SUBSECRETARÍA DE SALUD PÚBLICA
DIVISIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS SALUDABLES Y PROMOCIÓN
DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL
FRR / CSO / RDM / APT

51

1581

ORD. B32/Nº_____

ANT.: **ORD'S. Nº202399109185 del 03.02.2023 y ORD. Nº2023991021030 del 14.12.2023, ambos de la Dirección Ejecutiva Servicio de Evaluación Ambiental.**

ORD. CP Nº3296/2023 del 13.03.2023 de la SEREMI de Salud Región de Atacama.

ORD. Nº873 del 07.03.2023 de la SEREMI de Salud de la Región Metropolitana.

ORD. CP Nº4387/2024 del 05.03.2024 de la SEREMI de Salud de la Región de Valparaíso.

Informe Técnico de la SEREMI de Salud Región de Coquimbo, de fecha 29.05.2024.

MAT.: **Responde a solicitud de pronunciamiento en el marco del procedimiento de revisión de la RCA N°1608/2015 que calificó favorable el proyecto "Plan de Expansión Chile LT 2X500 kV Cardones-Polpaico".**

SANTIAGO, - 6 JUN 2024

DE : SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA

A : DIRECTORA EJECUTIVA SERVICIO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

De acuerdo con lo solicitado en sus oficios del ANT., se ha efectuado la revisión de los antecedentes técnicos presentados durante los procesos de evaluación ambiental y revisión de la Resolución Exenta. N°1608/2015 de la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental, que calificó ambientalmente favorable el Estudio de Impacto Ambiental Plan de Expansión Chile LT 2X500 kV Cardones-Polpaico, de Interchile SA. Al respecto, puedo informar a usted lo siguiente:

1. Previo a abordar las materias reclamadas, a modo de contexto general es posible señalar que el proyecto Plan de Expansión Chile LT 2X500 kV Cardones-Polpaico, en adelante el proyecto, consiste en la construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica de alto voltaje en doble circuito, que se extiende por 750 km aproximadamente, atravesando las regiones de Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana. Para efecto de su evaluación y ejecución, el proyecto consideró tres tramos o secciones denominadas Cardones-Maitencillo, Maitencillo-Pan de Azúcar y Pan de Azúcar Polpaico.

   El año 2018, durante el periodo de pruebas de energización de la línea de transmisión eléctrica (ejecutadas previo a su entrada en operación), residentes de las regiones de Coquimbo y Valparaíso ingresaron denuncias por ruido ante la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), dando inicio a un procedimiento de fiscalización[1]. Mediante la Res. Ex. N°1820/2021, la SMA formuló de cargos a Interchile SA, por el incumplimiento de los compromisos relativos a la realización de monitoreos de ruido y por la superación de los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N°38/2011 del MMA, en catorce receptores emplazados a lo largo del trazado de la línea de transmisión.

[1] Expediente: D-096-2018

La citada resolución fue recurrida ante el Primer Tribunal Ambiental (1TA), que resolvió dejarla sin efecto, en cuanto a la sanción y las medidas impuestas por la SMA, estableciendo en lo que importa, que el titular del proyecto debía solicitar a la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) el inicio del proceso de revisión establecido en el art. 25 quinquies de la Ley 19.300, en consideración a que **la emisión de ruido audible se habría comportado de una manera distinta a lo evaluado en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental** (SEIA). Lo anterior, en consideración a que el 1TA concluyó que existía "*un riesgo a la salud de la población derivado de las emisiones de ruido que provoca el funcionamiento de la LTE Cardones - Polpaico, específicamente en aquellos sectores de El Romeral y Altovalsol, Región de Coquimbo*".

En cumplimiento a lo ordenado por el 1TA, por medio de la Res. Ex. 9/2020, la SMA realizó la reformulación de cargos, manteniendo incumplimientos sobre los compromisos de monitoreo de ruido y la superación de los niveles de ruido establecidos en el D.S. N°38/2011.

Por otra parte, mediante sentencia de la causa Rol R-49-2022[2], el Segundo Tribunal Ambiental (2TA) resolvió rechazar la reposición presentada en contra de la Res. Ex. N°202099101421/2020 (invalidación RCA 1608/2015), ordenando al SEA iniciar de oficio, un procedimiento de revisión de la RCA 1608/2015, toda vez que en sede judicial se habrían advertido **circunstancias no previstas en la evaluación, respecto del impacto del efecto corona, en particular, por la superación de los niveles de ruido máximos permisibles en el sector Altovalsol, comuna de La Serena**.

2. En cuanto a si se verificaría una variación sustantiva sobre la variable ambiental ruido, en consideración a lo presentado en el proceso de evaluación ambiental del proyecto.

   a. En el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del proyecto, el titular presentó antecedentes que permitieron caracterizar el área de influencia y la línea de base para ruido, además de respaldar la estimación de los niveles de ruido atribuidos al proyecto en las fases de construcción y operación, que fueron utilizados para verificar el cumplimiento de la normativa ambiental aplicable y de las normas de referencia, información que fue complementada mediante el Anexo 1-18 de la Adenda.

   Este último documento es el que ha sido utilizado para el análisis de la variable ruido ambiental. Además, considerando que el proceso de revisión se refiere específicamente a las emisiones de ruido de la línea de transmisión eléctrica, los antecedentes detallados en el presente pronunciamiento se remiten a lo presentado en el proceso de evaluación para la fase de operación.

   b. Dadas las características del proyecto, para realizar la evaluación de impacto por ruido en la fase de operación, el proponente identificó como única fuente emisora el ruido audible derivado del fenómeno eléctrico conocido como *efecto corona*, que se produce por la ionización del aire que rodea los conductores de la línea de alta tensión, cuando se eleva el potencial a valores que sobrepasan la rigidez dieléctrica del aire, generando descargas luminosas o penachos azulados alrededor del conductor, además de la emisión de energía acústica (que se percibe como un zumbido) y electromagnética (radiofrecuencia)[3].

   Este fenómeno se manifiesta principalmente en condiciones de alta humedad ambiental (lluvia, llovizna, niebla, etc.) y puede verse favorecido por las características de la línea (tensión, gradiente, número de fases, tipo, número y distancia entre conductores, entre otras), o irregularidades en la superficie del conductor (polvo, sales, gotas de agua, etc.). Por esta razón, tanto la proyección por medio de un modelo matemático, como las mediciones de los niveles de ruido generados por una línea de transmisión eléctrica deben considerar estas condiciones para representar la situación de mayor exposición al ruido.

   c. Las emisiones de ruido asociadas al efecto corona, en adelante ruido audible, se encuentran reguladas por el D.S. N°38/2011, que establece límites máximos permisibles para diversas fuentes emisoras de ruido, entre las que se encuentran las redes de distribución de energía eléctrica. Estos niveles máximos de emisión de ruido tienen por finalidad proteger la salud de las personas, por ello, la citada norma se aplica en la evaluación ambiental para verificar si este tipo de proyectos pueden generar riesgo para la salud de la población en su fase de operación, según lo establecido en el art. 5 letra b. del D.S. N°40/2012 del MMA.

   d. Según se detalla en el Anexo 1-18, en el área de influencia del proyecto se identificaron 98 receptores humanos de interés[4], distribuidos en las inmediaciones del trazado de la línea de transmisión 2x500 kV y líneas de conexión (220 kV) y demás instalaciones complementarias.

   Para modelar los niveles de ruido en dichos receptores, según se describe en el apartado 6.1.2 del citado anexo, se utilizaron los "*resultados del estudio de Ruido Audible desarrollado por la empresa Consultoría Colombiana S.A., utilizando la metodología de EDF (Electricite de France) detallada en el documento del CIGRE[6] "Interferences Produced by Corona Effect of Electric Systems", indican que* ***una Línea de Transmisión Eléctrica (LTE) de 500 kV con las características del Proyecto en cuestión, emite 45 dB(A) a 24 metros de distancia****. Por su parte, para el tramo que contempla una LTE de 220 kV, el cálculo del Ruido Audible bajo la metodología de la FGH Alemana arroja un nivel de 43 dB(A) a 25 metros*" (énfasis agregado).

---

[2] Que acumuló causas R-241-2020 y R-242-2020, resolviendo recurso de reclamación presentado por la Organización Comunitaria Funcional Vecinos Los Nogales ex Fundo Loreto, Comunidad Agrícola La Dormida y Cámara de Turismo de Olmué AG, en contra de la Res. Ex. N°202099101421/2020 del SEA, que rechazó solicitud de invalidación de la RCA 1608/2015.

[3] Caracterización de la Emisión Acústica de Líneas Eléctricas de Alta Tensión. J. Domínguez, R. Silva. Tesis de Titulación Ingeniería Civil en Sonido y Acústica.

[4] 21 en la región de Atacama, 50 en la de Coquimbo, 21 en la de Valparaíso y 6 en la RM

De esta forma, **utilizando un nivel de presión sonora de 45 dB** el titular calculó el nivel de potencia acústica para la línea de transmisión 2x500 kV (67 dB), lo que junto con las variables meteorológicas (10°C, **humedad relativa 70%**) y demás datos de entrada del modelo, permitieron obtener los niveles de ruido en los receptores de la línea de transmisión. Las memorias de cálculo fueron presentadas en la Sección B del Anexo 1-18 (pág. 2.807 a 2.897).

e. Según lo presentado en el proceso, los niveles de ruido modelados para la fase de operación del proyecto (tablas 8-9 a 8-12, Anexo 1-18), indicaban que el proyecto daría cumplimiento a los límites máximos establecidos en el D.S. N°38/2011 para el horario diurno y nocturno, en todos los receptores identificados en el área de influencia, sin requerir la implementación de medidas de control de ruido (apartados 11.1 al 11.4, Anexo 1-18). **En base a ello, el proponente descartó la generación de un riesgo a la salud derivado de las emisiones de ruido audible, acorde a lo establecido en el art. 5 letra b. del D.S. N°40/2012**.

f. En relación a lo señalado en los puntos precedentes, resulta necesario precisar que en el Anexo 4 del Capítulo 15 del EIA, el titular acreditó el informe denominado Estimación Parámetros Eléctricos y Ruido Audible, en el que se resumen las variables de diseño de los dos tipos de líneas de transmisión incluidas en el proyecto (220 kV y 500 kV), así como las consideraciones generales y metodología utilizada para determinar sus principales parámetros característicos, según los diferentes niveles de tensión, alturas y zonas climáticas.

Como puede apreciarse en la Tabla 2.1 y figuras 4-4, 4-8, 4-12, 4-16, 4-20, entre otras, el diseño de la línea de transmisión de 2x500 kV, en sus tres tramos (Cardones-Maitencillo, Maitencillo-Pan de Azúcar y Pan de Azúcar Polpaico), **consideraba 4 subconductores por fase, en doble circuito**. Para esta configuración, en el punto 5 del citado Anexo 4, se resumieron las variables y ecuaciones utilizadas para estimar el ruido audible, para lo que se habría utilizado la metodología propuesta por el Consejo Internacional de Grandes Redes Eléctricas (CIGRE). Los resultados obtenidos en esta proyección, que se resumen en la Tabla 5.2, indican que **el nivel de ruido estimado a las distintas alturas (mínima, promedio y máxima) y zonas climáticas evaluadas (II o III), sería aproximadamente 45 dB por cada circuito (1 y 2)**.

Sin embargo, de la información presentada en el proceso de evaluación, específicamente, el nivel de potencia acústica utilizado para modelar los niveles de ruido[5] y lo informado en la tabla denominada "P2432 LTE ISA COLOMBIA ZONA 1" (Sección B, Anexo 1-18), se desprende que **el titular habría utilizado en la modelación un nivel de 45 dB para representar la emisión de la línea 2x500 kV en su conjunto**.

g. En base a esto último, es posible concluir que la estimación de ruido audible presentada en el proceso de evaluación **no habría considerado la configuración real de la línea de transmisión, ya que sólo se habrían incorporado en el modelo matemático las emisiones de ruido de un circuito**. De esta forma, los niveles de ruido proyectados en los receptores emplazados en el área de influencia de la línea de transmisión 2x500 kV (tablas 8-9 a 8-12, Anexo 1-18), habrían sido subestimados.

Esta omisión, sumada al porcentaje de humedad que se habría utilizado en la modelación (70%), podría explicar las diferencias evidenciadas entre los niveles de ruido audibles estimados por el titular en el proceso de evaluación (tablas 7-50 al 7-53, Anexo 1-18) y los niveles de ruido medidos por la SMA en sus fiscalizaciones (Tabla 6, Res. Ex. N°9/2020), que en algunos casos superarían 10 dB, como sucede en los receptores denominados 27, 32, 58, 59, 60 y 71, o más de 20 dB en los receptores 71 (medición 19.03.2020) y 32 (medición 05.12.2019).

h. Cabe precisar que en los antecedentes técnicos incluidos por el titular en la solicitud de inicio del proceso de revisión de la RCA 1608/2015, no se encontró información que se refiera en específico a la modelación de ruido audible acreditada en el EIA.

i. Finalmente, desde un punto de vista técnico es posible informar que, si bien los antecedentes revisados permiten concluir que existe una variación significativa entre los niveles de ruido medidos por la SMA y los valores declarados en la evaluación ambiental, dicha diferencia obedecería a un error metodológico no advertido en el proceso, que habría permitido que la modelación acreditada durante la evaluación ambiental solamente incorporara las emisiones de ruido de uno de los dos circuitos contemplados en la línea de transmisión 2x500 kV, en una condición que podría no representar adecuadamente la situación más desfavorable de emisión, lo que se traduciría en la subestimación de los niveles de ruido audible modelados en los receptores identificados en el área de influencia.

3. Respecto de si las medidas correctivas propuestas por el titular son adecuadas para hacerse cargo de esta eventual variación sustantiva.

a. En el marco de la solicitud de revisión de la RCA 1608/2015 el titular incluyó el documento denominado "Propuesta de Medidas", que presenta una solución orientada a disminuir el ruido audible de la línea de transmisión 2x500 kV, con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los límites máximos establecidos en el D.S. N°38/2011 en los receptores del proyecto.

---

[5] Obtenido mediante la ecuación 7 del Anexo 1-18.

b. En el apartado Introducción del citado documento, el titular presenta la medida que propone ejecutar para reducir el ruido audible en la línea de transmisión 2x500 kV, para lo que habría considerado las condiciones que favorecen la generación de ruido audible, que como fue señalado en el numeral anterior, dependen de la configuración de la línea de transmisión, las condiciones atmosféricas, en particular de la humedad, y de factores externos, como las irregularidades que presentan los conductores debido a la acumulación de polvo, gotas de agua, grasa, sales, entre otros elementos que entran en contacto directo con el campo eléctrico.

   Adicionalmente, el titular plantea que "*desde que la línea entra en funcionamiento… su haz de cables se va ajustando mecánicamente con el transcurso del tiempo, debido a las sucesivas dilataciones y contracciones de los materiales, principalmente producto de las variaciones de temperatura ambiente que se producen entre el día y la noche. De este modo, su funcionamiento permite que el efecto corona vaya disminuyendo naturalmente con el transcurso del tiempo. Mas aún, el fenómeno de "envejecimiento del cable" ha sido bastante estudiado y demostrado en la literatura científica, en implica que el transcurso del tiempo disminuya el ruido audible de la línea de transmisión, como consecuencia de sus mejoras de desempeño*".

c. En este contexto, se indica que "*incorporar una medida consistente en el "Lavado de aisladores y herrajes" con agua desmineralizada, sería una alternativa viable para corregir el comportamiento de la variable ambiental ruido producto del efecto corona, conforme a lo aprobado en la RCA N°1.608/2015*", medida que además se habría estado "*ejecutando durante los últimos meses, por orden del Primer Tribunal Ambiental, factores que, sumados, permitirían explicar el hecho de que, los resultados de las mediciones efectuadas por el ETFA dan cuenta que, en este primer monitoreo Trimestral, ordenado por el Tribunal, para un Universo de 107 receptores sensibles, medidos en época del año de mayores concentraciones de contaminación y humedad, que inciden directamente en aumentar la generación del efecto corona, sólo la medición de 1 receptor sensible, arroja una superación normativa, a saber, el del Receptor sensible RS-30*".

   En la tabla incluida en pág. 3 y figuras 1 y 2 del documento, se describen en forma general las acciones administrativas consideradas para ejecutar la medida, como, por ejemplo, los permisos para acceder a la línea de transmisión, el cumplimiento de los protocolos de entrada y salida, según la forma en la que se realizaría la limpieza del conductor (camión o helicóptero).

d. Al respecto, cabe señalar que no fue posible encontrar en los documentos presentados en la solicitud de revisión, antecedentes técnicos que permitan evaluar y pronunciarse fundadamente sobre la medida propuesta. Así, por ejemplo, se puede relevar que no se precisa cómo se definirá cuándo se deberá aplicar la medida, remitiéndose a señalar que ésta se realizaría "*en el caso que las mediciones den cuenta de un cierto margen de superación normativa*", ni identifica los sectores del trazado que deberían incluirse en esta práctica, aun cuando se tiene conocimiento de los receptores emplazados en el área de influencia en los que la SMA ha registrado niveles que superan los límites máximos permitidos en la norma de ruido.

   Por otra parte, considerando que la propuesta consideraría el eventual uso de un helicóptero para realizar la limpieza de los conductores (tabla pág. 3 y fig. 2), cabe hacer presente que el titular no aporta información que permita analizar si dicha acción pudiese generar impactos por ruido no considerados en la evaluación ambiental.

e. Sin perjuicio de lo anterior, la Subsecretaría de Salud Pública realizó una revisión de documentos técnicos y publicaciones disponibles en bibliografía de acceso público[6], con la finalidad de aportar antecedentes que permitan al servicio a su cargo, realizar una ponderación adecuada de la solución propuesta por el titular en el marco del presente proceso de revisión.

   En base a lo analizado, es posible informar lo siguiente:

- En la bibliografía revisada, hay consenso respecto de que existen factores externos a la configuración de una línea de transmisión que pueden propiciar la aparición o incrementar la intensidad del fenómeno corona, entre otros, el estado de la superficie del conductor, la densidad relativa del aire y el efecto del agua sobre el conductor.
- En dicho contexto, se ha verificado que las partículas de polvo, sales, minerales u otros elementos presentes en el ambiente, que se pueden depositar sobre los conductores, o las ralladuras u otros daños generados durante el montaje de la línea, pueden producir irregularidades en la superficie del conductor, lo que en determinadas condiciones puede implicar el aumento del gradiente relativo, favoreciéndose las perdidas asociadas al efecto corona (ruido audible, luminiscencia, radiofrecuencia).

---

[6] Surface aging effects of long-term energized conductors on spectrum characteristics of audible noise. eristics of audible noise Yi, Chen. Wang. 2017. Disponible en: https://pubs.aip.org/aip/adv/article/7/9/095020/936648/Surface-aging-effects-of-long-term-energized

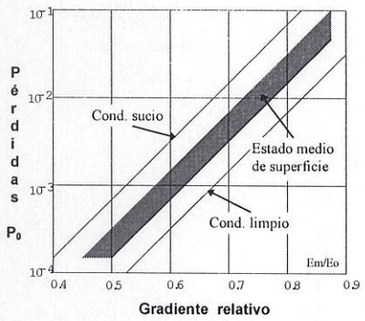
HVDC Corona Current Characteristics and Audible Noise During Wet Weather Transitions. Hedtke, Sören, Xu, y otros. 2016. Disponible en: https://doi.org/10.3929/ethz-b-000409297

Influence of Surface Contamination of Conductor on Positive Corona-Generated Audible Noise Spectrum Characteristics of HVDC System. Yi Zhan y otros. 2015. Disponible en: https://zenodo.org/records/1266274/files/article.pdf

Fenómeno corona en líneas aéreas. Nelson Morales. 2006. Disponible en: https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/1/EM719/1/material_docente/bajar%3Fid_material%3D166203.

Evaluación teórica de radio interferencia y ruido audible en líneas de transmisión. Velilla, Moreno y Escobar. 2005. Disponible en https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/23167

Lo anterior se puede visualizar gráficamente en la siguiente figura:



Fuente: Figura 18. Fenómeno Corona en Líneas Aéreas

- Contrario a lo planteado por el titular en su presentación, análisis puntales realizados en condiciones de laboratorio, habrían concluido que el envejecimiento del conductor producirá un aumento del ruido audible. Esto último sería consistente con lo planteado previamente, ya que sería esperable que un conductor envejecido presente un mayor deterioro por efecto de la corrosión, y por ende, más rugosidades o irregularidades en su superficie.
- El agua, en forma de lluvia o llovizna, forma una película alrededor del conductor, la que por efecto de la gravedad resulta en una acumulación de gotas en la parte inferior del conductor, produciendo discontinuidades sobre su superficie, lo que como se señaló previamente puede contribuir a la generación del efecto corona.
- Sin perjuicio de esto último, aun cuando la limpieza con agua desmineralizada lograra eliminar todas las impurezas presentes en el conductor, estudios realizados en condiciones de laboratorio han concluido que las partículas presentes en el aire vuelven a adherirse al conductor durante el proceso de secado, por lo que no existiría evidencia que permita sustentar que una medida de este tipo pueda tener algún un efecto en la disminución de las irregularidades, o que en caso que la tuviera, ésta se mantenga en el corto o mediano plazo.

Saluda atentamente a Ud.,

REPÚBLICA DE CHILE
SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA
MINISTERIO DE SALUD

ANDREA ALBAGLI IRURETAGOYENA
SUBSECRETARIA DE SALUD PÚBLICA

DISTRIBUCIÓN:
- SEREMI de Salud de la Región de: Atacama, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana
- Subsecretaría de Salud Pública
- División de Políticas Públicas Saludables y Promoción (DIPOL)
- Departamento de Salud Ambiental (DIPOL)
- Oficina de Partes