



## INFORME DE EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO FUNDO AGRICOLA EL ALMENDRO



PREPARADO PARA:



Cristóbal Pérez Sotta  
Gerente Finanzas.  
CHISA S.A.  
Angol - Chile.

SANTIAGO, 08 DE FEBRERO DE 2021

CÓDIGO: INF-EIA-FUNDO AGRICOLA EL ALMENDRO REV B 08022021					
Versión	Fecha	Elaboración	Revisión	Aprobación	Comentarios
A	15-01-2021	RRG	VRN		Entrega para revisión mandante
B	08-02-2021	RRG	VRN		Pre Entrega final
C	18-02-2021	RRG	VRN		Entrega final



## INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
3. RECEPTORES CERCANOS Y ZONIFICACIÓN .....	5
4. EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO ESTADO OPERACIONAL ACTUAL.....	7
5. MEDIDAS DE MITIGACION (SOLUCIONES CONCEPTUALES).....	17
6. PRECISIONES Y CONCLUSIONES .....	27
7. PLAN DE INVERSION MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO .....	28
8. INSTRUMENTAL .....	29
9. ANEXO CERTIFICADOS .....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene la evaluación del impacto acústico producto del funcionamiento del equipamiento asociado al control de heladas del **FUNDO AGRICOLA EL ALMENDRO**, sobre los sectores receptores cercanos al Proyecto, ubicados en la comuna de Renaico.

Se presenta la evaluación de las emisiones de ruido considerando la caracterización de las fuentes sonoras denominadas Maquinas de Viento, con ello se obtiene un escenario base que permitirá determinar las medidas de mitigación necesarias para el cumplimiento según la normativa legal.

La normativa para los efectos de evaluación será el **D.S.38/11** del Ministerio del Medio Ambiente – Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica, que establece los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos generados por fuentes emisoras de ruido, de acuerdo a cinco tipos de zonas homologadas e **ISO 9613, partes 1 y 2** en lo que respecta a método de cálculo en las proyecciones de ruido. La proyección de niveles de ruido tendrá asistencia de Software B&K Predictor Lima.

Rubén Romero Gajardo.  
**INGENIERO ACUSTICO UACH**  
[ingenieria@contacus.cl](mailto:ingenieria@contacus.cl)

Víctor Romeo N.  
**INGENIERO ACUSTICO UACH**  
[info@proacus.cl](mailto:info@proacus.cl)



## 2. OBJETIVOS

- Caracterizar fuentes de ruido asociados al control de heladas, a objeto de disponer de niveles de referencia frente a la modelación numérica que define la proyección de niveles de ruido en la ubicación de los puntos receptores más cercanos.
- Evaluar los niveles de presión sonora registrados y modelados en la ubicación de los puntos receptores más cercanos, verificando su conformidad con los máximos exigidos por la normativa chilena aplicable.
- Proponer soluciones conceptuales de control de ruido aplicables al proyecto.



### 3. RECEPTORES CERCANOS Y ZONIFICACIÓN

#### 3.1. RECEPTORES CERCANOS

Los receptores más cercanos corresponden a los identificados por el mandante como receptores denunciantes. Su emplazamiento se indica en la ilustración 1.

**Ilustración 1.** Emplazamiento General e identificación de puntos receptores en evaluación.

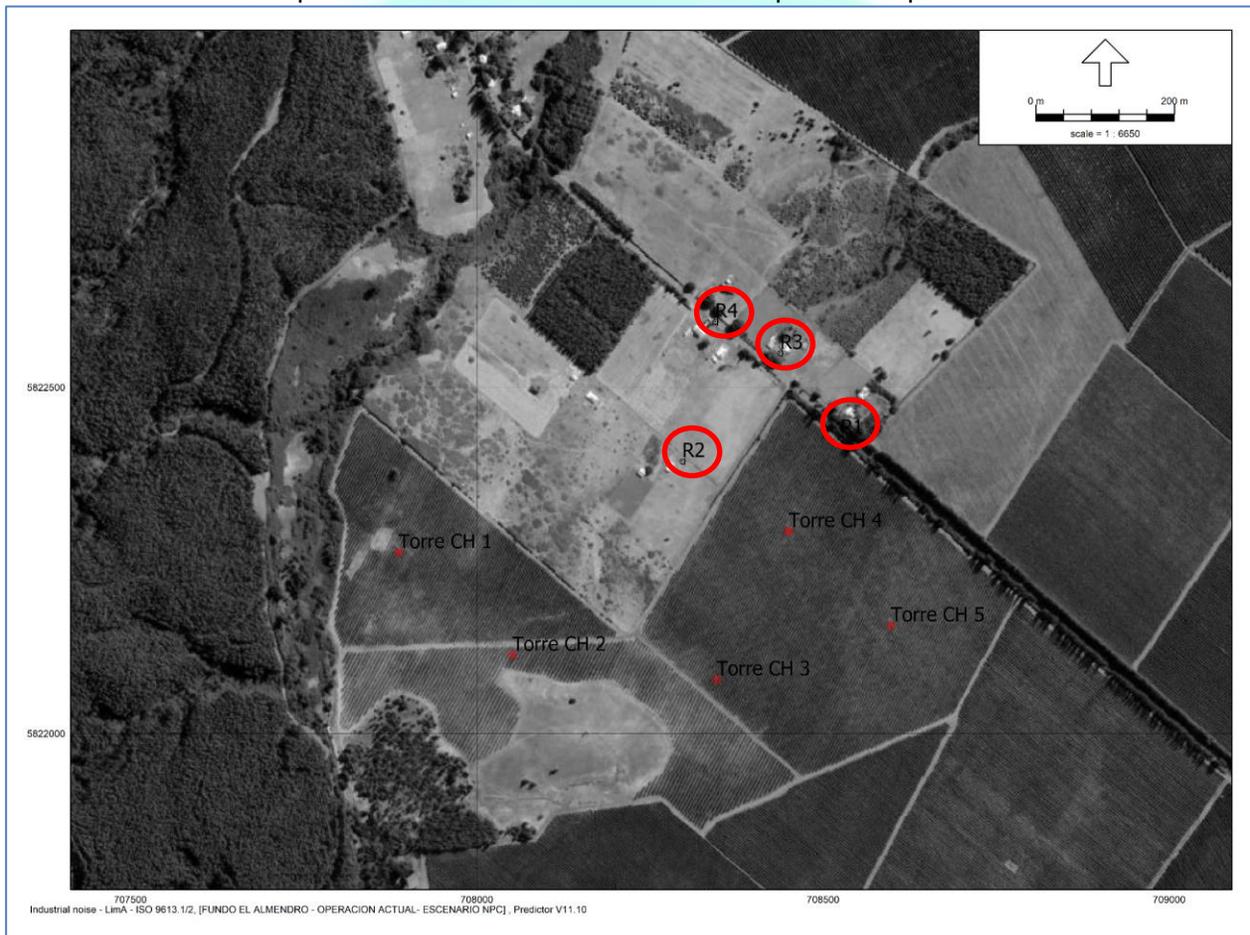




Ilustración 2. Vista aérea.



### 3.2. ZONIFICACIÓN – LIMITE PERMISIBLE

De acuerdo con el instrumento de planificación territorial y respectiva homologación con el D.S.38/11, los receptores considerados en el estudio se encuentran en Zona Rural. Con respecto al límite permisible, se toma como referencia el nivel indicado en documento RES. EX. N1/ROL D-149-2020, el cual corresponde a 48dB(A), considerando un ruido de fondo de 38dB(A), considerando evaluación en el exterior de las viviendas.



## 4. EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO ESTADO OPERACIONAL ACTUAL

### 4.1. CAMPAÑA CARACTERIZACIÓN FUENTES DE RUIDO

Con fecha 29 de diciembre del 2020, se realizó una campaña de mediciones con el objetivo de generar el modelo de propagación sonora de las Torres de control de heladas.

Se realizaron mediciones en el campo cercano de las fuentes para determinar la potencia acústica de las mismas. En particular, se realizaron mediciones de ruido sobre las Torres 1 y 3 (Torre CH 1 y Torre CH 3 según ilustración 1) a distintas posiciones (100m, 200m), registrando valores que corresponden al funcionamiento exclusivo de cada una de las torres consideradas.

Cabe señalar que, debido al tipo de funcionamiento de las torres y altura de ésta, la fuente de ruido predominante y considerada en la modelación, corresponde al ruido asociado al rotor de las hélices. Por otro lado, se observan variaciones en el nivel de ruido registrado, producto de que el equipo va girando sobre su propio eje, presentándose valores máximos en momentos en que el punto de medición se encuentra en posición perpendicular a las hélices, mientras que los valores mínimos se presentan cuando las hélices se encuentran en posición paralela a la posición de medición. Se indica un esquema a continuación que grafica lo señalado.



**Ilustración 3. Vista torres.**



**Ilustración 4. Registro fotográfico mediciones de ruido en puntos de calibración del modelo**





De acuerdo a los resultados obtenidos para mediciones a distancias de 100m y 200m, se puede observar cierta similitud en los registros. Cabe señalar que valores asociados a la caracterización de la torre CH 3 estuvieron influenciadas por presencia de viento, lo que explica diferencias asociadas en particular sobre los registros a 300m.

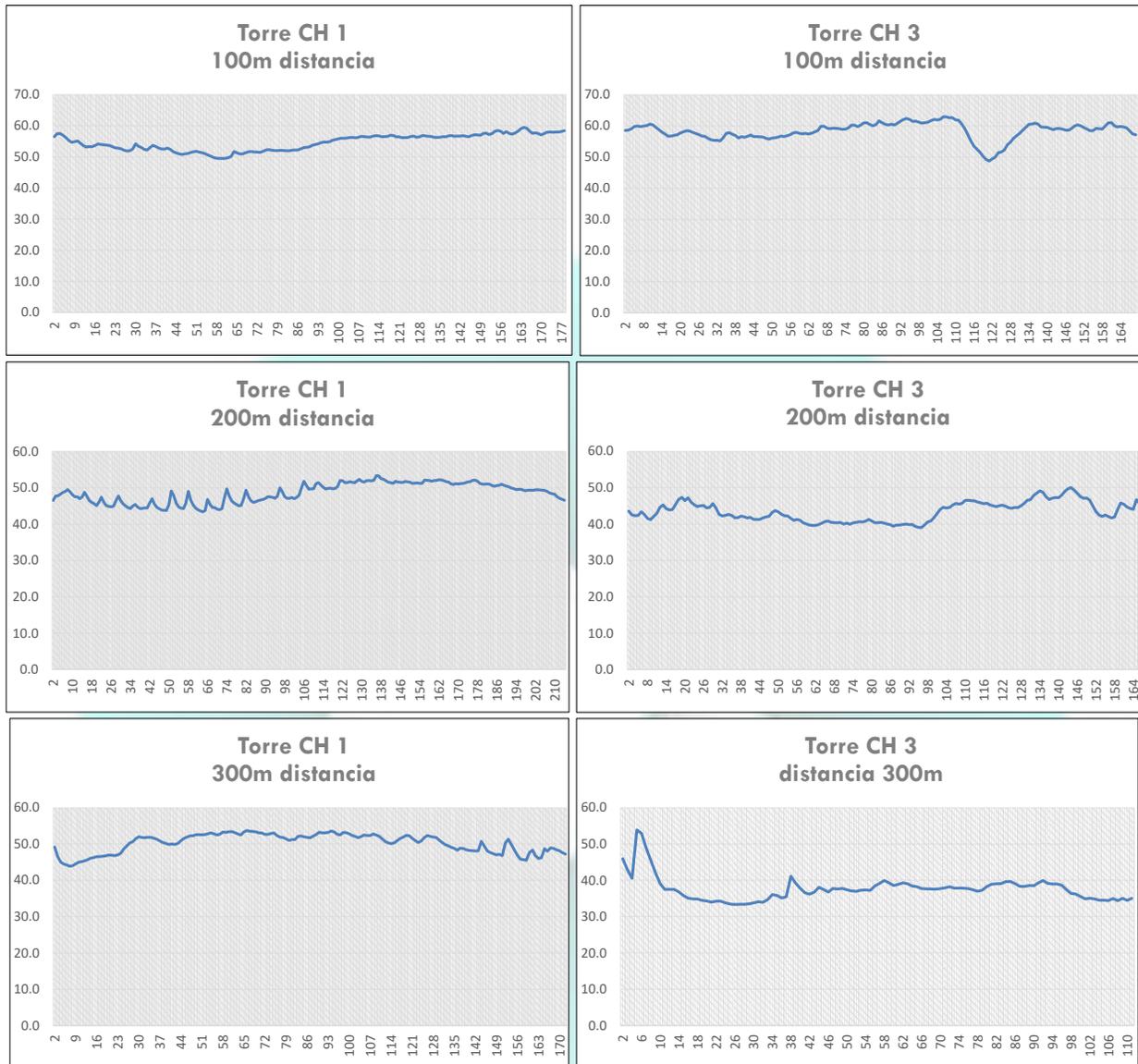
Por lo anterior, y tomando como escenario más desfavorable, para el valor de potencia acústica asociada a la caracterización de las torres, se ha considerado un nivel de ruido de 62,9dB(A) a 100m de distancia, correspondiendo a un valor de  $L_{w1} 17\text{dB(A)}$ .

**Ilustración 4.** Potencia acústica considerada para torres de control de heladas

Frequency [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Total
Lw [dB(A)]	95.50	99.30	101.80	110.60	113.80	109.80	106.60	103.50	117.37
Reduction [dB]	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Lw(tot) [dB(A)]	95.50	99.30	101.80	110.60	113.80	109.80	106.60	103.50	117.37



**Ilustración 5. Gráficos mediciones niveles de ruido torres.**





## 4.2. METODOLOGÍA Y ANTECEDENTES DE MODELACIÓN

Para efectos de la proyección de ruido producido por el Proyecto se aplica herramienta software B&K Predictor Lima, que realiza sus cálculos a partir de la norma ISO 9613, partes 1 y 2. Esta Norma internacional especifica un método ingenieril de cálculo para la propagación de sonido en exteriores. La fórmula para la proyección de la propagación del ruido emitido por las fuentes sobre los receptores está dada por:

$$L_p = L_w - 20\log(r) - 11 + DI - A_{abs} - A_E;$$

Donde

$L_p$ = Nivel de presión sonora en la posición del receptor	dB
$L_w$ = Nivel de potencia acústica de la fuente	dB
$r$ = Distancia desde la fuente al receptor	m
$DI$ = Índice de directividad de la fuente	dB
$A_{abs}$ = Absorción atmosférica	dB
$A_E = A_{gr} + A_{bar} + A_{fol} + \text{otros}$ = Atenuación debida a efectos del suelo, barrera, vegetación y otros, respectivamente.	dB

Cabe precisar que el Software utilizado para llevar a cabo la modelación, **B&K Predictor Lima**, incorpora todas las variables físicas de geomorfología y las características de emisión acústica de las fuentes de ruido, permitiendo estimar la radiación sonora de dichos elementos hacia el exterior.

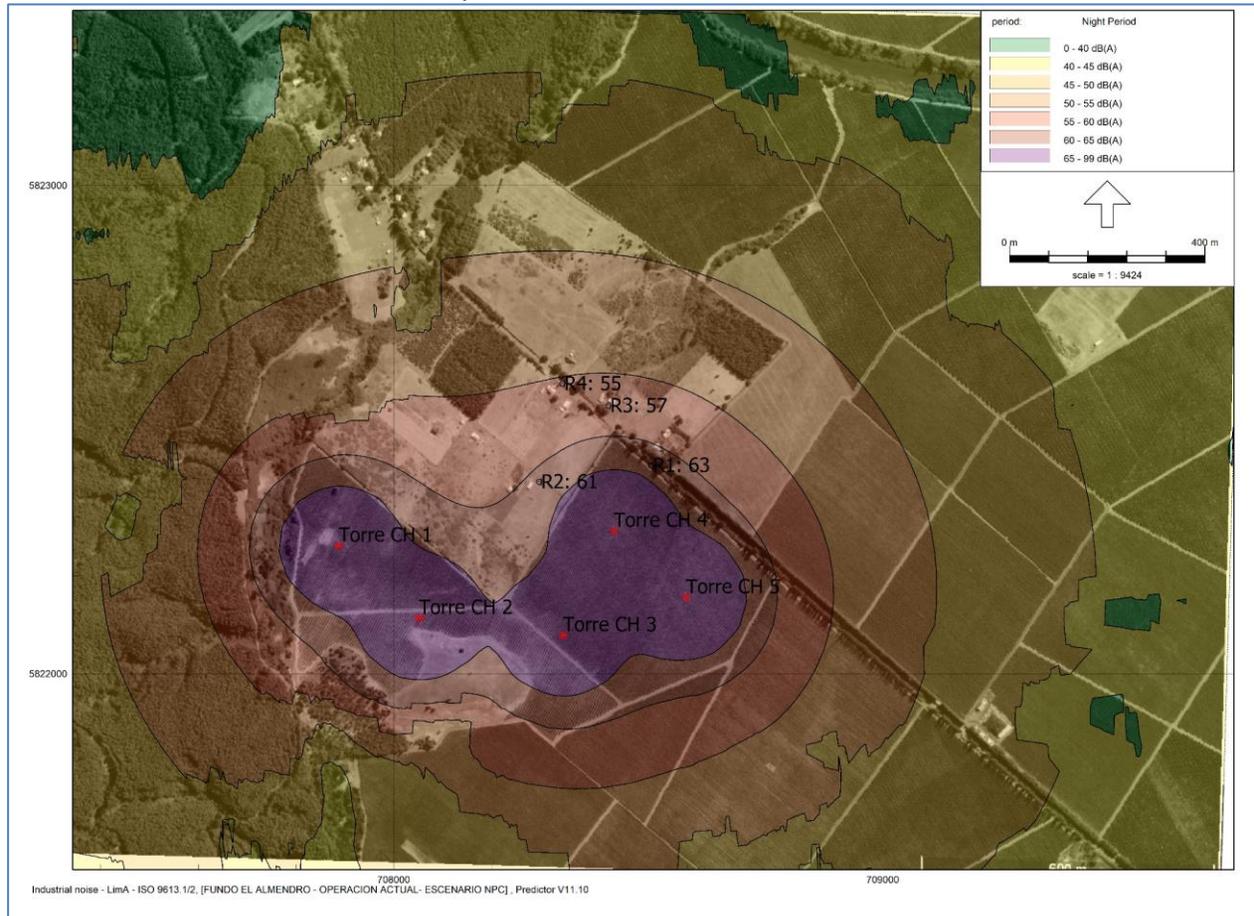
Para efectos de modelación, se ha considerado existencia de suelo semi poroso ( $G=0,5$  según ISO 9613-2) y orden de reflexión igual a 1. Con respecto a las condiciones meteorológicas se establece una temperatura de  $10^\circ\text{C}$  y humedad relativa de 70%, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación de la propagación de la onda sonora, debido a los efectos de estos factores meteorológicos. Además, la norma utilizada considera siempre viento con una velocidad entre 3 y 4 (m/s) a favor de la propagación.

Finalmente, el detalle de la modelación integra la elaboración de mapas de niveles de presión sonora, que muestran la propagación de sonido en el área considerada como zona de influencia. De esta manera se obtuvieron mapas de ruido para un receptor ubicado a alturas de 1,5 m sobre el nivel de terreno.

### 4.3. MAPA DE RUIDO ESCENARIO ACTUAL

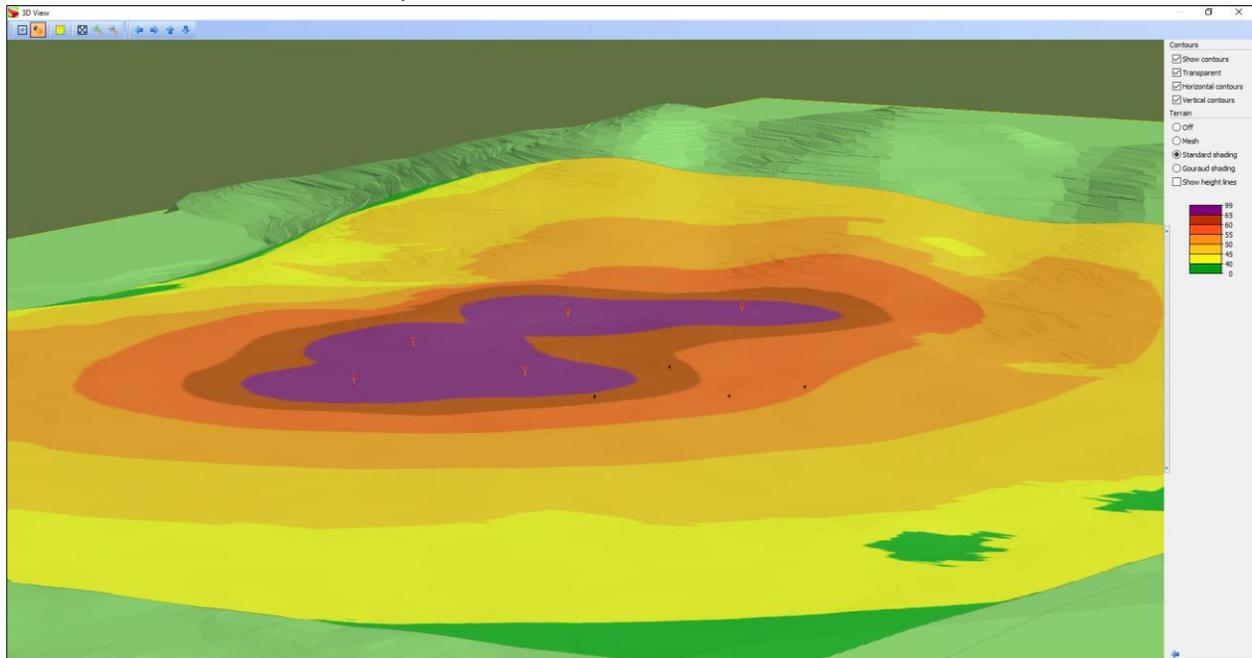
A continuación, se presenta el mapa de ruido y evaluación, considerando el estado operacional actual.

**Ilustración 6.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL ACTUAL.





**Ilustración 7.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL ACTUAL. VISTA 3D



**Tabla N°1.** Evaluación D.S.38/11. ESTADO OPERACIONAL ACTUAL.

PUNTO	Nivel Proyectado dB(A)	Zonificación D.S.38/11	Nivel máximo permisible NOCTURNO D.S.38/11	CUMPLIMIENTO
R1	63	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+15)</b>
R2	61	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+13)</b>
R3	57	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+9)</b>
R4	55	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+7)</b>

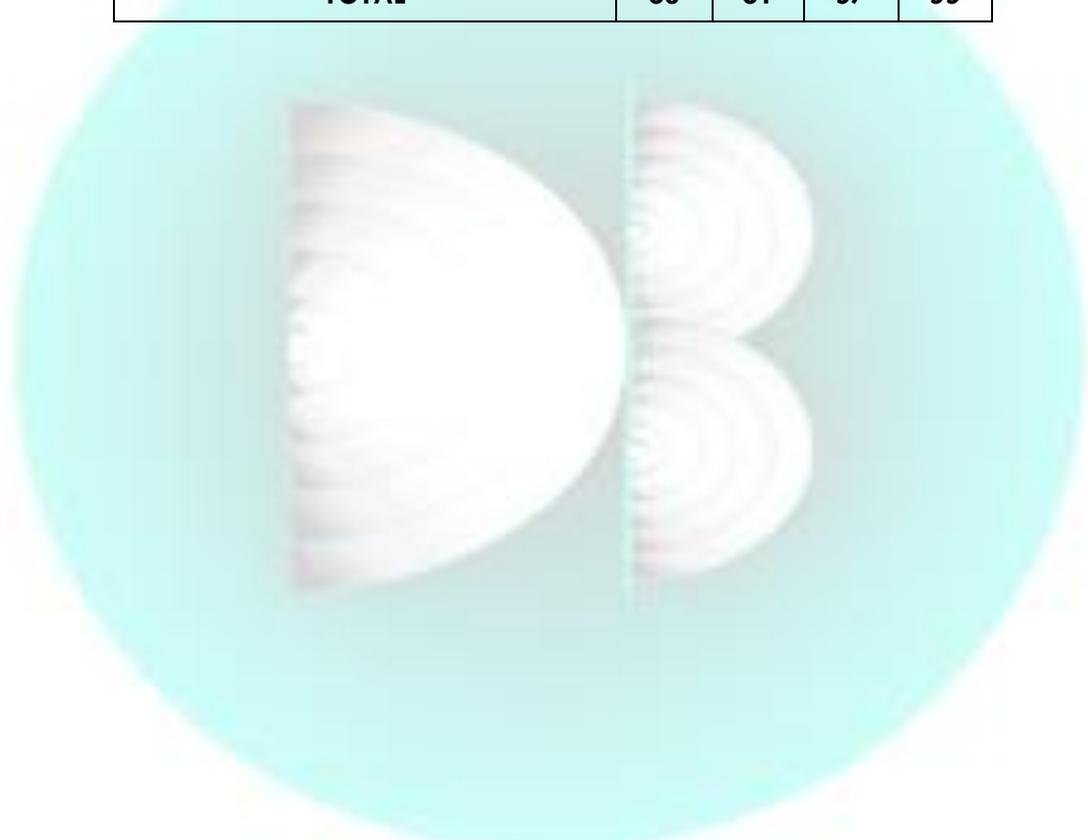
Como se puede apreciar en la tabla anterior, los resultados de la proyección de los niveles de ruido arrojan un no cumplimiento para el periodo más desfavorable, correspondiente a la evaluación en periodo nocturno. Los valores de exceso son consistentes en relación a la información de referencia (documento RES. EX. N1/ROL D-149-2020) y a los niveles de ruido registrados en posiciones de calibración del modelo.

En la siguiente tabla se observa el aporte parcial de cada una de las fuentes consideradas sobre cada receptor. De los datos indicados en esta tabla, se puede observar que en su mayoría, el aporte por si solo de cada máquina de viento supera la normativa (en rojo).



**Tabla N°2.** Aporte parcial por fuentes sobre receptores en **ESTADO OPERACIÓN ACTUAL.**

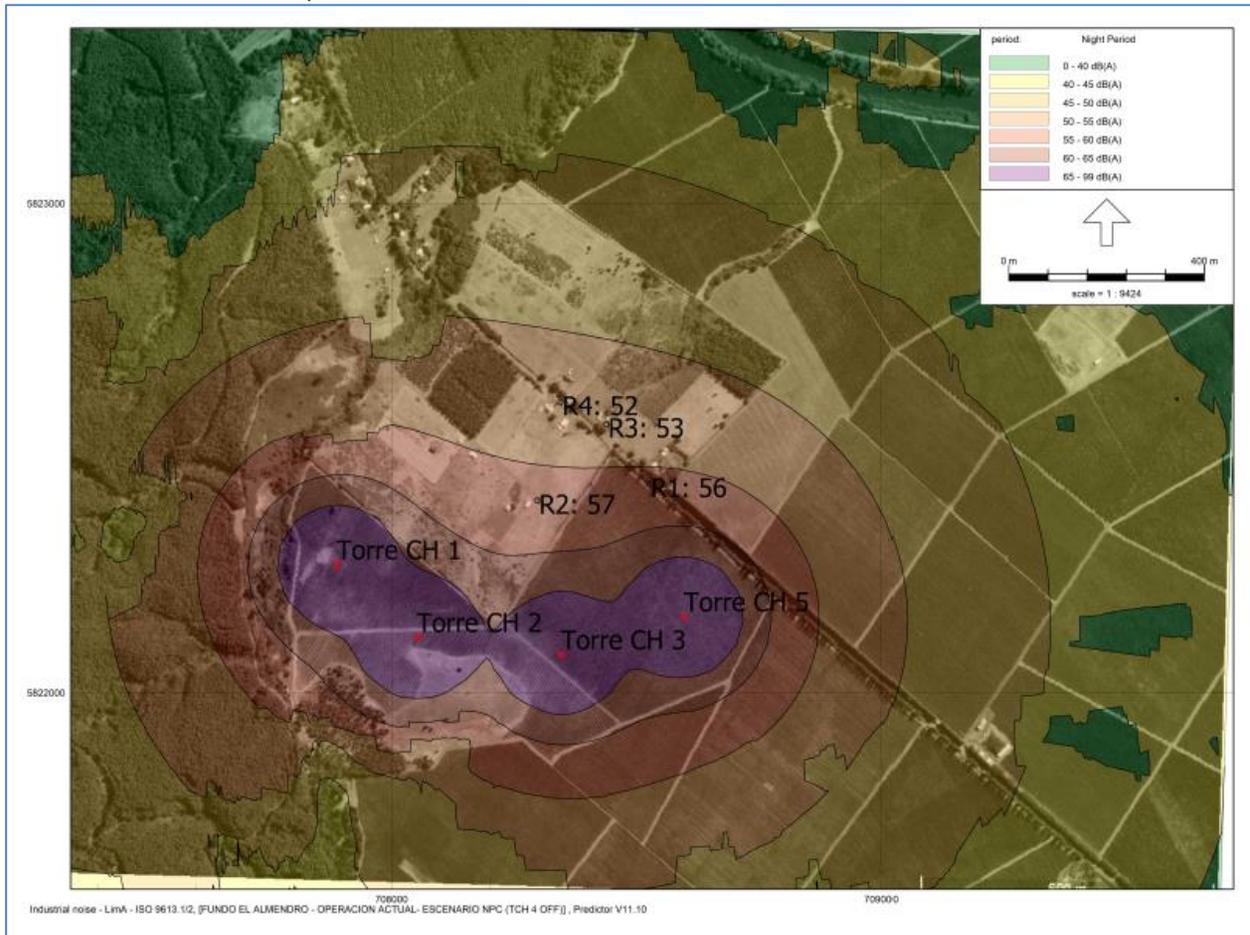
FUENTES	APORTES PARCIALES, dB(A)			
	R1	R2	R3	R4
TORRE CH 1	44.0	48.9	44.7	45.8
TORRE CH 2	45.7	50.4	45.5	45.9
TORRE CH 3	49.9	52.3	47.6	46.8
TORRE CH 4	61.5	59.2	54.9	52.2
TORRE CH 5	53.8	50.1	49.0	47.0
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>61</b>	<b>57</b>	<b>55</b>





A solicitud del mandante se muestra a continuación el efecto acústico de apagar la Torre 4 y luego la Torre 4 y 5 :

**Ilustración 6A.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL ACTUAL CON TORRE 04 APAGADA.

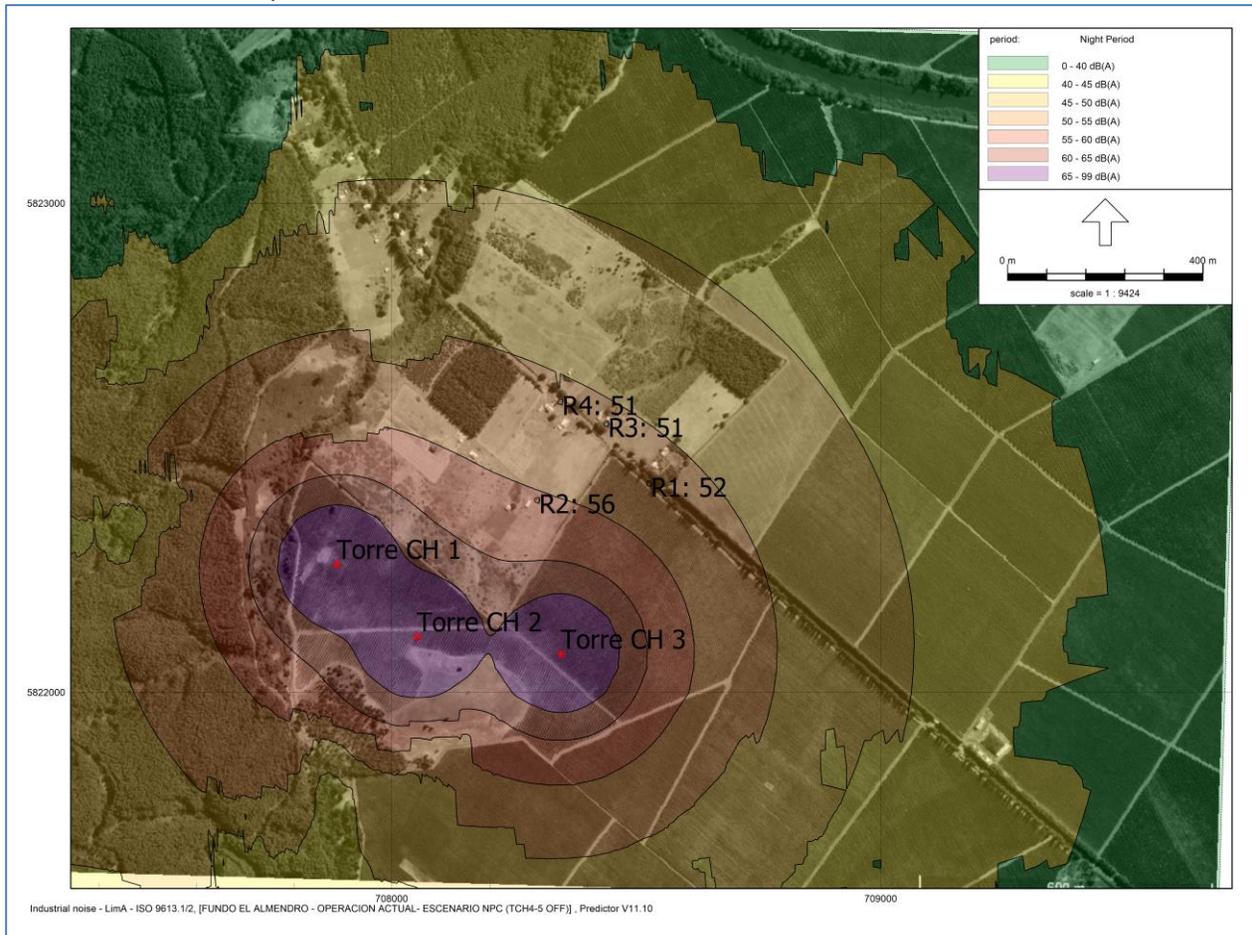


**Tabla N°1A.** Evaluación D.S.38/11. ESTADO OPERACIONAL ACTUAL CON TORRE 04 APAGADA.

PUNTO	Nivel Proyectado dB(A)	Zonificación D.S.38/11	Nivel máximo permisible NOCTURNO D.S.38/11	CUMPLIMIENTO
R1	56	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+8)</b>
R2	57	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+9)</b>
R3	53	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+5)</b>
R4	52	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+4)</b>



**Ilustración 6B.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL ACTUAL CON TORRE 04 + 05 APAGADA.



**Tabla N°1B.** Evaluación D.S.38/11. ESTADO OPERACIONAL ACTUAL CON TORRE 04 + 05 APAGADA.

PUNTO	Nivel Proyectado dB(A)	Zonificación D.S.38/11	Nivel máximo permisible NOCTURNO D.S.38/11	CUMPLIMIENTO
R1	52	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+6)</b>
R2	56	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+8)</b>
R3	51	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+3)</b>
R4	51	RURAL	48	<b>NO CUMPLE (+3)</b>



## 5. MEDIDAS DE MITIGACION (SOLUCIONES CONCEPTUALES)

Se presentan las siguientes alternativas consideradas para el cumplimiento normativo (PARA DISCUSION).

### 5.1. AISLAMIENTO ACUSTICO FACHADAS VIVIENDAS

En relación a la alternativa de realizar un mejoramiento a las fachadas de las viviendas, desde el punto de vista del cumplimiento normativo, éste se debe cumplir tanto en el exterior como en el interior de la vivienda, por lo cual, esta medida sería insuficiente.

Cabe señalar que independiente de algún acuerdo con los vecinos en relación a este tipo de implementación de medidas de mitigación, la superintendencia no aceptaría un acuerdo entre dos partes que implica el incumplimiento de una norma (superación de la norma en el exterior de la vivienda).

Sin embargo en INFORME TÉCNICO DE MONITOREO AMBIENTAL TORRES PARA CONTROL DE HELADAS MEDICIONES DE RUIDO SEGÚN R.E. OAR N°54/2019 Región de la Araucanía –Comuna de Renaico JUNIO 2020 de la empresa SENAM, se estableció con mediciones internas (dentro de la casa de los receptores) que:



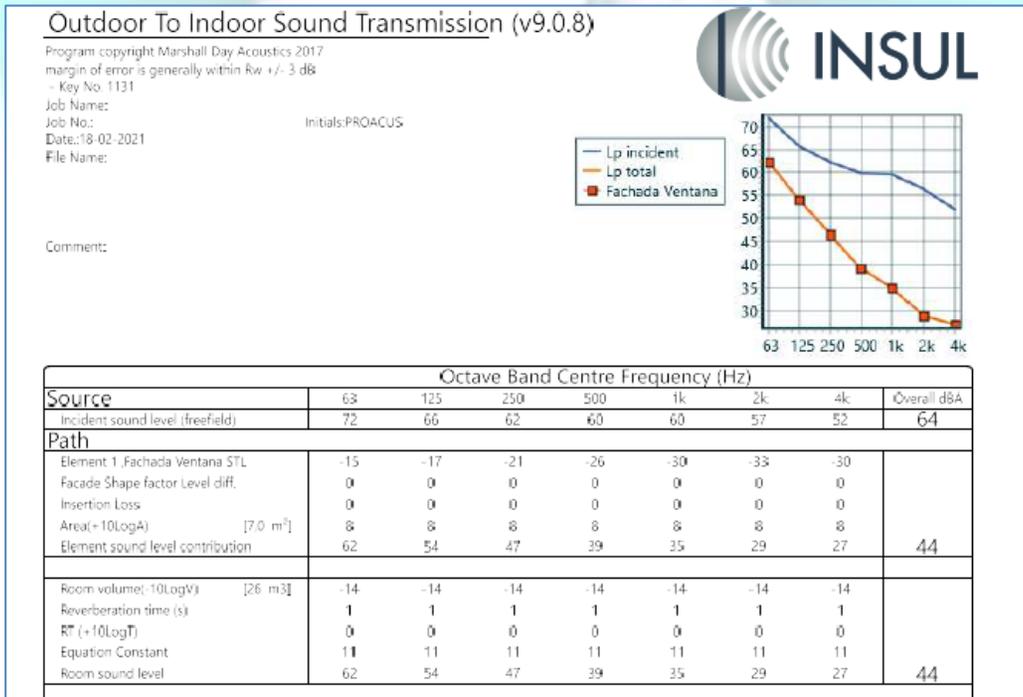
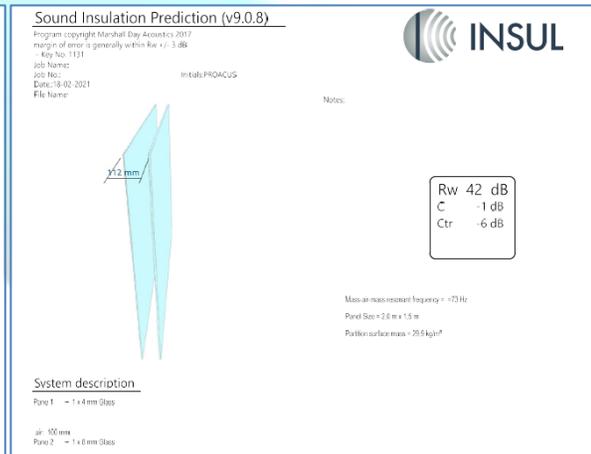
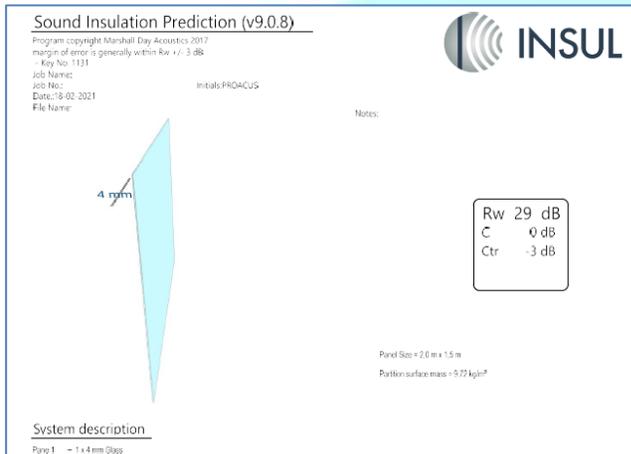
**semam**  
INSPECCIONES AMBIENTALES

Tabla 8: Evaluación período nocturno según D.S 38/11 del MMA.

Punto Receptor	NPC dB(A)	Límite Nocturno D.S. 38/11 en dB(A)	Exceso Nivel en dB(A)	¿Cumple Norma?
R1	50	45	5	No
R2	49	48	1	No
R3	54	50	4	No



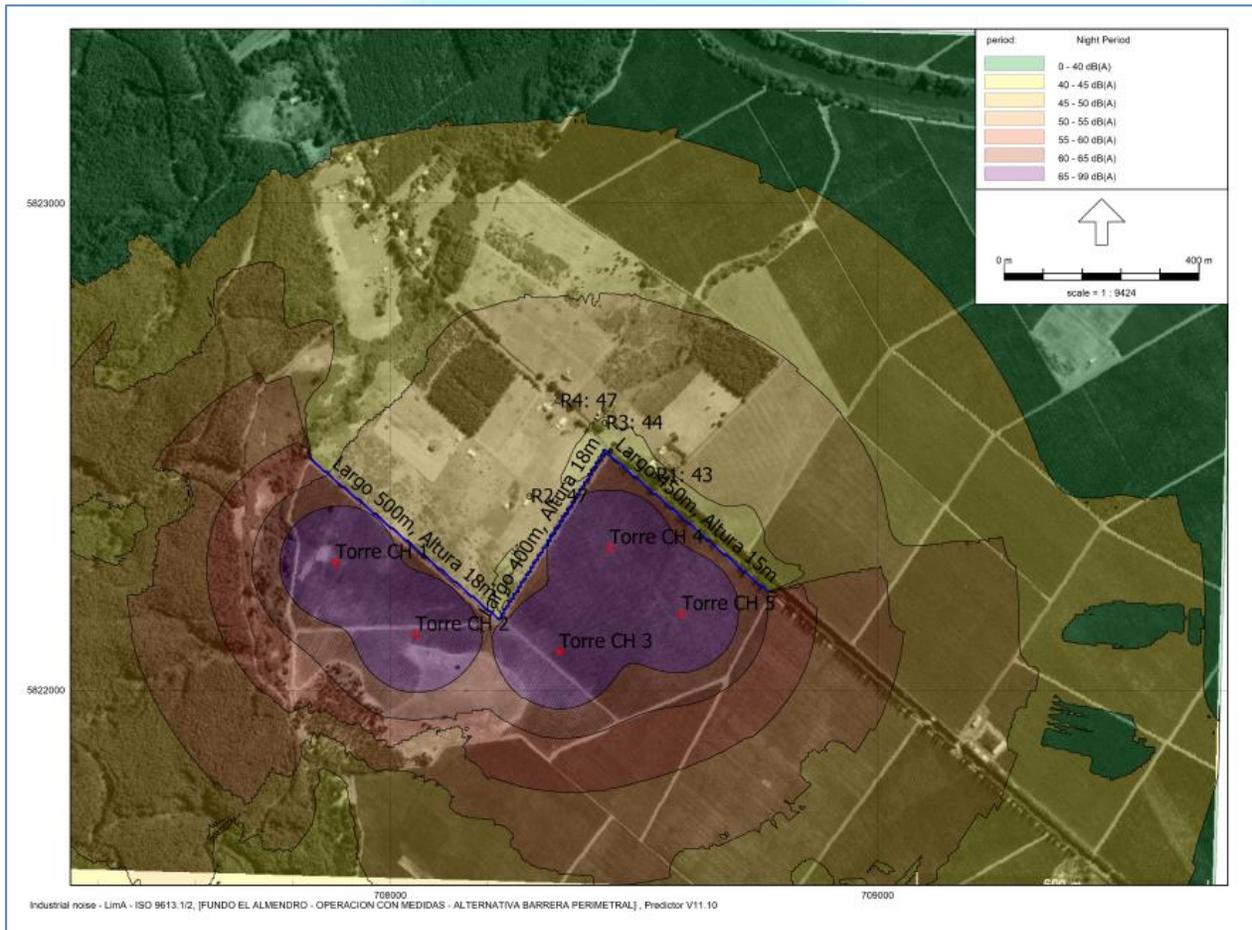
Valores que presentan un exceso entre 1 y 5 dB(A), con respecto al límite nocturno de 48 dB(A), ante lo cual se podría comenzar con darle mayor aislación acústica aérea a las transparencias de las casas en particular, suponiendo que las ventanas actuales son de 4mm de espesor se plantea la opción de agregar una nueva ventana exterior en cristal monolítico de 8mm, separada en 100mm y rellenando el perímetro interior con material absorbente sonoro de un NRC > 0.8, entregando un valor  $R_w$  42, versus los 29 dB, que atenúa actualmente, es decir una aumento de aislación aérea de 13 dB, solo en las transparencias o ventanas de las casas afectadas.



## 5.2. BARRERA ACÚSTICA PERIMETRAL

Se realiza un ejercicio conceptual correspondiente al caso de implementación de barreras acústicas sobre el deslinde del fundo. De acuerdo a los resultados de la modelación, para lograr niveles bajo los 48dB(A) sobre las posiciones receptoras, serían necesarias barreras con secciones de 18m y 15m de altura. Se presenta a continuación mapa de ruido con el emplazamiento de la barrera.

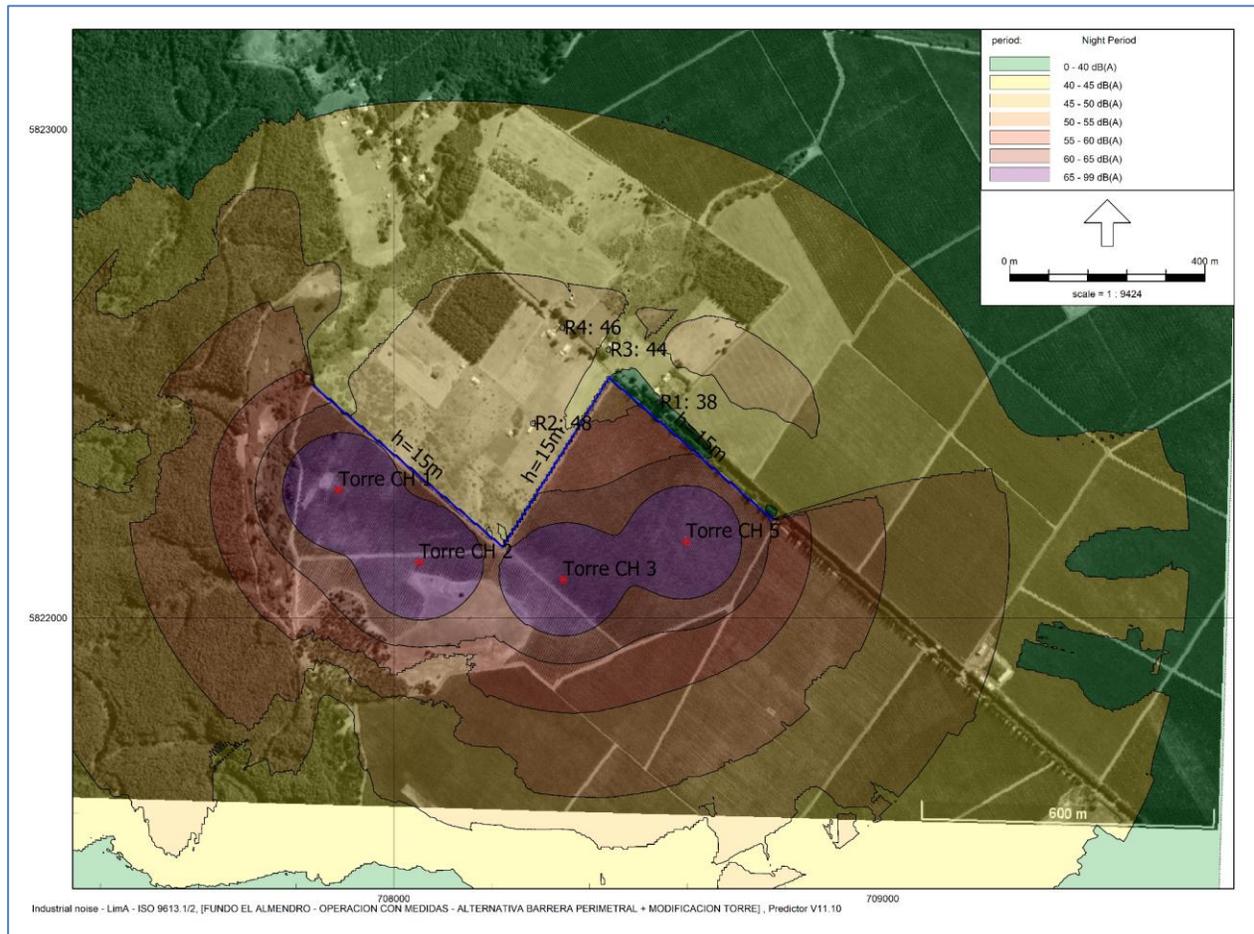
**Ilustración 8.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL CON MEDIDAS.  
ALTERNATIVA BARRERA PERIMETRAL





Como otra iteración, considerando el apagado de la torre CH 4, serían necesarias barreras con secciones de 15m de altura. Se presenta a continuación mapa de ruido con el emplazamiento de la barrera.

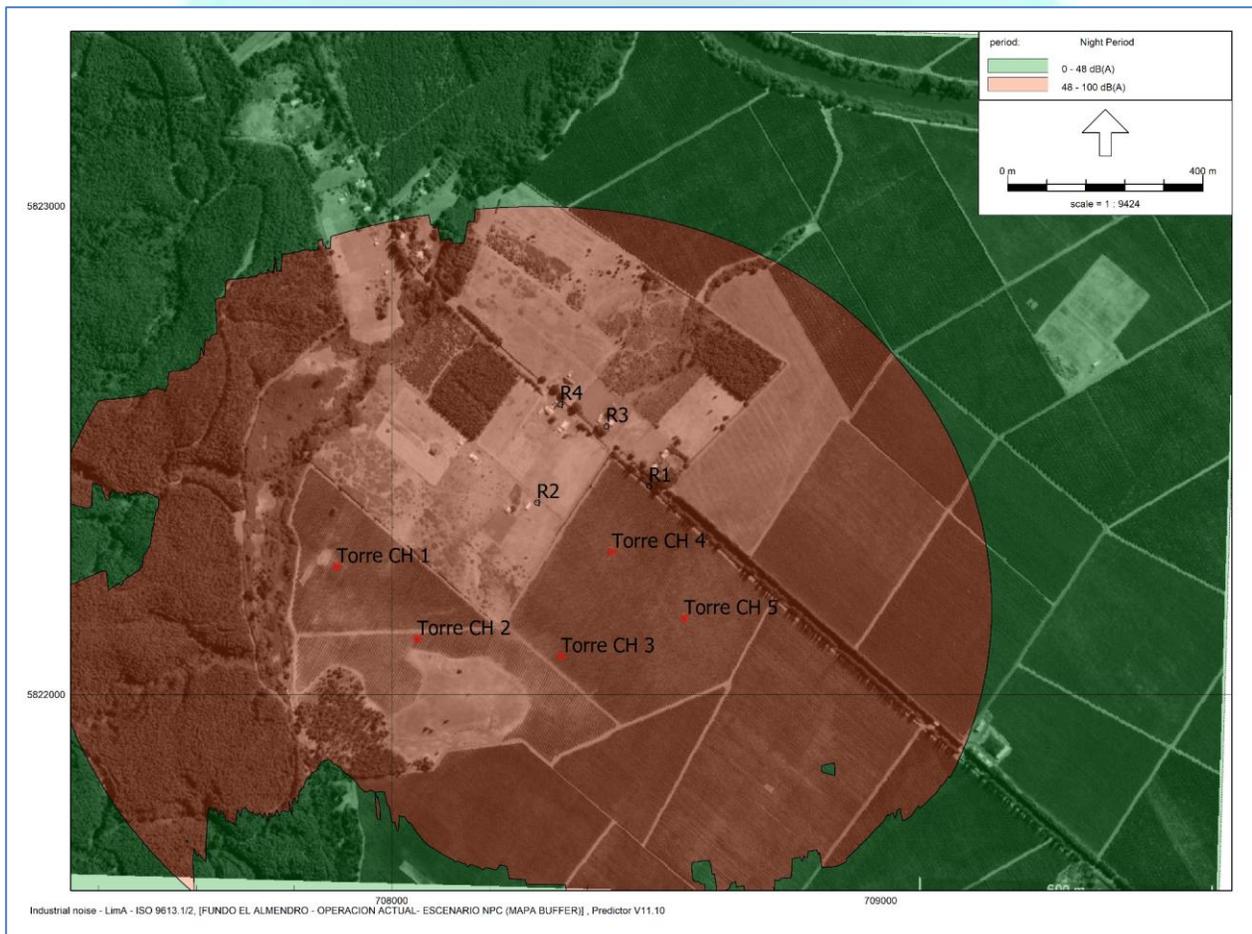
**Ilustración 9.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL CON MEDIDAS.  
ALTERNATIVA BARRERA PERIMETRAL+TORRE CH4 APAGADA



### 5.3. REUBICACION DE MAQUINAS DE VIENTO

Considerando cumplimiento de 48dB(A), se presenta el mapa de ruido del estado operativo actual, señalando el área desde el cual se estaría en conformidad con la normativa (EN VERDE). Se propone como alternativa, generar un buffer de distancia mínima del emplazamiento de las torres con relación a receptores. Cabe indicar que dada la interacción de varios equipos y la variabilidad en relación a la (re)ubicación de éstos, hacen que no se pueda señalar a priori una distancia exacta. No obstante, y considerando el emplazamiento actual, **se deberán considerar distancias mínimas de al menos 600 metros entre torres y viviendas.**

**Ilustración 10. Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL ACTUAL  
BUFFER DE CUMPLIMIENTO NORMATIVO**

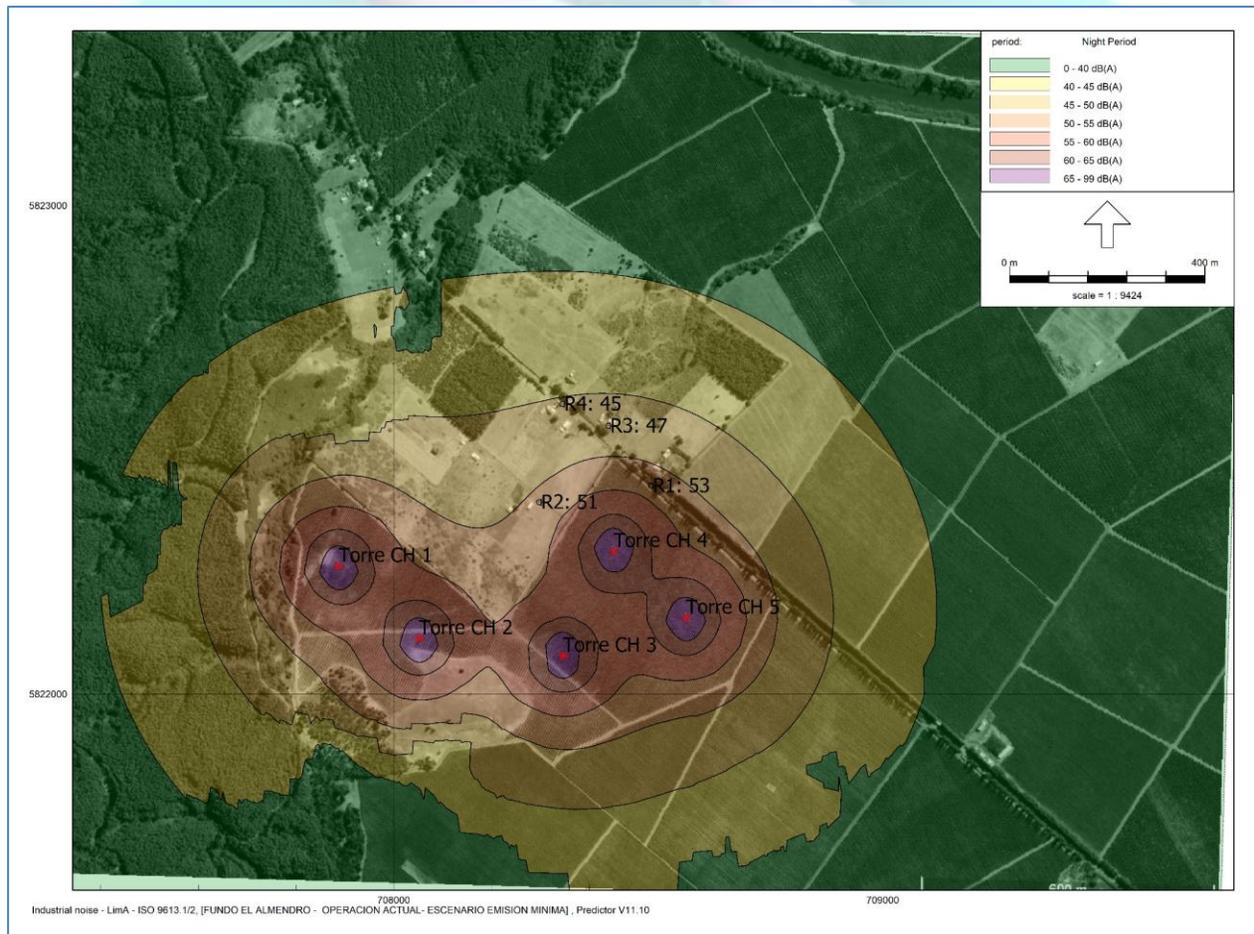


#### 5.4. AJUSTE DIRECTIVIDAD

Cabe señalar que, si bien los valores asociados a la modelación de la operación actual consideran el escenario de generación de ruido máximo, el cual corresponde al promedio energético considerando el instante del ciclo de mayor nivel de ruido en dirección a los receptores, también se presentan ciclos de menor nivel de ruido. Esto está asociada a la directividad propia de las torres, debido al giro sobre su propio eje, presentándose máximos y mínimos, según lo indicado al principio del informe.

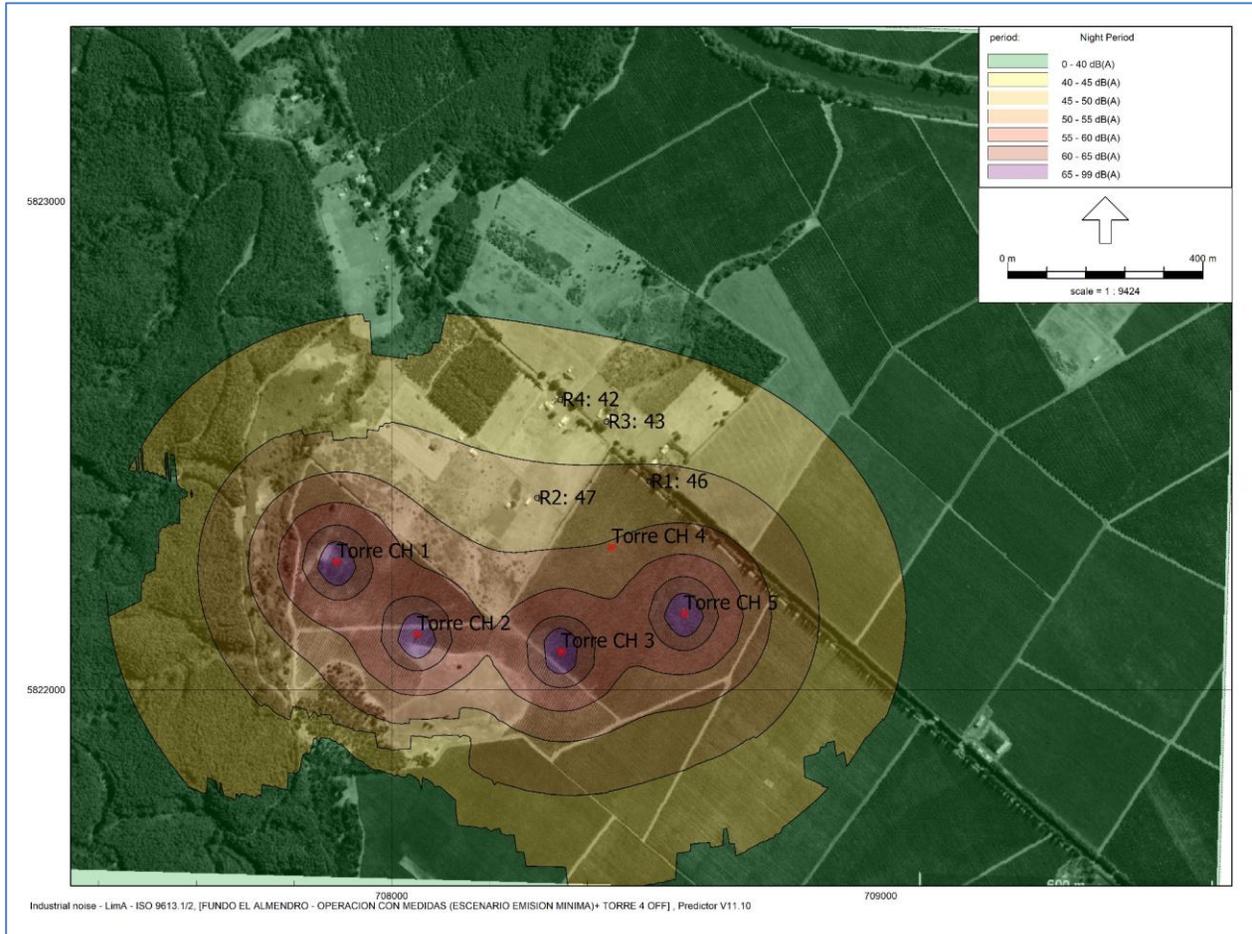
En el presente mapa se presenta el escenario considerando un ciclo de emisión mínimo (DEJANDO FIJO EL VENTILADOR), cabe indicar no obstante, que bajo el funcionamiento en este escenario, se sigue en estado de no cumplimiento para los receptores R1 y R2.

**Ilustración 11. MAPA DE RUIDO. ESCENARIO OPERACIÓN EMISION MINIMA**



Como otra iteración, considerando el apagado de la torre CH 4, se presentarían valores bajo los 48dB(A). Se presenta a continuación mapa de ruido.

**Ilustración 12. MAPA DE RUIDO. ESCENARIO OPERACIÓN EMISION MINIMA+ TORRE CH4 APAGADA**



Se debe hacer notar que la implementación de este escenario implica dejar fija y a una cierta dirección todas las torres. En caso de considerar esta alternativa, se deberá determinar el índice de directividad de las torres a fin de determinar el ángulo de cobertura y verificar la eficiencia de esta solución.



## 5.5. BARRERA ACÚSTICA PERIMETRAL + EQUIPOS MODO ECO

Considerando la emisión de ruido de equipamiento denominado ECO, es decir con un nivel de ruido de 49dB(A) a 300 metros, en conjunto con el emplazamiento de barreras perimetrales.

TRIBLADE 2730



La máquina de viento Orchard-Rite Triblade 2630 es un eficiente método para controlar heladas en frutales. Es operada por un motor diésel y cuenta con una hélice de tres aspas, que genera mucho menos ruido que las tradicionales hélices de dos aspas sin comprometer la cobertura.

Adicionalmente, trabajando en modo ECO la máquina es capaz de mantener sobre el 85% de la cobertura máxima, pero alcanzando apenas 49 dB(A) a 300 metros de distancia, con un consumo de tan sólo 20,0 litros/hora.

Las máquinas de viento Orchard-Rite incorporan un sistema de partida automática al cual se le puede agregar como opcional un sistema de telemetría, el cual permite operar el equipo remotamente desde un computador o teléfono celular. También es posible recibir alertas y llevar el registro de la temperatura y de las otras variables de operación.



Modelo Pentablade 2630	Unidades	Modo MAX	Modo ECO
<b>Motor</b>		Caterpillar 7.1 Diésel	
Potencia real en operación	[HP]	135	99
Consumo de combustible (diésel)	[l/h]	27,4	20,0
RPM del motor	[RPM]	2.230	2.010
RPM de la hélice	[RPM]	413	372
Superficie de cobertura promedio	[Ha]	6,8	6,2
Radio de cobertura promedio	[m]	148	140
<b>Ruido a 300m</b>	[dB(a)]	<b>57</b>	<b>49</b>
Empuje	[lbf]	1.708	1.388
Flujo de aire	[m3/s]	281	259



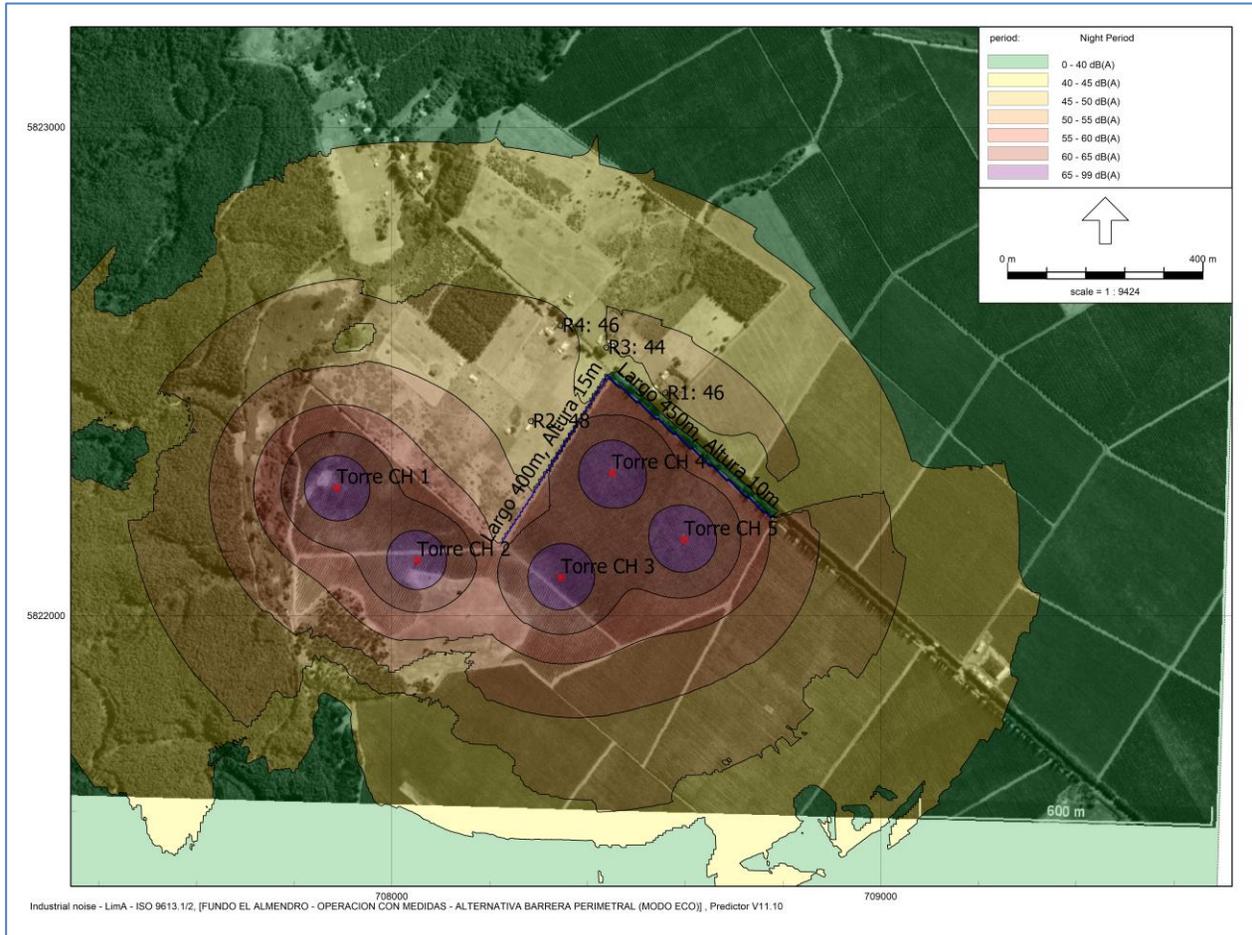
Tome contacto con nosotros: +56 2 2496 3600 / [agricola@tecnipak.com](mailto:agricola@tecnipak.com) / [www.tecnipak.com](http://www.tecnipak.com)  
Av. Colorado 700, Quilicura, Santiago, Chile.

Cabe señalar que la emisión considerada para la CONDICIÓN ACTUAL corresponde a un nivel de ruido de 54dB(A) a 300 metros, de acuerdo a mediciones in situ, no 49 dB(A) como declara el fabricante.



De acuerdo a los resultados de la modelación, para lograr niveles bajo los 48dB(A) sobre las posiciones receptoras, serían necesarias barreras con secciones de 15m (400m lineales) y 10m (450m lineales) de altura. Se presenta a continuación mapa de ruido con el emplazamiento de la barrera.

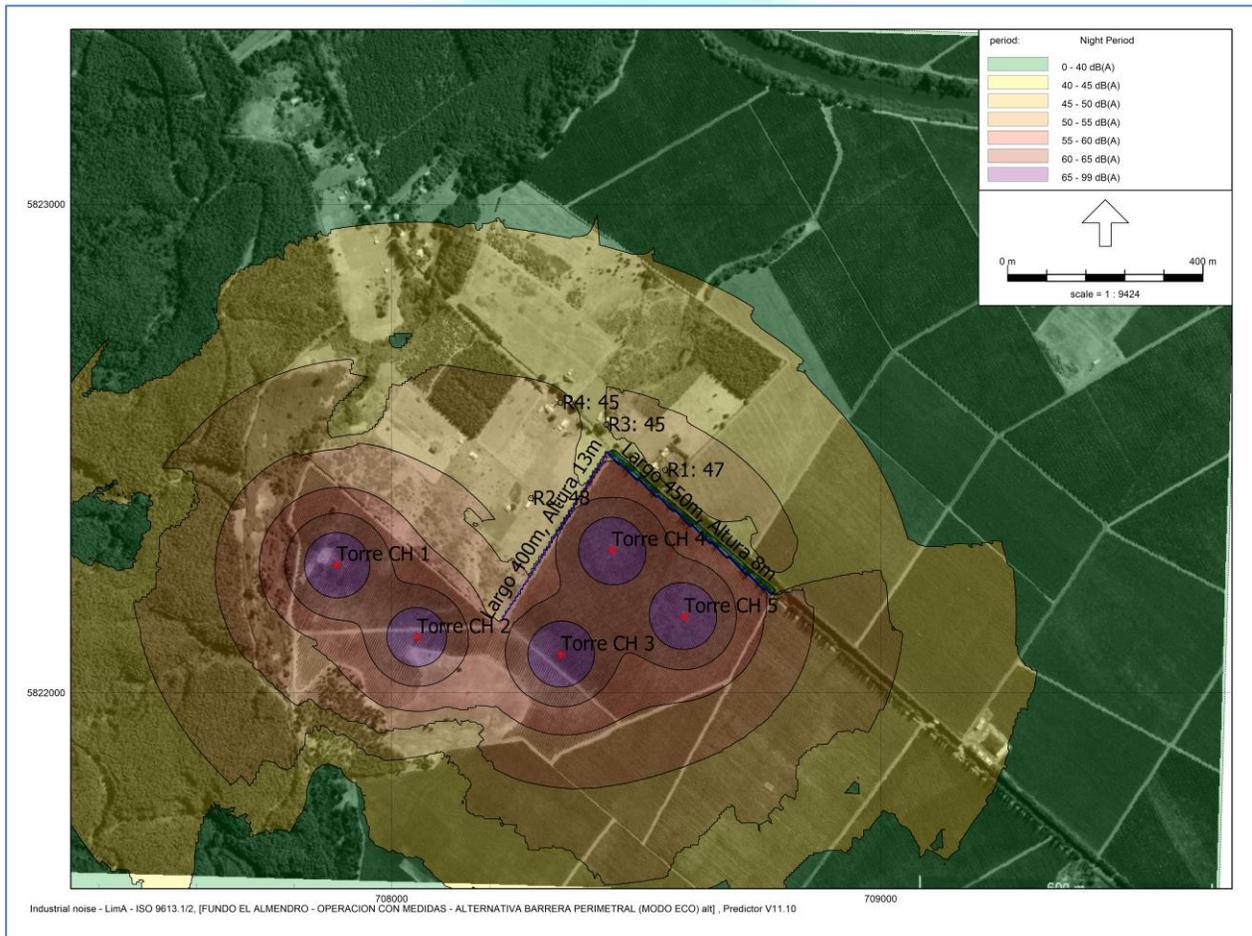
**Ilustración 13.** Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL CON MEDIDAS.  
ALTERNATIVA BARRERA PERIMETRAL+EQUIPOS MODO ECO





Como alternativa a lo anterior y a fin de rebajar la altura de las barreras, se considera la disminución de la altura de las torres a 7 metros. De acuerdo a los resultados de la modelación, para lograr niveles bajo los 48dB(A) sobre las posiciones receptoras, serían necesarias barreras con secciones de 13m (400m lineales) y 8m (450m lineales) de altura. Se presenta a continuación mapa de ruido con el emplazamiento de la barrera.

**Ilustración 14. Mapa de ruido ESTADO OPERACIONAL CON MEDIDAS.  
ALTERNATIVA BARRERA PERIMETRAL+EQUIPOS MODO ECO CON NUEVA ALTURA 7M**



## 6. PRECISIONES Y CONCLUSIONES

En acuerdo a los a los antecedentes técnicos, su respectivo análisis espectral, lo establecido en la normativa vigente, la ubicación de puntos críticos, distancia asociada entre fuente - receptor, el PRMS vigente en la Comuna de Renaico y lo informado por el Mandante, se concluye:

- ✘ Evaluación del agente físico ruido frente a escenario operacional de FUNDO AGRICOLA EL ALMENDRO, **NO PRESENTA CONFORMIDAD** con los límites permisibles de ruido sobre los establecidos en la legislación en la ubicación de puntos receptores evaluados. (D.S. 38/11), y por tanto,
- ✓ **Se presenta exigencia de aplicación de medidas de Control de Ruido (Conceptuales)** descritas en lo precedente, situación que prevé en su implementación, estado de conformidad con los límites permisibles de ruido ambiente en la ubicación de los puntos receptores en evaluación en rango horario nocturno que comprende el nivel de mayor exigencia.

**7. PLAN DE INVERSION MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO****ALTERNATIVA N°1 BARRERAS ACUSTICAS DE 18 (900 m/l) y 15m (450 m/l) de altura.**

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO U.F.	VALOR TOTAL U.F.
Paneles Acústicos Rw35 NRC > 0.8	22.950 m2	3.5	80.325
Estructura de Soporte	226 U	35.0	7.910
Obras Civiles	226 U	55.0	12.430
Instalación y Montaje			9.500
<b>TOTAL</b>			<b>110.165.-</b>
<b>ESTIMACION SUMINISTRO + MONTAJE (días hábiles)</b>			<b>240</b>

**ALTERNATIVA N°2 BARRERAS ACUSTICAS 15m (1350 m/l) de altura.**

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO U.F.	VALOR TOTAL U.F.
Paneles Acústicos Rw35 NRC > 0.8	20.250m2	3.5	70.875
Estructura de Soporte	226 U	35.0	7.910
Obras Civiles	226 U	45.0	10.170
Instalación y Montaje			9.500
<b>TOTAL</b>			<b>98.455.-</b>
<b>ESTIMACION SUMINISTRO + MONTAJE (días hábiles)</b>			<b>240</b>

**ALTERNATIVA N°3 BARRERAS ACUSTICAS 15 (400 m/l) y 10m (450 m/l) de altura.**

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO U.F.	VALOR TOTAL U.F.
Paneles Acústicos Rw35 NRC > 0.8	10.500m2	3.5	36.750
Estructura de Soporte	143 U	35.0	5.005
Obras Civiles	143 U	45.0	6.435
Instalación y Montaje			6.000
<b>TOTAL</b>			<b>54.190.-</b>
<b>ESTIMACION SUMINISTRO + MONTAJE (días hábiles)</b>			<b>200</b>

**ALTERNATIVA N°4 BARRERAS ACUSTICAS 13 (400 m/l) y 8m (450 m/l) de altura.**

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO U.F.	VALOR TOTAL U.F.
Paneles Acústicos Rw35 NRC > 0.8	8800 m2	3.5	30.800
Estructura de Soporte	143 U	30.0	4.290
Obras Civiles	143 U	45.0	6.435
Instalación y Montaje			6.000
<b>TOTAL</b>			<b>47.525.-</b>
<b>ESTIMACION SUMINISTRO + MONTAJE (días hábiles)</b>			<b>200</b>

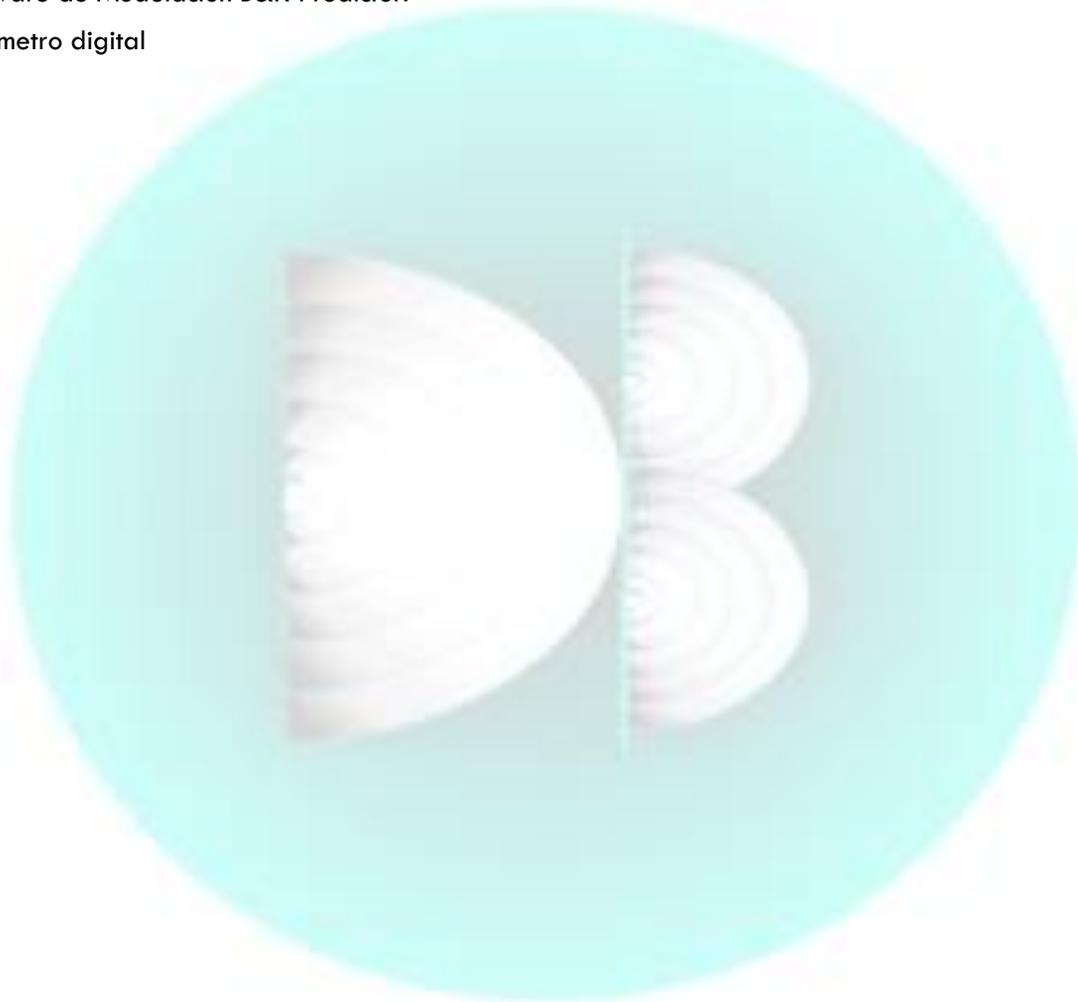
**OPCION DOBLE VENTANA CASAS RECEPTORES.**

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO U.F.	VALOR TOTAL U.F.
Cristal monolítico 8mm + marco + separador absorbtor sonoro	N/A	8 – 10 /m2	-



## 8. INSTRUMENTAL

- Sonómetro LD, Modelo LxT, tipo 1, filtros de banda 1/1. Estándares IEC651. ANSI S1.4, ANSI S1.43
- Calibrador de precisión 94 dB SPL 1000 Hz, Modelo CAL200.
- Filtro de viento de 3".
- GPS
- Software de Modelación B&K Predictor.
- Odómetro digital





## 9. ANEXO CERTIFICADOS

### Calibration Certificate

**Certificate Number** 2019002875  
**Customer:**  
 Sistemas De Instrumentacion  
 Concha Y Toro NO 65  
 Santiago-Centre  
 Santiago, Chile

<b>Model Number</b> LXT2	<b>Procedure Number</b> D0001 8384
<b>Serial Number</b> 0005280	<b>Technician</b> Ron Harris
<b>Test Results</b> <b>Pass</b>	<b>Calibration Date</b> 7 Mar 2019
<b>Initial Condition</b> As Manufactured	<b>Calibration Due</b> 7 Mar 2021
<b>Description</b> SoundTrack LXT Class 2 Class 2 Sound Level Meter Firmware Revision: 2.302	<b>Temperature</b> 23.33 °C ± C 25 °C <b>Humidity</b> 49.4 %RH ± 2.0 %RH <b>Static Pressure</b> 85.45 kPa ± C 13 kPa

**Evaluation Method** *Tested with:* *Data reported in dB re 20 µPa.*  
 Larson Davis PRLXT28, S/N 056057  
 PCB 376B02, S/N 011692  
 Larson Davis CAL200, S/N 8079  
 Larson Davis CAL291, S/N 0168

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications and the following standards when combined with Calibration Certificate from procedure D0001.8378:

IEC 60651:2001 Type 2	ANSI S1.4-2014 Class 2
IEC 60604:2000 Type 2	ANSI S1.4 (R2006) Type 2
IEC 61252:2002	ANSI S1.11 (R2009) Class 2
IEC 61260:2001 Class 2	ANSI S1.25 (R2007)
IEC 61672:2013 Class 2	ANSI S1.43 (R2007) Type 2

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the International System of Units (SI) through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005.

Test points marked with \* & # in the uncertainty column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

Correction data from Larson Davis LXT Manual for SoundTrack LXT & SoundExpert Ltd, I770.0 Rev J Supporting Firmware Version 2.301, 2015-04-30

---

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
 1681 West 826 North  
 Provo, UT 84601, United States  
 716-684-9001

2019-3-7T09:03:31




Page 1 of 3



D0001.840 Rev C



**Certificate Number 2019002875**

For 1.4" microphones, the Larson Davis ADP024 1/4" to 1/2" adaptor is used with the calibrators and the Larson Davis ADP043 1/4" to 1/2" adaptor is used with the preamplifier

Calibration Check Frequency: 1000 Hz; Reference Sound Pressure Level: 114 dB re 20 µPa

Periodic tests were performed in accordance with procedures from IEC 61672-3:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 3.

No Pattern approval for IEC 61672-1:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 1 available

The sound level meter submitted for testing successfully completed the periodic tests of IEC 61672-3:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 3, for the environmental conditions under which the tests were performed. However, no general statement or conclusion can be made about conformance of the sound level meter to the full specifications of IEC 61672-1:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 1 because (a) evidence was not publicly available, from an independent testing organization responsible for pattern approvals, to demonstrate that the model of sound level meter fully conformed to the class 2 specifications in IEC 61672-1:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 1 or correction data for acoustical test of frequency weighting were not provided in the Instruction Manual and (b) because the periodic tests of IEC 61672-3:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 3 cover only a limited subset of the specifications in IEC 61672-1:2013 / ANSI/ASA S1.4-2014/Part 1.

**Standards Used**

Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Larson Davis CAL291 Residual Intensity Calibrator	2018-09-19	2019-09-19	001250
SRS DS369 Ultra Low Distortion Generator	2018-06-21	2019-06-21	005311
Hart Scientific 2626-H Temperature Probe	2018-08-19	2019-08-19	005798
Larson Davis CAL260 Acoustic Calibrator	2018-07-24	2019-07-24	007027
Larson Davis Model 831	2019-02-22	2020-02-22	007182
PCB 377A13 1/2 inch Prepolarized Pressure Microphone	2019-03-05	2020-03-05	007185

**Acoustic Calibration**

Measured according to IEC61672-3:2013 10 and ANSI S1.4-2014 Part 3: 10

Measurement	Test Result [dB]	Lower Limit [dB]	Upper Limit [dB]	Expanded Uncertainty [dB]	Result
1000 Hz	114.00	113.80	114.20	0.14	Pass

**Acoustic Signal Tests, C-weighting**

Measured according to IEC 61672-3:2013 12 and ANSI S1.4-2014 Part 3: 12 using a comparison coupler with Unit Under Test (UUT) and reference SLM using slow time-weighted sound level for compliance to IEC 61672-1:2013 5.5; ANSI S1.4-2014 Part 1: 5.5

Frequency [Hz]	Test Result [dB]	Expected [dB]	Lower Limit [dB]	Upper Limit [dB]	Expanded Uncertainty [dB]	Result
125	-0.26	-0.20	-1.70	1.30	0.23	Pass
1000	0.20	0.00	-1.00	1.00	0.23	Pass
8000	-4.43	-3.00	-8.00	2.00	0.31	Pass

-- End of measurement results --

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-9001

2019-3-27 08:30:51



Page 2 of 3



D0001.8406 Rev C





Certificate Number 2019002875

### Self-generated Noise

Measured according to IEC 61672-3:2013 11.1 and ANSI S14-2014 Part 3: 11.1

Measurement	Test Result [dB]
A-weighted	45,44

-- End of measurement results--

-- End of Report--

Signature: Ron Harris

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
 1681 West 820 North  
 Provo, UT 84601, United States  
 716-684-9001



2019-1-17 08:39:53

Page 3 of 3

D0001.8604 Rev C





## Calibration Certificate

Certificate Number 201902584

Customer:  
Sistemas De Instrumentacion  
Concha Y Toro NO 65  
Santiago-Centre  
Santiago, Chile

Model Number 375B02  
Serial Number 011692  
Test Results **Pass**  
Initial Condition As Manufactured  
Description 1/2 inch Microphone - FF - 0V

Procedure Number 00001.8367  
Technician Abraham Ortega  
Calibration Date 28 Feb 2019  
Calibration Due 28 Feb 2021  
Temperature 22.9 °C ± 0.01 °C  
Humidity 35.8 %RH ± 0.5 %RH  
Static Pressure 101.59 kPa ± 0.03 kPa

Evaluation Method Tested electrically using an electrostatic actuator.

Compliance Standards Compliant to Manufacturer Specifications.

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with † ‡ do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

### Standards Used

Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Larson Davis Model 2900 Real Time Analyzer	07/02/2018	07/02/2019	001230
Microphone Calibration System	08/28/2018	08/28/2019	001233
1/2" Preamplifier	12/17/2018	12/17/2019	001274
Agilent 34401A DMM	12/07/2018	12/07/2019	001329
Larson Davis CAL350 Acoustic Calibrator	01/04/2019	01/04/2020	002020
1/2" Preamplifier	04/12/2018	04/12/2019	006306
Larson Davis 1/2" Preamplifier 7-pin LEMO	08/22/2018	08/22/2019	006507
1/2 inch Microphone - RI - 290V	05/10/2018	05/10/2019	006510
1/2 inch Microphone - RI - 290V	08/09/2018	08/09/2019	006519
Larson Davis 1/2" Preamplifier 7-pin LEMO	08/22/2018	08/22/2019	006530
Larson Davis 1/2" Preamplifier 7-pin LEMO	08/13/2018	08/11/2019	006531

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 420 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



3/8/2019 3:25:54PM

Page 1 of 4

D0001.8615 Rev 0





## Calibration Certificate

Certificate Number 201902851

**Customer:**

Sistemas De Instrumentacion  
Cancha Y Toro NO 45  
Santiago-Centre  
Santiago, Chile

**Model Number** PRMLxT2B

**Serial Number** 069057

**Test Results** Pass

**Initial Condition** As Manufactured

**Description** Larson Davis 1/2" Preampifier for LxT Class 2  
-11 dB

**Procedure Number** D0001.8383

**Technician** Ron Harrie

**Calibration Date** 6 Mar 2019

**Calibration Due** 6 Mar 2021

**Temperature** 23.75 °C ± 0.01 °C

**Humidity** 48.4 %RH ± 0.5 %RH

**Static Pressure** 85.37 kPa ± 0.03 kPa

**Evaluation Method** Tested electrically using an 18.0 pF capacitor to simulate microphone capacitance. Data reported in dB re 20 µPa assuming a microphone sensitivity of 50.0 mV/Pa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with † in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans to complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

### Standards Used

Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Larson Davis Model 2900 Real Time Analyzer	03/07/2018	03/07/2019	003003
Hart Scientific 2626-H Temperature Probe	08/19/2018	08/19/2019	006798
Agilent 34401A DMM	05/29/2018	06/29/2019	007165
SRS DS350 Ultra Low Distortion Generator	10/04/2018	10/04/2019	007167

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001

3/6/2019 3:26:12PM



Page 1 of 5



D0001.8412 Rev C



## Calibration Certificate

Certificate Number 2019001538

Customer:  
Sistemas De Instrumentacion  
Concha Y Toro NO 65  
Santiago-Centro  
Santiago, Chile

**Model Number** DAL150  
**Serial Number** 3184  
**Test Results** Pass  
**Initial Condition** As Manufactured  
**Description** Larson Davis CAL150 Calibrator

**Procedure Number** D0001.8383  
**Technician** Scott Montgomery  
**Calibration Date** 6 Feb 2019  
**Calibration Due** 6 Feb 2021  
**Temperature** 25 °C ± 0.3 °C  
**Humidity** 28 %RH ± 3 %RH  
**Static Pressure** 101.2 kPa ± 1 kPa

**Evaluation Method** The data is acquired by the insert voltage calibration method using the reference microphone's open circuit sensitivity. Data reported in dB re 20 µPa.

**Compliance Standards** Compliant to Manufacturer Specifications per D0001.8190 and the following standards:  
IEC 60042:2017 ANSI S1.40:2006

Issuing lab certifies that the instrument described above meets or exceeds all specifications as stated in the referenced procedure (unless otherwise noted). It has been calibrated using measurement standards traceable to the SI through the National Institute of Standards and Technology (NIST), or other national measurement institutes, and meets the requirements of ISO/IEC 17025:2005. Test points marked with a † in the uncertainties column do not fall within this laboratory's scope of accreditation.

The quality system is registered to ISO 9001:2015.

This calibration is a direct comparison of the unit under test to the listed reference standards and did not involve any sampling plans or complete. No allowance has been made for the instability of the test device due to use, time, etc. Such allowances would be made by the customer as needed.

The uncertainties were computed in accordance with the ISO Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM). A coverage factor of approximately 2 sigma (k=2) has been applied to the standard uncertainty to express the expanded uncertainty at approximately 95% confidence level.

This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the organization issuing this report.

### Standards Used

Description	Cal Date	Cal Due	Cal Standard
Agilent 34401A DMM	09/06/2018	09/06/2019	001021
Larson Davis Model 2100 Real Time Analyzer	04/10/2018	04/10/2019	001051
Microphone Calibration System	03/07/2018	03/07/2019	005446
1/2" Pre-amplifier	09/20/2018	09/20/2019	006506
Larson Davis 1/2" Pre-amplifier 7-pin LEMO	08/07/2018	08/07/2019	006507
1/2 inch Microphone - R1 - 200V	03/10/2018	03/10/2019	009210
Pressure Transducer	07/18/2018	07/18/2019	007368

LARSON DAVIS - A PCB PIEZOTRONICS DIV.  
1681 West 820 North  
Provo, UT 84601, United States  
716-684-0001



3/7/2019 1:08:08 PM

Page 1 of 3

D0001.8410 Rev B



Santiago, lunes 22 de abril de 2019

**Asunto:** Solicitud de pronunciamiento de conformidad de Certificados de Calibración de Instrumento de medición identificado más adelante, propiedad de ACUSTICA MCR SPA.

**Ref:** Pronunciamiento respecto a certificado de calibración, emitido por el Laboratorio LARSON DAVIS A DIVISION OF PCB PIEZOTRONICS.

Señores ACUSTICA MCR SPA.

Con relación a vuestra solicitud de pronunciamiento por parte de este Instituto, con respecto a la conformidad de los Certificados de Calibración N° 2019002875 y N° 2019002863, emitidos por el Laboratorio LARSON DAVIS A DIVISION OF PCB PIEZOTRONICS el 07/03/2019 y 06/03/2019 respectivamente, correspondientes al SONÓMETRO:

- **Marca:** LARSON DAVIS, modelo: LxT2, N° de serie: 0005280

Asociado al cumplimiento de los requerimientos establecidos para **equipos nuevos** en el Decreto Exento N°542 del 30 de mayo de 2014, del MINSAL, que aprueba la Norma Técnica N°165 "Sobre el Certificado de Calibración Periódica para Sonómetros Integradores-Promediadores y Calibradores Acústicos de Terreno", en el marco de la aplicación del Decreto Supremo N° 38/2011 del MMA, "Norma de Emisión de Ruido Generados por Fuentes que Indica", podemos señalar que dicho certificado **CUMPLE** con las exigencias especificadas en esa normativa.

Los certificados, y en consecuencia esta carta de pronunciamiento, tienen una **vigencia de 2 años** a partir de las fechas de emisión señaladas anteriormente, **07/03/2019 y 06/03/2019**.

A partir del **07 de marzo de 2021**, para el equipo individualizado comenzará a regir la exigencia señalada en el artículo 5 del Decreto Exento N° 542 que aprueba la Norma Técnica N°165 "Sobre el Certificado de Calibración Periódica para Sonómetros Integradores-Promediadores y Calibradores Acústicos de Terreno", con respecto a la obligatoriedad de realizar la calibración periódica en el Laboratorio de Calibración Acústica del Instituto de Salud Pública de Chile.

Sin otro particular saluda atentamente a usted.

  
**Mauricio Sánchez Valenzuela**  
 Jefe Sección Ruido y Vibraciones  
 Departamento Salud Ocupacional  
 Instituto de Salud Pública de Chile

Nº 18000001-000 - 8 de mayo de 2019  
 Calle 45, Derrama 22 - Oficina Postal 7100000  
 Ministerio de Salud, 2210 9461 / 2210 9462  
 www.isp.chile



## LABCAL – ISP

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PERIÓDICA

Código: SON20180007  
Página 1 de 7 páginas

FABRICANTE SONÓMETRO : LARSON DAVIS

MODELO SONÓMETRO : LxT1

NÚMERO SERIE SONÓMETRO : 0003190

MARCA MICRÓFONO : PCB PIEZOTRONICS

MODELO MICRÓFONO : 377B02

NÚMERO SERIE MICRÓFONO : LW132062

FECHA CALIBRACIÓN : 19/02/2018

CLIENTE : PROACUS SPA

DIRECCIÓN : JOSÉ MANUEL INFANTE N° 100, PROVIDENCIA, SANTIAGO

Hernán Fontecilla García Técnico de Calibración	
Juan Carlos Valenzuela Illanes Director Técnico	

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Anexo a este Certificado de Calibración se adjuntan los valores nominales de los resultados de la calibración, junto con las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Se incluye además, una tabla resumen con el resultado de contrastar dichas tolerancias con los resultados, teniendo en cuenta la incertidumbre de medida. La tabla no supone la conformidad del instrumento con respecto a la especificación metroológica, tan sólo con los apartados de dicha especificación metroológica.

Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, aplicando únicamente al instrumento sometido a ensayo. Este Informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo expide.

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile  
Marathon 1000 – Nuñoa – Santiago – Chile.  
Tel.: (56 – 2) 2575 55 61.  
[www.ispch.cl](http://www.ispch.cl)



Código: SON20180007

Página 2 de 7 páginas

- **CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDIDA:**  
T = 23°C ± 3°C / H.R. = 50% ± 20% / P = 95kPa ± 10kPa
- **CONDICIONES AMBIENTALES DE REFERENCIA:**  
T = 23°C / H.R. = 50 % / P = 101,325kPa
- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:**  
ME-512.03-001 Calibración de Sonómetros Según Norma Técnica IEC 61672-3:2006 de Sonómetros.
- **ESPECIFICACIÓN METROLÓGICA APLICADA:**  
Las tolerancias aplicadas son las establecidas en la Norma IEC 61672-3:2006 de Sonómetros. Dichas tolerancias son las indicadas en el grado de precisión del instrumento Clase 1.
- **PATRONES UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN:**  
Los patrones utilizados garantizan su trazabilidad a través de Laboratorios nacionales acreditados por el INN o por Laboratorios internacionales acreditados. La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros patrones de referencia calibrados periódicamente con los patrones de los laboratorios de Brüel & Kjaer.
- **RESUMEN DE RESULTADOS:**



Apartado de la especificación metrológica (Ref. IEC 61672-3:2006)		Resultado
Indicación a la frecuencia de comprobación de la calibración (Apartado 9)		POSITIVO
Ruido intrínseco (Apartado 10)	Micrófono Instalado	N/A
	Dispositivo de entrada eléctrica	POSITIVO
Ponderación frecuencial con señales acústicas (Apartado 11)	Ponderación frecuencial A	N/A
	Ponderación frecuencial C	POSITIVO
Ponderación frecuencial con señales eléctricas (Apartado 12)	Ponderación frecuencial A	POSITIVO
	Ponderación frecuencial C	POSITIVO
	Ponderación frecuencial lineal	N/A
	Ponderación frecuencial Z	POSITIVO
Ponderaciones temporales y frecuenciales a 1 kHz. (Apartado 13)	Ponderaciones frecuenciales	POSITIVO
	Ponderaciones temporales	POSITIVO
Linealidad de nivel en el margen de nivel de referencia (Apartado 14)		POSITIVO
Linealidad de nivel incluyendo el selector de márgenes de nivel (Apartado 15)		N/A
Respuesta a tren de ondas (Apartado 16)	Ponderación temporal Fast	POSITIVO
	Ponderación temporal Slow	POSITIVO
	Nivel promediado en el tiempo	POSITIVO
Nivel de sonido con ponderación C de pico (Apartado 17)		POSITIVO
Indicación de sobrecarga (Apartado 18)		POSITIVO

- Resultado **POSITIVO** significa que el instrumento cumple con la especificación metrológica aplicada.
- Resultado **NEGATIVO** significa que el instrumento no cumple con la especificación metrológica aplicada.
- Resultado **N/A** significa que el ensayo no es aplicable al instrumento.

▪ **INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA PARA LA CALIBRACIÓN**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	Nº SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	CALIBRADO POR
Generador de funciones	STANDFORD	DS360	88431	2016-3605	DTS
Generador Multifrecuencia	BRUEL & KJAER	4226	2692339	CAS-140788-XSY9G2-902	BRUEL&KJAER North America Inc.
Multímetro Digital	KEITHLEY	2015-P	2485	2016-3423	DTS
Módulo de presión Barométrica	ALMEMO	FD A612-SA	9040332	D-K-15211-01-00	ENAER
Termohigrómetro	ALMEMO	FH A646-E1	09070450	D-K-15211-01-00	ENAER

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile  
 Marathon 1000 – Nuñoa – Santiago – Chile.  
 Tel. (56 – 2) 2575 55 61.  
 www.ispch.cl





Código: SON20180007

Página 3 de 7 páginas

### INDICACIÓN A LA FRECUENCIA DE CALIBRACIÓN

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (dB)	Ajustado	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
113.93	1000	0	0.2	NO	114.10	113.73	0.37	0.23	1.1	-1.1
113.93	1000	0	0.2	SI	113.60	113.73	-0.13	0.23	1.1	-1.1

### RUIDO INTRÍNSECO

#### Dispositivo de Entrada Eléctrica

Ponderación Frecuencial	Nivel Leído (dB)	U (dB)	Especificación Fabricante (dB)
A	27.40	0.058	29.00
C	26.90	0.058	29.00
Z	32.90	0.058	34.00

### PONDERACIÓN FRECUENCIAL ACÚSTICA

#### Ponderación Frecuencial C

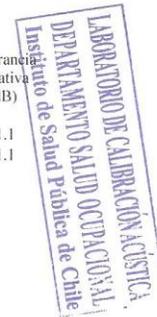
NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
113.98	63	-0.8	0	112.90	113.05	-0.15	0.28	1.5	-1.5
113.94	125	-0.2	0	113.50	113.61	-0.11	0.28	1.5	-1.5
113.92	250	0	0	113.65	113.79	-0.14	0.29	1.4	-1.4
113.92	500	0	0	113.65	113.79	-0.14	0.29	1.4	-1.4
113.93	1000	0	0.2	113.60	-	-	-	-	-
113.93	2000	-0.2	0.3	113.30	113.30	0.00	0.28	1.6	-1.6
113.86	4000	-0.8	1.0	111.90	111.93	-0.03	0.28	1.6	-1.6
113.97	8000	-3	3.26	107.75	107.58	0.17	0.29	2.1	-3.1
113.96	12500	-6.2	6.6	102.40	101.03	1.37	1.5	3	-6

### PONDERACIÓN FRECUENCIAL

#### Ponderación Frecuencial A

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (eléctrica) (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
121.20	63	-26.2	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.5	-1.5
111.10	125	-16.1	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.5	-1.5
103.60	250	-8.6	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.4	-1.4
98.20	500	-3.2	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.4	-1.4
95.00	1000	0	0	95.00	-	-	-	-	-
93.80	2000	1.2	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.6	-1.6
94.00	4000	1	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.6	-1.6
96.10	8000	-1.1	0	95.00	95.00	0.00	0.18	2.1	-3.1
101.60	16000	-6.6	0	95.10	95.00	0.10	0.18	3.5	-17

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrológica aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.



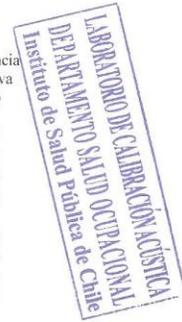


Código: SON20180007

Página 4 de 7 páginas

### Ponderación Frecuencial C

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (eléctrica) (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
95.80	63	-0.8	0	94.90	95.00	-0.10	0.18	1.5	-1.5
95.20	125	-0.2	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.5	-1.5
95.00	250	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.4	-1.4
95.00	500	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.4	-1.4
95.00	1000	0	0	95.00	-	-	-	-	-
95.20	2000	-0.2	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.6	-1.6
95.80	4000	-0.8	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.6	-1.6
98.00	8000	-3	0	95.00	95.00	0.00	0.18	2.1	-3.1
103.50	16000	-8.5	0	95.10	95.00	0.10	0.18	3.5	-17



### Ponderación Frecuencial Z

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial (dB)	Corrección (eléctrica) (dB)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
95.00	63	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.5	-1.5
95.00	125	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.5	-1.5
95.00	250	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.4	-1.4
95.00	500	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.4	-1.4
95.00	1000	0	0	95.00	-	-	-	-	-
95.00	2000	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.6	-1.6
95.00	4000	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	1.6	-1.6
95.00	8000	0	0	95.00	95.00	0.00	0.18	2.1	-3.1
95.00	16000	0	0	94.90	95.00	-0.10	0.18	3.5	-17

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrología aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.



Código: SON20180007

Página 5 de 7 páginas

### LINEALIDAD

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
141.10	8000	OVERLOAD	140.00	-	-	1.1	-1.1
140.10	8000	139.00	139.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
139.10	8000	138.00	138.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
138.10	8000	137.00	137.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
137.10	8000	136.00	136.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
136.10	8000	135.00	135.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
135.10	8000	134.00	134.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
130.10	8000	129.00	129.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
125.10	8000	124.00	124.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
120.10	8000	119.00	119.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
115.10	8000	114.00	-	-	-	-	-
110.10	8000	109.00	109.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
105.10	8000	104.00	104.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
100.10	8000	99.00	99.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
95.10	8000	94.00	94.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
90.10	8000	89.00	89.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
85.10	8000	84.00	84.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
80.10	8000	79.00	79.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
75.10	8000	74.00	74.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
70.10	8000	69.00	69.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
65.10	8000	64.00	64.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
60.10	8000	59.00	59.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
55.10	8000	54.00	54.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
50.10	8000	49.00	49.00	0.00	0.14	1.1	-1.1
45.10	8000	44.10	44.00	0.10	0.14	1.1	-1.1
44.10	8000	43.10	43.00	0.10	0.14	1.1	-1.1
43.10	8000	42.10	42.00	0.10	0.14	1.1	-1.1
42.10	8000	41.20	41.00	0.20	0.14	1.1	-1.1
41.10	8000	40.20	40.00	0.20	0.14	1.1	-1.1
40.10	8000	39.30	39.00	0.30	0.14	1.1	-1.1
39.10	8000	38.30	38.00	0.30	0.14	1.1	-1.1
38.10	8000	37.40	37.00	0.40	0.14	1.1	-1.1
37.10	8000	36.50	36.00	0.50	0.14	1.1	-1.1
36.10	8000	UNDER-RANGE	35.00	-	-	1.1	-1.1



Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrológica aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.





Código: SON20180007  
Página 6 de 7 páginas

### DIFERENCIA DE INDICACIÓN

#### Ponderaciones Temporales

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Temporal	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
114.00	1000	NPS Fast	114.10	-	-	-	-	-
114.00	1000	NPS Slow	114.10	114.10	0.00	0.082	0.3	-0.3
114.00	1000	Leq	114.00	114.10	-0.10	0.082	0.3	-0.3

#### Ponderaciones Frecuenciales

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Ponderación Frecuencial	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
114.00	1000	A	114.10	-	-	-	-	-
114.00	1000	C	114.10	114.10	0.00	0.082	0.4	-0.4
114.00	1000	Z	114.10	114.10	0.00	0.082	0.4	-0.4



### RESPUESTA A TREN DE ONDAS

#### Ponderación temporal Fast

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Duración (ms)	t_exp (s)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
136.00	4000.00	-	-	137.00	-	-	-	-	-
136.00	4000.00	200	0.125	136.00	136.02	-0.02	0.082	0.8	-0.8
136.00	4000.00	2	0.125	118.80	119.01	-0.21	0.082	1.3	-1.8
136.00	4000.00	0.25	0.125	109.80	110.01	-0.21	0.082	1.3	-3.3

#### Ponderación temporal Slow

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Duración (ms)	t_exp (s)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
136.00	4000.00	-	-	137.00	-	-	-	-	-
136.00	4000.00	200	1	129.50	129.58	-0.08	0.082	0.8	-0.8
136.00	4000.00	2	1	109.90	110.01	-0.11	0.082	1.3	-3.3

#### Nivel promediado en el tiempo

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Duración (ms)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
136.00	4000.00	-	137.00	-	-	-	-	-
136.00	4000.00	200	130.00	130.01	-0.01	0.082	0.8	-0.8
136.00	4000.00	2	110.00	110.01	-0.01	0.082	1.3	-1.8
136.00	4000.00	0.25	100.80	100.98	-0.18	0.082	1.3	-3.3

Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrología aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.



Código: SON20180007

Página 7 de 7 páginas

### NIVEL DE SONIDO CON PONDERACIÓN C DE PICO

NPA aplicado (dB)	Frecuencia (Hz)	Número de Ciclos	Lcpeak-Lc	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
138.00	8000	-	-	135.00	-	-	-	-	-
135.00	500	-	-	135.10	-	-	-	-	-
138.00	8000	Uno	3.4	137.80	138.40	-0.60	0.082	2.4	-2.4
135.00	500	Semiciclo positivo	2.4	137.20	137.50	-0.30	0.082	1.4	-1.4
135.00	500	Semiciclo negativo	2.4	137.20	137.50	-0.30	0.082	1.4	-1.4

### INDICACIÓN DE SOBRECARGA

Margen Superior (dB)	Frecuencia (Hz)	Señal de Entrada	Nivel Sobrecarga (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	U (dB)	Tolerancia positiva (dB)	Tolerancia negativa (dB)
140	4000	Semiciclo positivo	143.60	-	-	-	-	-
140	4000	Semiciclo negativo	143.60	143.60	0.00	0.14	1.8	-1.8



Si a la derecha de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metroológica aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.



## LABCAL – ISP

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile.

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PERIÓDICA

Código: CAL20180007

Página 1 de 1 páginas (más anexos)

CALIBRADOR ACÚSTICO : LARSON DAVIS

MODELO : CAL200

NÚMERO DE SERIE : 9733

FECHA DE CALIBRACIÓN : 19 – 02 – 2018

CLIENTE : PROACUS SPA

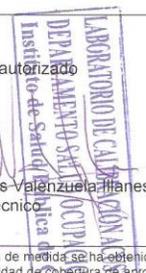
DIRECCIÓN : JOSÉ MANUEL INFANTE N° 100, PROVIDENCIA,  
SANTIAGO

TÉCNICO DE CALIBRACIÓN : HERNÁN FONTECILLA GARCÍA

Signatario autorizado

Fecha de emisión: 19 – 02 – 2018

Juan Carlos Valenzuela Ifanes  
Director Técnico



La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Anexo a este Certificado de Calibración se adjuntan los valores nominales de los resultados de la calibración, junto con las tolerancias establecidas en la especificación metrológica aplicada. Se incluye además una tabla resumen con el resultado de contrastar dichas tolerancias con los resultados, teniendo en cuenta la incertidumbre de medida. La tabla no supone la conformidad del instrumento con respecto a la especificación metrológica, tan solo con los apartados de dicha especificación metrológica.

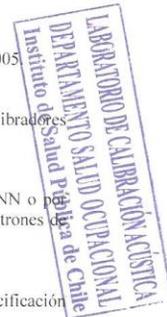
Los resultados se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, aplicando únicamente al instrumento sometido a ensayo. Este Informe no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo expide.

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile  
Marathon 1000 – Nuñoa – Santiago – Chile.  
Tel.: (56 – 2) 2575 55 61.  
[www.ispch.cl](http://www.ispch.cl)



Anexo Código: CAL20180007  
Página 1 de 2 páginas

- **CONDICIONES AMBIENTALES DE MEDIDA:**  
T = 23°C ± 3°C / H.R. = 50% ± 20% / P = 95kPa ± 10kPa
- **CONDICIONES AMBIENTALES DE REFERENCIA:**  
T = 23°C / H.R. = 50% / P = 101.325kPa
- **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:**  
ME 512 03 002 Calibración de Calibradores Acústicos de Terreno Según Norma Técnica UNE-EN 60942:2005
- **ESPECIFICACIÓN METROLÓGICA APLICADA:**  
Las tolerancias aplicadas son las establecidas en el Anexo B de la norma UNE-EN 60942:2005, de Calibradores Acústicos. Dichas tolerancias son las establecidas para un grado de precisión del instrumento CLASE 1.
- **PATRONES UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN:**  
Los patrones utilizados garantizan su trazabilidad a través de laboratorios nacionales acreditados por el INN o por laboratorios internacionales acreditados. La trazabilidad de las medidas efectuadas se refiere a nuestros patrones de referencia calibrados periódicamente con los patrones de los laboratorios de Brüel & Kjaer.
- **OBSERVACIONES:**  
Todos los resultados están referidos a las condiciones ambientales de referencia establecidas en la especificación metrológica aplicada.
- **RESUMEN DE RESULTADOS:**



Apartados de la especificación metrológica Norma UNE-EN 60942:2005	Prueba	Resultado
Niveles de presión acústica (Apartados 5.2.2 y 5.2.3 – Tabla 1)	Valor nominal	POSITIVO
	Estabilidad	POSITIVO
Distorsión total (Apartado 5.5 – Tabla 6)		POSITIVO
Frecuencia (Apartado 5.3.2 – Tabla 3)	Valor nominal	POSITIVO

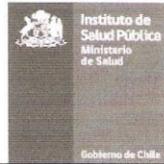
- Resultado **POSITIVO** significa que el instrumento cumple con la especificación metrológica aplicada.
- Resultado **NEGATIVO** significa que el instrumento no cumple con la especificación metrológica aplicada.
- Resultado **N/A** significa que el ensayo no es aplicable al instrumento.

▪ **INSTRUMENTACIÓN UTILIZADA PARA LA CALIBRACIÓN**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	Nº SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	CALIBRADO POR
Generador de funciones	STANDFORD	DS360	88431	2016-3605	DTS
Multímetro Digital	KEITHLEY	2015-P	2485	2016-3423	DTS
Módulo de presión Barométrica	ALMEMO	FD A612-SA	9040332	D-K-15211-01-00	ENAER
Termohigrómetro	ALMEMO	FH A646-E1	09070450	D-K-15211-01-00	ENAER
Micrófono Patrón	BRUEL & KJAER	4192	2686091	CAS-140788-X5Y9G2-301	BRUEL&KJAER North America Inc.

Laboratorio de Calibración Acústica. Instituto de Salud Pública de Chile  
Marathon 1000 – Ñuñoa – Santiago – Chile.  
Tel.: (56 – 2) 2575 55 61.  
[www.ispsh.cl](http://www.ispsh.cl)





Anexo Código: CAL20180007  
Página 2 de 2 páginas

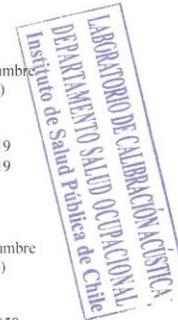
### NIVEL DE PRESIÓN SONORA

#### Valor nominal del NPS

NPS (dB)	Frecuencia (Hz)	Nivel Leído (dB)	Desviación (dB)	Tolerancia Positiva (dB)	Tolerancia Negativa (dB)	Incertidumbre (dB)
94.00	1000.00	94.02	0.02	0.40	-0.40	± 0.19
114.00	1000.00	114.00	0.00	0.40	-0.40	± 0.19

#### Estabilidad del NPS

NPS (dB)	Frecuencia (Hz)	Nivel Leído (dB)	Nivel Esperado (dB)	Desviación (dB)	Tolerancia (dB)	Incertidumbre (dB)
94.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.10	± 0.0058
114.00	1000.00	0.00	0.00	0.00	0.10	± 0.0058



### DISTORSIÓN

NPS (dB)	Frecuencia (Hz)	Distorsión Leída (%)	Distorsión Esperada (%)	Desviación (%)	Tolerancia (%)	Incertidumbre (%)
94.00	1000.00	0.270	0.000	0.270	3.000	± 0.074
114.00	1000.00	0.375	0.000	0.375	3.000	± 0.10

### FRECUENCIA

#### Valor nominal de la Frecuencia

NPS (dB)	Frecuencia (Hz)	Frecuencia Exacta (Hz)	Frecuencia Leída (Hz)	Desviación (Hz)	Tolerancia Positiva (Hz)	Tolerancia Negativa (Hz)	Incertidumbre (Hz)
94.00	1000.00	1000.00	1000.07	0.07	10.00	-10.00	± 0.50
114.00	1000.00	1000.00	1000.06	0.06	10.00	-10.00	± 0.50

Si a la izquierda de la línea aparece la palabra **ERROR** significa que la lectura, expandida por la incertidumbre de la medición, no está dentro de las tolerancias establecidas en la especificación metrología aplicada. Las unidades de medida dB son referidos a 20 µPa.