ref 1 micro-in/sec)
Camión minero	0.59	103
Perforadora	0.644	104
Tronadura ³	42	140

Para efectos de estimar los impactos sobre un escenario conservador, se contempla el uso simultáneo de 25 camiones mineros y cuatro equipos de perforación. Bajo ésta condición, el nivel de vibración a 25 ft de distancia alcanza a 17.3 in/sec (132 VdB). Los niveles de vibración estimados sobre los puntos receptores más cercanos a la mina (puntos PCCT-01 y V-1) considerando ésta condición es la siguiente:

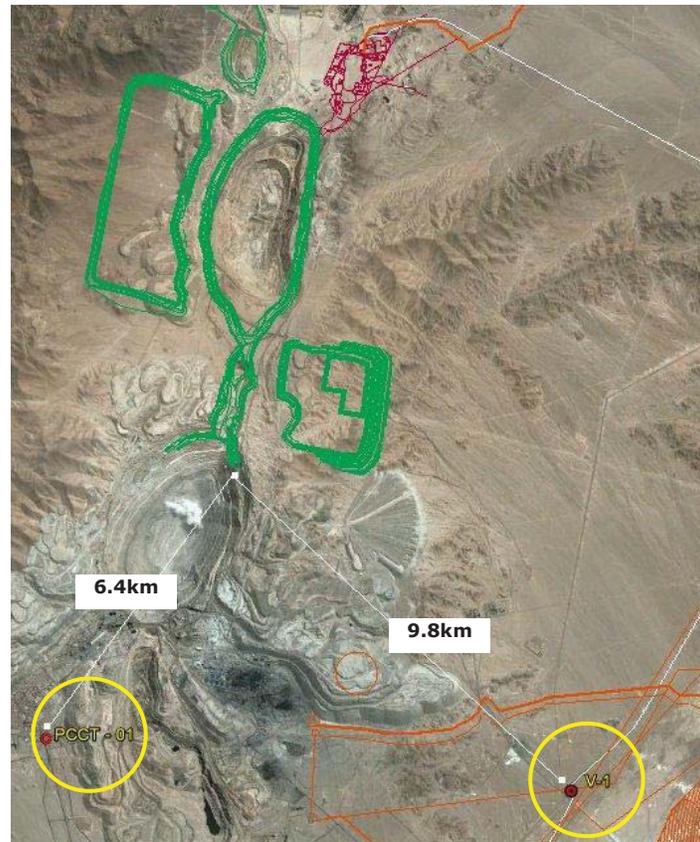
Tabla 6-2 Proyección del nivel de vibración en puntos receptores. Etapa de Operación.

Punto	Distancia (ft)	Lv (VdB ref 1 micro-in/sec)
PCCT-01	20997	52.3
V-1	32150	46.7

² FTA Noise And Vibration Manual. Vibration Source Levels from Construction Equipment.

³ Nivel de vibración obtenido para una carga explosiva de 54.34 Kg según mediciones efectuadas por el consultor.

Figura 6-1 Distancia área extracción a puntos receptores



	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 62 de 71

7. EVALUACIÓN NORMATIVA

7.1. D.S 38/11 del MMA

Para evaluar con respecto al D.S.38/11 se aplican los límites máximos de ruido determinados por el tipo de zona en que se evalúa. Considerando que los puntos receptores se ubican en una zona rural, el ruido asociado al Proyecto no podrá superar el valor más restrictivo que resulta de sumar 10 dBA al ruido basal y el límite para Zona III (65 dBA diurno y 50 dBA nocturno). La tabla siguiente presenta el nivel de ruido basal diurno y nocturno y el límite normativo correspondiente. Se considera para efectos de evaluación la condición más desfavorable, correspondiente al menor nivel de ruido basal obtenido entre las distintas rondas de medición, hábil y no hábil.

Tabla 7-1 Límite normativo según D.S.38/11

Punto	Menor Nivel Basal (dBA)		Límite normativo (dBA)	
	Día	Noche	Día	Noche
PCCT-01	52	38	62	48
IA - 01	49	49	59	50
IA - 02	42	42	52	50
IA - 03	45	44	55	50
IA - 04	45	45	55	50
IA - 11	31	34	41	44
PDCV - 01	43	43	53	50
V-1	70	60	65	50
V-2	59	54	65	50
V-3	63	61	65	50
V-4	64	58	65	50
V-5	55	52	65	50
V-6	67	63	65	50
V-7	51	51	61	50
V-8	63	50	65	50
V-9	60	52	65	50

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 63 de 71

Punto	Menor Nivel Basal (dBA)		Límite normativo (dBA)	
	Día	Noche	Día	Noche
V-10	61	56	65	50

Es importante señalar que los puntos PCCT-01, V1, V2 y V3 se evalúan a modo referencial pues no existen receptores sensibles al ruido en aquellos lugares (acceso a Chuquicamata, instalaciones lejanas de CODELCO, planta fotovoltaica y sector industrial respectivamente).

7.2. Etapa de construcción

Las tablas siguientes evalúan los niveles de ruido estimados por el Proyecto en la etapa de construcción con respecto al límite normativo.

Tabla 7-2 Evaluación normativa - Etapa de construcción en sectores RT, TT, prestripping y nudo vial

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
PCCT-01	19	62/48	0	SI
V-1	29	65/50	0	SI
V-2	40	65/50	0	SI
V-3	17	65/50	0	SI
V-4	23	65/50	0	SI
V-5	13	65/50	0	SI
V-6	13	65/50	0	SI

Tabla 7-3 Evaluación normativa – Etapa de construcción Sector PD-RT

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
IA-01	0	59/50	0	SI
IA-02	1	52/50	0	SI
IA-03	1	55/50	0	SI

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 64 de 71

IA-04	2	55/50	0	SI
IA-11	19	41/44	0	SI

Tabla 7-4 Niveles de ruido durante la etapa de construcción Sector PD, faenas marinas y sistema de impulsión

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
PDCV-01	50	53/50	0	SI

Es posible advertir que los niveles de ruido estimados durante las faenas de construcción cumplen norma.

7.3. Etapa de operación

Las tablas siguientes evalúan los niveles de ruido estimados por el Proyecto en la etapa de operación con respecto al límite normativo.

Tabla 7-5 Evaluación normativa - Etapa de operación en sector RT y TT

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
PCCT-01	34	62/48	0	SI
V-1	49	65/50	0	SI
V-2	31	65/50	0	SI
V-3	27	65/50	0	SI
V-4	32	65/50	0	SI
V-5	31	65/50	0	SI
V-6	31	65/50	0	SI
V-7	23	61/50	0	SI
V-8	23	65/50	0	SI
V-9	22	65/50	0	SI
V-10	24	65/50	0	SI

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 65 de 71

La evaluación normativa durante la etapa de operación de la planta desaladora es la siguiente:

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 66 de 71

Tabla 7-6 Evaluación normativa - Etapa de operación Planta desaladora

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
PDCV-01	42	53/50	0	SI

Los niveles de ruido asociados a la operación de fuentes que aplica el D.S.38/11 del MMA cumplen norma tanto para el período diurno como el nocturno.

7.4. Norma Suiza OPB 814.41

Para evaluar el impacto acústico asociado al flujo de camiones entre la planta RT y el Terminal Graneles del Norte S.A. (TGN) en Mejillones, se utiliza el criterio establecido por la Norma Suiza OPB 814.41, que establece un límite de inmisión de 65 dBA para el período diurno y de 55 dBA para el nocturno. Lo anterior considerando que el trazado se desarrolla en un sector desértico, homologándose a Zona III de dicha norma.

La tabla siguiente evalúa los niveles de ruido en la condición punta, representativa de la condición más desfavorable.

Tabla 7-7 Evaluación de los niveles de ruido por flujo de camiones

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
V-1	44	65/55	0/0	SI
V-2	33	65/55	0/0	SI
V-3	49	65/55	0/0	SI
V-4	49	65/55	0/0	SI
V-5	40	65/55	0/0	SI
V-6	46	65/55	0/0	SI
V-7	44	65/55	0/0	SI
V-8	44	65/55	0/0	SI
V-9	41	65/55	0/0	SI
V-10	45	65/55	0/0	SI
V-11	48	65/55	0/0	SI

Punto	NPSeq (dBA)	Límite normativo diurno/nocturno (dBA)	Exceso (dBA)	¿Cumple norma?
V-12	49	65/55	0/0	SI
V-13	32	65/55	0/0	SI
V-14	33	65/55	0/0	SI
V-15	41	65/55	0/0	SI
V-16	21	65/55	0/0	SI
V-17	26	65/55	0/0	SI
V-18	17	65/55	0/0	SI
V-19	47	65/55	0/0	SI
V-20	39	65/55	0/0	SI
V-21	36	65/55	0/0	SI
V-22	32	65/55	0/0	SI
V-23	29	65/55	0/0	SI
V-24	34	65/55	0/0	SI
V-25	35	65/55	0/0	SI
V-26	37	65/55	0/0	SI
V-27	37	65/55	0/0	SI
V-28	44	65/55	0/0	SI
V-29	47	65/55	0/0	SI
V-30	46	65/55	0/0	SI
V-31	44	65/55	0/0	SI
V-32	54	65/55	0/0	SI
V-33	51	65/55	0/0	SI
V-34	55	65/55	0/0	SI
V-35	37	65/55	0/0	SI
V-36	52	65/55	0/0	SI

Los niveles de ruido asociados al flujo de camiones bajo la condición más desfavorable cumplen con el criterio establecido por la Norma Suiza OPB 814.41.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 68 de 71

7.5. Tronadura

Durante las tronaduras, se compara el nivel previsto con respecto a la Norma Australiana AS 2187.2 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives que establece un nivel sonoro peak máximo de 125 dBC medido sobre el receptor.

Tabla 7-8 Evaluación niveles de ruido. Tronaduras.

Punto	NPSpeak, en dBC	Criterio de evaluación (dBC, peak)	¿Cumple Norma?
PCCT-01	17	125	SI
V-1	7	125	SI

Los niveles de ruido asociados a las tronaduras cumplen ampliamente con el criterio establecido por la AS 2187.2 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives.

Para el caso de las voladuras de rocas en el sector PD-RT el nivel de ruido cumplirá con el criterio AS 2187.2 a partir de una distancia de 7 metros desde el punto de voladura, mientras que para vibraciones se establece una distancia mínima de 30 metros para evitar daños estructurales. Por lo tanto, se establece como compromiso que no se efectuarán tales voladuras cuando existan receptores sensibles al ruido tales como viviendas a menos de 30 metros de distancia con el objeto de asegurar el criterio de evaluación.

7.6. Vibraciones

La tabla siguiente compara los niveles de vibración con respecto al criterio establecido en la Transit Noise and Vibration Impact Assessment de la Federal Transit Administration – USA.

Tabla 7-9 Evaluación Niveles de Vibración. Tronadura.

Punto	LV (VdB)	Criterio aceptabilidad / Daño estructural (VdB)	¿Cumple Criterio?
PCCT-01	52.3	72 / 94	SI
V-1	46.7	72 / 94	SI

	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS</p>		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 69 de 71

Los niveles de vibración durante las tronaduras cumplen con la Transit Noise and Vibration Impact Assesment de la Federal Transit Administration, USA.

Tal como se indicó anteriormente, para el caso de las tronaduras en el sector PD-RT para la construcción del sistema de impulsión, existirá un radio de protección de 30 metros desde el punto de voladura con el objeto de evitar daños estructurales.

8. ANÁLISIS FINAL Y CONCLUSIONES

- Los niveles de ruido durante las diversas actividades de construcción en el área de planta RT, presstriping, nudo vial, tranque Talabre y canaleta relave, incluyendo el tramo inicial del acueducto oscilan entre 13 y 40 dBA en los puntos receptores sensibles al ruido. Durante las faenas de construcción del sistema de impulsión los niveles de ruido estimados en sectores con uso habitacional alcanzan 50 dBA, mientras que en el Sector Km 14, el nivel de ruido estimado durante la construcción de la planta desaladora más obras marinas (incluyendo sistema de impulsión en ese sector) alcanza 50 dBA. Tal como se indicó, esta condición representa el escenario más desfavorable ya que considera la operación simultánea de todos los equipos (situación que en la práctica no se dará) y el frente de trabajo más cercano a los receptores. Durante las faenas de construcción del sector vial los niveles de ruido estimados en la comunidad se proyectan entre 12 y 40 dBA.
- Los niveles de ruido durante la etapa de operación en el sector mina fluctúan entre 22 y 49 dBA sobre los puntos receptores sensibles al ruido, mientras que durante las tronaduras entre 7 y 17 dBL. La operación de la planta desaladora presenta un nivel de ruido en el sector Km 14 de 42 dBA, mientras que el nivel de ruido asociado exclusivamente al tránsito de camiones entre la Planta y Mejillones varía entre 21 y 55 dBA. Todos estos niveles de ruido cumplen con el límite normativo establecido por el D.S.38/11 del MMA, la norma Suiza OPB 814.41 y la norma Australiana AS 2187.2 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS		DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acústico y Vibraciones 190413	
			FECHA	ENERO 2013	
			VERSIÓN	6	Pág. 70 de 71

- Las voladuras de rocas en el sector PD-RT durante la construcción del sistema de impulsión de agua se efectuarán a una distancia superior a 30 metros de cualquier receptor sensible al ruido como por ejemplo viviendas, asegurando de ésta manera niveles de ruido inferiores a 125 dBC, peak cumpliendo de ésta forma con el criterio de la norma Australiana AS 2187.2 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives, además, los niveles de vibración a esa distancia no presentarán riesgo de daño estructural de acuerdo al criterio de la Transit Noise and Vibration Impact Assesment de la Federal Transit Administration – USA.
- Los niveles de vibración producto del empleo de maquinaria pesada (camiones tolvas y perforadoras), más tronadura alcanza 52.3 VdB, cumpliendo con el criterio de la Transit Noise and Vibration Impact Assesment de la Federal Transit Administration – USA.
- **Se concluye finalmente, que los niveles de ruido generados por la construcción y operación del proyecto, cumplen con las normas nacionales y criterios de evaluación, no existiendo riesgo de impacto hacia la comunidad producto de la construcción y operación del proyecto.**

9. BIBLIOGRAFÍA

- D.S.38/11 del MMA. Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica
- Normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission, IEC Standard), publicaciones N° 651 "Sonómetros" ("Sound Level Meters"), primera edición de 1979; y N° 804 "Sonómetros Integradores-promediadores" ("Integrating-averaging Sound Level Meters"), primera edición de 1985.
- ISO 9613-1:1993 Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere. ISO 9613-2:1996 Acoustics -- Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 2: General method of calculation.

	ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO Y VIBRACIONES PROYECTO RT SULFUROS	DOC.	Anexo 4-1 Estudio Impacto Acustico y Vibraciones 190413	
		FECHA	ENERO 2013	
		VERSIÓN	6	Pág. 71 de 71

- Concawe – Conservation of Clean Air and Water in Europe. “The propagation of noise from petroleum and petrochemical complexes to neighbouring communities” 1981. Meteorological Attenuation.
- National Electric Manufactures Association (NEMA) Publication No. TR1-1993
- Transit Noise and Vibration Impact Assesment de la Federal Transit Administration – USA.
- Norma Australiana AS 2187.2 Explosives—Storage and use Part 2: Use of explosives que establece un nivel sonoro peak máximo de 125 dBC medido sobre el receptor.