

# Anexo 1

## Evaluación de riesgo a la salud por ruido ambiental en la población adyacente a la Subestación Ancoa

Región del Maule

Agosto 2020



Elaborado por:

**Gestión Ambiental Consultores S.A.**  
General del Canto 421, Piso 6, Providencia,  
Santiago, Chile - Fono: +56 2 2719 5600

[www.gac.cl](http://www.gac.cl)

## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>10</b>
<b>3. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SALUD DE LA POBLACIÓN CERCANA A LA SUBESTACIÓN ANCOA .....</b>	<b>11</b>
3.1. Evaluación del riesgo en receptores sensibles por exposición ruido ambiental nocturno .....	11
3.1.1 Identificación del Peligro .....	12
3.1.2 Evaluación de la Exposición .....	12
3.1.3 Evaluación Dosis – Respuesta .....	13
3.1.4 Caracterización del riesgo .....	13
<b>4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO POR EXPOSICIÓN A RUIDO AMBIENTAL .....</b>	<b>13</b>
4.1. Identificación del Peligro .....	13
4.2. Evaluación de la exposición .....	16
4.2.1 Ruta de Exposición .....	16
4.2.2 Descripción del área de influencia del ruido ambiental .....	19
4.2.3 Dosis de Exposición .....	26
4.3. Evaluación de la Dosis-Respuesta .....	28
4.4. Caracterización del riesgo .....	35
4.5. Análisis de incertidumbre de la exposición ambiental .....	38
4.6. Principales antecedentes de salud de la comuna de Colbún .....	39
<b>5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>6. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>46</b>

## APÉNDICES

**Apéndice 1:** Antecedentes curriculares de los profesionales

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Denuncias recibidas por la SMA .....	7
Tabla 4-1. Coordinadas receptores formulación de cargos .....	20
Tabla 4-2. Coordinadas puntos de medición.....	21
Tabla 4-3. Nomenclatura para puntos de medición.....	22
Tabla 4-4: Efectos en salud del ruido ambiental, medidas de resultados identificadas y justificaciones para la selección .....	30
Tabla 4-5: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 1 .....	34
Tabla 4-6: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 2 .....	34
Tabla 4-7: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 3 .....	34
Tabla 4-8: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 4 .....	35
Tabla 4-9: Niveles máximos permisibles de NPC según D.S. N° 38/2011 del MMA.....	36
Tabla 4-10: Asociación entre exposición al ruido del tráfico vehicular ( $L_{night}$ ) y alteraciones del sueño (%HSD).....	37
Tabla 4-11: Estadísticos de las mediciones realizadas en los receptores .....	39
Tabla 4-12: Cálculo del UCL95 de las mediciones realizadas .....	39
Tabla 4-13: Número de egresos hospitalarios 2017 (% del total de egresos) según grupo de causa para habitantes de la comuna de Colbún vs el resto de la Región del Maule (Fuente elaboración propia a partir de bases de egresos hospitalarios DEIS 2017) .....	41
Tabla 4-14: Número de consultas totales morbilidad, cardiovasculares, y salud mental espontáneas y del programa de salud mental según REM informados en Centro de Salud Familiar Colbún y Centro de Salud Familiar Panimávida entre 2017 y 2019 .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Identificación de los puntos de medición respecto de la fuente emisora (Subestación Ancoa), para los días 12 y 13 de diciembre de 2020 .....	10
Figura 3-1: Etapas de la evaluación de riesgos ambientales .....	12
Figura 4-1: Instalaciones que pueden considerarse fuentes generadoras de ruido .....	16
Figura 4-2: Fotografías de las distintas fuentes emisoras de ruido al interior de la Subestación Ancoa....	17
Figura 4-3: Ruta de exposición del Estudio de Riesgo a la Salud por ruidos nocturnos.....	19
Figura 4-4. Identificación puntos de medición fiscalización SMA.....	20
Figura 4-5. Ubicación puntos de medición.....	21
Figura 4-6. Definición de Zonas .....	22
Figura 4-7. Mediciones utilizadas por zona .....	23
Figura 4-8: Fotografías de las viviendas ubicadas en los alrededores de la Subestación Ancoa de Control Acústico .....	24

Figura 4-9: Registro de receptores en el área de influencia de la Subestación del Informe de Fiscalización SMA .....	25
Figura 4-10: Exposición al ruido y daño auditivo .....	27
Figura 4-11: Valores en dB, producidos por sonidos comunes .....	28
Figura 4-12: Ubicación de la comuna de Colbún donde se encuentra la Subestación Ancoa .....	40
Figura 4-13: Ubicación de los centros de salud y su relación con la Subestación Ancoa.....	41
Figura 4-14: Mapas de salud comunales .....	42

## PRESENTACIÓN

El presente estudio de riesgo en salud ha sido preparado por los Dres. Claudio Vargas y Soledad Ubilla<sup>1</sup>, para establecer los potenciales efectos negativos de la infracción imputada mediante Res. Ex. N° 1/Rol D-094-2020, de 9 de julio de 2020, de la Superintendencia del Medio Ambiente, que resuelve formular cargos en contra de TRANSELEC S.A., rol único tributario 76.555.400-4; y otros tres titulares, por el siguiente hecho:

1. La obtención, con fecha 12 de diciembre de 2019, de un Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) de 50 dB(A), efectuada en horario nocturno, en condición externa, en un receptor sensible ubicado en zona rural; y
2. La obtención, con fecha 3 de marzo de 2020 de Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) de 50, 53, 42 y 47 dB(A); con fecha 4 de marzo de 2020 de Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) de 50, 53 y 44 dB(A);
3. Con fecha 5 de marzo de 2020, de Niveles de Presión Sonora Corregidos (NPC) de, 50, 55, 41 y 47 dB(A), efectuadas en horario nocturno, en condición externa, en cuatro receptores sensibles, ubicados en zona rural.

De acuerdo a la misma resolución, el hecho, acto u omisión constituiría infracciones, conforme al artículo 35, letra h), de la Ley Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente (LOSMA), en cuanto corresponden a incumplimiento de la Norma de Emisión establecida en el Decreto Supremo N° 38/2011, del Ministerio del Medio Ambiente, que Establece Norma de Emisión de Ruidos Generados por Fuentes que Indica (en adelante, “D.S. N° 38/2011”), conforme al artículo 6, números 10, letra c), y 13, que señalan que son fuentes emisoras de ruido los elementos de infraestructura energética, definidas como aquellas *“instalaciones de generación, distribución o almacenamiento de energía, combustibles o telecomunicaciones; y redes de distribución o conducción de energía, combustibles o telecomunicaciones.”*

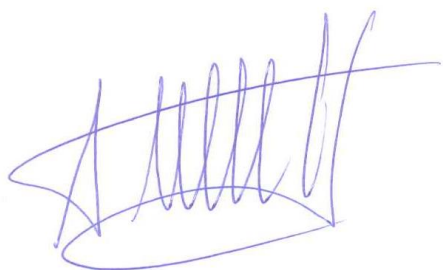
Considerando que Transelec ha propuesto un Programa de Cumplimiento para revertir la situación, el presente estudio está orientado a evaluar el riesgo a la salud por efectos del incremento de las emisiones de ruido generadas por la Subestación Ancoa sobre los receptores sensibles identificados por la SMA.

Es importante señalar que las conclusiones del presente estudio son de exclusiva responsabilidad del equipo que participó en el mismo. Las condiciones establecidas para la elaboración de estos estudios, exige

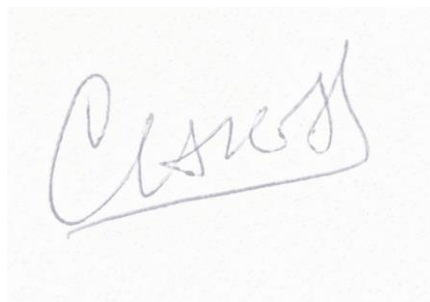
---

<sup>1</sup> Ver en Apéndice 1 los CV de ambos profesionales.

la independencia de los expertos con relación a este estudio y su libertad para publicar los resultados en los medios de su elección de preferencia con evaluación por pares.



Dra. Soledad Ubilla F.



Dr. Claudio Vargas R.

## RESUMEN EJECUTIVO

Se define ruido como todo sonido no deseado, que puede producir daños fisiológicos y/o psicológicos. El ruido presenta grandes diferencias, con respecto a otros contaminantes:

- Es el contaminante más barato.
- Es fácil de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Se percibe solo por un sentido: el Oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor).

De la revisión de evidencia en salud por exposición a ruido ambiental, se concluye que la Guía de Recomendaciones para el Ruido Ambiental de la OMS (Oficina Regional Europea) constituye el instrumento normativo orientador más actualizado (fue elaborada el 2018), que recoge el conjunto de todas las revisiones sistemáticas (metaanálisis) de la evidencia de efectos en salud a consecuencia del ruido ambiental a la fecha. En particular, la guía de la OMS provee una revisión en profundidad de todos los estudios relacionados con los efectos cardiovasculares del ruido y otra de los efectos del ruido nocturno sobre el sueño.

El principal objetivo de directrices de la OMS está orientada a ofrecer recomendaciones para proteger la salud humana de la exposición al ruido ambiental originado por diversas fuentes específicas: el ruido del transporte (tráfico vehicular, ferroviario y aéreo), el ruido de las turbinas eólicas y el ruido del ocio (asistencia a clubes nocturnos, pubs, clases de fitness, eventos deportivos en directo, conciertos o locales de música en vivo y la escucha de música a alto volumen).

De la revisión de la evidencia respecto del riesgo en salud debido a la exposición a ruidos ambientales nocturnos, se confirma que a la fecha no existen estudios suficientes que permitan construir la función dosis-respuesta para fuentes del tipo del presente estudio, es decir fuentes industriales generadoras de ruidos constantes y de baja frecuencia como lo indican los informes de medición de ruidos realizados por Control Acústico en la Subestación Ancoa.

De las funciones dosis-respuesta validadas por la reciente revisión realizada por la OMS (2018) que específicamente analiza el efecto sobre la salud del ruido nocturno, se dispone de estas funciones para tráfico vehicular, tráfico de trenes y aviones, y aún no ha sido posible construirlas para turbinas eólicas ni ruido hospitalario. Considerando que las fuentes de tráfico tienen la característica de ser de intensidad variable en el tiempo, el ruido continuo de la fuente en estudio se asemejaría más a la generada por las

turbinas eólicas, sin embargo, tampoco es posible usar una función exposición respuesta para ruido nocturno en este caso, ya que la evidencia es contradictoria e insuficiente, al punto que la OMS no hace recomendación alguna respecto a la exposición nocturna al ruido de este tipo de turbinas

Un aspecto que modifica de manera importante las recomendaciones de la OMS con relación al ruido y sus efectos sobre la salud es que enfatiza la variabilidad observada en las respuestas según el tipo de fuente que origine el ruido, por lo que todas sus recomendaciones se fundamentan para cada fuente específica.

Respecto de los efectos en salud debido al ruido ambiental, la guía de la OMS provee una revisión en profundidad de todos los estudios relacionados y define la incidencia de cardiopatía isquémica por exposición ponderada día, tarde y noche y alteraciones importantes del sueño por exposición al ruido nocturno, como los principales efectos en salud del ruido ambiental.

A partir del proceso sancionatorio instruido por la SMA debido a la superación de la norma de ruido nocturno por parte de la Subestación Ancoa que afectaría a receptores vecinos a esta planta, se ha realizado el presente Estudio de Riesgo a la Salud por Ruidos Nocturnos con el objetivo de establecer si este incumplimiento normativo ha generado un efecto sobre la salud de la población receptora.

La metodología utilizada para esta evaluación del riesgo se realiza en base a la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental “Riesgo para la salud de la población” la cual considera los criterios establecidos en el Artículo 11, letra a), de la Ley N° 19.300, y que ha sido elaborada y publicada por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). Para el presente estudio se han establecido los siguientes pasos a seguir:

1. Identificación de peligros derivados del incremento de las emisiones de ruido nocturno en la población vecina a la fuente de exposición (Subestación Ancoa).
2. Elaboración del modelo conceptual de la ruta de exposición para este caso.
3. Evaluación de la exposición a las emisiones de ruido nocturno considerando la exposición promedio que afecta a los receptores identificados en la formulación de cargos y contenidos en las zonas definidas (zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4), según se explica en la metodología del Informe de Efectos. Para dicha evaluación se utilizan las mediciones de ruido realizadas por la SMA, la EFTA Acustec y Control Acústico, que constituye la mejor información disponible del comportamiento del ruido nocturno en la Subestación Ancoa.
4. Evaluación de la dosis-respuesta, basado en la revisión de la evidencia realizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS,2018) con relación a potenciales efectos derivados del incremento en las emisiones de ruido ambiental.
5. Caracterización del riesgo en salud, determinando si se identifican efectos sobre la salud asociados al incremento de las emisiones de ruido observado en la Subestación Ancoa.
6. Descripción de la naturaleza y magnitud de las fuentes de incertidumbre de manera que deberán ser ponderadas a la hora de evaluar los resultados y las conclusiones de la evaluación de riesgo.

Un aspecto metodológico que complejiza la posibilidad de comparar los resultados obtenidos en relación con la exposición a ruido nocturno en los receptores vecinos a la Subestación dice relación con la forma de medición del ruido ambiental. La norma chilena establece que el tiempo de medición debe ser de 3 minutos, es decir lo que se obtiene con estas mediciones son resultados puntuales, a diferencia de las metodologías de medición de ruido a nivel internacional, donde el indicador más recomendado para el ruido nocturno es  $L_{night}$  que representa el promedio del ruido medido durante varias horas, por lo general entre 8 y 10 horas. Por lo cual los resultados obtenidos en las mediciones de ruido en Chile no son comparables con las recomendaciones normativas OMS ni con otras normas internacionales.

Considerando lo anterior, finalmente la única norma respecto de la cual es posible comparar los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en las 4 zonas, es la definida por nuestra regulación, que establece límites máximos permisibles de ruido dependiendo del momento del día (diurno y nocturno) y del tipo de zona donde están ubicados los receptores sensibles. En este caso la zona corresponde a la clasificación de rural y por lo tanto aplica el límite máximo aceptado por la norma para una zona rural que es de 50 dB(A), basado en el hecho de que la norma de ruido es una norma de emisión, pero que se mide desde la inmisión (receptor), por lo tanto, también estaría orientada a proteger las condiciones de quienes se encuentran en las zonas definidas por la misma norma.

De acuerdo con los resultados observados en el conjunto de mediciones realizadas en los receptores cercanos a la Subestación Ancoa, es posible concluir lo siguiente:

- La media en la Zona 1 como nivel de presión sonora corregido (NPC) es 50 dB(A), lo que confirma que la exposición al ruido nocturno no supera el límite de la norma nacional, por lo cual sería razonable que no existan efectos sobre la salud.
- La media en la Zona 2 de NPC es 51,47 dB (A), es decir supera en 1,47 dB(A) el máximo permitido en la norma nacional, por lo cual habría que verificar si es posible encontrar algún efecto sobre la salud.
- La media en la Zona 3 de NPC es 41,4 dB (A), lo que se encuentra distante del límite máximo de la norma nacional por lo que no sería razonable encontrar efectos a la salud.
- La media en la Zona 4 de NPC es de 46,7 dB (A), por lo que en este receptor tampoco se espera encontrar efectos en la salud.

Considerando estos resultados, la caracterización del riesgo por exposición al ruido nocturno en los receptores cercanos a la Subestación, definitivamente confirma la ausencia de riesgo a la salud en las Zonas 1, 3 y 4.

Respecto de la Zona 2, se confirmaría una excedencia de 1,47 dB(A) por sobre el riesgo aceptable. A pesar de las debilidades ya señaladas para comparar los resultados obtenidos con las normas internacionales, se utilizará la función dosis-respuesta de la OMS para alteraciones importantes del sueño debido a la exposición al ruido nocturno por tráfico vehicular que constituye la evidencia más robusta de asociación ruido nocturno-efecto en la salud. La evidencia reportada por la OMS muestra cómo se incrementa el

porcentaje de población que refiere importantes alteraciones del sueño (HSD high sleep disease) relacionados con distintas dosis de exposición al ruido nocturno ( $L_{night}$ ).

Sin perjuicio de lo anterior, y realizando una interpolación lineal entre 50 y 55 dB(A) (considerando el incremento de 1,47 por sobre los 50 dB), se confirma que el incremento en el porcentaje de frecuencia de perturbación del sueño (%HSD) o riesgo incremental **es menor al 0,5% (0,432 %HDS)**, lo cual permite concluir que la probabilidad de riesgo a la salud en este receptor atribuible a los niveles de ruido medidos es muy baja.

Si bien, la mayor incertidumbre en el análisis proviene de la ausencia de funciones exposición-respuesta para el tipo de ruido generado durante la noche por la Subestación en estudio, el hecho que el ruido emitido por ella sea continuo y con pocas oscilaciones en su intensidad evidenciada en la baja variabilidad de las diferentes mediciones realizadas en los receptores cercanos, avala que el carácter de este ruido es menos disruptivo del sueño, pudiendo en muchos casos no producir interrupciones, ni reducir el tiempo total de sueño.

A mayor abundamiento, se señala que se realizó un análisis de las consultas atendidas por salud mental, a partir de la información de los REM (Registros Estadísticos Mensuales) desde el 2017 al 2019 tanto en el Centro de Salud Familiar Colbún como en el Centro Familiar Panimávida para evaluar si a partir de 2018 hay un cambio en las atenciones médicas por salud mental relacionadas a alteraciones del sueño e indicación de psicofármacos que sólo son indicados por médico. También se evaluaron las consultas cardiovasculares, que sólo aparecen en los REM a partir de 2018. **Finalmente, basados en la información disponible de morbilidad de ambos centros de salud, los datos no sugieren un aumento de la demanda por problemas de sueño o psicológicos que se hayan derivado de la exposición a ruido en la cercanía de la Subestación Ancoa.**

## 1. INTRODUCCIÓN

A partir de las denuncias recepcionadas por la Superintendencia de Medio Ambiente (SMA) en contra de la operación del proyecto, originadas todas ellas por habitantes de la localidad de Rincón de Pataguas, cuyas viviendas se encuentran cercanas a la Subestación Ancoa, se realiza un proceso de fiscalización de esta unidad, todo lo cual finalmente culmina con la formulación de cargos a las empresas que operan en la Subestación, una de las cuales es Transelec S.A.

A continuación, en la siguiente tabla se realiza un resumen de las denuncias ingresadas a la SMA y su contenido:

**Tabla 1-1: Denuncias recibidas por la SMA**

#	Denunciantes	Fecha	Materia denunciada
1	Armando Espinoza Sanhueza.	14-11-2018	Ruidos intensos que emanan del funcionamiento de la Subestación eléctrica Ancoa y líneas de alta tensión. La subestación eléctrica y predio del denunciante se encontrarían separadas únicamente por la ruta L-11, por lo que el afectado se encontraría frente al establecimiento emisor, y además una de las líneas de alta tensión pasaría por el costado de la propiedad, viéndose expuestos por ambos frentes. La emisión de ruidos molestos habría iniciado el año 2003 y se mantendría a la fecha, todos los días en forma constante, con mayor intensidad entre 1:00 y 13:00 horas. Asimismo, el ruido se intensificaría durante el invierno producto de las lluvias y vientos. Adicionalmente, se adjunta escritura pública de mandato otorgado por parte del Sr. Armando Espinoza Sanhueza a los abogados.

#	Denunciantes	Fecha	Materia denunciada
2	Ema Sepúlveda Villalobos; Miguelina Paz Riquelme; Silvia Narváez Cofré; Rosalina Basoalto Cofré; Julia Parra Cofré; Ana Parra Cofré; Abel Pérez Cáceres; Raquel Narváez Terreo; Héctor Parra Alfaro; Víctor Rebolledo Oses; Iván Basoalto Basoalto; Carlos Cáceres Basoalto; Manuel Basoalto Vilches; Claudia Basoalto Leiva; Ana Basoalto Leiva; Magdalena Basoalto Villarroel; Elisa Villarroel Candía; Filomena Cofré Parra; Adelina Sánchez González; Danitza Cofré Basoalto; Marisol Basoalto Basoalto; Gricelda Villar Ganga; Iris Canales Villar; Wilson Narváez Cofré; María Cofré González; Estefanía Muñoz Villar; Jacqueline Vargas Martínez; Macarena Narváez Paz; Fernanda Andrade Cofré; y Francisca Vargas González.	24-09-2019	Se indica que, al momento de aumentar la generación y distribución eléctrica de 220 KV a 500 KV de la subestación, no se habría considerado que las distancias de las viviendas originalmente se habían calculado para 220 KV. Por esta razón, el ruido generado por las instalaciones sería insoportable para los vecinos del sector. El ruido sería de carácter continuo, durante las 24 horas, y se intensificaría durante la noche y en los días en que hay niebla o lluvia. Además, los receptores se encontrarían a pocos metros de la fuente.

Fuente: Tabla N°1 en Formulación de cargos de la SMA.

En respuesta a estas denuncias la SMA realizó las siguientes inspecciones ambientales:

1. Que, con fechas 12 y 13 de diciembre de 2019, entre las 21:15 del día 12 de diciembre y las 00:30 del día 13 de diciembre, personal fiscalizador de esta Superintendencia acudió al sector Rincón de Pataguas para realizar mediciones de ruido en distintos receptores sensibles, conforme al procedimiento establecido en el D.S. N° 38/2011.
2. Que, con fecha 9 de enero de 2020, entre las 00:20 y las 00:45 horas, se llevó a cabo una nueva inspección por parte del personal fiscalizador de esta Superintendencia, para realizar mediciones de ruido en el mismo sector.
3. Que, los resultados de dicha fiscalización y del examen de la información remitida por el titular, fueron incorporadas en el expediente de fiscalización rol DFZ-2020-378-VII-RCA, el cual fue derivado a la División de Sanción y Cumplimiento de esta Superintendencia con fecha 19 de mayo de 2020.
4. Adicionalmente requirió información a Transelec S.A. mediante Res. Ex. RDM N°03/2020:
  - a. Con fecha 15 de enero de 2020, requirió información con el objeto de que este titular informara a la SMA sobre los niveles de presión sonora (ruido) generado por la operación

de sus instalaciones, emplazadas en Ruta L-11 S/N, Rincón de Pataguas, comuna de Colbún, Región del Maule. Para tal efecto, se realizaron indicaciones detalladas respecto de las mediciones, horario, puntos de medición (coordenadas), y realización del procedimiento por parte de una Entidad Técnica de Fiscalización Ambiental (ETFA).

- b. Con fecha 24 de marzo de 2020, mediante escrito remitido a esta Superintendencia, el titular dio respuesta a lo solicitado en el requerimiento de información, adjuntando los siguientes documentos:
- Anexo 1. Informe de inspección ambiental, de 9 de marzo de 2020, elaborado por la empresa Acustec. Dicho informe da cuenta de mediciones de ruido, conforme al D.S. N° 38/2011, realizadas los días 3, 4 y 5 de marzo de 2020, en período nocturno.
  - Anexo 2. Mediciones de Ruido en la Zona Centro Sur, Subestación Eléctrica (S/E) Ancoa, CICA Ingenieros Consultores, octubre 2014.
  - Anexo 3. Propuesta Técnica y Económica MD-CS-200107-V1, Control Acústico.

Que, finalmente, con fecha 4 de mayo de 2020, Transelec S.A. remitió un documento denominado “Estudio de Impacto Acústico, Predicción y Evaluación Normativa Subestación Ancoa”, cuyo objetivo fue evaluar los niveles de ruido generados por la operación de la Subestación Ancoa según el D.S. N° 38/2011, realizando un modelo de ruido de la situación actual, y elaborando un modelo de ruido de la subestación en su totalidad. Asimismo, el informe evalúa posibles medidas de control de ruido a implementar en el establecimiento.

En base a toda esta información, la SMA constata que:

- Se constataron superaciones de hasta 15 dB(A) por sobre los límites establecidos en la norma de ruido, establecida en el D.S. N° 38/2011, debido a la operación de la Subestación Ancoa, ubicada en el sector de Rincón de Pataguas, en 12 mediciones distintas, realizadas en 4 receptores sensibles cercanos a la fuente emisora, en 4 días distintos.
- Conforme a lo indicado por los 30 denunciantes individualizados anteriormente, existiría coincidencia en el hecho de que los ruidos son de carácter constante (durante las 24 horas del día), y que estos se intensificarían durante la noche, y que la situación empeoraría durante el período invernal.
- Que, la magnitud y el número de las excedencias constatadas, así como la cantidad de personas afectadas por esta situación y el carácter constante de la emisión de ruidos, darían cuenta de la existencia de un riesgo significativo para la salud de la población expuesta a los ruidos generados por la operación de la Subestación Ancoa.

En base a estos hechos, la SMA resuelve formular cargos a todos los operadores de la Subestación Ancoa, debido a la superación de la norma establecida en el D.S. 38/2011 MMA, Título IV, artículo 9 que indica:

*“Para zonas rurales se aplicará como nivel máximo permisible de presión sonora corregido (NPC), el menor valor entre:*

*a) Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A)*

b) NPC para Zona III de la Tabla 1.

*Este criterio se aplicará tanto para el período diurno como nocturno, de forma separada”.*

La siguiente figura identifica los receptores en los cuales se realizaron las mediciones de acuerdo a lo establecido por la SMA:

**Figura 1-1: Identificación de los puntos de medición respecto de la fuente emisora (Subestación Ancoa), para los días 12 y 13 de diciembre de 2020**



Fuente: Fichas de Medición de Información de Ruido e informe de fiscalización DFZ-2020-378-VII-RCA.

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio es establecer si este incumplimiento imputado ha generado un efecto sobre la salud de la población receptora de esta situación, en consideración a que la definición de GRAVE de la misma se fundamenta -según lo indicado por la SMA- “en virtud del numeral 2, letra b), del artículo 36 de la LOSMA”, que establece que son infracciones graves, los hechos, actos u omisiones que contravengan las disposiciones pertinentes y que, alternativamente “hayan generado un riesgo significativo para la salud de la población.” Ello en atención a lo señalado en los considerandos N° 28 a 30 de la misma resolución.

### 3. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO EN SALUD DE LA POBLACIÓN CERCANA A LA SUBESTACIÓN ANCOA

#### 3.1. Evaluación del riesgo en receptores sensibles por exposición ruido ambiental nocturno

En base a la Guía de Evaluación de Impacto Ambiental “Riesgo para la salud de la población” la cual considera los criterios establecidos en el Artículo 11, letra a), de la Ley N° 19.300, y que ha sido elaborada y publicada por el SEA, para el presente estudio se han establecido los siguientes pasos a seguir:

1. Identificación de peligros derivados del incremento de las emisiones de ruido nocturno en la población vecina a la fuente de exposición (Subestación Ancoa).
2. Elaboración del modelo conceptual de la ruta de exposición para este caso.
3. Evaluación de la exposición a las emisiones de ruido nocturno considerando la exposición promedio que afecta a los receptores identificados en la formulación de cargos y contenidos en las zonas definidas (zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4), según se explica en la metodología del Informe de Efectos. Para dicha evaluación se utilizan las mediciones de ruido realizadas por la SMA, la EFTA Acustec y Control Acústico, que constituye la mejor información disponible del comportamiento del ruido nocturno en la Subestación Ancoa.
4. Evaluación de dosis-respuesta, basado en la revisión de la OMS con relación a potenciales efectos derivados del incremento en las emisiones de ruido ambiental.
5. Caracterización del riesgo en salud, determinando si se identifican efectos sobre la salud asociados al incremento de las emisiones de ruido observado en la Subestación Ancoa.
6. Descripción de la naturaleza y magnitud de las fuentes de incertidumbre de manera que deberán ser ponderadas a la hora de evaluar los resultados y las conclusiones de la evaluación de riesgo.

El riesgo al que se refiere el artículo 11, letra a), de la Ley N° 19.300 corresponde al riesgo asociado a la exposición a un agente físico específico: el ruido. Para que se genere o presente riesgo para la salud debe existir una fuente generadora (“Subestación Ancoa”), un receptor (población humana que habita en la zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4) y la posibilidad de migración del ruido hasta un punto de contacto con el receptor, es decir, una ruta de exposición completa o potencialmente completa.

Las etapas de la evaluación de los riesgos ambientales se resumen en la figura siguiente:

Figura 3-1: Etapas de la evaluación de riesgos ambientales



Fuente: Guía de evaluación de impacto ambiental riesgo para la salud de la población en el SEIA. 2012

Las etapas de la evaluación de riesgos en salud se resumen a continuación:

### 3.1.1 Identificación del Peligro

Tal como lo señala la guía del SEA, se define Peligro a la capacidad intrínseca de una sustancia, agente, objeto o situación de causar un efecto adverso sobre un receptor. En este caso se trata del agente físico ruido ambiental medido a través de los niveles de presión sonora corregido (NPC) en la unidad de medida decibelio (dB)<sup>2</sup>. El peligro es distinto del Riesgo, que es la probabilidad de ocurrencia del efecto adverso sobre el receptor, que es lo que se evalúa. Para que exista riesgo además de existir evidencia sobre el peligro, debe haber exposición a dicho peligro para lo cual se requiere de una ruta de exposición, es decir debe existir un contacto potencial de los receptores con la fuente de peligro. La exposición puede ser aguda (de segundos a días), intermedia (sub crónica) o crónica (más de un año).

### 3.1.2 Evaluación de la Exposición

A partir de la identificación de la(s) fuente(s) generadora(s) de niveles de Presión Sonora Corregido (NPC) en horario nocturno, medido en el exterior de las viviendas, en cuatro (4) receptores sensibles ubicados en el sector de Rincón de Pataguas (zona rural), que son vecinos a la Subestación Ancoa; se verificará la

<sup>2</sup> El decibelio del nivel de presión sonora (dB SPL) es una medida de intensidad del sonido que toma como referencia el menor nivel de presión sonora que el oído humano medio puede detectar. En Chile se mide dBA que mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma.

existencia de una ruta de exposición y la probabilidad de que los niveles de ruido a los cuales han estado expuestos estos receptores, pudiera generar algún riesgo a la salud para esa población receptora.

En base al promedio de decibeles del conjunto de mediciones realizadas por la SMA, el Informe de Inspección Ambiental Acustec, de marzo de 2020, realizadas en 3 días y las mediciones realizadas por Control Acústico en los mismos receptores en marzo y julio, será posible obtener información adecuada respecto de la exposición al ruido nocturno a la cual han estado expuestos los receptores cercanos. La evaluación de exposición se realizará para cada uno de estos receptores.

### **3.1.3 Evaluación Dosis – Respuesta**

La evaluación de la dosis de exposición se hará basada en la evidencia científica disponible a la fecha relacionada con la existencia de un nivel medio de presión sonora ponderado, medido durante el período nocturno sobre el cual se podría presentar un riesgo a la salud para la población receptora. Para este análisis se realizará una revisión de la evidencia disponible actualizada en la Organización Mundial de la Salud. Se utilizarán sus indicadores de referencia para la evaluación del riesgo en salud y se compararán con la exposición estimada (para cada receptor crítico).

### **3.1.4 Caracterización del riesgo**

Para caracterizar el riesgo en salud al cual podría verse expuesto los receptores vecinos a la Subestación Ancoa en la comuna de Colbún, considerando las condiciones más conservadoras, se compararán los promedios de presión sonora corregido medido con los niveles de ruido asociados a los potenciales efectos en salud indicados por la OMS. Se utilizará como guía de referencia la publicación más reciente de la OMS “Guías de ruido ambiental para la Región Europea” publicada el 2018, debido a que se introducen importantes modificaciones respecto de los criterios recomendados.

## **4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO POR EXPOSICIÓN A RUIDO AMBIENTAL**

### **4.1. Identificación del Peligro**

Se define ruido como todo sonido no deseado, que puede producir daños fisiológicos y/o psicológicos. El ruido presenta grandes diferencias, con respecto a otros contaminantes, las cuales se presentan a continuación:

- Es el contaminante más barato.
- Es fácil de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.

- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- Tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Se percibe solo por un sentido: el Oído, lo cual hace subestimar su efecto; (esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor).

De la revisión de evidencia en salud por exposición a ruido ambiental, se concluye que la Guía de Recomendaciones para el Ruido Ambiental de la OMS (Oficina Regional Europea) constituye el instrumento normativo orientador más actualizado (fue elaborada el 2018), que recoge el conjunto de todas las revisiones sistemáticas (metaanálisis) de la evidencia de efectos en salud a consecuencia del ruido ambiental a la fecha. En particular, la guía de la OMS provee una revisión en profundidad de todos los estudios relacionados con los efectos cardiovasculares del ruido<sup>3</sup> y otra de los efectos del ruido nocturno sobre el sueño<sup>4</sup>.

El sueño es un imperativo biológico y un proceso muy activo que cumple varias funciones vitales<sup>5</sup>. El sueño sin interrupciones de suficiente duración es esencial para la alerta y el rendimiento diurno, la calidad de la vida y la salud<sup>6</sup>. Se ha demostrado que el ruido fragmenta el sueño, reduce la continuidad del sueño, y reduce tiempo total de sueño<sup>7,8</sup>. Numerosos estudios experimentales han demostrado que la restricción del sueño causa, entre otras cosas, cambios en el metabolismo de la glucosa y en la regulación del apetito, una inmunidad atenuada la respuesta a la vacunación, la consolidación de la memoria y la disfunción de los vasos sanguíneos<sup>9,10,11</sup>. Estos son precursores de enfermedades manifiestas como la obesidad, la

---

<sup>3</sup> Van Kempen E, Casas M, Pershagen G, Foraster M (2018). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary. *Int J Environ Res Public Health*. 15(2). pii: E379 (<http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/379/htm>, accessed 27 June 2018).

<sup>4</sup> Basner M, McGuire S (2018). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep. *Int J Environ Res Public Health*. 15(3):pii: E519 (<http://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/519/htm>, accessed 27 June 2018).

<sup>5</sup> Watson, N.F.; Badr, M.S.; Belenky, G.; Bliwise, D.L.; Buxton, O.M.; Buysse, D.; Dinges, D.F.; Gangwisch, J.; Grandner, M.A.; Kushida, C.; et al. Joint consensus statement of the American Academy of Sleep Medicine and Sleep Research Society on the recommended amount of sleep for a healthy adult: Methodology and discussion. *Sleep* 2015, 38, 1161–1183. [PubMed]

<sup>6</sup> Banks, S.; Dinges, D.F. Behavioral and physiological consequences of sleep restriction. *J. Clin. Sleep Med.* **2007**, 3, 519–528. [PubMed]

<sup>7</sup> Basner, M.; Babisch, W.; Davis, A.; Brink, M.; Clark, C.; Janssen, S.; Stansfeld, S. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet* **2014**, 383, 1325–1332. [CrossRef]

<sup>8</sup> Muzet, A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med. Rev.* **2007**, 11, 135–142. [CrossRef] [PubMed]

<sup>9</sup> Dettoni, J.L.; Consolim-Colombo, F.M.; Drager, L.F.; Rubira, M.C.; Souza, S.B.; Irigoyen, M.C.; Mostarda, C.; Borile, S.; Krieger, E.M.; Moreno, H., Jr.; et al. Cardiovascular effects of partial sleep deprivation in healthy volunteers. *J. Appl. Physiol.* 2012, 113, 232–236. [CrossRef] [PubMed]

<sup>10</sup> Taheri, S.; Lin, L.; Austin, D.; Young, T.; Mignot, E. Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med.* 2004, 1, e62. [CrossRef] [PubMed]

<sup>11</sup> Diekelmann, S.; Born, J. The memory function of sleep. *Nat. Rev. Neurosci.* 2010, 11, 114–126. [CrossRef] [PubMed]

diabetes, la alta presión sanguínea<sup>12</sup>, y enfermedades cardiovasculares<sup>13</sup>. La evidencia epidemiológica de que el sueño crónicamente perturbado o restringido es asociado con los resultados negativos de salud por lo cual, la alteración del sueño inducida por el ruido se considera uno de los efectos no auditivos más importantes de la exposición al ruido ambiental<sup>14</sup>.

El sistema auditivo tiene una función de vigilancia y constantemente escanea el ambiente para potenciales amenazas. Los humanos perciben, evalúan y reaccionan a los sonidos ambientales incluso mientras duermen. Durante la noche, el ruido puede describirse a menudo como intermitente (es decir, eventos de ruido discretos en lugar de un nivel de ruido de fondo constante). En este caso, los efectos en el sueño están determinadas principalmente por los eventos de ruido únicos y no constantes medidos en base al nivel de presión acústica (SPL<sup>15</sup>).

El hecho de que el ruido perturbe o no el sueño también depende de la situación (por ejemplo, la profundidad de la fase de sueño<sup>16</sup>), el nivel de ruido de fondo<sup>17</sup> y moderadores individuales (por ejemplo, sensibilidad al ruido)<sup>18</sup>. Se ha demostrado que el sueño profundo y REM son importantes para la recuperación del sueño en general y la consolidación de la memoria específicamente<sup>19</sup>.

Por otra parte, la revisión sistemática de estudios que relacionan efectos cardiovasculares y metabólicos debido a la exposición al ruido ambiental, en el marco del desarrollo de las directrices de la OMS sobre el ruido ambiental para la Comunidad Europea, concluye que el ruido ambiental, especialmente el del tráfico vehicular, aumenta el riesgo de enfermedad cardíaca isquémica, principalmente infarto de miocardio. Además, podría elevar el riesgo de hipertensión y de accidente cerebrovascular. También hay evidencia sugerente de que el ruido del tráfico aumenta el riesgo de diabetes y la obesidad. Tanto los efectos cardiovasculares como metabólicos del ruido pueden estar mediados por mecanismos relacionados con el estrés y la alteración del sueño, posiblemente afectando el equilibrio hormonal.

---

<sup>12</sup> Xie, L.; Kang, H.; Xu, Q.; Chen, M.J.; Liao, Y.; Thiagarajan, M.; O'Donnell, J.; Christensen, D.J.; Nicholson, C.; Iliff, J.J.; et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science* **2013**, 342, 373–377. [CrossRef] [PubMed]

<sup>13</sup> Somers, V.K.; White, D.P.; Amin, R.; Abraham, W.T.; Costa, F.; Culebras, A.; Daniels, S.; Floras, J.S.; Hunt, C.E.; Olson, L.J.; et al. Sleep apnea and cardiovascular disease: An American Heart Association/American College of Cardiology Foundation Scientific Statement from the American Heart Association Council for High Blood Pressure Research Professional Education Committee, Council on Clinical Cardiology, Stroke Council, and Council on Cardiovascular Nursing. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2008, 52, 686–717. [PubMed]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18725495/>

<sup>14</sup> Fritsch, L.; Brown, A.L.; Kim, R.; Schwela, D.H.; Kephapoulos, S. Burden of Disease from Environmental Noise; 978 92 890 0229 5; World Health Organization (WHO): Bonn, Germany, 2011.

<sup>15</sup> SPL= Sound Press Level es el nivel de presión acústica que corresponde al logaritmo de la relación entre una presión acústica determinada y la presión acústica de referencia en dB es 20 veces el logaritmo de la base diez de la relación.

<sup>16</sup> Basner, M.; Müller, U.; Grieffahn, B. Practical guidance for risk assessment of traffic noise effects on sleep. *Appl. Acoust.* **2010**, 71, 518–522. [CrossRef]

<sup>17</sup> Fidell, S.; Tabachnick, B.; Mestre, V.; Fidell, L. Aircraft noise-induced awakenings are more reasonably predicted from relative than from absolute sound exposure levels. *J. Acoust. Soc. Am.* 2013, 134, 3645–3653. [CrossRef] [PubMed]

<sup>18</sup> Dang-Vu, T.T.; McKinney, S.M.; Buxton, O.M.; Solet, J.M.; Ellenbogen, J.M. Spontaneous brain rhythms predict sleep stability in the face of noise. *Curr. Biol.* 2010, 20, R626–R627. [CrossRef] [PubMed]

<sup>19</sup> Diekelmann, S.; Born, J. The memory function of sleep. *Nat. Rev. Neurosci.* 2010, 11, 114–126. [CrossRef] [PubMed]

## 4.2. Evaluación de la exposición

### 4.2.1 Ruta de Exposición

Para efectos de este estudio, se ha definido como ruta de exposición las emisiones de ruido generadas por fuentes o focos de emisión ubicados en altura de la Subestación Ancoa que se propagan por el aire durante la noche y que afectan a las familias que viven en las viviendas vecinas a esta instalación.

De esta manera, los elementos que se identifican en la ruta de exposición de la población al ruido nocturno generado por la Subestación son los siguientes<sup>20</sup>:

- **Fuentes generadoras del ruido nocturno:** se confirma que existen un conjunto de fuentes relevantes como emisoras de ruido al interior de la Subestación. La figura siguiente es un diagrama que sintetiza las potenciales fuentes generadoras de ruido nocturno en la Subestación.

Figura 4-1: Instalaciones que pueden considerarse fuentes generadoras de ruido



<sup>20</sup> Guía de evaluación de impacto ambiental y riesgo para la salud de la población en el SEIA Editor: Servicio de Evaluación Ambiental ISBN: 978-956-9076-06-0, 2012

El informe de seguimiento de Control Acústico de mayo del 2020 realiza un conjunto de mediciones de ruido al interior de la planta, determinando los niveles de potencia acústica de las fuentes más relevantes de ruido al interior.

**Figura 4-2: Fotografías de las distintas fuentes emisoras de ruido al interior de la Subestación Ancoa**



Fuente: Informe de Inspección Ambiental de Medición de Ruido Ambiental. Acustec, marzo 2020

Sin embargo, es importante señalar que la Subestación se compone por equipos de, al menos, 4 titulares de acuerdo a los términos de la formulación de cargos, incluyendo además instalaciones adicionales según se da cuenta a continuación. Cabe también señalar que al menos tres de los receptores que son parte de esta evaluación se encuentran a menos de 10 metros del camino principal pudiendo también ser afectados por el ruido del tráfico vehicular nocturno.

- **Medios para que se desplace el ruido:** las emisiones sonoras se desplazan a través del aire y del agua. La velocidad de transmisión depende de la elasticidad del medio, de la temperatura y humedad. Por ello para efectos de estandarizar el escenario modelado de propagación del ruido, la temperatura se fijó en 10° C y la humedad relativa en 70%, constituyendo un escenario desfavorable por la baja atenuación de la propagación de la onda sonora debido a estos efectos meteorológicos. Además, la norma de cálculo utilizada considera la velocidad del viento entre 1 y 5 [m/s]<sup>1</sup>, tal y como queda establecido en la ISO 9613 parte 2, en dirección de las fuentes de ruido

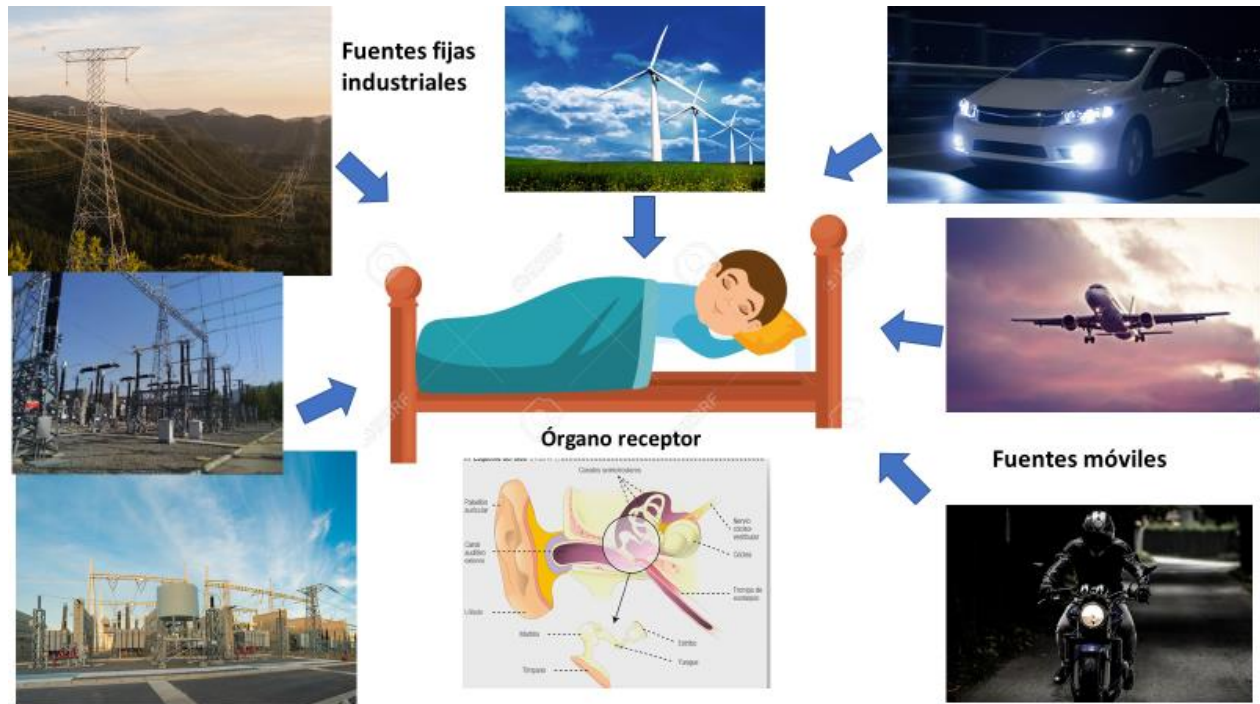
hacia los receptores, es decir, a favor de la propagación. De acuerdo con lo anterior, el escenario modelado representa una estacionalidad climática crítica.

- **Mecanismos de transporte:** A diferencia de otros contaminantes, el ruido no deja residuos, no tiene sabor ni olor, textura o color, por lo que se suele decir que el ruido es un contaminante invisible. Su radio de acción o de impacto, se encuentra limitado a las características de la fuente que lo genera y del entorno donde se propaga.
- **Vía de exposición:** corresponde a la forma en que las emisiones son percibidas por los receptores, correspondiendo a una vía única a través del oído.
- **Existencia de una población receptora:** para el presente estudio se ha definido como población receptora, a la población que vive en las cuatro zonas clasificadas como zona 1, zona 2, zona 3 y zona 4 (ver Figura 4-6)

Los receptores sensibles identificados corresponden a las viviendas identificadas por la SMA en su Informe de Fiscalización, por la EFTA Acustec y por Control Acústico en las mediciones de seguimiento.

A continuación, se presenta una figura esquemática que resumen la ruta de exposición descrita que destaca que todas las fuentes emisoras pueden superar las barreras acústicas que naturalmente existen (materialidad de la vivienda, ventanas abierta/cerrada, vegetación en la ruta entre la subestación y la vivienda, etc.) y llegar directamente al oído que es el órgano receptor de esas emisiones. Esta ruta de exposición es la que se utilizará para evaluar el riesgo en salud de la población cercana al proyecto debido a ruido nocturno por sobre la norma nacional.

Figura 4-3: Ruta de exposición del Estudio de Riesgo a la Salud por ruidos nocturnos



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Descripción del área de influencia del ruido ambiental

Con la finalidad de realizar el análisis de efectos generados por las emisiones de ruido nocturno, se determinan los receptores de acuerdo a la siguiente forma:

1. Se determinan los receptores que servirán como base para el análisis acústico, aquellos indicados en la formulación de cargos, que son los expuestos en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Coordenadas receptores formulación de cargos

Fecha medición	Identificación receptor	Coordenada Norte	Coordenada Este	Organismo
Diciembre 2019	R2	6.053.281	229.016	SMA
Marzo 2020	R1	6.048.857	284.460	ETFA
	R2	6.084.760	284.451	ETFA
	R3	6.048.278	284.348	ETFA
	R4	6.048.842	285.037	ETFA

Fuente: GAC

2. Se observa que las coordenadas del punto R2 de la fiscalización de la SMA (diciembre 2019), no coinciden con la ubicación de la imagen presentada en la formulación de cargos (Figura 4-4), por lo que, se considerará esta última ubicación como válida.

Figura 4-4. Identificación puntos de medición fiscalización SMA



Fuente: Formulación de cargos, RES EX N°1/Rol D-094-2020

3. Dado que la nomenclatura para la identificación de receptores es confusa, ya que, por ejemplo, el R2 de la fiscalización representa un receptor diferente al R2 del ETFA se procedió a reagrupar las mediciones de la siguiente manera:
- Se utilizaron los puntos del requerimiento de información Resolución Exenta RDM N°03/2020, SMA (Tabla 4-2 y Figura 4-5) como el centro para definir zonas circulares (Figura 4-6).

Tabla 4-2. Coordenadas puntos de medición

Identificación	Coordenada Este	Coordenada Norte
Punto 1	284.460	6.048.857
Punto 2	284.451	6.048.760
Punto 3	284.348	6.048.278
Punto 4	285.047	6.048.842

Fuente: GAC, en base a Resolución Exenta RDM N°03/2020

Figura 4-5. Ubicación puntos de medición



Fuente: GAC

Figura 4-6. Definición de Zonas



Fuente: GAC

Cabe destacar que, en la definición de estas zonas, se encuentran contenidos los puntos que son objeto de la formulación de cargos.

- Se recopilan los puntos de medición de todos los estudios acústicos y se renombran con letras de acuerdo a la entidad que realiza la medición.

Tabla 4-3. Nomenclatura para puntos de medición

Entidad	Nomenclatura	Color	Actividad
SMA	S	Azul	Fiscalización
Acustec	A	Rojo	Requerimiento de información
Control Acústico	C	Amarillo	Seguimiento ambiental

Fuente: GAC

- Para el análisis acústico se consideran las mediciones que quedan al interior de las zonas definidas por ser representativas para ese receptor.

Figura 4-7. Mediciones utilizadas por zona



- Como se observa en la Figura 4-7 , la única medición no utilizada corresponde a la medición S4 (fiscalización SMA) cercana a la Zona 2, esto por encontrarse alejada y perder la representatividad de la zona. Adicionalmente se hace presente que la medición en este punto no fue parte de la formulación de cargos, ya que no supera la norma de ruido.

En cada una de estas zonas se agrupa un conjunto de mediciones realizadas por las diferentes entidades, SMA, Acustec y Control Acústico, las que se encuentran a distancia razonable para poder asumir que esas mediciones son representativas de cada receptor. Dichas mediciones se encuentran en los Anexos 2, 3 y 4 respectivamente.

Las zonas identificadas en el área de influencia corresponden a sectores de viviendas o perímetros en donde potencialmente se podrían encontrar viviendas, que están expuestos a las emisiones de ruido nocturno de la Subestación Ancoa. Sus características se obtienen del Estudio de Impacto Acústico





elaborado por Control Acústico S.A. en mayo del 2020, los que son coincidentes con el estudio preparado por la ETFA Acustec y parcialmente con los receptores descritos en el Informe de Fiscalización de la SMA.

A continuación, se muestran las fotografías de los puntos de medición realizados en los alrededores de la Subestación.

**Figura 4-8: Fotografías de las viviendas ubicadas en los alrededores de la Subestación Ancoa de Control Acústico**



Figura 4-9: Registro de receptores en el área de influencia de la Subestación del Informe de Fiscalización SMA

Registros			
			
<b>Fotografía 1.</b>	<b>Fecha: 12-12-2020</b>	<b>Fotografía 2.</b>	<b>Fecha: 12-12-2020</b>
<b>Descripción Medio de Prueba:</b> Fotografía de la fuente captada durante la actividad de medición de ruido.		<b>Descripción Medio de Prueba:</b> Fotografía captada en Receptor 1 al momento de la medición.	
			
<b>Fotografía 3.</b>	<b>Fecha: 12-12-2020</b>	<b>Fotografía 4.</b>	<b>Fecha: 12-12-2020</b>
<b>Descripción Medio de Prueba:</b> Fotografía captada en el Receptor N.º 2 al momento de la medición efectuada por la SMA.		<b>Descripción Medio de Prueba:</b> Fotografía captada en el Receptor N.º 3 al momento de la medición efectuada por la SMA.	

De acuerdo con la información del catastro preliminar que realizó la empresa Transelec con el Área de Participación y Dialogo del Ministerio de Energía, y mediante información proporcionada por los propios vecinos, existirían unas 35 familias en el radio de 150 metros desde el perímetro de la Subestación Ancoa, sector denominado Rincón de Las Pataguas.

Finalmente, basado en Tabla 1. “Denuncias ciudadanas ingresadas ante la Superintendencia del Medio Ambiente”, debido a la operación de la Subestación Ancoa, del Procedimiento Sancionatorio Rol N°D-094-2020 (SMA), es posible constatar que hay 31 personas que han realizado denuncias en contra de la operación de la Subestación Ancoa. Para este estudio se presume que todos forman parte de los habitantes de la localidad de Rincón de Pataguas, cuyas viviendas se encuentran cercanas a la subestación. Estos habitantes denuncian ruidos molestos insoportables de carácter continuo, durante las 24 horas, y se intensificaría durante la noche y en los días en que hay niebla o lluvia.

#### 4.2.3 Dosis de Exposición

Los factores que influyen en los efectos de la exposición a ruido ambiental son los siguientes:

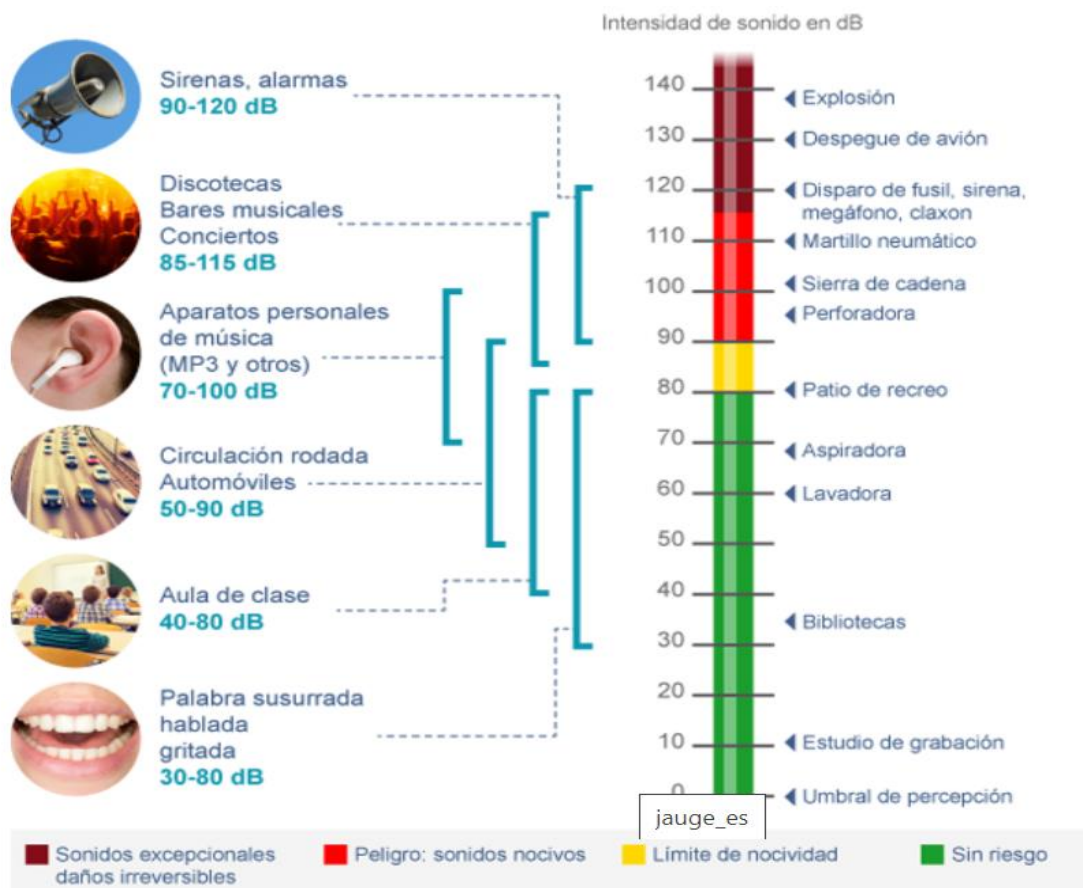
- **Nivel de Presión Sonora:** Su importancia es primordial. Aunque no pueda establecerse una relación exacta entre el nivel de presión sonora y daño auditivo, si es evidente que cuanto mayor es el nivel de presión sonora, mayor es el daño auditivo.
- **Tipo de Ruido:** Influye en cuanto a su carácter de estable, intermitente, fluctuante o de impacto. Es generalmente aceptado que el ruido continuo se tolera mejor que el discontinuo. Se considera habitualmente que un ruido que se distribuya en gran parte en frecuencias superiores a 500 Hz presenta una mayor nocividad que otros cuyas frecuencias dominantes son más bajas.
- **Tiempo de Exposición:** Se consideran desde dos aspectos: por una parte, el correspondiente a las horas/día u horas/semana de exposición – que es lo que normalmente es entendido como el tiempo de exposición – y por otra parte, el tiempo en años que un receptor está expuesto a un nivel de ruido determinado.
- **Edad:** Hay que tener en cuenta que el nivel de audición se va deteriorando con la edad, independiente de estar expuesto o no al factor de riesgo.
- **Susceptibilidad Individual:** Es la característica que posee cada persona de reaccionar ante la exposición al factor de riesgo por sus condiciones y antecedentes personales.

La exposición al ruido y la posibilidad de daño auditivo está definida por la siguiente escala de intensidades sonoras (dB) que clasifica los sonidos de nuestro medio ambiente en 4 categorías:

1. **Hasta los 80 dB (verde)**, no hay ningún riesgo para el oído, cualquiera que sea la duración de la exposición;
2. **De 80 a 90 dB (amarillo)**, se está acercando la zona de daño, pero solo puede haber algún peligro con exposiciones de muy larga duración;
3. **De 90 a 115 dB (rojo)**, el oído está en peligro: cuanto más fuerte es el sonido más lesiones aparecerán en menos tiempo;
4. **Por encima de los 115 dB (marrón)**, ruidos muy cortos (muy breves) provocan daños permanentes de forma inmediata.

La siguiente figura presenta diferentes tipos de ruidos y su intensidad, asociados al riesgo de daño de la audición.

Figura 4-10: Exposición al ruido y daño auditivo



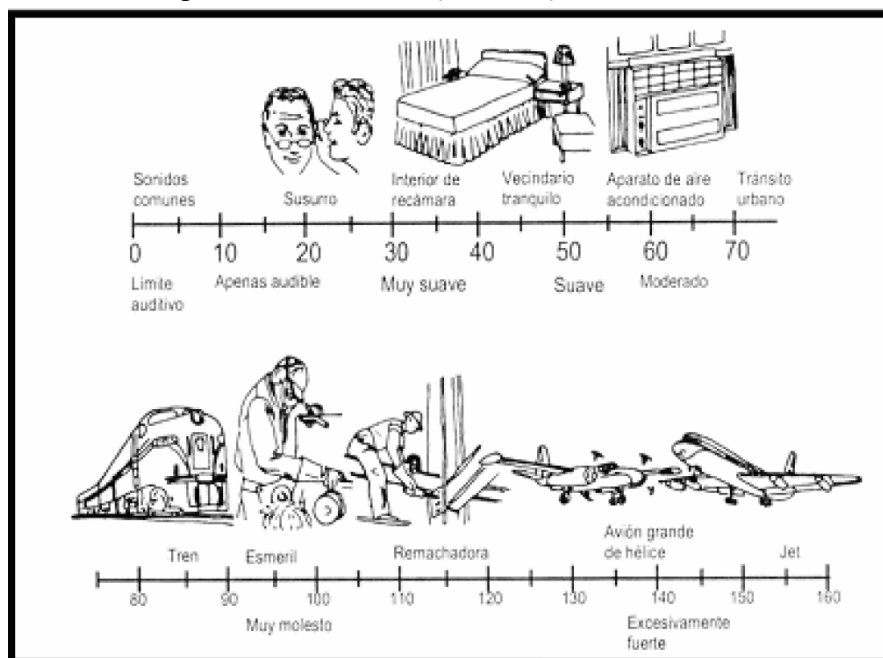
Fuente: Figura adaptada a partir de la Infografía de daño auditivo del Centro para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC-USA) 2017<sup>21</sup>

En general las normativas de protección auditiva están asociadas a la exposición ocupacional tal como se resume a continuación, donde los niveles peligrosos de ruido se asocian a la relación entre intensidad y el tiempo límite de exposición (Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo, 06/02/2003, D.S. 594 y otros).

A continuación, se presentan los valores en decibeles para sonidos comunes, que permiten establecer un punto de comparación respecto de la exposición al ruido ambiental nocturno que determina este estudio del riesgo en salud debido a la exposición por sobre la norma nacional D.S N°38/2011 del MMA asociada a los puntos catalogados como receptores sensibles, junto con sus respectivos niveles máximos permitidos. La zonificación del área donde se encuentra la Subestación Ancoa es rural por lo cual los niveles de presión sonora corregida (NPC) se define como el menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo + 10 [dB], y el NPC máximo permitido para Zona III que corresponde a 50 (dB).

<sup>21</sup> <https://www.cdc.gov/spanish/signosvital/PerdidaAuditiva/infographic.html#infographic1>

Figura 4-11: Valores en dB, producidos por sonidos comunes



Fuente: Niebel, Benjamín W. Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos. Novena Edición. Alfaomega. Pág. 266.

#### 4.3. Evaluación de la Dosis-Respuesta

Con relación a la Hipertensión Arterial, la OMS concluye que la calidad de las pruebas que apoyan una asociación entre la exposición al ruido del tráfico y la hipertensión es "muy baja", lo que indica que cualquier estimación del efecto es muy incierta<sup>22</sup>.

En el análisis de la asociación entre el ruido ambiental generado por los aviones y la enfermedad cardíaca isquémica (IHD), donde se evaluaron 22 estudios, se concluye que existe asociación estadísticamente significativa<sup>23</sup>; sin embargo, debido a que todos los estudios fueron de diseño transversal, se define que la calidad de la evidencia es aún "muy baja".

La evidencia más robusta es la que concluye que el ruido del tráfico vehicular está asociado con un mayor riesgo de enfermedad isquémica cardíaca (IHD). El aumento del ruido del tráfico vehicular se asoció con aumentos significativos en la prevalencia y la incidencia de IHD, calificando la calidad de las pruebas que

<sup>22</sup> Van Kempen|M Casas| G Pershagen|M Foraster Cardiovascular and metabolic effects of environmental noise Systematic evidence review in the framework of the development of the WHO environmental noise guidelines for the European Region RIVM Report 2017-0078 E.E.M.M.

<sup>23</sup> Estimaron un RR de 1.09 (95%CI: 1.04 - 1,15) por 10 dB, tras agregar los resultados de dos estudios que comprenden de 9.619.082 participantes, incluidos 158.977 casos de incidentes de IHD.

proviene de estos estudios como "alta"<sup>24</sup>. Los resultados de esta asociación indican que el riesgo de IHD aumenta continuamente para el tráfico vehicular desde los 59 dB, a partir de un metaanálisis con estudios que han evaluado exposiciones a ruido partir de 53 dB  $L_{den}$  (promedio día-noche). **El benchmarking utilizado por la OMS para establecer su recomendación es que el riesgo de enfermedad isquémica del corazón se incrementa en un 5% en los 59 dB y a partir de este nivel de exposición al ruido el riesgo aumenta en 8% ante un incremento de 10 dB.**

Por otra parte, los estudios que relacionan el ruido ambiental con el accidente cerebrovascular si bien muestra asociación, ninguno fue estadísticamente significativo, de manera que la conclusión es que no hay evidencia suficiente de esta asociación. Los estudios que evalúan la asociación entre el ruido del tráfico vehicular y la prevalencia de la mortalidad por accidente cerebrovascular consideran que la calidad de las pruebas que apoyan la asociación entre el ruido del tráfico y el derrame cerebral es "baja"; sin embargo, es muy probable que investigaciones en marcha (especialmente estudios longitudinales) mejoren la calidad de la evidencia y podría en el futuro cambiar esta estimación<sup>25</sup>.

Respecto de la asociación entre ruido ambiental y diabetes, en un estudio de cohorte evaluado, se encontró una asociación significativa entre el ruido del tráfico y la incidencia de la diabetes<sup>26</sup>. En general, califican la calidad de la evidencia que apoya esta asociación como "baja", sin embargo, también señalan que es muy probable que las investigaciones futuras pudieran modificar esta estimación.

La evaluación del efecto del ruido de las turbinas de viento en el sistema cardiovascular y metabólico cuenta con poca evidencia y los estudios disponibles solo se refieren a auto reportes con resultados inconsistentes, por lo cual se concluye que la asociación entre la exposición al ruido de las turbinas eólicas y el deterioro del sistema cardiovascular o metabólico es "muy bajo", siendo la estimación del efecto aún muy incierta.

En la siguiente tabla se detallan los efectos en salud asociados al ruido ambiental, las medidas de resultado utilizadas y su justificación, que sustentan las recomendaciones de la OMS en su última guía sobre ruido ambiental y sus efectos en la salud.

---

<sup>24</sup> Al combinar los resultados de tres estudios de cohortes y cuatro estudios de casos y controles (que comprenden 67.224 participantes, incluyendo 7.033 casos de incidentes de IHD), encontramos un RR de 1,08 (95%CI: 1,01 - 1,15) por 10 dB (LDEN) para la asociación entre el ruido del tráfico rodado y la incidencia del IHD dentro del rango de aproximadamente 40 - 80 dB LDEN. Esto significa que si el ruido del tráfico rodado los niveles aumentan de 40 a 80 dB (LDEN), el RR = 1,36.

<sup>25</sup> Van Kempen|M Casas| G Pershagen|M Foraster Cardiovascular and metabolic effects of environmental noise Systematic evidence review in the framework of the development of the WHO environmental noise guidelines for the European Region RIVM Report 2017-0078 E.E.M.M.

<sup>26</sup> Se encontró un RR de 1.08 (95%CI: 1.02 - 1,14) por 10 dB (LDEN) en un rango de ruido de aproximadamente 50 – 70 dB.

**Tabla 4-4: Efectos en salud del ruido ambiental, medidas de resultados identificadas y justificaciones para la selección**

Efectos en salud	Medidas de resultados	Justificación
Enfermedad cardiovascular $L_{den}^{27}$	Prevalencia, incidencia, admisión en el hospital o mortalidad medida o auto reportada debido a: - enfermedad cardíaca isquémica (IHD <sup>28</sup> ) (incluyendo angina de pecho y/o infarto de miocardio). - hipertensión. - accidente cerebrovascular.	Salvo los autoinformes, se trata de medidas objetivas del resultado, que afectan a una gran proporción de la población, tienen importantes consecuencias para la salud y pueden dar lugar a enfermedades más graves y/o a mortalidad. La evidencia que asocia el ruido promedio día, tarde y noche con la enfermedad isquémica (DW) es la más elevada. DW de IHD: 0.405 (ver nota al final del cuadro) DW de hipertensión: 0.117.
Efectos sobre el sueño ( $L_{night}^{29}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de la población con gran perturbación del sueño (%HSD<sup>30</sup>), auto informado, evaluado con una escala estandarizada.</li> <li>• Resultados medidos por polisomnografía (probabilidad de despertares adicionales).</li> <li>• Medidas de resultados cardíacos y de presión sanguínea durante el sueño.</li> <li>• La motilidad midió los resultados del sueño en los adultos.</li> <li>• Alteraciones del sueño en los niños.</li> </ul>	Esta es una de las medidas más significativa y relevante en salud. Las alteraciones del sueño auto informadas son un problema muy común en la población en general: afectan directamente a la calidad de vida y también pueden dar lugar a posteriores impedimentos para la salud. Los efectos sobre el sueño pueden estar en la vía causal de las enfermedades cardiovasculares. Esta medida no es un sustituto de los parámetros fisiológicos de la calidad del sueño, pero es un resultado importante por sí mismo. DW de %HSD: 0.07. (ver nota al final del cuadro)
Molestia ( $L_{den}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Porcentaje de la población altamente molesta (%HA<sup>31</sup>), evaluado con una escala estandarizada.</li> <li>* Porcentaje molesto, preferiblemente evaluado con una escala estandarizada.</li> </ul>	Esta es la medida más objetiva de este resultado de salud. Grandes proporciones de la población se ven afectadas por las molestias del ruido, incluso a niveles de exposición relativamente bajos. Si bien la molestia puede estar en la vía causal de las enfermedades cardiovasculares, la evidencia disponible es muy escasa como lo indica el DW que es muy cercano a 0. DW de %HA: 0.02 (ver nota al final del cuadro)
Deterioro cognitivo ( $L_{den}$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Lectura y comprensión oral, evaluadas con pruebas.</li> <li>* Deterioro evaluado con pruebas</li> </ul>	Esta medida de resultado es la más significativa: puede afectar a las personas vulnerables (niños) y tener un impacto

<sup>27</sup>  $L_{den}$  Nivel de presión sonora ponderado día-tarde-noche, tal como se define en la sección 3.6.4 de la norma ISO 1996-1:20161

<sup>28</sup> IHD: ischemic heart disease

<sup>29</sup>  $L_{night}$  Nivel de presión sonora continuo equivalente cuando el intervalo de tiempo de referencia es la noche

<sup>30</sup> %HSD porcentaje de población con "alta perturbación del sueño" (highly sleep-disturbed).

<sup>31</sup> %HA: porcentaje de la población "muy molesta".

Efectos en salud	Medidas de resultados	Justificación
	estandarizadas. * Déficit de memoria a corto y largo plazo. * Déficit de atención * Déficit de la función ejecutiva (capacidad de la memoria de trabajo).	significativo más adelante en la vida. DW para el deterioro de la lectura y la comprensión oral: DW por deterioro de la lectura y la comprensión oral: 0,006. (ver nota al final del cuadro)
Deterioro de la audición y tinnitus ( $L_{aeq}^{32}$ ) y ( $L_{AF\ max}^{33}$ )	* Deterioro permanente de la audición, medido por audiometría. * Rinnitus permanente.	Esta medida de resultado puede afectar a las personas vulnerables (niños) y tener un impacto significativo más adelante en la vida. Es la medida más objetiva para la que existe una norma ISO (ISO, 2013), que especifica cómo estimar la pérdida de audición inducida por el ruido. DW para el nivel de gravedad leve (umbral a 25 dB) para el inicio de la infancia: 0.015 (ver nota al final del cuadro)

Nota: Los DW (disability weight o peso de la discapacidad) son clasificaciones que varían entre 0 y 1, **en las que 0 significa ninguna evidencia de discapacidad y 1 indica la cantidad máxima de evidencia de discapacidad**. Las tasas indicadas en este cuadro se derivan de grandes encuestas de población en las que se pide a las personas que clasifiquen una enfermedad específica por su impacto en varias discapacidades. Se ha demostrado que los DWs son útiles para calcular la carga de la enfermedad.

Fuente: Environmental Noise Guidelines European Region OMS 2018.

El principal objetivo de directrices de la OMS está orientada a ofrecer recomendaciones para proteger la salud humana de la exposición al ruido ambiental originado por diversas fuentes específicas: el ruido del transporte (tráfico vehicular, ferroviario y aéreo), el ruido de las turbinas eólicas y el ruido del ocio (asistencia a clubes nocturnos, pubs, clases de fitness, eventos deportivos en directo, conciertos o locales de música en vivo y la escucha de música a alto volumen).

Las directrices se centran en la Región Europea de la OMS y proporcionan a los Estados Miembros una orientación normativa compatible con los indicadores de ruido utilizados en el END<sup>34</sup>. Las siguientes dos preguntas clave identifican los temas abordados por las directrices:

<sup>32</sup>  $L_{aeq}$  Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado por A durante un intervalo de tiempo determinado que comienza en  $t_1$  y termina en  $t_2$ , expresado en decibelios (dB), a un punto dado en el espacio.

<sup>33</sup>  $L_{AF\ max}$  Máximo nivel de presión sonora ponderado por tiempo y ponderado por A dentro de un intervalo de tiempo establecido que comienza en  $t_1$  y termina en  $t_2$ , expresado en dB.

<sup>34</sup> END: Directrices sobre ruido ambiental relativas a la evaluación y gestión del ruido ambiental.

1. En la población general expuesta al ruido ambiental, ¿cuál es la relación exposición-respuesta entre la exposición al ruido ambiental (reportada como varios indicadores) y la proporción de personas con una medida validada de resultado de salud, cuando se ajusta para los confundentes?
2. En la población general expuesta al ruido ambiental, ¿son eficaces las intervenciones para reducir la exposición al ruido ambiental y/o los resultados para la salud que se derivan de éste?

A la luz de estas preguntas, las directrices se proponen definir los niveles de exposición recomendados para el ruido ambiental que protegen la salud de la población. Una característica de estas recomendaciones es que no se definen umbrales, específicamente NOAEL<sup>35</sup>, sino que se utilizan funciones de exposición-respuesta (ERF) estimadas a partir de la evidencia científica que provee la literatura para cada tipo de ruido, evidencia estadísticamente significativa que permite la construcción de la curva.

El método usado para definir la recomendación fue un *benchmarking* consensuado por expertos, a partir de lo cual se concluyen seis efectos en salud respecto de lo cual existe evidencia para construir las curvas de dosis de exposición-respuesta que permiten establecer un criterio de alerta ante un potencial daño en la salud:

1. Incidencia de Enfermedad isquémica del corazón: se consideró un aumento del 5% en el riesgo relativo a partir de la exposición mínima informada en los estudios revisados.
2. Incidencia de Hipertensión Arterial (HTA): se considera relevante un cambio de un 10% en el riesgo relativo de la presión arterial.
3. Sueño altamente perturbado: se define el nivel de exposición asociado a un riesgo absoluto de un 3% de la población afectada.
4. Alta molestia (Highly Annoyance): se define un riesgo absoluto que afecte al 10% de la población.
5. Daño permanente de la audición: se concluye que no se produce por exposición ambiental, pues solo existe evidencia sustantiva para exposición ocupacional.
6. Comprensión oral y de lectura: se considera relevante un retraso de un mes en términos de edad lectora.

Para el caso de las recomendaciones para el ruido nocturno, que constituye el agente evaluado en este estudio, se usaron las funciones de dosis de exposición-respuesta para el efecto en la salud definido como “sueño altamente perturbado (HSD)” que cuenta con funciones para algunos tipos de ruido específico: tránsito vehicular, tránsito de trenes y tránsito de aviones, estimando que cuando el nivel de ruido nocturno provocaba este efecto (HSD) en un 3% de los expuestos sería el límite máximo aceptable.

La evidencia para otras fuentes de ruido (ruido hospitalario, ruidos de turbinas eólicas) es contradictoria. Se detectan sesgos potenciales o la evidencia aún es muy reciente con insuficiente data para un metaanálisis, lo que no permitió la construcción de una función exposición-respuesta. Por esta razón la OMS no realiza recomendaciones para ruido nocturno en el caso de turbinas eólicas.

---

<sup>35</sup> NOAEL: nivel al cual no se ven efectos.

Los indicadores de medición de ruido más utilizados en los estudios revisados por la OMS son  $L_{den}$  (Nivel de presión sonora ponderado día-tarde-noche) y/o  $L_{night}$  (Nivel de presión sonora continuo equivalente cuando el intervalo de tiempo de referencia es la noche) medidos en la fachada más expuesta de la vivienda (medida al aire libre). Para este estudio el indicador de ruido más apropiado sería  $L_{night}$  que da cuenta específicamente de la exposición a ruido ambiental durante toda la noche (aproximadamente 10 horas).

De la revisión del conjunto de indicadores de medición de ruidos ambientales, **validados internacionalmente y reconocidos en la Guía de la OMS, se concluye que resulta muy complejo poder comparar los resultados obtenidos en las mediciones de ruido ambiental que establece el D.S. N° 38/2011, pues la norma exige solo medir durante 3 minutos, lo cual es totalmente distinto a la forma de medición utilizada a nivel mundial, donde la medición en general es de 10 horas.**

Las recomendaciones de la OMS para proteger la salud de los impactos del ruido ambiental se fundamentan en la existencia de evidencia suficiente que permite asegurar que los efectos deseables, si se cumple la recomendación, superan a las consecuencias indeseables. La calidad de las pruebas para un beneficio neto, combinada con la información sobre los valores de resultados, así como las preferencias de las personas y/o los recursos involucrados es “fuerte” cuando la directriz es recomendable en la mayoría de las circunstancias. Por otro lado, la recomendación es “condicional” cuando hay menos certeza de su eficacia debido a la menor calidad de evidencia de un beneficio neto, valores opuestos y/o preferencias de las personas y poblaciones afectadas o elevadas repercusiones de la recomendación en los recursos, lo que significa que puede haber circunstancias o los escenarios en los que esta directriz no se aplicará.

En la guía de la OMS 2018 se reafirma que sus recomendaciones frente al ruido ambiental y sus efectos en salud es fuente específica, identificando efectos en salud provocados por el ruido nocturno, solamente asociados al ruido por el tráfico vehicular, tráfico de trenes y aviones. Respecto de otras fuentes evaluadas, incluyendo el ruido por turbina eólica y ruido hospitalario, la OMS no entrega recomendaciones debido a que la evidencia es considerada aún muy insuficiente. El detalle respecto de las dosis de exposición ambiental a ruidos y los efectos en salud se pueden encontrar en “Environmental Noise Guidelines for the European Region. 2018” de la OMS.

En consecuencia, es necesario efectuar dos precisiones para el desarrollo del presente estudio:

1. Dado que no existe un tipo de fuente asimilable en la Guía OMS, 2018, el presente estudio considera un análisis particular de la fuente específica considerada en el procedimiento (Subestación), con sus características particulares y en relación a la metodología de medición de la presión sonora aplicable a nivel nacional, según se da cuenta en el número siguiente.
2. Teniendo en consideración que la norma chilena establece que el tiempo de medición debe ser de 3 minutos, es decir lo que se obtiene con estas mediciones son resultados puntuales, a diferencia de las metodologías de medición de ruido a nivel internacional, donde el indicador más

recomendado para el ruido nocturno es  $L_{night}$  que representa el promedio del ruido medido durante varias horas, por lo general entre 8 y 10 horas; **se resuelve que la mejor medida que representa la dosis de exposición al ruido a la cual se han visto afectadas las 4 zonas que incluyen los receptores identificados en el proceso sancionatorio y en el requerimiento de información de la SMA** (ver Figura 4-7), que permita evaluar la potencial respuesta de las personas afectadas ante el ruido nocturno es el promedio del conjunto de mediciones realizadas en cada receptor. Para lo cual se cuenta con las mediciones realizadas por la SMA, EFTA Acustec y Control Acústico, a partir de lo cual se ha calculado para cada receptor el promedio de exposición de ruido observado. Las tablas siguientes muestran los resultados obtenidos.

**Tabla 4-5: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 1**

Zona	Entidad	Fecha	Medición base noche	+10dB	Zona III	Limite nocturno	Ruido modelado/medido	Superación
Zona 1	Acustec (A)	03-03-2020	31	41	50	41	50	9
	Acustec (A)	04-03-2020	31	41	50	41	50	9
	Acustec (A)	05-03-2020	30	40	50	40	50	10
	Control Acústico (C)	mar-20	30	40	50	40	50	10
	Control Acústico (C)	jul-20	30	40	50	40	50	10
	<b>Promedio de exposición:</b>		<b>30,40</b>				<b>50,00</b>	

**Tabla 4-6: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 2**

Zona	Entidad	Fecha	Medición base noche	+10dB	Zona III	Limite nocturno	Ruido modelado/medido	Superación
Zona 2	SMA (S)	dic-19	41	51	50	50	48	no
	SMA (S)	dic-19	41	51	50	50	48	no
	Acustec (A)	03-03-2020	31	41	50	41	53	12
	Acustec (A)	04-03-2020	31	41	50	41	53	12
	Acustec (A)	05-03-2020	30	40	50	40	55	15
	Control Acústico (C)	mar-20	30	40	50	40	52	12
	Control Acústico (C)	jul-20	30	40	50	40	51	11
	<b>Promedio de exposición:</b>		<b>33,43</b>				<b>51,43</b>	

**Tabla 4-7: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 3**

Zona	Entidad	Fecha	Medición base noche	+10dB	Zona III	Limite nocturno	Ruido modelado/medido	Superación
Zona 3	Acustec (A)	03-03-2020	31	41	50	41	42	1
	Acustec (A)	04-03-2020	31	41	50	41	41	no
	Acustec (A)	05-03-2020	30	40	50	40	41	1
	Control Acústico (C)	mar-20	30	40	50	40	43	3
	Control Acústico (C)	jul-20	30	40	50	40	40	no
	<b>Promedio de exposición:</b>		<b>30,40</b>				<b>41,40</b>	

**Tabla 4-8: Promedio de exposición a ruido nocturno en la Zona 4**

Zona	Entidad	Fecha	Medición base noche	+10dB	Zona III	Limite nocturno	Ruido modelado/medido	Superación
Zona 4	SMA (S)	dic-19	36	46	50	46	50	4
	Acustec (A)	03-03-2020	31	41	50	41	47	6
	Acustec (A)	04-03-2020	31	41	50	41	44	3
	Acustec (A)	05-03-2020	30	40	50	40	47	7
	Control Acustico (C)	mar-20	30	40	50	40	43	3
	Control Acustico (C)	jul-20	30	40	50	40	49	9
	<b>Promedio de exposición</b>		<b>31,33</b>				<b>46,67</b>	

La nomenclatura utilizada corresponde a la indicada en el Informe de Efectos, no obstante, en la columna Entidad de las tablas precedentes se indica (S), (A) y (C) según corresponda.

No se utilizan las mediciones registradas en el 2011 y 2014 con motivo de la tramitación ambiental de proyectos de Transelec en el SEIA, debido a que se estima que las condiciones de exposición al ruido nocturno en esos años no son comparables con la situación actual debido al ingreso de nuevas fuentes de ruido.

#### 4.4. Caracterización del riesgo

De la revisión de la evidencia respecto del riesgo en salud debido a la exposición a ruidos ambientales nocturnos, **se confirma que a la fecha no existen estudios suficientes que permitan construir la función dosis-respuesta para fuentes del tipo del presente estudio, es decir fuentes industriales generadoras de ruidos constantes y de baja frecuencia como lo indican los informes de medición de ruidos realizados por Control Acústico con relación a la Subestación Ancoa.**

De las funciones dosis-respuesta validadas por la reciente revisión realizada por la OMS (2018) que específicamente analiza el efecto sobre la salud del ruido nocturno, se dispone de estas funciones para tráfico vehicular, tráfico de trenes y aviones, y no fue posible construirlas para turbinas eólicas ni ruido hospitalario. Considerando que las fuentes de tráfico tienen la característica de ser de intensidad variable en el tiempo, el ruido continuo de la fuente en estudio se asemejaría más a la generada por las turbinas eólicas, sin embargo, tampoco es posible usar una función exposición respuesta para ruido nocturno en este caso, ya que la evidencia es contradictoria e insuficiente, al punto que la OMS no hace recomendación alguna respecto a la exposición nocturna al ruido de las turbinas eólicas

Un aspecto que modifica de manera importante las recomendaciones de la OMS con relación al ruido y sus efectos sobre la salud es que enfatiza la variabilidad observada en las respuestas según el tipo de fuente que origine el ruido, por lo que todas sus recomendaciones se fundamentan para cada fuente específica. Respecto de los efectos en salud debido al ruido ambiental, la guía de la OMS provee una revisión en profundidad de todos los estudios relacionados y define la incidencia de cardiopatía isquémica por exposición ponderada día, tarde y noche y alteraciones importantes del sueño por exposición al ruido nocturno, como los principales efectos en salud del ruido ambiental.

Adicionalmente la OMS señala que el efecto molestia (Annoyance) también debe ser considerado, estableciendo el indicador del porcentaje de la población altamente molesta (%HA), evaluada con escala estandarizada, y aceptando como nivel de normalidad la posibilidad de que hasta un 10% de la población se encuentre altamente molesta a consecuencia del ruido ponderado diurno, tarde y nocturno. En el caso del ruido promedio diurno, tarde y nocturno por el tráfico vehicular establece que este límite sería de 53 dB ( $L_{den}$ ).

Un aspecto metodológico que complejiza la posibilidad de comparar los resultados obtenidos en relación con la exposición a ruido nocturno en los receptores vecinos a la Subestación dice relación con la forma de medición del ruido ambiental. Tal como ya se indicó, la norma chilena establece que el tiempo de medición debe ser de 3 minutos, es decir lo que se obtiene con estas mediciones son resultados puntuales, a diferencia de las metodologías de medición de ruido a nivel internacional, donde el indicador más recomendado para el ruido nocturno es  $L_{night}$  que representa el promedio del ruido medido durante varias horas, por lo general entre 8 y 10 horas. Por lo cual los resultados obtenidos en las mediciones de ruido en Chile no son comparables con las recomendaciones normativas OMS ni con otras normas internacionales.

Considerando todo lo anterior, finalmente la única norma respecto de la cual es posible comparar los resultados obtenidos en las mediciones, es la definida por nuestra legislación, que establece límites máximos permisibles de ruido dependiendo del momento del día (diurno y nocturno) y del tipo de zona donde están ubicados los receptores sensibles. En este caso la zona corresponde a la clasificación de rural y por lo tanto aplica lo que se indica en la siguiente tabla.

**Tabla 4-9: Niveles máximos permisibles de NPC según D.S. N° 38/2011 del MMA.**

Tipo de Zona	Nivel de Presión Sonora Corregido (NPC) Máximo Permitido [dB(A)]	
	Periodo Diurno 7:00 a 21:00 horas	Periodo Nocturno 21:00 a 7:00 horas
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70
Zona Rural	Menor nivel entre el Nivel de Ruido de Fondo +10 [dB], y el NPC máximo permitido para	

Fuente: D.S. 38/2011 del MMA, artículos 7° y 9°.

Basado en el hecho de que la norma de ruido es una norma de emisión, pero que se mide en la inmisión, podría considerarse que, al igual que las normas primarias de calidad ambiental, estaría específicamente orientada a proteger a los receptores cercanos. Así, y considerando que en salud el riesgo “cero” no existe, se entiende que al definirse para el período nocturno como nivel de ruido máximo el permitido en la Zona III, por sobre el **nivel de presión sonora corregido de 50 dB(A)** se podrían constatar potencialmente efectos a la salud al ser el máximo tolerable en este tipo de ubicaciones.

De acuerdo con los resultados observados en el conjunto de mediciones realizadas en los receptores cercanos a la Subestación Ancoa, es posible concluir lo siguiente:

- La media en la Zona 1 como nivel de presión sonora corregido (NPC) es 50 dB(A), lo que confirma que la exposición al ruido nocturno no supera el límite de la norma nacional, por lo cual sería razonable que no existan efectos sobre la salud.
- La media en la Zona 2 de NPC es 51,47 dB (A), es decir supera en 1,47 dB(A) el máximo permitido en la norma nacional, por lo cual habría que verificar si es posible encontrar algún efecto sobre la salud.
- La media en la Zona 3 de NPC es 41,4 dB (A), lo que se encuentra distante del límite máximo de la norma nacional por lo que no sería razonable encontrar efectos a la salud.
- La media en la Zona 4 de NPC es de 46,7 dB (A), por lo que en este receptor tampoco se espera encontrar efectos en la salud.

Considerando estos resultados, la caracterización del riesgo por exposición al ruido nocturno en los receptores cercanos a la Subestación, definitivamente confirma la ausencia de riesgo a la salud en las Zonas 1, 3 y 4.

Respecto de la Zona 2, se confirmaría una excedencia de 1,47 dB(A) por sobre el riesgo aceptable. A pesar de las debilidades ya señaladas para comparar los resultados obtenidos con las normas internacionales, se utilizará la función dosis-respuesta de la OMS para alteraciones importantes del sueño debido a la exposición al ruido nocturno por tráfico vehicular que constituye la evidencia más robusta de asociación ruido nocturno-efecto en la salud. La evidencia reportada por la OMS muestra cómo se incrementa el porcentaje de población que refiere importantes alteraciones del sueño (HSD high sleep disease) relacionados con distintas dosis de exposición al ruido nocturno ( $L_{night}$ ).

**Tabla 4-10: Asociación entre exposición al ruido del tráfico vehicular ( $L_{night}$ ) y alteraciones del sueño (%HSD).**

$L_{night}$ (dB)	%HSD	95% CI
40	2.0	0.9–3.15
45	2.9	1.40–4.44
50	4.2	2.14–6.27
55	6.0	3.19–8.84
60	8.5	4.64–12.43
65	12.0	6.59–17.36

Fuente: Tabla 12 de Environmental Noise Guidelines, OMS 2018

En este sentido, la interpolación lineal entre 50 y 55 (dB), considerando el incremento de 1,47 por sobre los 50 dB, confirma un incremento en el porcentaje de frecuencia de alta perturbación del sueño (%HSD) o riesgo incremental de 0,6468 %HSD, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo incremental}_{(55-50 \text{ dB})} = \frac{1,47 \text{ dB} * (6,0 - 4,2)}{5}$$

Considerando que el ruido generado por la Subestación es continuo y sin oscilaciones significativas (lo que hace teóricamente que sus efectos sean menos disruptivos para el sueño), es posible concluir que desde el punto de vista de **evaluación del riesgo a la salud derivado de la situación constatada de superación de la norma de ruido nocturno sobre los receptores cercanos se pueda solamente objetivar en la zona 2 con una probabilidad de incrementar el efecto sobre el sueño en menos de un 1%.**

En este entendido, es posible afirmar que los resultados confirman la inexistencia de un riesgo cierto en la salud de las personas derivadas de la infracción imputada lo que, en todo caso, **no descarta la existencia de molestias en los receptores cercanos las que debieran minimizarse y/o eliminarse**, con medidas para reducir la emisión de ruido en la inmisión y que permitan, en base a una modelación sonora, alcanzar los límites permisibles tolerables establecidos, al menos, en la Tabla III del art. 7 del D.S. N° 38/2011, MMA.

Así, y como se indicó con anterioridad (tabla 4-4), la evidencia disponible del efecto potencial que produce esta **molestia** en la vía causal de las enfermedades cardiovasculares es cercano a cero, tal como lo indica el DW (DW de %HA: 0.02-), por lo que es razonable descartar la existencia de un riesgo potencial en la salud de las personas derivadas del hecho infraccional imputado.

#### 4.5. Análisis de incertidumbre de la exposición ambiental

La mayor incertidumbre en el análisis proviene de la ausencia de funciones exposición-respuesta para el tipo de ruido generado durante la noche por la Subestación en estudio.

Como ya se señaló, las funciones sólo han sido generadas por la OMS para el ruido que proviene de tránsito vehicular, tráfico de ferrocarriles y tráfico aéreo. Explícitamente, dada la baja calidad de la evidencia, no se construyó (por la OMS) una función exposición-respuesta para el ruido nocturno asociado a turbinas eólicas, que podría ser el tipo de fuente más similar a la Subestación y en consecuencia no se realizó ninguna recomendación.

El hecho que el ruido sea continuo y con pocas oscilaciones en su intensidad evidenciada en la baja variabilidad de las diferentes mediciones realizadas en los receptores como se muestra en las Tabla 4-5, Tabla 4-6, Tabla 4-7 y Tabla 4-8 avala que **el carácter de este ruido es menos disruptivo del sueño, pudiendo en muchos casos no producir interrupciones, ni reducir el tiempo total de sueño.**

A pesar de que las mediciones son puntuales, se aprecia bastante consistencia en los valores medidos con coeficientes de variación pequeños y errores estándar muy bajos para el número de mediciones efectuadas.

**Tabla 4-11: Estadísticos de las mediciones realizadas en los receptores**

Receptor	Número obs	media+/- EE	Desviación estándar	Coeficiente de variación
A	5	50 +/- 0	0	0
B	7	51.43+/- 0.88	2.64	4.55
C	5	41.4 +/- 0.51	1.14	2.75
D	6	46.7 +/- 1.12	2.73	5.86

Fuente: elaboración propia.

Un análisis de sensibilidad usando el UCL95 (límite superior de confianza del 95% de los datos analizados) no cambia de manera sustantiva las conclusiones.

**Tabla 4-12: Cálculo del UCL95 de las mediciones realizadas**

Receptor	Número obs	media+/- EE	Desviación estándar	Coef. de variación	UCL 95
A	5	50 +/- 0	0	0	50,0
B	7	51.43+/- 0.88	2.64	4.55	52,9
C	5	41.4 +/- 0.51	1.14	2.75	42,2
D	6	46.7 +/- 1.12	2.73	5.86	48,5

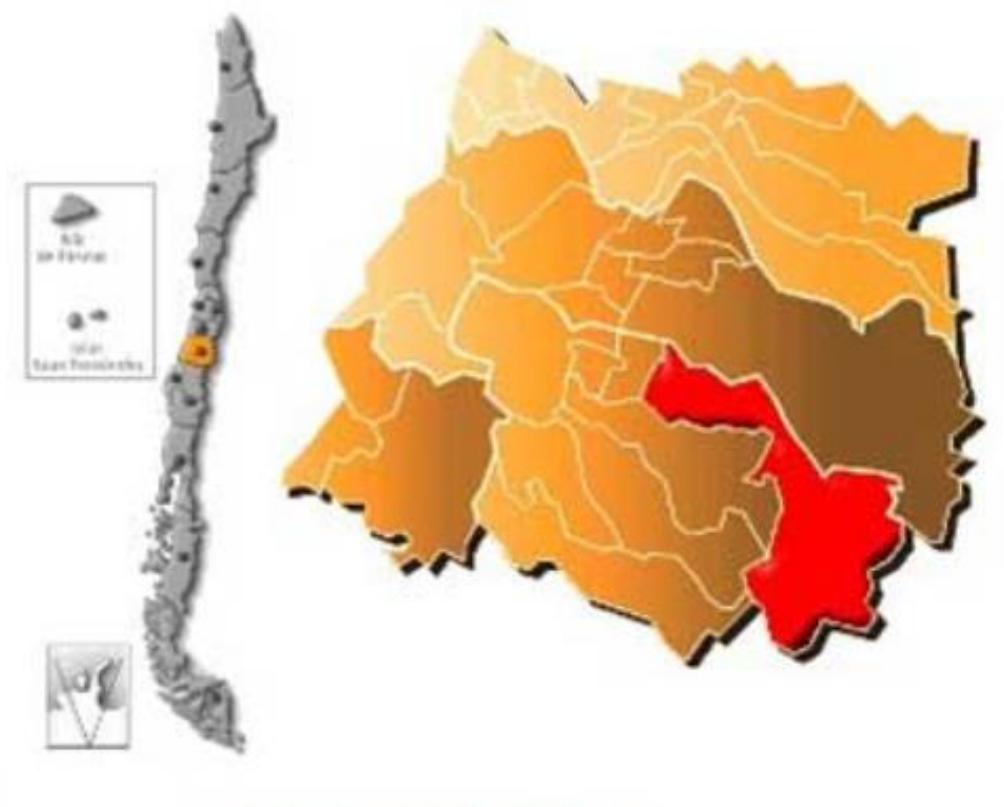
Fuente: elaboración propia.

#### 4.6. Principales antecedentes de salud de la comuna de Colbún

A mayor abundamiento, y considerando que la evidencia científica provee de información suficiente para descartar un riesgo en la salud derivada del hecho infraccional, a continuación, se analizará si -a pesar de ello- existe evidencia concreta que, en el ámbito de atenciones de salud, logren mutar dicha conclusión.

En este contexto, la comuna de Colbún está ubicada en la provincia de Linares, en la región del Maule, Chile. Su capital es la villa del mismo nombre. La comuna de Colbún es la de mayor superficie de la provincia de Linares y concentra toda la alta cordillera de la provincia, al poseer toda la franja oriental de ésta (2.900 km<sup>2</sup>).

La población total basada en el censo 2017 es de 20.765 habitantes y se proyecta para el año 2020 un total de 22.565 habitantes. En cuanto a su distribución en sexo, un 49,24% son mujeres, mientras que un 50,76% son hombres.

**Figura 4-12: Ubicación de la comuna de Colbún donde se encuentra la Subestación Ancoa**

Fuente: Municipalidad de Colbún

Los vecinos del sector Rincón de las Pataguas se atienden en el Centro de Salud Familiar Colbún, rebautizado en 2019 como Centro de Salud Familiar (CSF) Alcalde Francisco Sepúlveda Salgado. El otro centro comunal de importancia corresponde al Centro de Salud Familiar (CSF) Panimávida. Los otros centros de la comuna son centros rurales con un número de atenciones mucho más limitado. Desde mediados de 2020 hay registros de atenciones de urgencia.

Las atenciones hospitalarias se realizan mayoritariamente en el Hospital de Linares (un 76,4% el 2017) y en menor proporción en el Hospital de Talca (10,5%).

**Figura 4-13: Ubicación de los centros de salud y su relación con la Subestación Ancoa**

Fuente: Anuario 2018 del Servicio de Salud de Maule.

El último año del que se dispone información de egresos hospitalarios en el DEIS corresponde al 2017, y el perfil de causas por las que se hospitalizaron los pacientes de la comuna correspondía al mismo perfil de la Región del Maule como se aprecia en la Tabla 4-13.

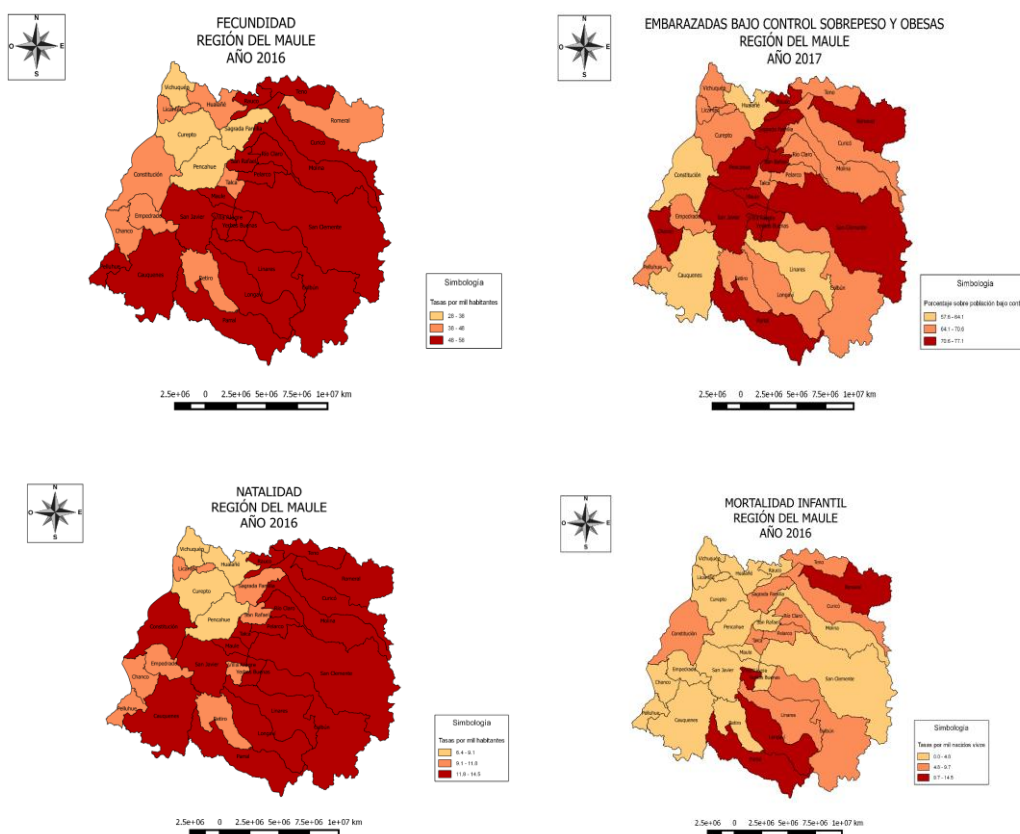
**Tabla 4-13: Número de egresos hospitalarios 2017 (% del total de egresos) según grupo de causa para habitantes de la comuna de Colbún vs el resto de la Región del Maule (Fuente elaboración propia a partir de bases de egresos hospitalarios DEIS 2017)**

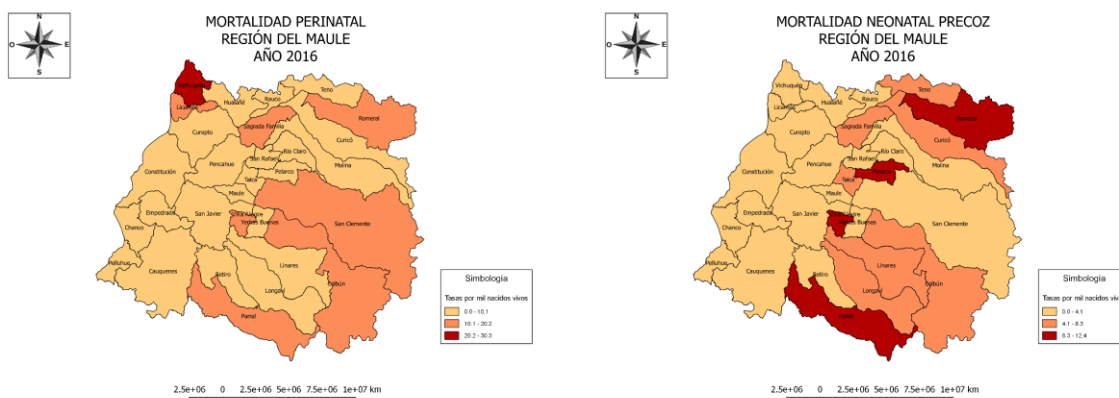
Grupo de Causas	Colbún	Maule	Total
Infecciosas	27 (1,9%)	1577 ( 1,8%)	1604
Cáncer	64 (4,5%)	4625 (5,3%)	4689
Tu no maligno	69 (4,8%)	317 (3,6%)	3239
Endocrino	48 (3,3%)	2605 (3%)	2653
Salud Mental	8 (0,6%)	1288 (1,5%)	1296
Neurológico	16 (1,1%)	1396 (1,6%)	1412
Órganos de los sentidos	10 (0,7%)	620 (0,7%)	630
Cardiovascular	130 (9,1%)	7742 (8,8%)	7872
Respiratorio	114 (7,9%)	8089 (9,2%)	8203
Digestivo	191 (13,3%)	12409 (14,1%)	12600
Tejidos blandos	8 (0,6%)	1345(1,5%)	1353

Grupo de Causas	Colbún	Maule	Total
Musculoesqueleticas	46 (3,2%)	3557 (4,0%)	3603
Nefrourológicos	113 (7,9%)	7791 (8,9%)	7904
Obstetricos	313 (21,8%)	16781 (19,1%)	17094
Perinatal	43 (3%)	1921 (2,2%)	1964
Malformaciones	22 (1,5%)	1041 (1,2%)	1063
Mal definidas	30 (2,1 %)	1581 (1,8%)	1611
Accidentes y Violencias	162 (11,3%)	8575 (9,8%)	8737
Procedimientos	22 (1,5%)	1847 (2,1%)	1869
Total	1436	87960	89396

En el Anuario Estadístico 2018 publicado en Dic 2019 por el Departamento de Información para la Gestión, Unidad de bioestadística del Servicio de Salud Maule, los mapas comunales muestran tasas de fecundidad y natalidad elevadas en toda la Provincia de Linares y en relación con las tasas de mortalidad infantil y sus subdivisiones son similares en la comuna de Colbún al resto de la provincia, con excepción de las tasas de mortalidad perinatal que son levemente superiores.

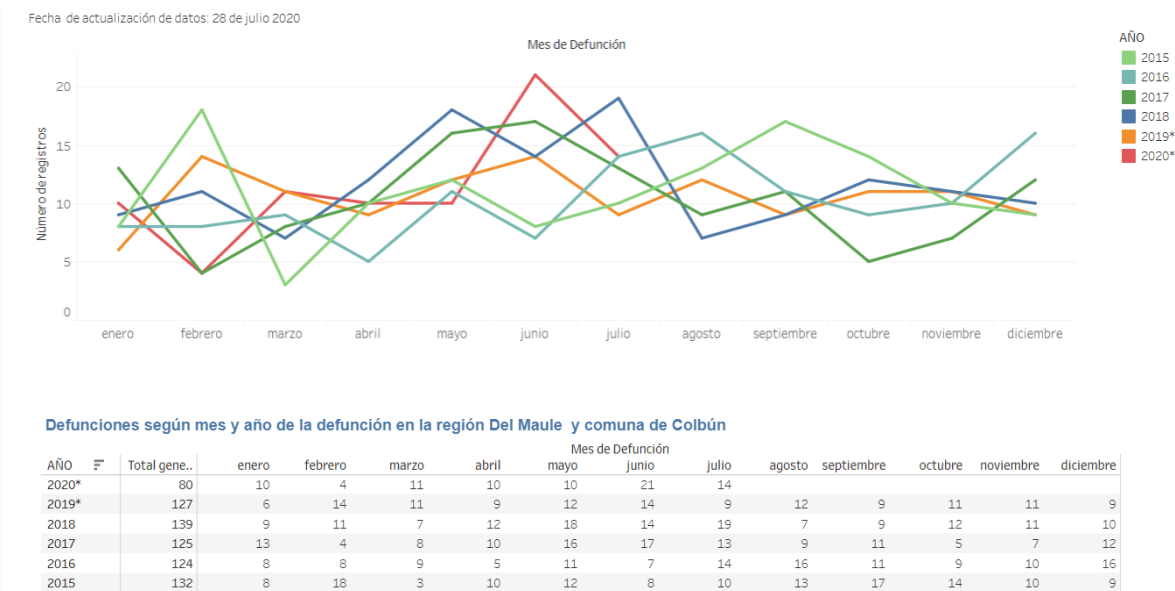
Figura 4-14: Mapas de salud comunales





Fuente: Anuario estadístico de Salud de la Región de Maule, 2018

En relación con las estadísticas de salud que se registran en el Ministerio de Salud de la comuna de Colbún a continuación se muestra el comportamiento del total de defunciones en los últimos 5 años, que como es habitual en Chile concentra relativamente un número mayor durante los meses de invierno. Solamente cabe destacar el importante incremento de defunciones en junio del 2020 probablemente asociado a la pandemia de Covid.



Fuente: Departamento de Estadísticas e Información en Salud, Minsal 2020.

A continuación, se realiza un análisis de las consultas realizadas por salud mental, a partir de la información de los REM (Registros Estadísticos Mensuales) desde el 2017 al 2019 tanto en el Centro de Salud Familiar Colbún como en el Centro Familiar Panimávida para evaluar si a partir de 2018 hay un cambio en las atenciones médicas por salud mental relacionadas a alteraciones del sueño e indicación de psicofármacos que sólo son indicados por médico. También se evaluaron las consultas cardiovasculares, que sólo aparecen en los REM a partir de 2018.

**Tabla 4-14: Número de consultas totales morbilidad, cardiovasculares, y salud mental espontáneas y del programa de salud mental según REM informados en Centro de Salud Familiar Colbún y Centro de Salud Familiar Panimávida entre 2017 y 2019**

Centro de Salud Familiar	2017	2018	2019
<b>Colbún</b>			
Consultas totales morbilidad	9909	8637	10669
Consultas Cardiovasculares	sin información	164	477
Consultas salud mental morbilidad	14	128	143
Consultas salud mental médico	855	520	339
<b>Panimávida</b>			
Consultas totales morbilidad	5515	6117	8372
Consultas Cardiovasculares	sin información	429	416
Consultas salud mental morbilidad	96	144	288
Consultas salud mental médico	631	506	339

Fuente: DEIS (Departamento de Estadísticas e Información de Salud), Minsal.

De los resultados destaca un aumento de la oferta en ambos centros, con un incremento en la consulta cardiovascular (probablemente el grueso de ellas por HTA). Dicho aumento puede explicarse por múltiples razones como aumento de la pesquisa activa de hipertensión arterial, adquisición de equipamiento para ECG y otros exámenes que motiven mayor número de consultas, mejoramiento de los registros o simplemente que sin mediar ningún cambio en la oferta hayan efectivamente aumentado las consultas.

Las consultas de salud mental atendidas por médico han disminuido en ambos centros cuando se trata de consultas que forman parte del Programa de Salud Mental y por otra parte, han aumentado especialmente en CSF Panimávida en consulta de morbilidad por salud mental, lo que da cuenta de eventos puntuales que no requieren ingresar al programa.

El total de consultas médicas por salud mental ha caído en el CSF Colbún de 869 en 2017 a 482 en 2019, representando una caída de 44,5% lo que no apoyaría la probabilidad de un aumento en la demanda de consultas por trastorno del sueño ni uso de psicofármacos.

Si comparamos el comportamiento de estas consultas en el CSF Panimávida si bien también apreciamos una disminución de la demanda de 727 a 627 consultas, el cambio es mucho menor (13,8%).

**Basados en la información disponible de morbilidad de ambos centros de salud, los datos no sugieren un aumento de la demanda por problemas de sueño o psicológicos que se hayan derivado de la exposición a ruido en la cercanía de la Subestación Ancoa.**

## 5. CONCLUSIONES

El ruido es un agente físico que produce daño acústico y sordera, principalmente en los ambientes laborales. Desde hace algunas décadas se viene estudiando el impacto del ruido ambiental sobre la población general y los niños.

Si bien existe abundante evidencia que asocia el ruido con molestias, alteraciones funcionales y patologías crónicas, la reciente actualización de la OMS respecto de los efectos en salud debido a la exposición al ruido confirma que el comportamiento de este agente físico y su capacidad de generar efectos en salud varía mucho dependiendo del tipo de la fuente que origina el ruido, por lo cual establece recomendaciones basadas en la construcción de funciones exposición – respuesta respecto de fuentes específicas (ruido debido al tránsito vehicular, movimiento de trenes y aviones).

Aspectos metodológicos que complejizan la posibilidad de comparar los resultados obtenidos en relación con la exposición a ruido nocturno en los receptores vecinos a la Subestación con la evidencia internacional dicen relación con dos aspectos: i) no existen recomendaciones para fuentes del tipo de la Subestación, mientras que las existentes son difícilmente comparables con la misma; ii) en relación con la forma de medición del ruido ambiental. La norma chilena (D.S. 38/2011) establece que el tiempo de medición debe ser de 3 minutos, a diferencia de las metodologías de medición de ruido a nivel internacional, donde el indicador más recomendado para el ruido nocturno es  $L_{night}$  que representa el promedio del ruido medido durante varias horas, por lo general entre 8 y 10 horas. Por lo cual es posible concluir que resultados obtenidos en las mediciones de ruido en Chile no son comparables con las recomendaciones normativas OMS ni con otras normas internacionales.

Por tanto los efectos de la exposición al ruido, basados en la forma de medición, solamente son posibles de compararse respecto de los niveles de riesgo aceptados en nuestro país, que están establecidos en la norma de emisión ya indicada, teniendo en consideración que los valores establecidos corresponden a criterios probabilísticos y no determinísticos, y estableciendo que hasta el límite máximo aceptado por la norma, es posible concluir con razonable certeza la ausencia de riesgo a la salud, lo cual se confirma en 3 de las zonas que contienen los receptores identificados en el proceso sancionatorio: (Zona 1 , Zona 3 y Zona 4).

Sin embargo, cuando se supera la norma, que es el caso de la Zona 2, lo que aumenta es la probabilidad de riesgo de esa población expuesta a ruidos nocturnos más elevados. En este caso el exceso de niveles de ruido promedio en este receptor es de 1,47dB por sobre el nivel total máximo tolerable por la norma de ruido en zonas rurales (50 dB), lo que no implica necesariamente que este incremento se pueda traducir en enfermedades atribuibles a este exceso de ruido nocturno.

Tal como se indicó, se descartan efectos potenciales en la salud de los receptores en Zona 2, en razón de:

- Los db(A) registrados como exceso del máximo nivel tolerable (1,47) sólo pueden provocar un efecto asimilable a “molestia”, **lo que, desde el punto de vista del riesgo a la salud, produce en la vía causal de las enfermedades cardiovasculares un riesgo cercano a cero**, tal como lo indica el DW (DW de %HA: 0.02-).
- Si bien, la mayor incertidumbre en el análisis proviene de la ausencia de funciones exposición-respuesta para el tipo de ruido generado durante la noche por la Subestación en estudio, el hecho que el ruido emitido por ella sea continuo y con pocas oscilaciones en su intensidad evidenciada en la baja variabilidad de las diferentes mediciones realizadas en los receptores cercanos, **avala que el carácter de este ruido es menos disruptivo del sueño, pudiendo en muchos casos no producir interrupciones, ni reducir el tiempo total de sueño.**
- Lo anterior, además, se confirma concretamente en la inexistencia de evidencia que dé cuenta de mayores atenciones médicas vinculadas directamente a la baja o nula probabilidad de riesgos en la salud derivada de la molestia antes descrita.

Finalmente, basados en la información disponible de morbilidad de ambos centros de salud, los datos no sugieren un aumento de la demanda por problemas de sueño o psicológicos que se hayan derivado de la exposición a ruido en la cercanía de la Subestación Ancoa.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- WHO 2018. Environmental Noise Guidelines for the European Region
- Van Kempen E, Casas M, Pershagen G, Foraster M (2018). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary. Int J Environ Res Public Health. 15(2). pii: E379 ([http:// www.mdpi.com/1660-4601/15/2/379/htm](http://www.mdpi.com/1660-4601/15/2/379/htm), accessed 27 June 2018).
- Basner M, McGuire S (2018). WHO environmental noise guidelines for the European Region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep. Int J Environ Res Public Health. 15(3):pii: E519 (<http://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/519/htm>, accessed 27 June 2018).
- Bakker RH, Pedersen E, van den Berg GP, Stewart RE, Lok W, Bouma J (2012). Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress. SciTotal Environ. 425:42–51.
- Brink M (2011). Parameters of well-being and subjective health and their relationship with residential traffic noise exposure – a representative evaluation in Switzerland. Environ Int. 37:723–33.
- Clark C, Head J, Stansfeld SA (2013). Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children’s health and cognition: a six-year follow-up of the United Kingdom RANCH cohort. J Environ Psychol. 35:1–9
- Ellenbogen J.M, Grace S, Heiger-Bernays WJ, Manwell JF, Mills DA, Sullivan KA, Weisskopf MG (2012). Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel. Massachusetts Department of Environmental Protection, Massachusetts Department of Public Health: Massachusetts, USA.

- h. Mathias Basner \* ID and Sarah McGuire. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on Sleep. March 2018.
- i. Selander J, Nilsson ME, Bluhm G, Rosenlund M, Lindqvist M, Nise G et al. (2009). Long-term exposure to road traffic noise and myocardial infarction. *Epidemiology*. 20(2):272–9.
- j. Stansfeld SA, Clark C, Cameron RM, Alfred T, Head J, Haines MM et al. (2009a). Aircraft and road traffic noise exposure and children’s mental health. *J Environ Psychol*. 29:203–7.
- k. Stansfeld SA, Haines MM, Berry B, Burr M (2009b). Reduction of road traffic noise and mental health: an intervention study. *Noise Health*. 11(44):169–75.