

Santiago, 14 de junio de 2022
SGMA N°43 / 2022

Señor
Daniel Arenas González
Dirección de Fiscalización
I. Municipalidad de Providencia
Av. Pedro de Valdivia 963
Vía email

Ref.: Fiscalización N°68100024
de la I. Municipalidad de Providencia

De mi consideración:

Me dirijo a usted con ocasión de la notificación de la fiscalización N°68100024, emitida por la Dirección de Fiscalización de la Ilustre Municipalidad de Providencia, dirigida a la Empresa de Transporte de Pasajeros Metro S.A. ("**Metro**"), con ocasión de la visita inspectiva realizada por funcionario municipal en la dirección Diego de Velásquez 2079 (el "**Acta de Inspección**").

El Acta de Inspección sostiene que "*se deja constancia de visita informativa respecto a vibración y sonido generado en Diego de Velásquez 2079 por galpón contiguo que estaría generando dichas vibraciones, ingeniero de ejecución en sonido realizó evaluación acústica correspondiente resultando sobre la norma. Se otorga plazo de 10 días ya sea para contacto con afectados o subsanar sonidos y vibración.*"

El plazo de 10 días señalado precedentemente vence el día 14 de junio de 2022. En virtud de lo anterior, venimos en informar lo siguiente:

1. *Sobre el ruido y las medidas adoptadas por Metro*

El recinto que señala la I. Municipalidad de Providencia corresponde a una subestación rectificadora de energía de L1 de Metro, la cual lleva más de 30 años ubicada la zona. Dicho recinto cuenta como fuentes de ruido a 2 transformadores eléctricos y 2 rectificadores que funcionan de manera continua mientras existe circulación de trenes y un grupo de 4 ventiladores de extracción de aire que se activan (de un total de 6) para reducir la temperatura de los transformadores, operando de manera intermitente, donde la admisión y descarga de aire de estos ventiladores se encuentra en muros norte y sur del recinto en altura, no existiendo fuentes de ruido en la techumbre del recinto Metro, a diferencia de otras fuentes visibles, según se demuestra en las imágenes adjuntas. A la fecha, Metro no había sido reportado de reclamos por emisiones de ruido relativas a estas fuentes.

Todas las fuentes de ruido se encuentran al interior del recinto, cuya estructura es de hormigón armado, siendo las únicas vías de propagación hacia el exterior los vanos de admisión y descarga de aire y el portón de acceso al recinto. En este sentido los 2 transformadores eléctricos y 2 rectificadores que funcionan de manera continua mientras existe circulación de trenes en Línea 1, son levemente perceptibles al exterior del recinto. Respecto del equipo de ventilación de aire, resulta llamativa la posibilidad de que se supere los límites máximos de emisión sonora en horario diurno, porque Metro ejecutó un sistema de insonorización para varias subestaciones eléctricas de rectificación, dentro de las cuales se encontraba la subestación Pedro de Valdivia, ubicada colindante a la dirección Diego de Velásquez 2079, indicada en el Acta de Inspección.

En efecto, de acuerdo con el informe denominado “*Desarrollo de Ingeniería y Ejecución del Sistema de Insonorización para las Subestaciones Eléctricas de Rectificación*”, elaborado por la empresa Sonoflex, con fecha 25 de julio de 2017, se realizó una cuantificación de la variable ruido asociada al funcionamiento de la subestación antes indicada y se verificó el cumplimiento del Decreto Supremo N°38/2011, del Ministerio del Medio Ambiente, en función de los receptores más cercanos identificados. El resultado de las mediciones da cuenta de cumplimiento de los límites máximos permisibles en todos los receptores más cercanos, según se demuestra en la imagen que se acompaña a continuación:

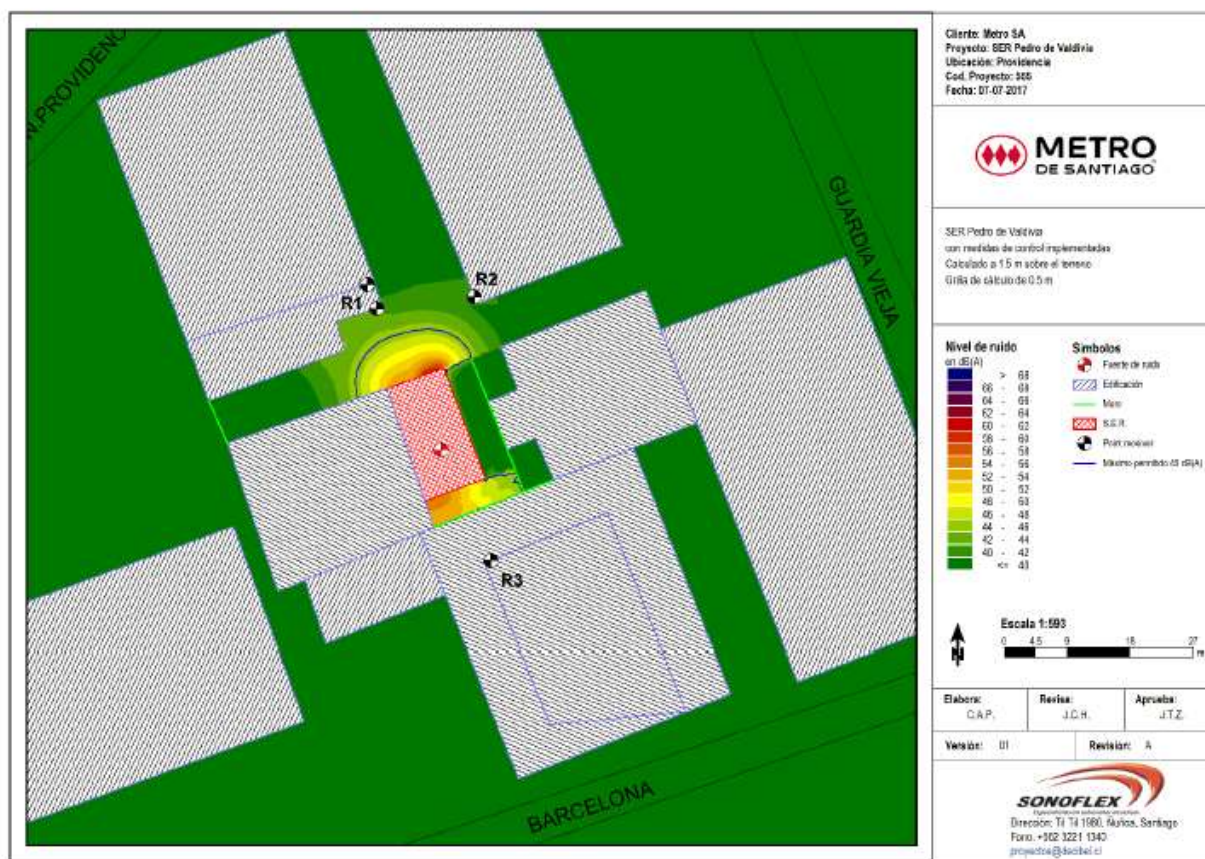


Imagen 156 - Vista planta mapa de ruido SER Pedro de Valdivia después de implementadas las medidas de control.

De esta manera, las medidas adoptadas de insonorización y su posterior medición permiten la operación de la subestación en horario diurno y nocturno. Para efectos de entregar todos los antecedentes, para su conocimiento, se adjunta una copia del informe antes indicado.

En esta misma línea, se han realizado mediciones internas para verificar los niveles sonoros actuales de las fuentes de ruido existentes en la SER y el funcionamiento del sistema de insonorización mencionado anteriormente, dicha evaluación realizada en horario diurno mismo periodo en el cual se realizó la fiscalización, da cuenta de la obtención de niveles de ruido bajo los indicados por la normativa en los receptores cercanos.

Sin perjuicio de lo anterior, Metro se encuentra realizando mediciones de ruido con una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental, para contar con una cuantificación y evaluación de los resultados por una empresa autorizada por la SMA y adoptar las medidas que resulten pertinentes.

2. *Sobre el informe acústico de la fiscalización y las medidas adoptadas por Metro*

A la fecha de la presente carta, no hemos tenido a la vista el Informe Acústico de la Fiscalización, emitido por los funcionarios municipales. Dicho informe fue requerido como solicitud de transparencia y se está a la espera de la entrega.

Metro se contactará con la I. Municipalidad de Providencia en caso de tener observaciones al informe señalado precedentemente, o de ser necesario entregar información adicional relativa a la operación de la subestación eléctrica rectificadora.

Esperamos que esta información sea de utilidad.

Sin otro particular, se despide atentamente,

Gonzalo
Patricio
Rodríguez
Belmar
Gonzalo Rodríguez Belmar
Subgerente de Medio Ambiente y Energía
Metro S.A.

Firmado digitalmente por Gonzalo Patricio Rodríguez Belmar
Fecha: 2022.06.14 16:27:35 -0400

Adj.:

- Imágenes de techumbre SER
- Informe Desarrollo de Ingeniería y Ejecución del Sistema de Insonorización para las Subestaciones Eléctricas de Rectificación

cc.: Superintendencia del Medio Ambiente

María
Ignacia
Castro
Cruz

Firmado digitalmente por María Ignacia Castro Cruz
Fecha: 2022.06.14 16:27:35 -0400



INSONORIZACIÓN SER PEDRO DE VALDIVIA

*DESARROLLO DE INGENIERÍA Y
EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE INSONORIZACIÓN PARA LAS SUB ESTACIONES ELÉCTRICAS DE
RECTIFICACIÓN.*

PEDRO DE VALDIVIA, DEPARTAMENTAL, FRANKLIN, LAS PARCELAS, MAPOCHO Y LAS REJAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Resumen	3
1.1	Datos Generales	3
1.2	Alcances	3
1.3	Criterios de Diseño.....	3
1.4	Evaluación de niveles proyectados según D.S N°38 del MMA	5
2	Introducción.....	6
3	Objetivo del estudio.....	6
3.1	Objetivo general.....	6
3.2	Objetivos específicos	6
4	Materiales y métodos	7
4.1	Descripción de la actividad	7
4.2	Homologación uso de suelo.....	7
4.3	Análisis puntual: Decreto Supremo 38/11 MMA.....	8
4.4	Receptores.....	9
4.5	Materiales	11
4.6	Fechas y antecedentes de medición y análisis.....	11
4.7	Parámetros y metodología de medición.....	11
4.8	Modelo de cálculo acústico	13
5	Resultados	22
5.1	Resultados: Niveles de ruido en receptores	22
5.2	Evaluación D.S.N°38/11 del MMA	31
6	Discusión.....	33
6.1	Análisis cualitativo.....	33
6.2	Análisis cuantitativo.....	33
6.3	Evaluación de parámetros en el tiempo.....	33
7	Conclusión.....	35
8	Referencias	35
9	Anexos	36
9.1	Fichas del D.S.N°38/11 del MMA	36

1 Resumen

1.1 DATOS GENERALES

CLIENTE	METRO S.A.
PROYECTO	DESARROLLO DE INGENIERÍA Y EJECUCIÓN DEL SISTEMA DE INSONORIZACIÓN PARA LAS SUB ESTACIONES ELÉCTRICAS DE RECTIFICACIÓN
ÁREA DE TRABAJO	CONTROL DE RUIDO
CONTACTO	FELIPE RIVAS V.
EMAIL	frivasv@metro.cl
TELÉFONO	+562 2937 8228

1.2 ALCANCES

El presente documento tiene como fin comprobar el cumplimiento normativo junto con la efectividad de las soluciones acústicas constructivas implementadas para la insonorización de la SER Pedro de Valdivia. Esto implica además, analizar los resultados de mediciones y modelaciones, a través de la metodología indicada para corroborar el cumplimiento del D.S N° 38/11 del MMA.

1.3 CRITERIOS DE DISEÑO

1.3.1 D.S. 38/11

Norma de carácter nacional que regula fuentes emisoras de ruido emplazadas en un lugar fijo según su actividad, estableciendo los límites diurnos y nocturnos máximos permitidos según uso de suelo permitidos por los respectivos instrumentos de planificación territorial de las comunas donde se emplazan los receptores detectados.

Límites según tipo de zona

Representan los niveles de presión sonora corregidos (NPC) máximos permitidos en dB(A) lento.

Período Zona	DIURNO (DE 7 A 21 HRS)	NOCTURNO (DE 21 A 7 HRS)
ZONA I	55	45
ZONA II	60	45
ZONA III	65	50
ZONA IV	70	70

Tabla 1 - Límites establecidos por D.S. 38/11.

1.3.2 LITERATURA

- ✓ **ISO 9613-2 1996: "Attenuation of sound during propagation outdoors – General method of calculation".**
Norma internacional que establece el modelo de cálculo predictivo para la propagación de ruido en ambientes exteriores.
- ✓ **Engineering Noise Control: Theory and Practice – Bies & Hansen**
Handbook de ingeniería acústica que establece los modelos matemáticos de cálculo utilizado para el diseño de sistemas de control de ruido.
- ✓ **Decreto Supremo N°38 de 2011 del Ministerio del Medio Ambiente**
Decreto supremo de Emisión de Ruidos Generados por fuentes que Indica.
- ✓ **Protocolo técnico para la fiscalización del D.S. 38/2011 MMA y exigencias asociadas al control del ruido en instrumentos de competencia del SMA.**
Protocolo que es aplicable a las fiscalizaciones ambientales realizadas a las fuentes emisoras de ruido, definidas en la Norma de Emisión, así como a todas aquellas fuentes que cuenten con Resoluciones de Calificación Ambiental, y que en ella se hubiesen establecido condiciones o medidas asociadas a la generación y/o control de ruidos molestos.

1.4 EVALUACIÓN DE NIVELES PROYECTADOS SEGÚN D.S N°38 DEL MMA

A continuación se presenta la evaluación de niveles proyectados en cada punto receptor evaluado. Con respecto a estos, se obtiene cumplimiento normativo en todos los puntos evaluados.

Receptor	Zonificación	Máximo permitido nocturno(dBA)	Nivel proyectado (dBA)	Evaluación D.S.N°38/11 del MMA
R1 Piso 1	Zona II	45	41	Cumple
R1 Piso 2	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 3	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 4	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 5	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 6	Zona II	45	38	Cumple
R1 Piso 7	Zona II	45	37	Cumple
R1 Piso 8	Zona II	45	37	Cumple
R1 Piso 9	Zona II	45	36	Cumple
R1 Piso 10	Zona II	45	35	Cumple
R1 Piso 11	Zona II	45	35	Cumple
R1 Piso 12	Zona II	45	34	Cumple
R1 Piso 13	Zona II	45	34	Cumple
R1 Piso 14	Zona II	45	32	Cumple
R1 Piso 15	Zona II	45	32	Cumple
R1 Piso 16	Zona II	45	31	Cumple
R1 Piso 17	Zona II	45	31	Cumple
R1 Piso 18	Zona II	45	30	Cumple
R1 Piso 19	Zona II	45	30	Cumple
R1 Piso 20	Zona II	45	30	Cumple
R1 Piso 21	Zona II	45	29	Cumple
R2 piso 1	Zona II	45	39	Cumple
R2 piso 2	Zona II	45	40	Cumple
R2 piso 3	Zona II	45	40	Cumple
R2 piso 4	Zona II	45	39	Cumple
R2 piso 5	Zona II	45	39	Cumple
R2 piso 6	Zona II	45	38	Cumple
R2 piso 7	Zona II	45	37	Cumple
R2 piso 8	Zona II	45	37	Cumple
R2 piso 9	Zona II	45	36	Cumple
R2 piso 10	Zona II	45	35	Cumple
R2 piso 11	Zona II	45	35	Cumple
R2 piso 12	Zona II	45	33	Cumple
R2 piso 13	Zona II	45	32	Cumple
R2 piso 14	Zona II	45	32	Cumple
R2 piso 15	Zona II	45	31	Cumple
R2 piso 16	Zona II	45	31	Cumple
R3 piso 1	Zona II	45	33	Cumple
R3 piso 2	Zona II	45	36	Cumple
R3 piso 3	Zona II	45	37	Cumple
R3 piso 4	Zona II	45	39	Cumple
R3 piso 5	Zona II	45	37	Cumple

Receptor	Zonificación	Máximo permitido nocturno(dBA)	Nivel proyectado (dBA)	Evaluación D.S.N°38/11 del MMA
R3 piso 6	Zona II	45	36	Cumple
R3 piso 7	Zona II	45	35	Cumple
R3 piso 8	Zona II	45	34	Cumple
R3 piso 9	Zona II	45	34	Cumple

Tabla 2 - Evaluación de D.S.N°38/11 del MMA en receptores evaluados.

2 Introducción

El documento que se desarrollará a continuación ha sido realizado con el fin de cuantificar la inmisión de ruido en receptores cercanos asociada al funcionamiento de la SER Pedro de Valdivia, en la cual fueron implementadas medidas de control de ruido con el objetivo de reducir los niveles de emisión asociados a la operación de esta. Las mediciones de ruido para el posterior desarrollo del modelo junto con las proyecciones a partir de este, fueron realizadas por el departamento de control de ruido de Sonoflex.

3 Objetivo del estudio

3.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar una cuantificación de la variable contaminación acústica asociada al funcionamiento de la SER Pedro de Valdivia de Metro S.A, a través de proyecciones basadas en un modelo matemático preestablecido elaborado a partir de lo indicado en la norma ISO 9613 parte 1 y 2 para su posterior evaluación según lo especificado en el D.S N°38/11 del MMA.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un modelamiento a partir de mediciones de ruido con el fin de proyectar los niveles de inmisión de ruido en la fachada de los receptores más cercanos asociados al funcionamiento de la SER Pedro de Valdivia
- Realizar registro de descriptores acústicos para las caracterizaciones acústicas correspondientes junto con un levantamiento de datos cualitativos para el desarrollo óptimo del modelo predictivo.
- Realizar una comparación entre las proyecciones correspondientes al presente estudio y las proyecciones realizadas en estudios anteriores previo a la instalación de medidas de mitigación con el fin de cuantificar la eficacia de las medidas de control de ruido implementadas.
- Verificar el cumplimiento de los límites especificados en el D.S N° 38/11 del MMA para cada receptor con respecto al funcionamiento de la actividad evaluada.

4 Materiales y métodos

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La SER Pedro de Valdivia se encuentra ubicada en la comuna de Providencia en la cuadra formada por las calles Pedro de Valdivia, Diego Velásquez, Guardia Vieja y Barcelona. Este recinto cuenta en su instalación con un ventilador centrífugo que se ubica en el primer piso del recinto, que tiene como medio de admisión y descarga de aire de la sala de vanos con dirección oriente y poniente respectivamente.



Imagen 1 - Vista en planta SER Mapocho.

4.2 HOMOLOGACIÓN USO DE SUELO

La SER Pedro de Valdivia y sus potenciales receptores cercanos se encuentran ubicados entre las calles Diego Velásquez, Guardia Vieja, Barcelona y Pedro de Valdivia, en un sector definido por el PRC de la comuna de Providencia¹, y asimismo por su Modificación N°3 “Usos de Suelo PRCP 2007”, como zona UpEC (Zona de usos preferentemente de equipamiento comercial). Los usos de suelo permitidos para la zona UpEC se definen en el cuadro n°37 del PRC de la comuna de Providencia, en él se indican como permitidos los usos de suelo tipo residencial, equipamiento y actividades productivas tipo talleres artesanales de producción, panaderías, pastelerías, talleres y fábricas de confección de muebles, comestibles y productos diversos, editoriales, imprentas y otros locales en que se emplean productos químicos; actividades las cuales corresponden a actividades productivas

¹

- Plan Regulador Comunal de Providencia PRCP 2007, publicado en el Diario Oficial el 14/06/08: www.providencia.cl/images/documentos-descargables/plan-regulador/PRCP-2007/Ordenanza-Local-PRCP-2007.pdf
- Plano L ¾ Espacio Privado: zonas de usos de suelo: <http://firma.providencia.cl/dsign/cgi/main.exe/VerDocSDTree?IDDOC=515714>
- Modificación N°3 “Usos de Suelo PRCP”, publicada en el Diario Oficial el 09/01/2016: <https://docs.google.com/a/providencia.cl/uc?authuser=0&id=0B8JSy9QMwzuZEFXcWJuTVJFSG8&export=download>

de carácter industrial según la OGUC.

Sin embargo en el Artículo 6.2.06 “Establecimientos industriales y de bodegaje” del PRC de Providencia, se establece que los establecimientos industriales sólo podrán ser inofensivos o molestos, y que estos están permitidos únicamente en las zonas UpAP e Ir. Asimismo indica que los establecimientos de bodegaje quedan expresamente prohibidos en todo el territorio comunal.

Por lo anterior, y considerando lo establecido en el D.S. N°38/11 del MMA junto con la Resolución Exenta N° 491, se homologa la zona UpEC como Zona II, donde los límites corresponden a 60 y 45 dB(A) para horario diurno y nocturno respectivamente.

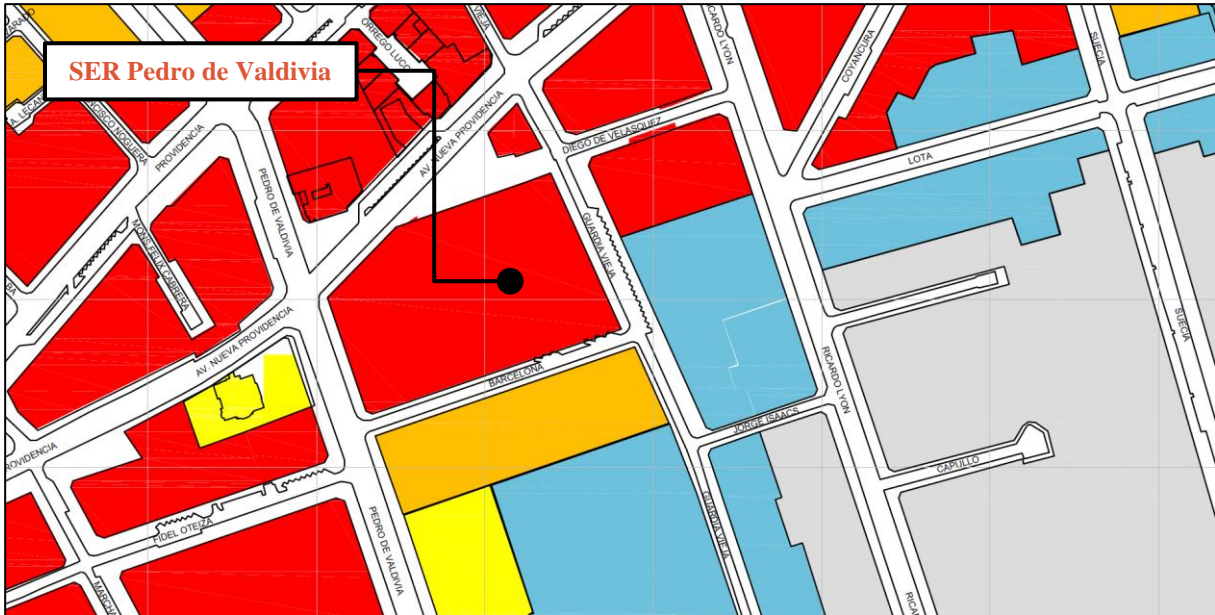


Imagen 2 - Ubicación SER Pedro de Valdivia en Plan Regulador Comunal De Providencia.

4.3 ANÁLISIS PUNTUAL: DECRETO SUPREMO 38/11 MMA

La homologación respecto de las zonas definidas en la norma de ruido vigente D.S. N°38/2011 del MMA, se realiza en base a los usos de suelo permitidos por los instrumentos de planificación territorial que posee la comuna de Providencia.

De acuerdo a esto se obtiene una homologación de uso de suelo Zona II para todos los receptores evaluados, que se ubican dentro del mismo cuadrante que la SER evaluada.

Zona	Periodo	
	DIURNO	NOCTURNO
ZONA II	60	45

Tabla 3 - Límites para Zona II establecido por D.S. 38/11 del MMA

4.4 RECEPTORES

El receptor más afectado por los niveles de ruido producidos por la admisión se encuentra ubicado en la dirección norponiente, el cual lo constituye un edificio habitacional, específicamente el primer piso de la fachada oriente de este.

Respecto a la descarga, el receptor más afectado queda ubicado en dirección Sur de la SER, el cual corresponde edificio de uso comercial, específicamente el cuarto piso de la fachada norponiente de este.

También como receptor afectado por la admisión de aire, se considera un edificio de uso habitacional ubicado en dirección nororiental, específicamente el tercer piso de este edificio.



Imagen 3 - Ubicación fuente-receptores.

Punto receptor	Coordenadas Huso 19 H		Distancia a la actividad evaluada	Descripción	Zonificación IPT	Zonificación D.S.N°38/11 MMA
	UTM E:	UTM N:				
R1	350235	6300502	11 m	Edificio de 21 pisos	UpEC	Zona II
R2	350258	6300509	10 m	Edificio de 16 pisos	UpEC	Zona II
R3	350257	6300470	colindante	Edificio de 11 pisos	UpEC	Zona II

Tabla 4 - Ubicación de receptores cercanos a evaluar.



Imagen 4 – R1



Imagen 5 – R2

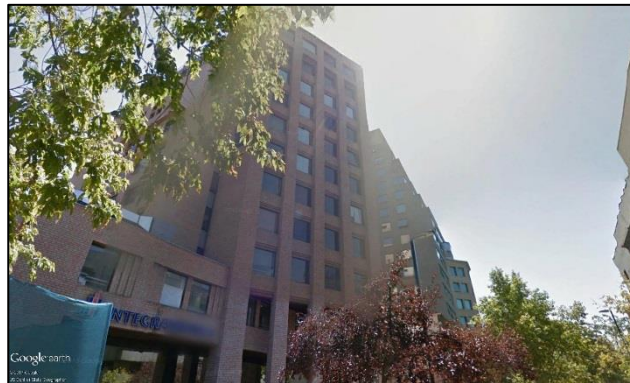


Imagen 6 – R3

4.5 MATERIALES

- **Instrumento de medición:** Sonómetro analizador de espectros, integrador – promediador marca CESVA modelo SC420 clase 1, cumpliendo con la norma IEC 61672/1:2002, con calibración periódica vigente en el Laboratorio del Instituto de Salud Pública (ISP), bajo estándar de calidad ISO 17025.
- **Calibrador acústico:** Marca CESVA, modelo CB-006, clase 1, cumpliendo con la norma IEC 60942:2003, con calibración periódica vigente en Laboratorio del Instituto de Salud Pública (ISP), bajo estándar de calidad ISO 17025.

4.6 FECHAS Y ANTECEDENTES DE MEDICIÓN Y ANÁLISIS

Las mediciones fueron llevadas a cabo el día 22 de junio de 2017. Dichas mediciones fueron realizadas con el fin de elaborar un levantamiento cuantitativo de ruido para poder caracterizar las fuentes de ruido al interior de la SER y así poder desarrollar un modelamiento predictivo. Además, se midió en puntos exteriores de calibración y por ambos lados de los vanos de carga y descarga, en los cuales fueron implementados los silenciadores.

4.7 PARÁMETROS Y METODOLOGÍA DE MEDICIÓN

4.7.1 MEDICIÓN SEGÚN D.S N°38/11 DEL MMA

Se realizaron mediciones en todos los receptores indicados en el Capítulo 4.4, para esto se realizaron mediciones de ruido de fondo, y luego se tomaron muestras con la SER funcionando.

La medición de ruido de fondo se realiza según la metodología descrita en el Artículo 19° del D.S.N°38/11 del MMA al igual que las mediciones de nivel continuo equivalente las cuales fueron realizadas con filtro A y respuesta lenta, ubicando el instrumental de medición entre 1,2 y 1,5 metros sobre el nivel del suelo y a 3,0 metros de cualquier superficie reflectante en su eje horizontal. Para el ruido de fondo la duración de cada medición estuvo sujeta a la diferencia aritmética que presentan los valores registrados cada 5 minutos hasta que se considera la lectura como estable, es decir cuando la diferencia aritmética entre dos registros consecutivos sea menor o igual a 2 dB(A), mientras que para la medición del nivel continuo equivalente con la SER funcionando se registraron los parámetros NPSeq, NPSmín y NPSmáx en 3 mediciones de 1 minuto cada una en cada punto receptor previamente definido, descartándose todas las mediciones en las cuales hubo influencias de ruidos ocasionales.

Para cada medición realizada, se elige el mayor valor entre el NPSeq y el NPSmáx disminuido en 5 dB(A) y se calcula el promedio aritmético de los valores obtenidos expresado en números enteros aproximando los decimales al entero más cercano (inferior si el decimal es menor a 5, superior si el decimal es mayor o igual a 5).

A los valores obtenidos de la aplicación del procedimiento hasta ahora explicado, se aplicaron las respectivas correcciones por ruido de fondo, habiéndose medido el ruido de fondo bajo las mismas condiciones en las que fueron medidas las fuentes de ruido, registrándose el NPSeq cada 5 minutos (máximo 30 minutos) hasta una vez estabilizadas las lecturas, entendiéndose que esto corresponde a 2 registros consecutivos con diferencia aritmética menor o igual a 2 dB(A), considerándose el último de los niveles registrados para efectos de la evaluación.

Los valores corregidos por ruido de fondo se obtuvieron aplicando la tabla N°3 del punto E) del artículo 19° del D.S.N°38/2011 del MMA.

Los NPC determinados a partir de la metodología descrita anteriormente fueron nulos para todos los puntos evaluados.

A partir de esto se procede según lo indicado en la letra g) del Artículo 19° del D.S.N°38/11 del MMA y se realizan un modelo de propagación sonora basado en la norma técnica ISO 9613 parte 1 y 2, dicho modelo será especificado con mayor detalle en el Capítulo 4.8 del presente informe. Dicha predicción se realizó con el fin de determinar los niveles de inmisión en los receptores evaluados.

4.7.2 ESTIMACIÓN DE NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA.

La caracterización de las fuentes de ruido se realiza de acuerdo a la siguiente metodología:

- Se configura el equipo de medición, sonómetro analizador de espectro marca Cesva tipo 1, modelo SC420, para registrar nivel de presión sonora sin ponderación en frecuencia en bandas de 1/3 de 8va y con ponderación temporal slow.
- Para evitar zona de turbulencias generadas en campo cercano, se ubica el micrófono a una distancia mayor o igual a 1,0 m de la cara radiante de la fuente sonora, manteniendo además 1,5 m de distancia de cualquier otra superficie radiante, incluido el suelo.
- El tiempo de medición dependerá de la fuente sonora caracterizada, sin embargo, en general se realiza el registro durante el tiempo necesario para que el nivel de presión sonora equivalente se estabilice (fluctuaciones de no más de 0,1 dB por segundo en el valor equivalente) tomando en cuenta la ausencia de cualquier otra fuente de ruido que interfiera en el procedimiento de caracterización. En caso de que esto no sea posible por la naturaleza de las fuentes de ruido, se realizarán correcciones mediante resta energética realizada banda a banda, para lo cual se deberá caracterizar el ruido residual en idénticas condiciones a la caracterización de la fuente realizada.
- Se mide en al menos 4 puntos posicionados de modo de abarcar la mayor cobertura de direcciones de propagación, tal como muestra la Figura 1, donde: “S” (sonómetro) son los puntos dispuestos y “F” es la fuente sonora a caracterizar.

4.8 MODELO DE CÁLCULO ACÚSTICO

Se utiliza un modelo de cálculo acústico para caracterizar los niveles de presión sonora de diversas fuentes de ruido y visualizar cómo estos niveles se propagan en ambientes exteriores y/o interiores.

El modelo de cálculo utilizado en el presente estudio, es el descrito en la norma internacional **ISO 9613-2: 1996 “Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General Method of calculation”**.

4.8.1 NORMA INTERNACIONAL: ISO 9613-2 1996

La Norma ISO 9613-2: 1996 “Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General Method of calculation”, especifica un modelo de cálculo acústico para la propagación de ruido en ambientes exteriores.

El procedimiento de cálculo utilizado en la norma ISO 9613-2 1996 consiste en un algoritmo de banda de octava de frecuencia para calcular la propagación del sonido en ambiente exterior a partir de fuentes de ruido. El algoritmo toma en cuenta los siguientes efectos físicos:

- ✓ Divergencia geométrica.
- ✓ Absorción Atmosférica.
- ✓ Efecto de suelo.
- ✓ Reflexiones de superficie.
- ✓ Apantallamiento por obstáculos.

Las condiciones climáticas utilizadas para el cálculo mediante modelamiento fueron las siguientes:

- Humedad relativa de un 70%.
- Temperatura de 10°C.
- Presión de aire de 1013.3 mbar

Se presenta la ecuación general que determina el nivel continuo equivalente en los receptores:

$$L_{ft}(DW) = L_w + D_c - A \quad (1)$$

Donde:

L_w : Niveles de potencia sonora por banda de octava en dB, producido por una fuente sonora puntual.

D_c : Corrección por directividad que describe la extensión en la cual el nivel de presión sonora continuo equivalente de una fuente sonora puntual se desvía en una dirección específica del nivel de una fuente puntual omnidireccional que produce un nivel de potencia sonora.

A : Atenuación que ocurre en la propagación desde la fuente sonora al receptor.

La ecuación que define D_c :

$$D_c = D_I + D_\Omega \quad (2)$$

Donde:

D_I : Índice de directividad.

D_{Ω} : Índice que da cuenta de la propagación sonora dentro de un ángulo sólido menor a 4.

La ecuación que define A:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (3)$$

Donde:

A_{div} : Atenuación debido a la divergencia.

A_{atm} : Atenuación debido a la absorción atmosférica.

A_{gr} : Atenuación debido al efecto de suelo.

A_{bar} : Atenuación debido a la presencia de obstáculos o barreras.

A_{misc} : Atenuación debido a otros efectos misceláneos.

Software: Cálculos Acústicos

SoundPLAN

Software de simulación acústica para propagación de ruido en ambientes exteriores, interiores y transmisión de ruido desde el ambiente interior al ambiente exterior, SoundPLAN. Generación y desarrollo de mapas de ruido e implementación de sistemas de soluciones de control de ruido.

4.8.2 DESCRIPCIÓN GENERAL SE SECTORES INSONORIZADOS

Se identifican los sectores que fueron insonorizados teniendo en consideración el correcto funcionamiento del equipo de ventilación.

Es importante mencionar, que el criterio de diseño para las soluciones se basó en cumplir con un nivel de inmisión asociado al funcionamiento de la SER de 45 dB(A) (Zona II, periodo nocturno) en todos los receptores evaluados.

Se considera el modelo sin cotas debido a que fuente y receptor se encuentran en plano.



Imagen 7 - Vista en planta Admisión y descarga SER Pedro de Valdivia. Se especifica el sentido de circulación de aire mediante flechas rojas.

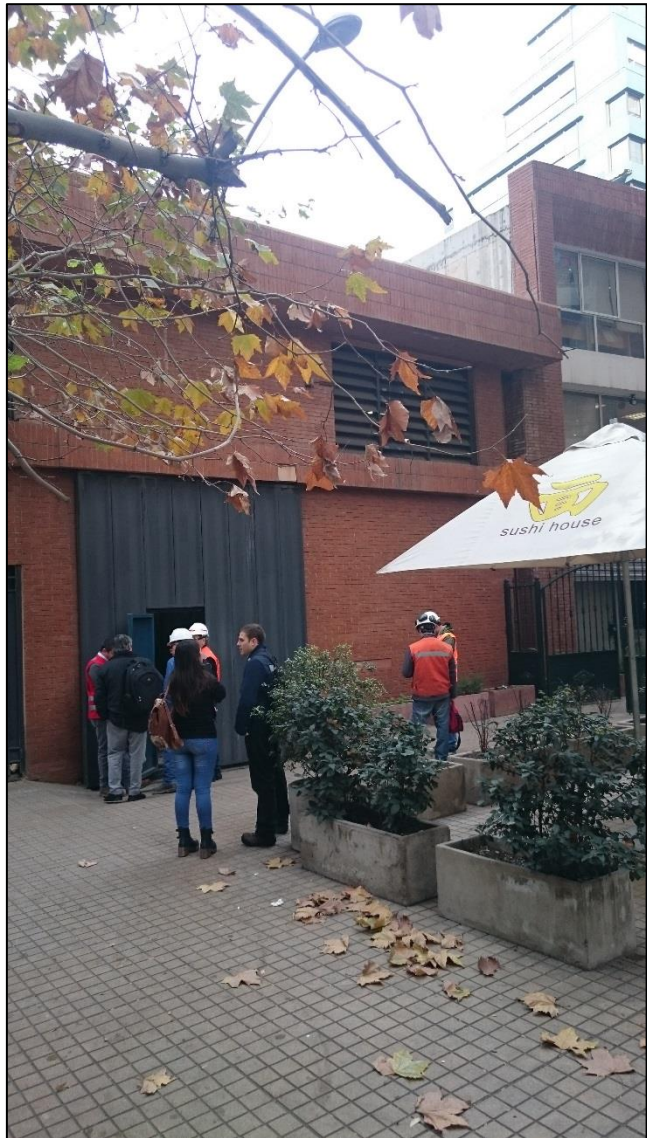


Imagen 8 - Fuente Admisión (derecha) y descarga (izquierda) SER Mapocho.

4.8.3 CARACTERIZACIÓN DE FUENTES DE RUIDO: NIVEL DE POTENCIA ACÚSTICA (L_w)

Para caracterizar acústicamente un foco de ruido, se utiliza el descriptor acústico L_w (Nivel de potencia acústica), característica física de cada fuente de ruido que se define como la energía acústica total emitida por unidad de tiempo y que es independiente del medio donde ésta se encuentre.

- Finalmente, para calcular el nivel de potencia de cada cara radiante de la fuente caracterizada se procede con la siguiente fórmula:

$$L_w = L_p + 10 \log(A) \quad (4)$$

Donde:

L_w : Nivel de potencia sonora.

L_p : Nivel de presión sonora.

A : Área de una semiesfera. Por ejemplo, para mediciones efectuadas a 1 m de la fuente, el área toma el valor de 6,3 m².

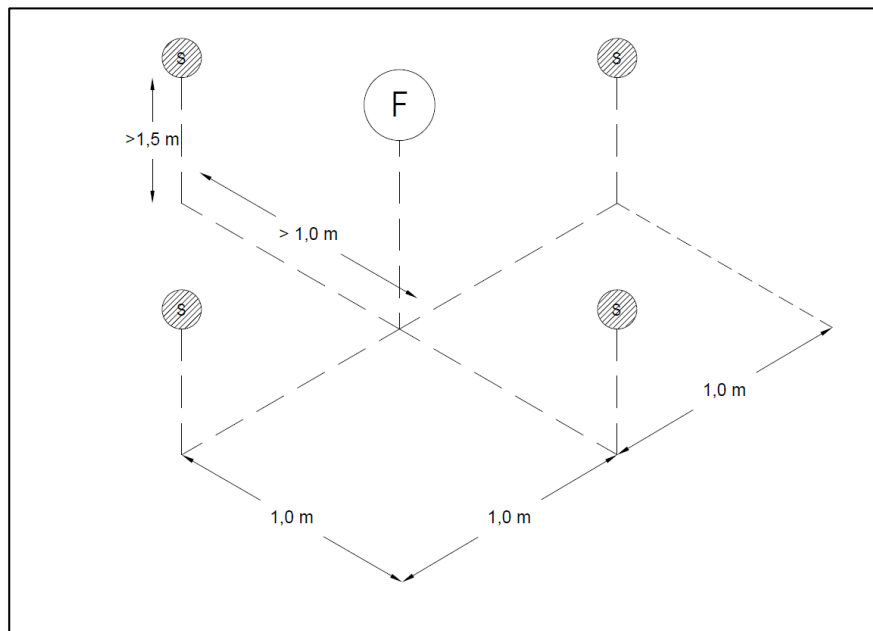


Imagen 9 - Vista isométrica de ubicación de puntos de medición para caracterización de una fuente sonora.



Imagen 10 – Medición en vano de admisión.



Imagen 11 – Medición en vano de descarga.

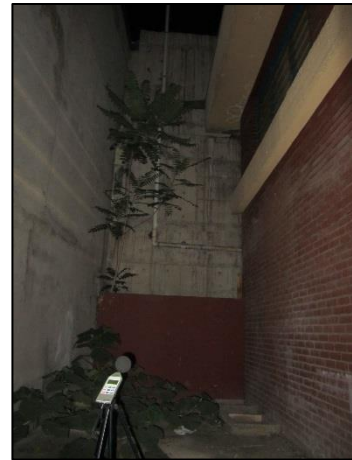


Imagen 12 – Soluciones de control de ruido instaladas en vanos de admisión y descarga.



Imagen 13 – Sellos perimetrales instalados en portones de acceso.

Para medir la carga y la descarga por fuera de la SER, se utilizó una pértiga para extender el micrófono hasta la posición de los vanos ya insonorizados. A continuación se muestra un bosquejo de cómo se llevó a cabo la medición frente a dichos vanos.

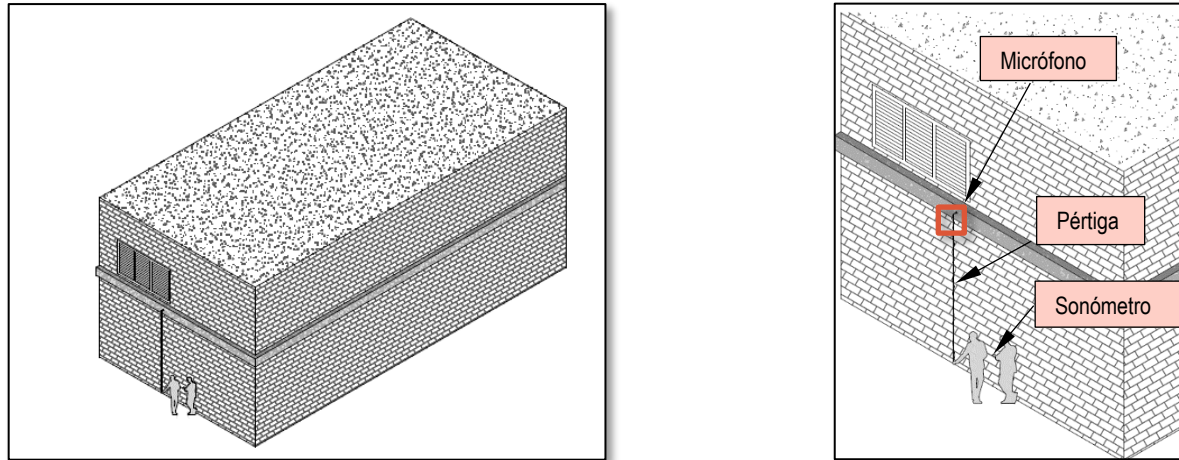


Imagen 134 - Bosquejo medición exterior vanos con pértiga.

4.8.4 FUENTES DE RUIDO

La fuente de ruido son 4 inyectores axiales ubicados en el subterráneo del recinto. Este ventilador cuenta con vanos de admisión y descarga ubicados en el segundo piso de este recinto, vanos de aproximadamente 3,18m de ancho x 1,79m de alto. También hay un portón de acceso, que tiene un vano de 3,2 m de ancho x 3,8 m de alto.

		Banda de tercio de octava (Hz)														
Fuente	Ubicación	Distancia de medición	25	31	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Admisión	2do piso (interior)	2,6 m	67,8	62,6	54,7	57,8	58,1	67,6	75,5	76,4	69,8	79,4	76,3	72,7	68	66,1

Banda de tercio de octava (Hz)													
630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	6,3k	8k	10k	LeqA
64,9	63,8	61,7	60,7	58,2	55	51,6	48,2	44	39,2	34,3	28,8	23,4	75

Tabla 5 - Niveles de presión sonora vano admisión.

Banda de tercio de octava (Hz)																
Fuente	Ubicación	Distancia de medición	25	31	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Admisión	2do piso (interior)	2,6 m	42,3	42	39,4	46,8	51,2	64,5	75,6	79,5	75,9	87,8	87	85,4	82,5	82,1

Banda de tercio de octava (Hz)													
630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	6,3k	8k	10k	LwA
82,3	82,3	81	80,5	78,5	75,5	72,2	68,7	64,2	59	53,5	46,9	40,2	94,3

Tabla 6 - Niveles de potencia sonora vano admisión.

Banda de tercio de octava (Hz)																
Fuente	Ubicación	Distancia de medición	25	31	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Descarga	2do piso (interior)	1,27 m	68,9	65,9	64,5	62,1	57,8	64,6	67,9	69	69,2	77,4	74,8	73,6	68,6	66,5

Banda de tercio de octava (Hz)													
630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	6,3k	8k	10k	LeqA
65,6	63,5	61,4	60,9	58,5	55,5	52,6	49,5	45,5	41,1	36,6	31,5	26,4	74,4

Tabla 7 - Niveles de presión sonora vano Descarga.

Fuente	Ubicación	Distancia de medición	25	31	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
Descarga	2do piso (interior)	1,27 m	37,2	39,1	43	44,9	44,6	55,2	61,8	65,9	69	79,7	79,2	80	76,9	76,3

Banda de tercio de octava (Hz)													
630	800	1k	1,25k	1,6k	2k	2,5k	3,15k	4k	5k	6,3k	8k	10k	LwA
76,7	75,8	74,4	74,6	72,6	69,8	66,9	63,8	59,6	54,7	49,5	43,4	36,9	87,5

Tabla 8 – Niveles de potencia sonora en vano de descarga.

5 Resultados

5.1 RESULTADOS: NIVELES DE RUIDO EN RECEPTORES

Mediante el software de cálculo *Soundplan*, y a partir de los datos obtenidos a partir de las mediciones realizadas en terreno se genera el mapa de ruido con la situación actual, con medidas implementadas.

Además se presentan los mapas proyectados en la etapa de ingeniería a modo de comparación.

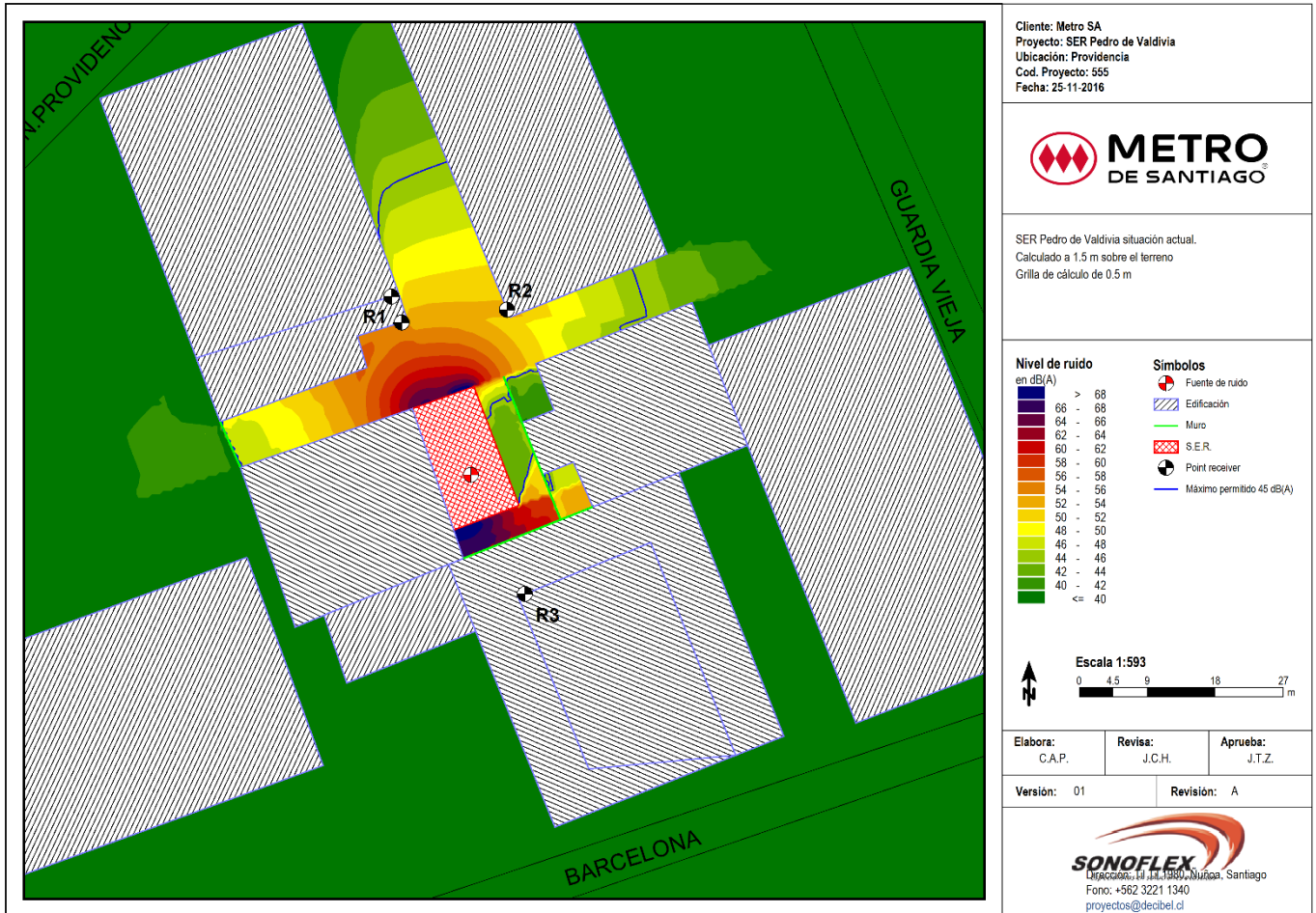


Imagen 145 - Vista planta mapa de ruido SER Pedro de Valdivia antes de implementar medidas de control.

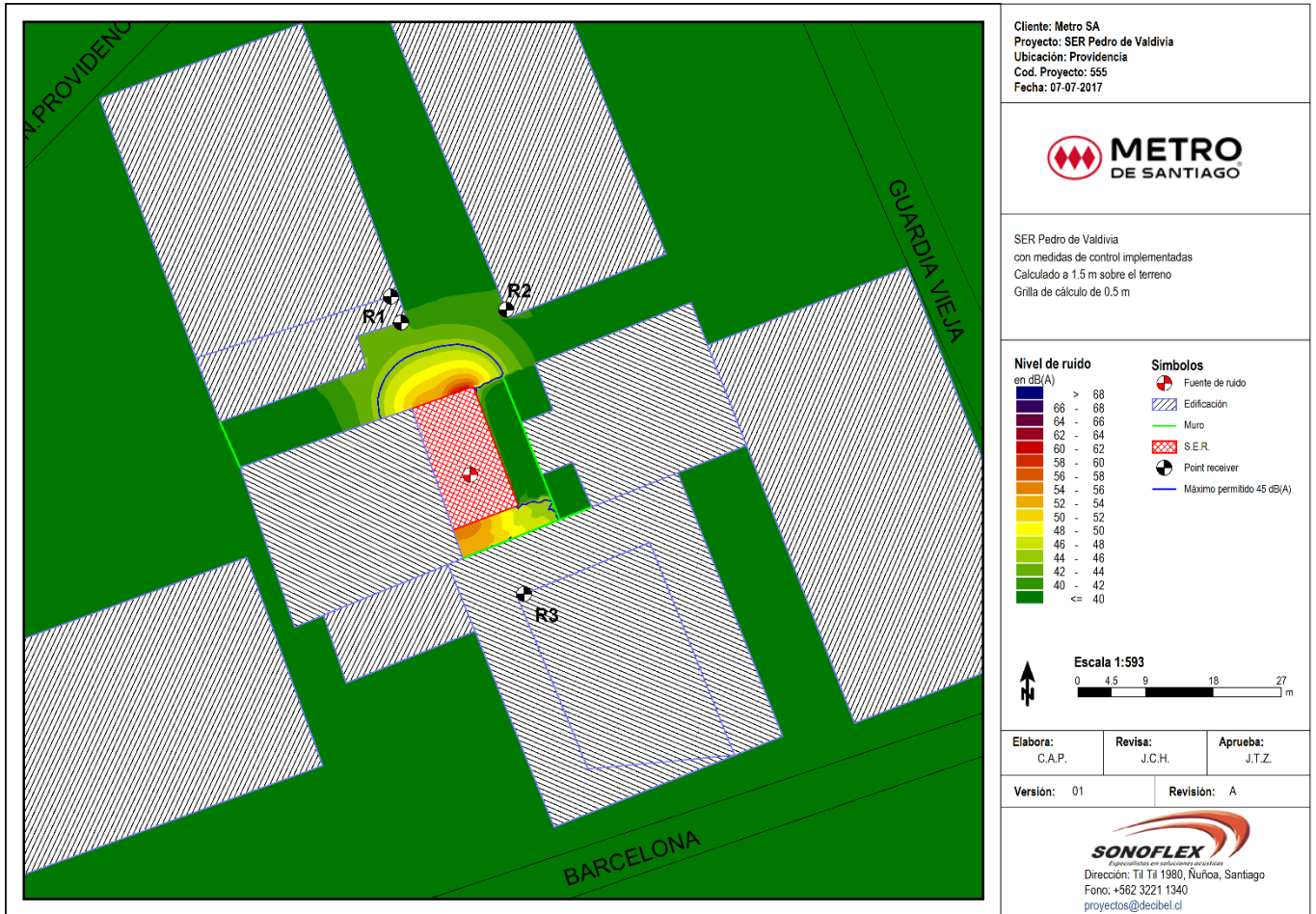


Imagen 156 - Vista planta mapa de ruido SER Pedro de Valdivia después de implementadas las medidas de control.

- **R1 a R3:** Receptores utilizados para evaluar normativa D.S. 38/11 del MMA.



Imagen 167 - Mapa de ruido de corte transversal receptor R1 antes de implementadas las medidas de control.

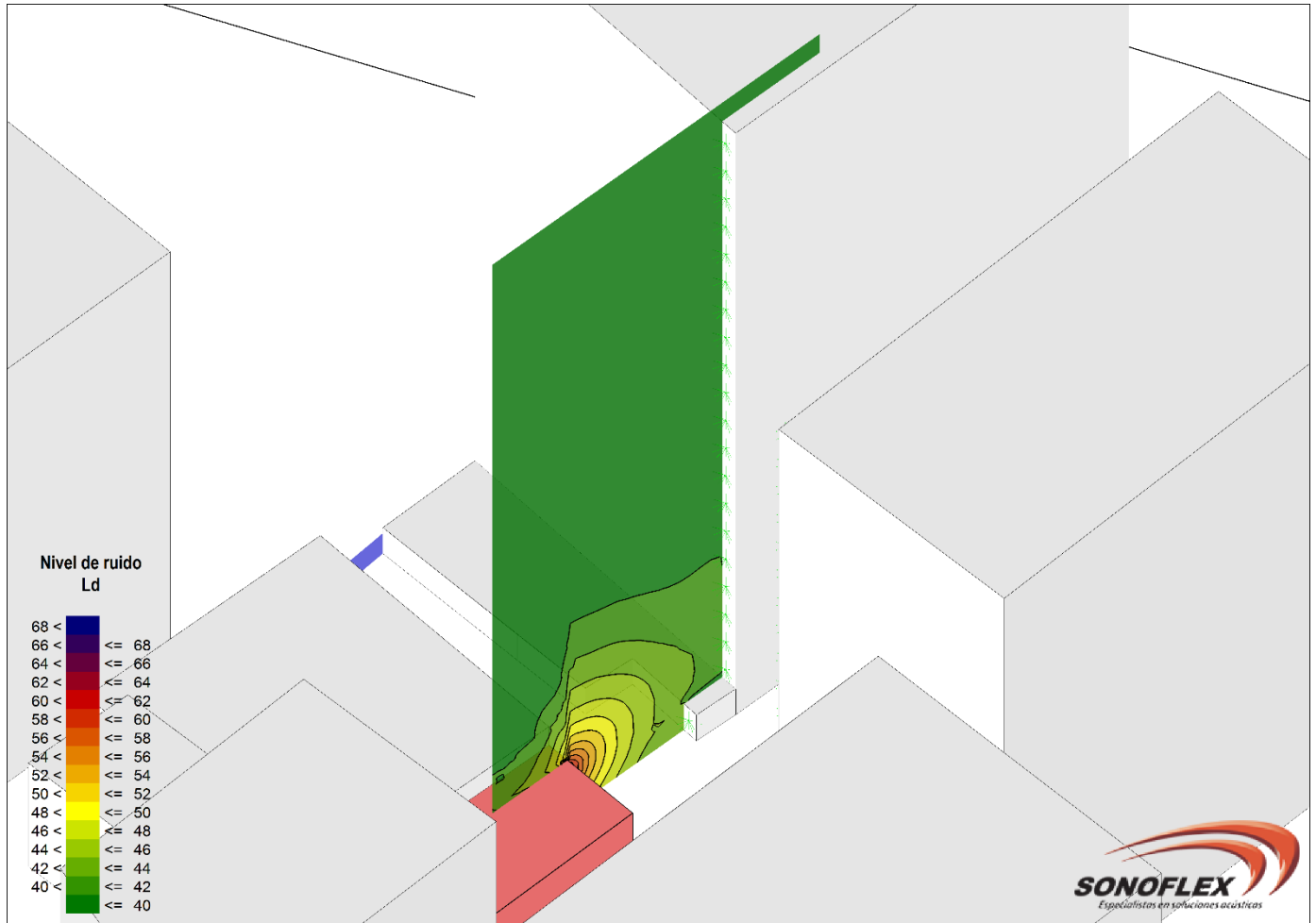


Imagen 18 - Mapa de ruido de corte transversal receptor R1, después de implementadas las medidas de control.

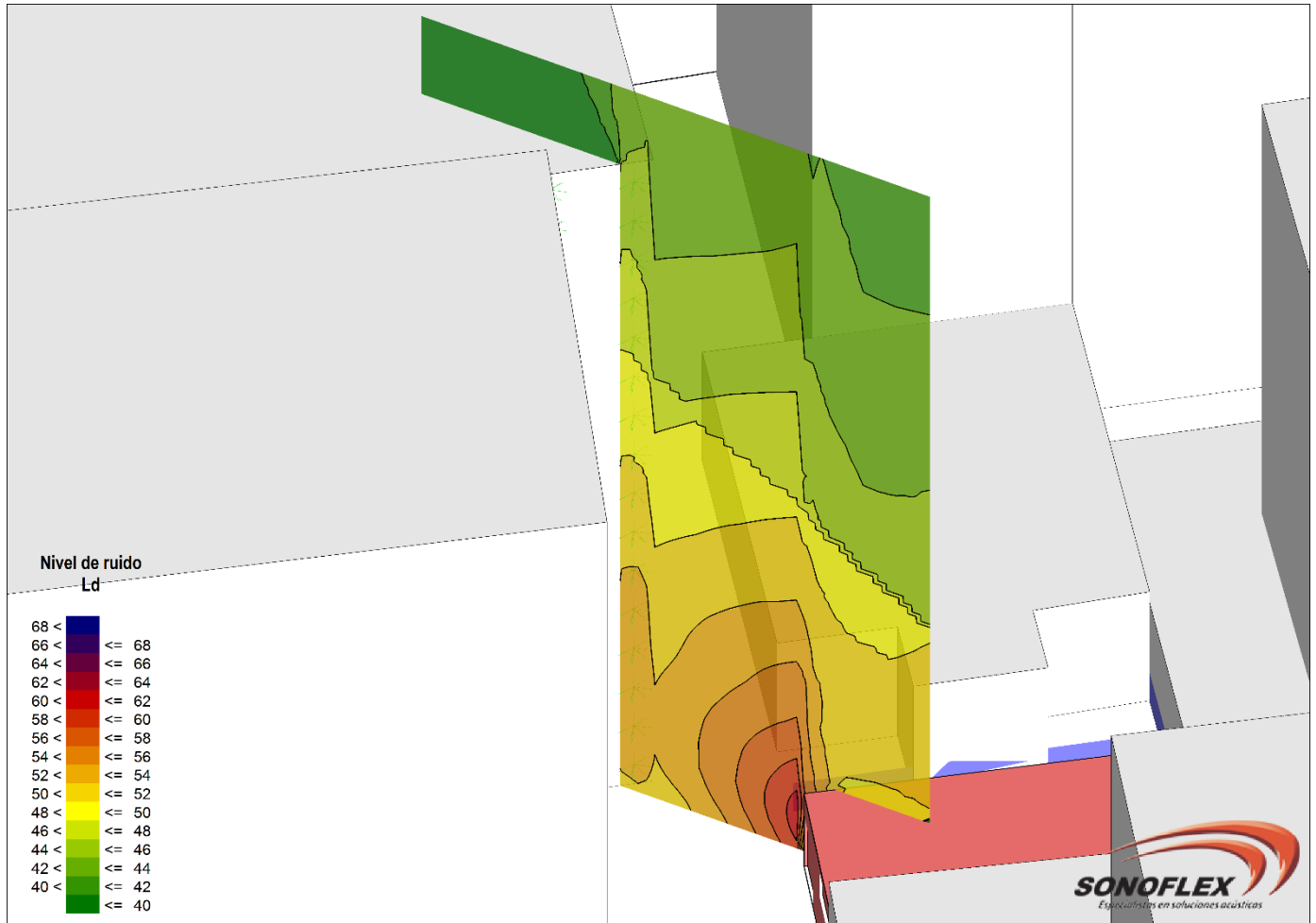


Imagen 19 - Mapa de ruido de corte transversal receptor R2 antes de implementadas las medidas de control.

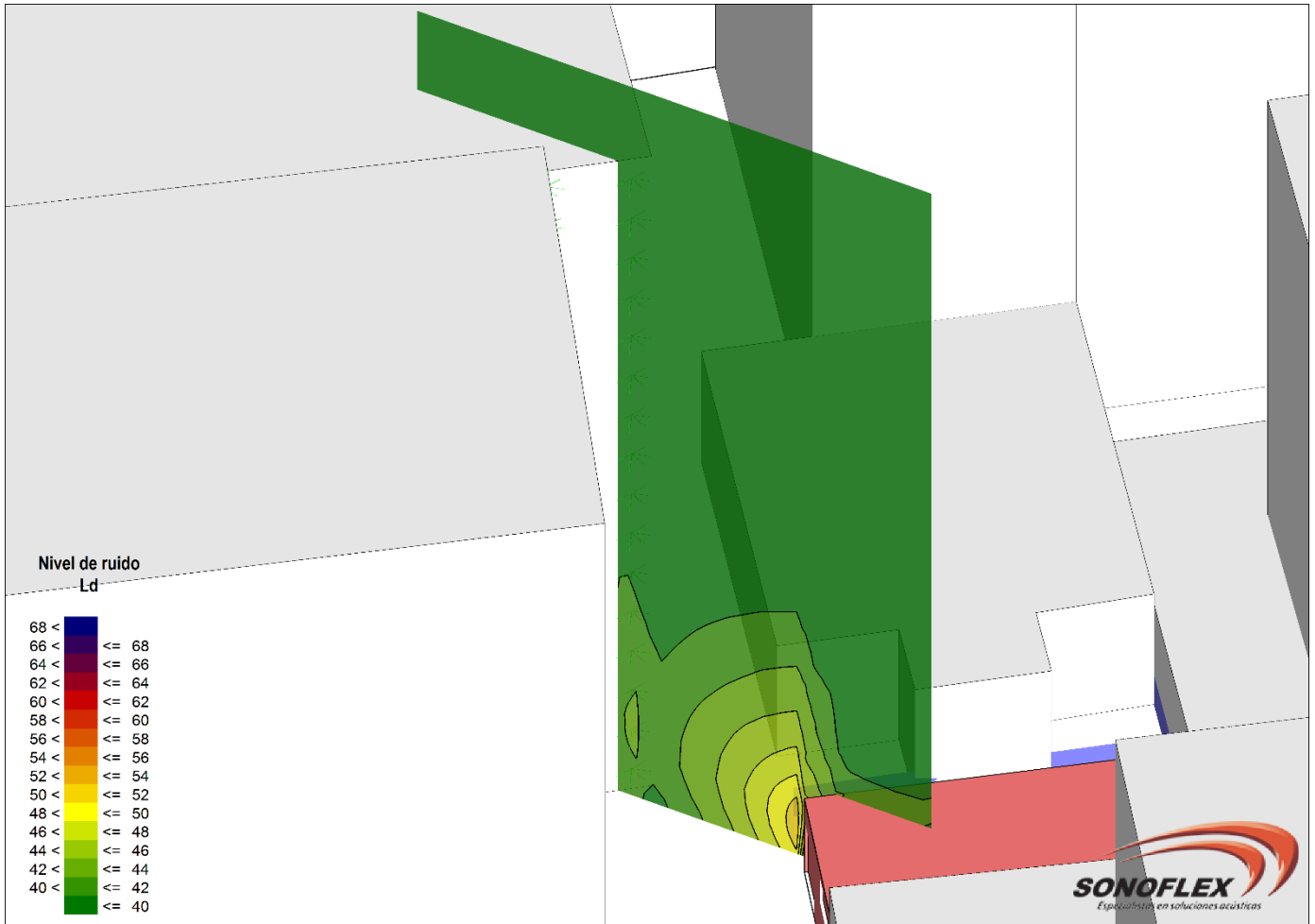


Imagen 20 - Mapa de ruido de corte transversal receptor R2 después de implementadas las medidas de control.

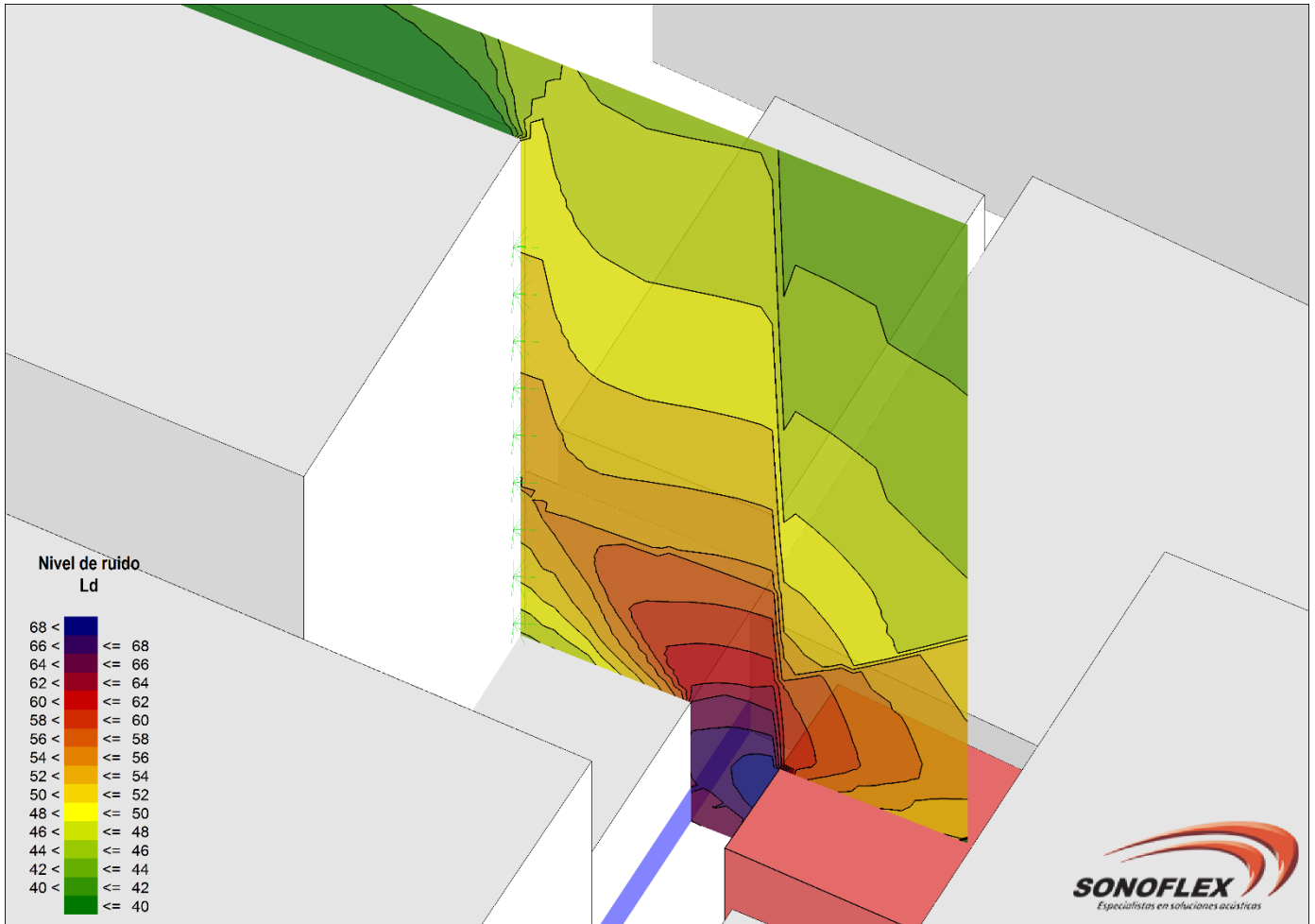


Imagen 21 - Mapa de ruido de corte transversal receptor R3 antes de implementadas las medidas de control.

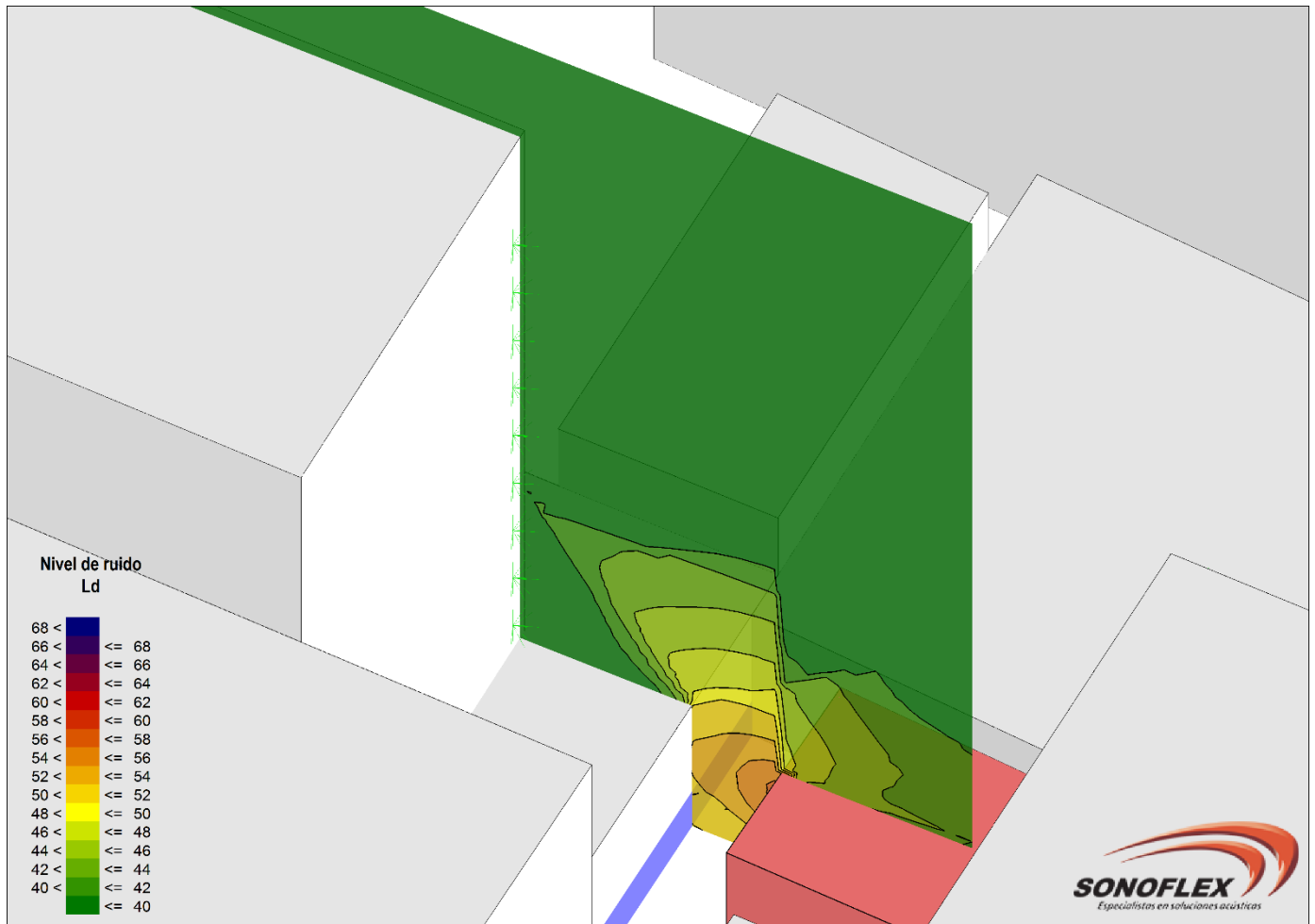


Imagen 172 - Mapa de ruido de corte transversal receptor R3 después de implementadas las medidas de control.

Se presentan a continuación los niveles de presión sonora en dB(A) en los receptores, siendo estos calculados a través de la norma internacional ISO 9613-2 1996, mediante el software Soundplan, considerando el funcionamiento de la SER Pedro de Valdivia.

Receptor	Distancia a SER	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global
R1 Piso 1	11	21,5	31,2	35,6	32,5	28,7	26,2	18,2	3,3	40,8
R1 Piso 2	11,4	23,3	31,5	36,0	32,4	28,7	26,2	18,1	3,2	39,1
R1 Piso 3	12,5	22,9	31,5	35,7	32,0	28,3	25,9	17,8	2,8	39,3
R1 Piso 4	14,2	22,5	31,0	35,1	31,4	27,7	25,4	17,5	2,7	39,1
R1 Piso 5	16,3	21,9	30,3	34,4	30,9	27,5	25,4	17,4	2,2	38,5
R1 Piso 6	18,6	21,3	29,7	33,9	30,4	26,8	24,7	16,8	1,5	37,9
R1 Piso 7	21,1	20,7	29,0	33,2	29,7	26,2	24,1	16,2	0,7	37,4
R1 Piso 8	23,7	20,4	28,4	32,6	29,1	25,5	23,5	15,5	0,0	36,7
R1 Piso 9	26,4	19,8	27,7	32,0	28,5	24,9	22,9	14,9	-0,8	36,1
R1 Piso 10	29,2	19,4	27,1	31,4	27,9	24,4	22,4	14,3	-1,5	35,4
R1 Piso 11	31,9	18,9	26,5	30,8	27,4	23,8	21,8	13,8	-2,2	34,9
R1 Piso 12	34,7	18,4	26,0	30,3	26,8	23,3	21,3	13,2	-2,8	34,3
R1 Piso 13	37,6	17,0	24,9	29,0	25,2	21,3	18,9	10,4	-6,0	33,8
R1 Piso 14	40,5	16,6	24,4	28,4	24,7	20,8	18,3	9,8	-6,7	32,3
R1 Piso 15	43,4	16,1	23,9	28,0	24,2	20,3	17,8	9,2	-7,5	31,8
R1 Piso 16	46,3	15,7	23,4	27,5	23,7	19,8	17,3	8,7	-8,2	31,3
R1 Piso 17	49,2	15,7	23,4	27,5	23,7	19,8	17,3	8,7	-8,2	30,8
R1 Piso 18	52,1	15,3	23,0	27,1	23,2	19,4	16,8	8,1	-8,9	30,4
R1 Piso 19	55,1	14,9	22,5	26,6	22,8	18,9	16,4	7,7	-9,5	30
R1 Piso 20	58	14,5	22,1	26,3	22,4	18,5	16,0	7,2	-10,2	29,6
R1 Piso 21	61	14,1	21,7	25,9	22,0	18,1	15,6	6,7	-10,8	29,2
R2 piso 1	10,4	25,0	33,8	36,9	33,9	30,7	28,0	19,9	5,3	38,8
R2 piso 2	10,8	22,3	30,9	35,5	32,2	28,5	25,0	16,6	1,7	39,7
R2 piso 3	12	22,5	30,5	36,7	33,3	28,6	25,1	16,7	1,8	39,6
R2 piso 4	13,7	22,5	30,7	36,7	33,0	28,4	25,1	16,8	1,7	39,1
R2 piso 5	15,8	22,3	30,6	36,1	32,4	27,9	24,9	16,7	1,7	38,5
R2 piso 6	18,2	21,8	30,0	35,4	31,7	27,7	25,2	17,3	2,2	37,9
R2 piso 7	20,7	21,3	29,4	34,8	31,2	27,0	24,6	16,7	1,6	37,2
R2 piso 8	23,4	20,9	28,9	34,0	30,5	26,3	24,0	16,1	0,8	36,5
R2 piso 9	26,1	20,5	28,2	33,2	29,7	25,6	23,4	15,5	0,1	35,7
R2 piso 10	28,9	19,9	27,4	32,5	29,0	25,0	22,7	14,8	0,6	35,1
R2 piso 11	31,7	19,3	26,8	31,8	28,3	24,3	22,2	14,2	-1,3	34,5
R2 piso 12	34,6	18,8	26,2	31,2	27,7	23,8	21,6	13,7	-2,0	32,8
R2 piso 13	37,4	17,2	24,9	29,8	25,9	21,5	18,6	10,0	-6,0	32,3
R2 piso 14	40,3	16,6	24,3	29,2	25,3	20,9	18,1	9,5	-6,8	31,8
R2 piso 15	43,2	16,2	23,8	28,7	24,8	20,5	17,7	9,1	-7,4	31,3
R2 piso 16	46,1	15,7	23,3	28,2	24,3	20,0	17,4	8,9	-7,7	30,8
R3 piso 1	10,6	15,2	22,8	27,7	23,9	19,6	16,9	8,4	-8,2	32,7
R3 piso 2	11	19,4	25,3	29,7	25,4	20,1	17,1	8,0	-7,1	35,7
R3 piso 3	12,1	20,6	27,0	32,3	29,3	25,1	23,1	14,7	-1,0	37,2
R3 piso 4	13,9	20,3	26,8	32,7	30,7	28,3	28,5	22,5	8,6	38,6
R3 piso 5	16	19,9	27,1	34,2	32,8	30,2	29,5	22,5	8,4	37

Receptor	Distancia a SER	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Global
R3 piso 6	18,3	19,7	27,7	33,3	30,4	27,5	26,8	19,9	6,1	35,7
R3 piso 7	20,8	19,5	26,6	31,9	29,0	26,0	25,2	18,1	3,8	34,9
R3 piso 8	23,5	18,9	25,2	30,4	27,6	24,5	23,7	16,5	1,7	34,2
R3 piso 9	26,2	18,4	24,7	29,9	26,9	23,8	22,9	15,7	0,7	33,6

Tabla 9 - Niveles de presión sonora en receptores de interés.

5.2 EVALUACIÓN D.S.N°38/11 DEL MMA

A continuación se presenta la evaluación de niveles de presión sonora obtenidos a partir de la proyección en cada punto receptor evaluado. Con respecto a estos, se obtiene cumplimiento normativo en todos los puntos evaluados.

Es importante aclarar que dichos valores corresponden a una proyección, la cual fue elaborada a partir de un modelo matemático predictivo y no considera la posible contribución de fuentes ajenas a la operación de la SER, tales como industrias circundantes, tráfico vehicular, dispositivos altoparlantes, mascotas u otras fuentes que forman parte del ruido de fondo.

Receptor	Zonificación	Máximo permitido nocturno(dBA)	Nivel proyectado (dBA)	Evaluación D.S.N°38/11 del MMA
R1 Piso 1	Zona II	45	41	Cumple
R1 Piso 2	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 3	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 4	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 5	Zona II	45	39	Cumple
R1 Piso 6	Zona II	45	38	Cumple
R1 Piso 7	Zona II	45	37	Cumple
R1 Piso 8	Zona II	45	37	Cumple
R1 Piso 9	Zona II	45	36	Cumple
R1 Piso 10	Zona II	45	35	Cumple
R1 Piso 11	Zona II	45	35	Cumple
R1 Piso 12	Zona II	45	34	Cumple
R1 Piso 13	Zona II	45	34	Cumple
R1 Piso 14	Zona II	45	32	Cumple
R1 Piso 15	Zona II	45	32	Cumple
R1 Piso 16	Zona II	45	31	Cumple
R1 Piso 17	Zona II	45	31	Cumple
R1 Piso 18	Zona II	45	30	Cumple
R1 Piso 19	Zona II	45	30	Cumple
R1 Piso 20	Zona II	45	30	Cumple
R1 Piso 21	Zona II	45	29	Cumple
R2 piso 1	Zona II	45	39	Cumple
R2 piso 2	Zona II	45	40	Cumple
R2 piso 3	Zona II	45	40	Cumple
R2 piso 4	Zona II	45	39	Cumple
R2 piso 5	Zona II	45	39	Cumple
R2 piso 6	Zona II	45	38	Cumple
R2 piso 7	Zona II	45	37	Cumple
R2 piso 8	Zona II	45	37	Cumple

Receptor	Zonificación	Máximo permitido nocturno(dBA)	Nivel proyectado (dBA)	Evaluación D.S.N°38/11 del MMA
R2 piso 9	Zona II	45	36	Cumple
R2 piso 10	Zona II	45	35	Cumple
R2 piso 11	Zona II	45	35	Cumple
R2 piso 12	Zona II	45	33	Cumple
R2 piso 13	Zona II	45	32	Cumple
R2 piso 14	Zona II	45	32	Cumple
R2 piso 15	Zona II	45	31	Cumple
R2 piso 16	Zona II	45	31	Cumple
R3 piso 1	Zona II	45	33	Cumple
R3 piso 2	Zona II	45	36	Cumple
R3 piso 3	Zona II	45	37	Cumple
R3 piso 4	Zona II	45	39	Cumple
R3 piso 5	Zona II	45	37	Cumple
R3 piso 6	Zona II	45	36	Cumple
R3 piso 7	Zona II	45	35	Cumple
R3 piso 8	Zona II	45	34	Cumple
R3 piso 9	Zona II	45	34	Cumple

Tabla 10 - Evaluación de D.S.N°38/11 del MMA en receptores evaluados.

6 Discusión

Respecto al presente estudio realizado a partir de la visita y mediciones llevadas a cabo el día 22 de junio de 2017, se puede observar que para las proyecciones de niveles de inmisión en la fachada de los receptores más cercanos a la SER Pedro de Valdivia obtenidas a partir del modelo predictivo, no se registraron niveles que sobrepasen los límites establecidos a partir de lo dicho en el D.S N° 38/11 del MMA. Esto se explica en mayor parte debido a las medidas de control de ruido implementadas en el lugar, las cuales disminuyeron de manera considerable los niveles de emisión de la SER Pedro de Valdivia como fuente de ruido y por lo tanto los niveles de inmisión asociados al funcionamiento de esta en los receptores cercanos también, tal y como se puede apreciar en los resultados gráficos y tabulados.

6.1 ANÁLISIS CUALITATIVO

A continuación, se especificarán los procesos más ruidosos ligados a los niveles de inmisión. Dichos procesos fueron obtenidos de datos recogidos en terreno junto a información proporcionada por el mandante y datos obtenidos del informe de ruido que se realizó antes de la implementación de las medidas de control de ruido mencionadas.

Las principales fuentes de ruido corresponden a lo siguiente:

- Operación ventilador centrifugo.
- Carga Ventilador centrifugo.
- Descarga Ventilador centrifugo.

Los procesos nombrados anteriormente son los que generan los niveles de ruido más elevados, por lo que podrían tender a ser más perceptibles y por lo tanto son los que potencialmente podrían generar un mayor aporte al nivel de ruido global en los puntos de inmisión.

6.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO

Los niveles proyectados a partir del modelo predictivo desarrollado en base a las mediciones realizadas, indican en los receptores los niveles oscilan entre 29 y 41 dB(A). Es importante mencionar que en los resultados de las respectivas proyecciones no se registraron niveles que sobrepasen los máximos establecidos a partir de lo indicado en el D.S N° 38/11 del MMA y por lo tanto se puede afirmar su cumplimiento normativo.

6.3 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS EN EL TIEMPO

En la tabla a continuación, se expondrán los niveles proyectados para cada receptor en el presente estudio, y en el realizado en enero de 2017, dichos niveles no consideran las medidas de control que posteriormente se implementaron y se consideraron en este informe. Dichos niveles se expondrán con el fin de observar la evolución en el tiempo en cuanto al tema ruido para cada receptor.

Como se puede apreciar en la Tabla 11 a continuación, las soluciones implementadas según lo proyectado redujo entre 11,3 y 14,3 dB(A) los niveles de inmisión en los receptores, disminuyendo en promedio 12,7 dB(A).

Receptor	Periodo	Enero 2017	Junio 2017	Reducción	Límites
R1 Piso 1	Nocturno	52,8	40,8	12,0	45
R1 Piso 2	Nocturno	51,6	39,1	12,5	45
R1 Piso 3	Nocturno	51,8	39,3	12,5	45
R1 Piso 4	Nocturno	51,5	39,1	12,4	45
R1 Piso 5	Nocturno	51	38,5	12,5	45
R1 Piso 6	Nocturno	50,5	37,9	12,6	45
R1 Piso 7	Nocturno	50,1	37,4	12,7	45
R1 Piso 8	Nocturno	49,5	36,7	12,8	45
R1 Piso 9	Nocturno	48,8	36,1	12,7	45
R1 Piso 10	Nocturno	48,2	35,4	12,8	45
R1 Piso 11	Nocturno	47,7	34,9	12,8	45
R1 Piso 12	Nocturno	47,2	34,3	12,9	45
R1 Piso 13	Nocturno	46,6	33,8	12,8	45
R1 Piso 14	Nocturno	44,7	32,3	12,4	45
R1 Piso 15	Nocturno	44,2	31,8	12,4	45
R1 Piso 16	Nocturno	43,8	31,3	12,5	45
R1 Piso 17	Nocturno	43,3	30,8	12,5	45
R1 Piso 18	Nocturno	42,9	30,4	12,5	45
R1 Piso 19	Nocturno	42,4	30,0	12,4	45
R1 Piso 20	Nocturno	42	29,6	12,4	45
R1 Piso 21	Nocturno	41,7	29,2	12,5	45
R2 piso 1	Nocturno	50,1	38,8	11,3	45
R2 piso 2	Nocturno	51,2	39,7	11,5	45
R2 piso 3	Nocturno	51,3	39,6	11,7	45
R2 piso 4	Nocturno	50,9	39,1	11,8	45
R2 piso 5	Nocturno	50,5	38,5	12,0	45
R2 piso 6	Nocturno	50,2	37,9	12,3	45
R2 piso 7	Nocturno	49,5	37,2	12,3	45
R2 piso 8	Nocturno	48,9	36,5	12,4	45
R2 piso 9	Nocturno	48,2	35,7	12,5	45
R2 piso 10	Nocturno	47,7	35,1	12,6	45
R2 piso 11	Nocturno	47,1	34,5	12,6	45
R2 piso 12	Nocturno	44,9	32,8	12,1	45
R2 piso 13	Nocturno	44,4	32,3	12,1	45
R2 piso 14	Nocturno	44	31,8	12,2	45
R2 piso 15	Nocturno	43,5	31,3	12,2	45
R2 piso 16	Nocturno	43,1	30,8	12,3	45
R3 piso 1	Nocturno	46,2	32,7	13,5	45
R3 piso 2	Nocturno	49,6	35,7	13,9	45
R3 piso 3	Nocturno	51,1	37,2	13,9	45
R3 piso 4	Nocturno	52,9	38,6	14,3	45
R3 piso 5	Nocturno	51,1	37,0	14,1	45
R3 piso 6	Nocturno	49,6	35,7	13,9	45
R3 piso 7	Nocturno	48,8	34,9	13,9	45
R3 piso 8	Nocturno	48,1	34,2	13,9	45
R3 piso 9	Nocturno	47,5	33,6	13,9	45

Tabla 11 - Tabla de evolución de parámetros en el tiempo.

7 Conclusión

- La actividad evaluada corresponde a una Sub Estación Eléctrica de Rectificación de Metro S.A. Se realizaron mediciones de caracterización acústica de fuentes de ruido el día 22 de junio de 2017 con el fin de realizar un levantamiento cuantitativo y cualitativo de ruido y de otros parámetros y características, para el desarrollo de un modelo predictivo que permita calcular la inmisión en receptores más expuestos.
- Dicha actividad puede funcionar en cualquier momento dentro de las 24 horas del día, siendo su horario de operación más intenso el horario peak de funcionamiento de Metro. Debido a esto se evalúa el horario nocturno definido por el D.S. N°38/11 del MMA (21:00 – 7:00 horas) ya que es el más restrictivo y por lo tanto es en dicho período el momento en el que se genera la condición más crítica.
- Los receptores cercanos a la actividad evaluada se emplazan en un área definida por el IPT de la comuna de Providencia como Zona UpEC. Por este motivo, y según el D.S. N°38/11 del MMA, se define este sector como Zona II en donde el nivel máximo permitido durante la noche es de 45 dB(A).
- Según las proyecciones realizadas en base a la mediciones llevadas a cabo en junio de 2017, y a partir del respectivo análisis de estas mismas, se concluye que la actividad cumple con los criterios establecidos en el D.S N°38 del 2011 del MMA tanto en periodo diurno como nocturno.

8 Referencias

- [1] - Ministerio del Medio Ambiente, D.S. N°38 del 2011 “Norma de emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica, 2011.
- [2] - Diario Oficial de La Republica de Chile, Publicación del día miércoles 15 de abril de 2015.
- [3] - Superintendencia del Medio Ambiente, Resolución exenta N° 693 del 2015.
- [4] - Ministerio del Medio Ambiente, Resolución 491 Exenta, 31 de mayo de 2016

9 Anexos

9.1 FICHAS DEL D.S.N°38/11 DEL MMA

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

IDENTIFICACIÓN DE LA FUENTE EMISORA DE RUIDO

Nombre o razón social	Metro S.A.		
RUT	61.219.000-0		
Dirección	-		
Comuna	Providencia		
Nombre de Zona de emplazamiento (según IPT vigente)	Zona UpEC		
Datum	WGS84	Huso	19H
Coordenada Norte	6300487	Coordenada Este	350250

CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE EMISORA DE RUIDO

Actividad Productiva	<input type="checkbox"/> Industrial	<input type="checkbox"/> Agrícola	<input type="checkbox"/> Extracción	<input type="checkbox"/> Otro
Actividad Comercial	<input type="checkbox"/> Restaurant	<input type="checkbox"/> Taller Mecánico	<input type="checkbox"/> Local Comercial	<input type="checkbox"/> Otro
Actividad Esparcimiento	<input type="checkbox"/> Discoteca	<input type="checkbox"/> Recinto Deportivo	<input type="checkbox"/> Cultura	<input type="checkbox"/> Otro
Actividad de Servicio	<input type="checkbox"/> Religioso	<input type="checkbox"/> Salud	<input type="checkbox"/> Comunitario	<input type="checkbox"/> Otro
Infraestructura Transporte	<input type="checkbox"/> Terminal	<input type="checkbox"/> Taller de Transporte	<input type="checkbox"/> Estación Intermedia	<input checked="" type="checkbox"/> Otro
Infraestructura Sanitaria	<input type="checkbox"/> Planta de Tratamiento	<input type="checkbox"/> Relleno Sanitario	<input type="checkbox"/> Instalación de Distribución	<input type="checkbox"/> Otro
Infraestructura Energética	<input type="checkbox"/> Generadora	<input type="checkbox"/> Distribución Eléctrica	<input type="checkbox"/> Comunicaciones	<input checked="" type="checkbox"/> Otro
Faena Constructiva	<input type="checkbox"/> Construcción	<input type="checkbox"/> Demolición	<input type="checkbox"/> Reparación	<input type="checkbox"/> Otro
Otro (Especificar)				

INSTRUMENTAL DE MEDICIÓN

Identificación sonómetro					
Marca	Cesva	Modelo	SC420	N° serie	T237362
Fecha de emisión Certificado de Calibración	30-05-2017				
Número de Certificado de Calibración	SON20150023				
Identificación calibrador					
Marca	Cesva	Modelo	CB006	N° serie	49900
Fecha de emisión Certificado de Calibración	15-05-2017				
Número de Certificado de Calibración	CAL20150014				
Ponderación en frecuencia	A		Ponderación temporal	Slow	
Verificación de Calibración en Terreno	<input checked="" type="checkbox"/> Si		<input type="checkbox"/> No		
<i>Se deberá adjuntar Certificado de Calibración Periódica Vigente para ambos instrumentos.</i>					

Página ___ de ___

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

IDENTIFICACIÓN DEL RECEPTOR

Receptor N°	R1				
Calle	Diego de Velasquez				
Número	2077				
Comuna	Providencia				
Datum	WGS84	Huso	19H		
Coordenada Norte	6300502	Coordenada Este	350235		
Nombre de Zona de emplazamiento (según IPT vigente)	Zona UpEC				
N° de Certificado de Informaciones Previas*					
Zonificación DS N° 38/11 MMA	<input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV	<input type="checkbox"/> Rural

* Adjuntar Certificado de Informaciones Previas (Si corresponde, según consideraciones de Art. 8°, D.S. N° 38/11 MMA)

INFORMACIÓN DE MEDICIÓN

Fecha medición	22-06-2017				
Hora inicio medición	0:00				
Hora término medición	1:30				
Periodo de medición	<input type="checkbox"/> 7:00 a 21:00 h		<input checked="" type="checkbox"/> 21:00 a 7:00 h		
Lugar de medición	<input type="checkbox"/> Medición Interna		<input checked="" type="checkbox"/> Medición Externa		
Descripción del lugar de medición	Frontis de vivienda				
Condiciones de ventana (en caso de medición interna)	<input type="checkbox"/> Ventana Abierta		<input type="checkbox"/> Ventana Cerrada		
Identificación ruido de fondo	Tránsito vehicular				
Temperatura [°C]	10	Humedad [%]	50%	Velocidad de viento [m/s]	1,5

Nombre y firma profesional de terreno o Inspector Ambiental (IA)		Ricardo Wachholtz
Institución, Empresa o Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA)		

Nota:

- Se deberá imprimir y completar esta página para cada receptor evaluado.
- Se podrán incluir fotografías del punto donde se ubique el sonómetro para la realización de la medición.
- Los datos de Temperatura, Humedad Relativa y Velocidad de viento, corresponderá para mediciones realizadas en el exterior.

Página ___ de ___

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

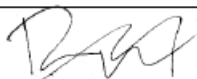
IDENTIFICACIÓN DEL RECEPTOR

Receptor N°	R2			
Calle	Diego de Velasquez			
Número	2105			
Comuna	Providencia			
Datum	WGS84	Huso	19H	
Coordenada Norte	6300509	Coordenada Este	350258	
Nombre de Zona de emplazamiento (según IPT vigente)	Zona UpEC			
N° de Certificado de Informaciones Previas*				
Zonificación DS N° 38/11 MMA	<input type="checkbox"/> I	<input checked="" type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV
				<input type="checkbox"/> Rural

* Adjuntar Certificado de Informaciones Previas (Si corresponde, según consideraciones de Art. 8°, D.S. N° 38/11 MMA)

INFORMACIÓN DE MEDICIÓN

Fecha medición	22-06-2017			
Hora inicio medición	0:00			
Hora término medición	1:30			
Periodo de medición	<input type="checkbox"/> 7:00 a 21:00 h	<input checked="" type="checkbox"/> 21:00 a 7:00 h		
Lugar de medición	<input type="checkbox"/> Medición Interna	<input checked="" type="checkbox"/> Medición Externa		
Descripción del lugar de medición	Frontis de vivienda			
Condiciones de ventana (en caso de medición interna)	<input type="checkbox"/> Ventana Abierta	<input type="checkbox"/> Ventana Cerrada		
Identificación ruido de fondo	Tránsito vehicular			
Temperatura [°C]	10	Humedad [%]	50%	Velocidad de viento [m/s]
				1,5

Nombre y firma profesional de terreno o Inspector Ambiental (IA)		Ricardo Wachholtz
Institución, Empresa o Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA)		

Nota:

- Se deberá imprimir y completar esta página para cada receptor evaluado.
- Se podrán incluir fotografías del punto donde se ubique el sonómetro para la realización de la medición.
- Los datos de Temperatura, Humedad Relativa y Velocidad de viento, corresponderá para mediciones realizadas en el exterior.

Página ___ de ___

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

IDENTIFICACIÓN DEL RECEPTOR

Receptor N°	R3				
Calle	Barcelona				
Número	2116				
Comuna	Providencia				
Datum	WGS84	Huso	19H		
Coordenada Norte	6300470	Coordenada Este	350257		
Nombre de Zona de emplazamiento (según IPT vigente)	Zona UpEC				
N° de Certificado de Informaciones Previas*					
Zonificación DS N° 38/11 MMA	<input type="checkbox"/> I	<input checked="" type="checkbox"/> II	<input type="checkbox"/> III	<input type="checkbox"/> IV	<input type="checkbox"/> Rural

* Adjuntar Certificado de Informaciones Previas (Si corresponde, según consideraciones de Art. 8°, D.S. N° 38/11 MMA)

INFORMACIÓN DE MEDICIÓN

Fecha medición	22-06-2017				
Hora inicio medición	0:00				
Hora término medición	1:30				
Periodo de medición	<input type="checkbox"/> 7:00 a 21:00 h	<input checked="" type="checkbox"/> 21:00 a 7:00 h			
Lugar de medición	<input type="checkbox"/> Medición Interna	<input checked="" type="checkbox"/> Medición Externa			
Descripción del lugar de medición	Frontis de vivienda				
Condiciones de ventana (en caso de medición interna)	<input type="checkbox"/> Ventana Abierta	<input type="checkbox"/> Ventana Cerrada			
Identificación ruido de fondo	Tránsito vehicular				
Temperatura [°C]	10	Humedad [%]	50%	Velocidad de viento [m/s]	1,5

Nombre y firma profesional de terreno o Inspector Ambiental (IA)		Ricardo Wachholtz
Institución, Empresa o Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA)		

Nota:

- Se deberá imprimir y completar esta página para cada receptor evaluado.
- Se podrán incluir fotografías del punto donde se ubique el sonómetro para la realización de la medición.
- Los datos de Temperatura, Humedad Relativa y Velocidad de viento, corresponderá para mediciones realizadas en el exterior.

Página ___ de ___

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

Croquis

Imagen Satelital



Origen de la imagen Satelital

Escala de la imagen Satelital

LEYENDA DE CROQUIS O IMAGEN UTILIZADA

Datum		WGS84		Huso		19H	
Fuentes				Receptores			
Símbolo	Nombre	Coordenadas		Símbolo	Nombre	Coordenadas	
1	Receptores 1	E	350235				
		N	6300502				
2	Receptores 2	E	350258				
		N	6300509				
3	Receptores 3	E	350257				
		N	6300470				
[Red dashed box]	SER	E	350250				
		N	6300487				

Se podrán adjuntar fotografías, considerando como máximo una (1) por fuente y dos (2) por lugar de medición.

Página ___ de ___

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

REGISTRO DE MEDICIÓN DE RUIDO DE FUENTE EMISORA

Identificación Receptor N°	R1
<input type="checkbox"/> Medición Interna (tres puntos)	<input checked="" type="checkbox"/> Medición externa (un punto)

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 1	56,4	50	56,9
	56,4	51,2	57,4
	56,3	49,4	56,7

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 2			

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 3			

REGISTRO DE RUIDO DE FONDO

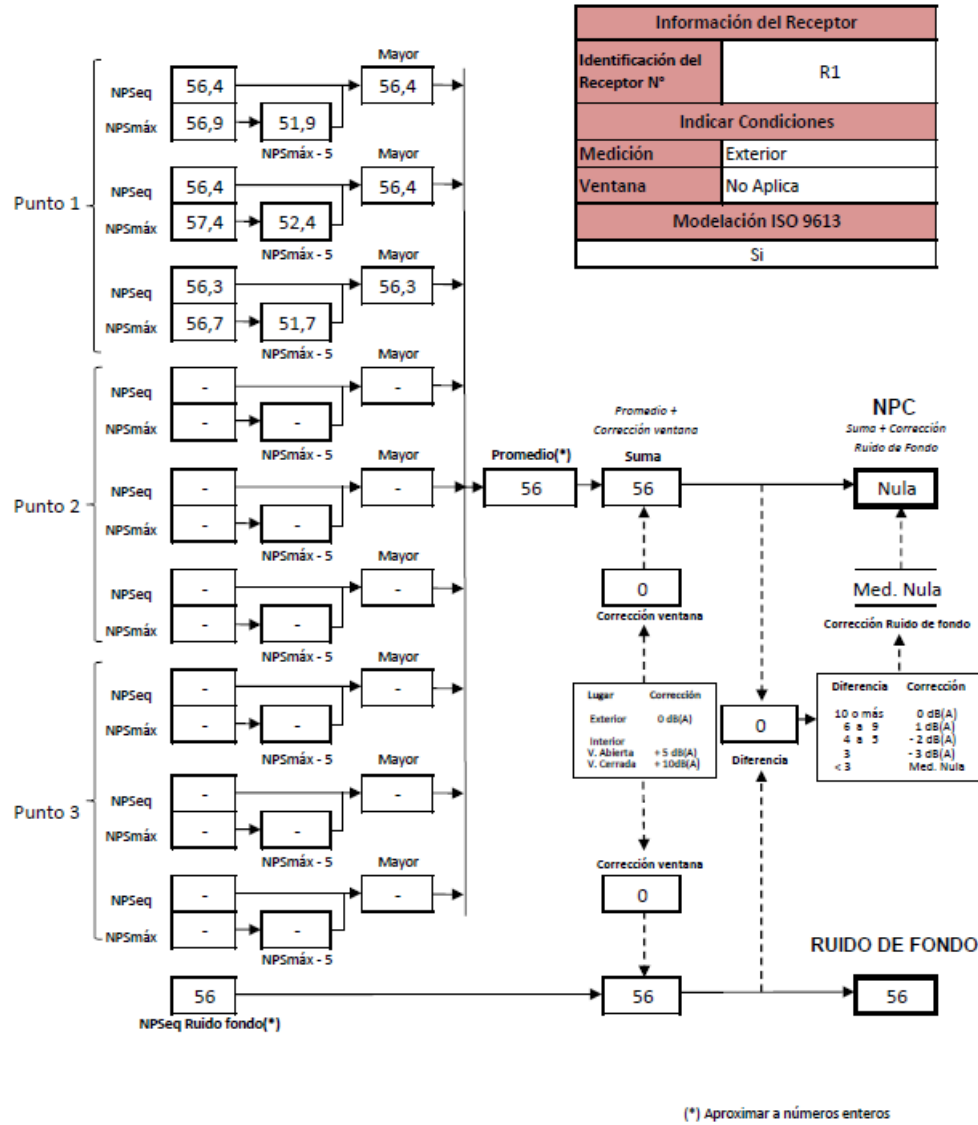
Ruido de fondo afecta la medición	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Fecha:	22-06-2017	Hora: 0:15

	5'	10'	15'	20'	25'	30'
NPSeq	56,1	56,4				

Observaciones:

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO



REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

REGISTRO DE MEDICIÓN DE RUIDO DE FUENTE EMISORA

Identificación Receptor N°	R2
<input type="checkbox"/> Medición Interna (tres puntos)	<input checked="" type="checkbox"/> Medición externa (un punto)

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 1	56	49,7	59,4
	56,2	48,5	57,1
	56,4	49,6	57,9

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 2			

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 3			

REGISTRO DE RUIDO DE FONDO

Ruido de fondo afecta la medición	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Fecha:	22-06-2017	Hora: 0:30

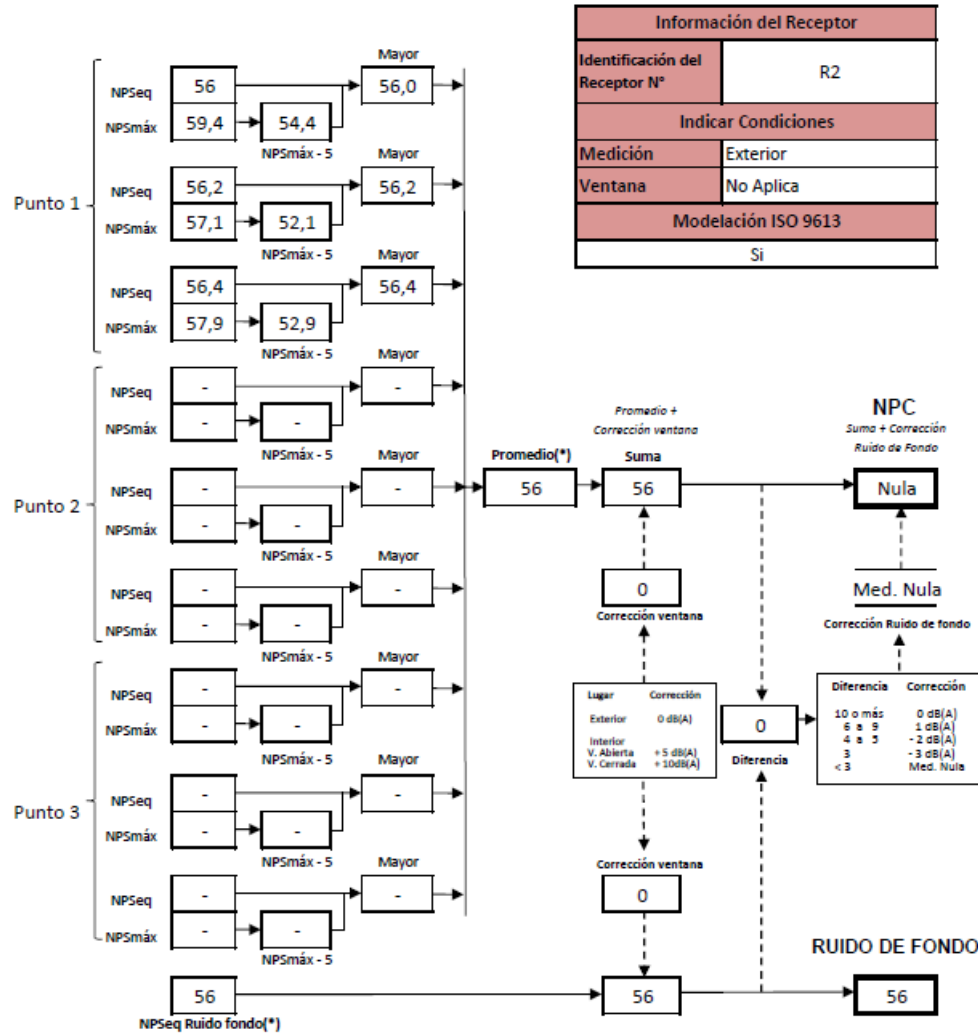
	5'	10'	15'	20'	25'	30'
NPSeq	56,1	56,4				

Observaciones:

Página ___ de ___

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO



(*) Aproximar a números enteros

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE INFORMACIÓN DE MEDICIÓN DE RUIDO

REGISTRO DE MEDICIÓN DE RUIDO DE FUENTE EMISORA

Identificación Receptor N°	R3
<input type="checkbox"/> Medición Interna (tres puntos)	<input checked="" type="checkbox"/> Medición externa (un punto)

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 1	56,1	48,7	57,4
	56,2	50,0	59,8
	56,1	49,2	57,9

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 2			

	NPSeq	NPSmin	NPSmáx
Punto 3			

REGISTRO DE RUIDO DE FONDO

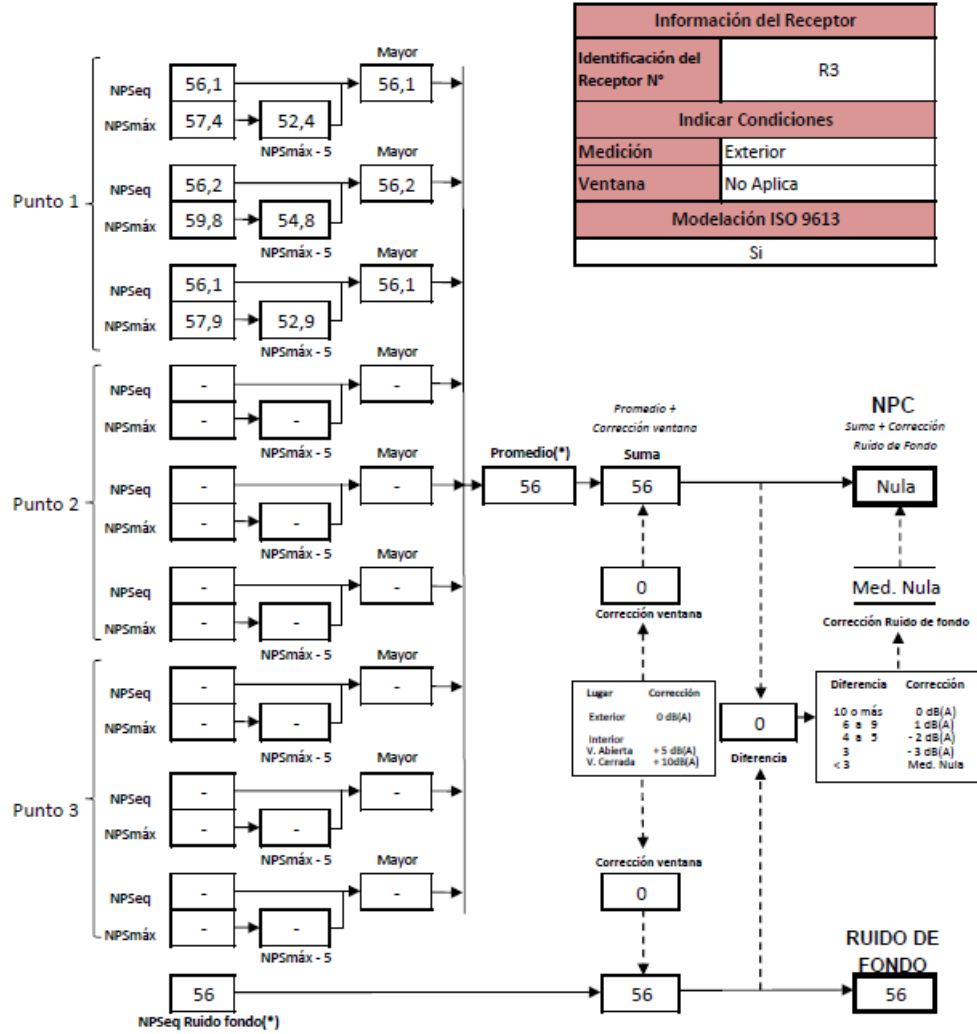
Ruido de fondo afecta la medición	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
Fecha:	22-06-2017	Hora: 0:45

	5'	10'	15'	20'	25'	30'
NPSeq	56,1	56,4				

Observaciones:

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO



(*) Aproximar a números enteros

REPORTE TÉCNICO DECRETO SUPREMO N°38/11 DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica

FICHA DE EVALUACIÓN DE NIVELES DE RUIDO

TABLA DE EVALUACIÓN

Receptor N°	NPC [dBA]	Ruido de Fondo [dBA]	Zona DS N°38	Periodo (Diurno/Nocturno)	Límite [dBA]	Estado (Supera/No Supera)
R1	Nula	56	II	Nocturno	45	Modelación
R2	Nula	56	II	Nocturno	45	Modelación
R3	Nula	56	II	Nocturno	45	Modelación

OBSERVACIONES

Se obtiene que el Leq promedio es superior al límite máximo, por tal motivo es que se procede según lo indicado en la letra g) del Artículo 19° del D.S.N°38/11 del MMA, donde se establece que el cumplimiento normativo debe ser evaluado a partir de la norma de propagación sonora ISO 9613.

ANEXOS

N°	Descripción

RESPONSABLE DEL REPORTE (Llenar sólo ETFA)

Fecha del reporte	
Nombre Representante Legal	
Firma Representante Legal	

Página ___ de ___

9.2 CARACTERIZACIÓN DE CAUDALES

Se le llama caudal al volumen de fluido que atraviesa una sección por unidad de tiempo.

De acuerdo a la naturaleza de los equipos a insonorizar, es de vital importancia conocer esta característica física del funcionamiento del ventilador centrífugo.

Se ocupó el anemómetro AZ-8912 el cual tiene las siguientes características técnicas:

	Rango	Resolución	Exactitud
Velocidad de aire	0,6 - 32 [m/seg]	0,1[m/seg]	+ -2%de lo leído
Temperatura	-20 + 60°C		
Humedad	0 - 100% RH	3% RH	
Volumen Aire	0 - 99999 [m3/seg]		

Características anemómetro AZ-8912

9.2.1.CALCULO DE CAUDAL PRE INSONORIZACIÓN

Admisión

Se procedió a medir la velocidad del flujo en variados puntos a lo ancho y alto del vano de admisión de la SER. De manera horizontal se midieron 5 puntos equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este. Luego se midieron 3 puntos verticales equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este.

Se obtuvo un promedio aritmético entre todos los puntos medidos (horizontal y vertical indistintamente).

$$V = 0,4 \text{ m/s}$$

Posteriormente se ocupó la fórmula para medir el caudal, teniendo en consideración que el vano tiene unas dimensiones de 3,11m de ancho x 1,76m de alto.

$$Q = V * A \quad (5)$$

$$Q = 0,4 \text{ m/s} * (3,14\text{m} * 1,79\text{m})$$

$$Q = 8.100 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Descarga

Se procedió a medir la velocidad del flujo en variados puntos a lo ancho y alto del vano de descarga de la SER. De manera horizontal se midieron 5 puntos equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este. Luego se midieron 3 puntos verticales equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este.

Se obtuvo un promedio aritmético entre todos los puntos medidos (horizontal y vertical indistintamente).

$$V = 2,32 \text{ m/s}$$

Posteriormente se ocupó la fórmula para medir el caudal, teniendo en consideración que el vano tiene unas dimensiones de 3,11m de ancho x 1,76m de alto.

$$Q = V * A \quad (5)$$
$$Q = 2,32 \text{ m/s} * (3,14\text{m} * 1,79\text{m})$$

$$Q = 46.944 \text{ m}^3/\text{hr}$$

9.2.2. CALCULO DE CAUDAL POST INSONORIZACIÓN

Admisión

Se procedió a medir la velocidad del flujo en variados puntos a lo ancho y alto del vano de admisión de la SER. De manera horizontal se midieron 5 puntos equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este. Luego se midieron 3 puntos verticales equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este.

Se obtuvo un promedio aritmético entre todos los puntos medidos (horizontal y vertical indistintamente).

$$V = 1 \text{ m/s}$$

Posteriormente se ocupó la fórmula para medir el caudal, teniendo en consideración que el vano tiene unas dimensiones de 3,11m de ancho x 1,76m de alto, donde se incorporó un silenciador tipo Splitter con un área libre de $2,66 \text{ m}^2$

$$Q = V * A \quad (5)$$
$$Q = 1 \text{ m/s} * (2,47\text{m}^2)$$

$$Q = 8.892 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Descarga

Se procedió a medir la velocidad del flujo en variados puntos a lo ancho y alto del vano de descarga de la SER. De manera horizontal se midieron 5 puntos equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este. Luego se midieron 3 puntos verticales equidistantes entre ellos, ubicados en el centro del vano, a una distancia aproximada de 500mm de este.

Se obtuvo un promedio aritmético entre todos los puntos medidos (horizontal y vertical indistintamente).

$$V = 0,4 \text{ m/s}$$

Posteriormente se ocupó la fórmula para medir el caudal, teniendo en consideración que el vano tiene unas dimensiones de 3,11m de ancho x 1,76m de alto, donde se incorporó un silenciador tipo Splitter con un área libre de $1,58 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned} Q &= V * A && (5) \\ Q &= 0,4 \text{ m/s} * (2,82\text{m}^2) \\ Q &= 4.061 \text{ m}^3/\text{hr} \end{aligned}$$



Benjamín Alain Menanteau Torres
Ingeniero Civil en Sonido y Acústica
Sonoflex - Depto. de Ingeniería en Control de Ruido

Anexo Fotografías Techumbre SER Pedro de Valdivia





En la siguiente imagen se ha demarcado en color rojo el perímetro de la SER Pedro de Valdivia.

