

Memoria de Cálculo

No: SIL-13689-I-MC-01-C



Preparado para:

Celeo Redes

Proyecto:

SE Ancoa

Historia del Documento

Versión	Fecha Emisión	Contenido / Cambios	Preparado por	Revisado por	Aprobado por
A	20/07/2020	Para revisión interna	J. Escudero	R. Escobar	
B	22/07/2020	Para revisión cliente	R. Escobar	C. Kuskinen	
C	03/03/2021	Incluye comentarios del cliente	R. Escobar		

José Ananías 207-A
Macul, Santiago, Chile
Fono: +56 2 24489820
silentium.cl

CONTENIDO

1	RESUMEN EJECUTIVO	3
2	ANTECEDENTES	5
2.1	DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO	5
2.2	ALCANCES	5
2.3	DOCUMENTOS DE REFERENCIA	6
2.4	DEFINICIONES	7
2.5	NORMAS DE REFERENCIA	7
2.6	SOFTWARES Y EQUIPOS	7
2.7	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	8
3	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL	10
4	CONTROL DE RUIDO	11
4.1	METODOLOGÍA	11
4.2	DATOS DE ENTRADA EN SOFTWARE	12
4.3	FUENTES DE RUIDO	13
4.4	RECEPTORES	14
4.5	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN INICIAL	15
4.6	MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO	16
4.7	EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL	16
5	CONCLUSIONES	17
6	ANEXO A: MAPAS DE RUIDO	18
6.1	SITUACIÓN SIN CONTROL DE RUIDO	18
6.2	SITUACIÓN CON CONTROL DE RUIDO	19

1 RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio corresponde a la evaluación del cumplimiento del D.S. N°38/11 del MMA respecto a las instalaciones pertenecientes a la empresa Celeo Redes, de la subestación eléctrica (S/E) Ancoa de Transelec.

La S/E cuenta con equipamiento dedicado a la distribución de electricidad, entre los cuales se destacan reactores, transformadores, interruptores, desconectadores pantógrafos y semi-pantógrafos, torres de alta tensión, entre otros. Estos equipos se encuentran dentro de las fuentes reguladas por el Decreto Supremo N° 38/11 del Ministerio del Medio Ambiente, por lo tanto es necesario evaluar su emisión en receptores sensibles a su operación, y en caso de ser necesario determinar medidas de control de ruido.



Figura 1. Subestación Ancoa y receptores considerados.

La S/E se encuentra ubicada en un sector no regulado por la ordenanza municipal de la comuna del Colbún. De esta forma, se establece que la evaluación será realizada bajo los criterios de zona rural. En este contexto, el máximo nivel permitido corresponde al menor valor entre el nivel de presión sonora del ruido de fondo estabilizado + 10 dB(A) o niveles máximos permitidos en Zona III, según el artículo 8 del D.S. N°38/11 del MMA.

La siguiente tabla muestra la evaluación de los niveles de inmisión en los receptores considerados.

Receptor	NPC	Zona según DS 38/11 del MMA	Máximo NPC permitido Nocturno (dBA)	¿Cumple?
R1	49	Rural	44	No
R2	51	Rural	44	No
R4	43	Rural	46	SI
R5	50	Rural	44	No

Tabla 1. Resumen de resultados sin control de ruido.

Para cumplir con lo indicado por la normativa, se propone un sistema de barreras acústicas, como se indica en la siguiente tabla

Ubicación Barrera	Descripción
Medianero	Panel aislante / Absorbente. Altura: 8 m. + Portón de acceso.
Frente Reactores	Panel aislante / Absorbente. Altura: 7 m.

Tabla 2. Configuración de barreras.

2 ANTECEDENTES

2.1 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

La Sub Estación Ancoa (desde ahora S/E) cuenta con equipamiento dedicado a la distribución de electricidad, entre los cuales se destacan reactores, transformadores, interruptores, desconectadores pantógrafos y semi- pantógrafos, torres de alta tensión, entre otros. La S/E se encuentra ubicada en la ruta L-11 S.N., en la comuna de Colbún.



Figura 2. Emplazamiento del proyecto y receptores evaluados.

2.2 ALCANCES

En esta memoria se evalúan los niveles de ruido en receptores sensibles, producto de la operación de la S/E Ancoa.

2.3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Como datos de entrada se utiliza la información entregada por el cliente, junto con los datos levantados en campaña de medición en la fuente de ruido.

En la siguiente tabla muestra los antecedentes entregados por el cliente, que se utilizaron para el desarrollo del proyecto

Item	Documento	Descripción
Doc	INF.previa.construcción2011	Estudio acústico previa construcción del proyecto
Doc	Apéndice R-2.3a Estudio de Impacto Acústico Rev0	Estudio acústico construcción, operación y cierre del Proyecto "Nueva Línea 2X500 KV Charrúa-Ancoa: Tendido del Primer Conductor
Doc	Monitoreo CHATE (2019)	Estudio acústico etapa de operación del proyecto "Nueva Línea 2x500 KV Charrúa-Ancoa: Tendido del Primer Conductor"
Doc	FOR-TEC-006-002v04-IR200702-M188-CRv01	Estudio acústico etapa de operación de Subestación Ancoa en los receptores más cercanos, para dar cumplimiento al D.S. N°38/2011 del MMA.
Pres	Análisis acústico - Subestación Ancoa - Presentación CeleoRedes revB	Estudio de impacto acústico Subestación Ancoa Región del Maule, Comuna de Colbún
Planos	EC-80.6-AC-IE-PL-600_L01_0	DISPOSICION EQUIPOS PATIO PLANTA DIAGRAMA UNILINEAL GENERAL Y LISTADO DE EQUIPOS
Planos	EC-80.6-AC-IE-PL-600_L02_0	DISPOSICION EQUIPOS PATIO CORTES FASES 1, 2 Y 3
Planos	EC-80.6-AC-IE-PL-600_L03_0	DISPOSICION EQUIPOS PATIO CORTES ACOMETIDA LINEA Y BANCO COMPENSACION EN SERIE
Planos	EC-80.6-AC-IE-PL-600_L04_0	DISPOSICION EQUIPOS PATIO CORTES DIAGRAMA UNILINEAL GENERAL Y NOTAS
Planos	EC-80.0001.0011-IE-PL-600_0	S/E ANCOA DISPOSICION DE EQUIPOS PLANTA
Planos	EC-80.0001.0011-IE-PL-601_0	S/E ANCOA DISPOSICION DE EQUIPOS CORTES Y DETALLES PAÑOS FASES 1, 2 Y 3
Planos	EC-80.0001.0011-IE-PL-602_0	S/E ANCOA DISPOSICION DE EQUIPOS CORTES Y DETALLES PAÑOS REACTORES
Planos	EC-80.0001.0011-IE-PL-603_0	S/E ANCOA DISPOSICION DE EQUIPOS CORTES Y DETALLES PAÑO DE COMPENSACION SERIE
Planos	EC-80.4-AC-IE-PL-600_L01_AB Disposición Equipos Patio, Planta	DISPOSICION DE EQUIPOS PATIO PLANTA DIAGRAMA UNILINEAL GENERAL
Planos	EC-80.4-AC-IE-PL-600_L02_AB Disp. Equipos Patio, Cortes F 1, 2 y 3 y L. Equipos	DISPOSICION DE EQUIPOS PATIO CORTES FASES 1, 2 Y 3
Planos	EC-80.4-AC-IE-PL-600_L03_AB Disposición Equipos Patio, Cortes Acometida Línea, BCS y BR	DISPOSICION DE EQUIPOS PATIO CORTES - ACOMETIDA LÍNEAS BANCO COMPENSACIÓN EN SERIE BANCO REACTORES

Tabla 3. Documentos revisados.

2.4 DEFINICIONES

Nivel Sonoro Continuo Equivalente (Leq): Es el valor del nivel de presión en dB en ponderación A de un sonido estable que, en un intervalo de tiempo T, posee la misma presión sonora cuadrática media que el sonido que se mide y cuyo nivel varía con el tiempo.

Perdida por Transmisión (TL): Es la relación entre la energía sonora incidente sobre una superficie y la energía acústica transmitida a través del elemento, se expresa en decibelios y es dependiente de la frecuencia.

Índice de reducción sonora (Rw): Se usa para medir el nivel de reducción sonora proporcionado por una estructura, tales como: paredes, ventanas, puertas, etc. Se mide en decibelios y es dependiente de la frecuencia.

2.5 NORMAS DE REFERENCIA

- ISO 9613:1996, partes 1-2, Acoustics Attenuation of Sound During Propagation Outdoors.
- D.S. 38/11 MMA – Establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, elaborada a partir de la revisión del decreto n° 146, de 1997, del ministerio secretaría general de la presidencia. Publicada con fecha 12-06-2012.

2.6 SOFTWARES Y EQUIPOS

En el desarrollo de la presente asesoría se utilizarán los siguientes softwares:

- **SoundPlan 8.1**, Software de simulación acústica, para ambientes exteriores, interiores, y transmisión interior a exterior. <http://www.soundplan.eu>
- **Analizador de Tiempo Real SVANTEK SVAN 977** Sound Data Logger.
 - IEC61672-3/2006 Tipo 1, "Sound Level Meter"
 - IEC61260:1995 Tipo 1, "Octave-band and fractional-octave-band filters"

2.7 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Como criterio de evaluación se utilizan los niveles de ruido máximos permitidos por el D.S. N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente, el cual define zonas y niveles de ruido máximos para cada una según horario.

Zona	de 7 a 21 hrs	de 21 a 7 hrs
Zona I	55	45
Zona II	60	45
Zona III	65	50
Zona IV	70	70
Zona Rural	Menor valor entre Zona III y Ruido de fondo + 10 dB(A)	Menor valor entre Zona III y Ruido de fondo + 10 dB(A)

Tabla 4. Niveles de ruido en receptores externos

2.7.1 HOMOLOGACIÓN DE ZONA

A continuación, se presenta el plano regulador de la comuna de Colbún.



Figura 3. Plano regulador Colbún, Maule.

Como se observa en la Figura 7, tanto la S/E como los receptores, se encuentran fuera de los límites del plano regulador. De esta forma se establece que el uso de suelo es del tipo rural.

Según el D.S. N°38/2011 del MMA, describe 5 tipos de zonas.

- Zona I: Residencial y/o área verde.
- Zona II: Residencial y/o área verde + equipamiento.
- Zona III: Residencial y/o área verde + equipamiento de cualquier escala + actividades productivas y/o infraestructura.
- Zona IV: Actividades productivas y/o de infraestructura.
- Zona Rural: Cualquier fuera del límite urbano.

Considerando esto, según el D.S. N°38/2011 del MMA los receptores se encuentran en Zona Rural, por lo tanto debe ser realizada una evaluación del ruido de fondo, para establecer los máximos niveles permitidos.

En el documento *"FOR-TEC-006-002v04-IR200702-M188-CRv01"* se declaran ruidos de fondo nocturno de 34 dB(A) y 36 dB(A), resultando en un nivel máximo permitido de 44 dB(A) en los receptores R1, R2 y R5 y de 46 dB(A) en el receptor R4. De esta forma, la evaluación de la S/E es realizada en dos situaciones para Zona Rural durante el periodo nocturno, debido a que este es el más restrictivo.

Zona de DS 38/11	Niveles Máximos permisibles de presión sonora corregidos NPC en dB(A)
	21 a 7 Horas
Zona Rural	44-46

Tabla 5. Niveles máximos permitidos en zona rural, según el D.S. N°38/11 del MMA.

3 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Durante los días 27 y 28 de mayo del 2020, se realizó una campaña de mediciones de ruido, en los receptores externos a la S/E.

Los resultados de la medición se evalúan según el criterio del apartado 2.7, el D.S. N°38/11 del MMA.

Los niveles de ruido medidos frente a las fachadas de los receptores afectados, se presenta en la Tabla 6.

Receptor	NPC	Zona según DS 38/11 del MMA	Máximo NPC permitido Nocturno (dBA)	¿Cumple?
R1	49	Rural	44	No
R2	51	Rural	44	No
R4	43	Rural	46	SI
R5	50	Rural	44	No

Tabla 6. Evaluación de la medición en receptores sensibles según D.S. N°38/11 del MMA.

Como se muestra en la Tabla 6, los niveles de presión corregidos en los receptores R1, R2 y R5 no cumplen con el nivel máximo permitido. Por otra parte, los NPC en el receptor R4 cumplen con el máximo permitido.

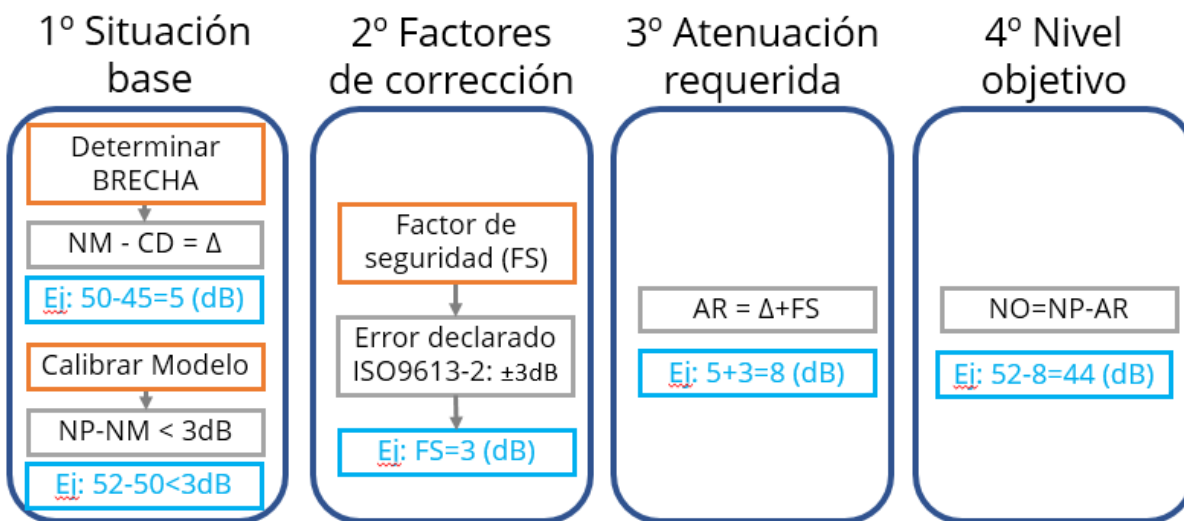
4 CONTROL DE RUIDO

En este punto se entregan las medidas de control de ruido seleccionadas para dar cumplimiento al D.S. N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente.

4.1 METODOLOGÍA

Con el fin de evaluar el cumplimiento de la normativa y diseñar medidas de control de ruido, se realiza un modelo computacional en el software SoundPlan 8.0, el cual utiliza la norma ISO 9613 "Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors".

Para realizar la evaluación, inicialmente se debe establecer el criterio de diseño (CD), el cual corresponde a los máximos NPC permitidos indicados en la Tabla 6. Posteriormente, se valida que la situación actual o base esté bien representada en el modelo. Para esto, se calculan las diferencias absolutas entre el nivel medido (NM) en cada receptor y el nivel proyectado (NP), las cuales no deben ser superiores a 3 dB. Con el modelo de la situación actual calibrado, se calcula la atenuación requerida (AR) para lograr cumplimiento del CD. Para esto, se obtienen las diferencias entre el NM y el CD, a este resultado se le adiciona un factor de seguridad (FS) de 3 dB para considerar los errores de cálculo, según se establece en la norma. Finalmente se establece el nivel objetivo (NO) como la diferencia entre el NP y la AR. Con este procedimiento podemos determinar de manera precisa el nivel proyectado objetivo, incorporando la desviación del modelo, el error de cálculo del método y la brecha obtenida de las mediciones.



4.2 DATOS DE ENTRADA EN SOFTWARE

La siguiente tabla muestra el origen de los datos de entrada que se utilizaron para desarrollar el modelo acústico.

ÍTEM	PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
ENTRADA	Nivel de Potencia Sonora (Lw)	Obtenido en base a mediciones
	Condiciones meteorológicas	Temperatura ambiente: 10° C Humedad relativa del aire: 70%.
	Ubicación Fuentes de Ruido	Según lo especificado por el mandante en planos del proyecto.
	Ubicación receptores	Según geo referencias en Google Earth.
	Obstáculos (edificaciones)	Edificaciones proyecto: Según planimetría entregada.
		Edificaciones externas: Según información extraída de Google Earth.
	Nivel Topográfico	Según información extraída de Google Earth.
	Modelo de propagación	Exterior: ISO 9613, parte 2.
	Coeficientes de absorción	Según Librería SoundPLAN.

Tabla 7. Resumen de parámetros de entrada en el software SoundPlan 8.0.



Figura 4. Vista en planta de la simulación del proyecto en SoundPlan 8.0.

4.3 FUENTES DE RUIDO

A continuación, se presentan los niveles de potencia acústica L_w (dBA) de los equipos considerados en el desarrollo del modelo.

TAG/Descripción Fuente de Ruido	Cantidad	Cara	L_w (dBA)
Reactor ABB	6	Norte	80,8
		Sur	85,4
		Oriente	83,9
		Poniente	79,3
		Arriba	86,9
Aislador reactor ABB	6	--	84,8
Reactor Toshiba	3	Norte	90,0
		Sur	91,0
		Oriente	85,9
		Poniente	83,4
		Arriba	87,6
Aislador reactor Toshiba	3	--	83,0
Barra de conexión	2	--	82,3
Transformador reactor	9	--	93,6
Para rayos reactor	9	--	78,6
Interruptor reactor	9	--	85,7
Desconectador semipantógrafo reactor	9	--	85,8
Torres de alta tensión reactores	6	--	88,4
Torres de alta tensión patio	57	--	78,7
Interruptor patio	9	--	78,3
Desconectador semipantógrafo patio	36	--	81,6
Desconectador pantógrafo patio	27	--	79,3
Aislador patio	120	--	64,8

Tabla 8. Resumen de los niveles de potencia acústica ingresadas en el modelo.

4.4 RECEPTORES

En este apartado se presentan los receptores considerados en el estudio.



Figura 5. Emplazamientos de los receptores sensibles al proyecto.

Receptor	Descripción	Zona	Evaluación
R1	Ruta L-11	Rural	Nocturno
R2	Ruta L-11	Rural	Nocturno
R5	Ruta L-11	Rural	Nocturno

Tabla 9. Descripción de los receptores y horario de evaluación.

4.5 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN INICIAL

Los niveles simulados se evalúan en periodo nocturno, debido a que es más restrictivo.

4.5.1 EVALUACIÓN PERIODO NOCTURNO

Como situación inicial se simula la condición actual de operación de la S/E.

Receptor	NM	Criterio de Diseño (CD)	NM-CD	Nivel Proyectado (NP)	INM-NPI $\leq 3\text{dB}$	Atenuación Requerida (AR)	Nivel Objetivo (NO)
R1	49,9	44	5,9	51,5	Si	8,9	42,6
R2	52,0	44	8	52,5	Si	11	41,5
R5	51,0	44	7	52,5	Si	10	42,5

Tabla 10. Resultados evaluación situación Inicial y nivel objetivo.

4.6 MEDIDAS DE CONTROL DE RUIDO

Debido a que no se cumple con el D.S. N°38/11 del MMA en los receptores R1, R2 y R5, se diseña un sistema de barreras ubicadas en el muro medianero de la S/E y frente a los reactores.

4.6.1 Barreras acústicas

Como medida de control de ruido se considera un sistema de barreras, el cual se describe en la siguiente tabla:

Ubicación Barrera	Descripción
Medianero deslinde	Panel aislante / Absorbente. Altura: 8 m. + Portón de acceso.
Frente Reactores	Panel aislante / Absorbente. Altura: 7 m.

Tabla 11. Medida de control de ruido para S/E.

Las especificaciones técnicas de los elementos de control de ruido se presentan en el documento SIL-13689-I-ET-01 y en el plano SIL-13689-I-PL-01.

4.7 EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE CONTROL

Con las medidas de control de ruido descritas en la Tabla 11 se evalúa el cumplimiento en los receptores sensibles.

4.7.1 EVALUACIÓN PERIODO NOCTURNO CON CONTROL DE RUIDO

Según lo proyectado, al incorporar las medidas de control de ruido se cumple con los criterios de evaluación según lo indicado en el D.S.N°38/11 del MMA, como muestra la Tabla 12.

Receptor	Nivel Objetivo (NO)	Nivel Proyectado (NP) con control de ruido	¿Cumple?
R1	42,6	41,1	SI
R2	41,5	41,2	SI
R5	42,5	41,4	SI

Tabla 12. Evaluación receptores con control de ruido en horario nocturno

5 CONCLUSIONES

Del estudio presentado, se concluye lo siguiente

- De la evaluación según D.S N°38/11 del MMA se presenta un No Cumplimiento, en horario nocturno en 3 de 4 receptores.
- Para dar total cumplimiento a la norma de ruido vigente D.S. N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente, en los receptores afectados, se debe implementar un sistema de barreras acústicas.

6 ANEXO A: MAPAS DE RUIDO

6.1 SITUACION SIN CONTROL DE RUIDO



6.2 SITUACION CON CONTROL DE RUIDO

