



Anexo IV

Ruido

Declaración de Impacto Ambiental
Proyecto Parque San Blas

PRAMAR ambiental

IV.1 ANTECEDENTES

El presente Anexo contiene la evaluación del impacto acústico del proyecto "Parque Señora Rosario". Para este efecto se estableció la Línea Base de Ruido actual en el área donde será emplazado el nuevo Proyecto; se identificaron los potenciales puntos sensibles al ruido en el entorno; se identificaron las fuentes de emisión de ruido que considera el proyecto y se evaluaron los niveles de inmisión sonora, respecto del máximo establecido por el DS 146/1997, que regula las emisiones de ruido desde fuentes fijas. Se incluyen los contenidos que a continuación se indican:

- Línea Base de Ruido
- Etapa de construcción
- Etapa de operación
- Etapa de abandono

IV.2 BASE LEGAL, NORMAS O DIRECTRICES DE REFERENCIA

En el marco del presente estudio se han consultado las siguientes normativas, directrices o cuerpos legales:

- DS 146/ 1997, Ministerio Secretaría General de la Presidencia: Norma sobre ruidos molestos generados por fuentes fijas
- VDI 2714/ Enero de 1988: Schallausbreitung im Freien (Propagación del sonido en espacios libres)
- VDI 2720/ Febrero 1991: Schallschutz durch Abschirmung im Freien (Protección contra el ruido por medio de apantallamiento en espacios libres)
- ISO 9613 – Parte 2 : "Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation (ISO 9613-2: 1996)
- VDI: Verein Deutsche Ingenieur (Asociación de Ingenieros Alemanes)
- ISO: International Standard Organization

TABLA IV.1
NIVELES MÁXIMOS DE INMISIÓN DE RUIDO PERMITIDOS POR EL DS N° 146/97

TIPO DE ZONA	DS 146 USO DE SUELO PERMITIDO	NIVEL CORREGIDO DE INMISIÓN DE RUIDO NPC EN DBA	
		DÍA 7 A 21 HRS	NOCHE 21 A 7 HRS
ZONA I	habitacional y equipamiento a escala vecinal	55	45
ZONA II	habitacional y equipamiento a escala vecinal, comunal y/o regional	60	50
ZONA III	Como Zona II + industria inofensiva	65	55
ZONA IV	industrial exclusivo	70	70
Rural	Agrícola, etc.	Nivel de Ruido de Fondo + 10 dBA	

IV.3 LINEA BASE DE RUIDO

IV.3.1 Metodología

Las mediciones se llevaron a cabo de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Artículo 5.3.3 del Título V del Manual de Aplicación del DS 146 para Ruido de Fondo. Se efectuaron mediciones en 4 puntos de referencia durante el día miércoles 19 de marzo de 2005, en horario diurno. En ausencia de objetos potencialmente sensibles al ruido en el entorno, los puntos de medición fueron escogidos en función de los límites perimetrales del proyecto. Las mediciones se realizaron en base al Nivel de Presión Sonora ponderado Continuo Equivalente $L_{eq,A,S}$ con filtro de ponderación A y con respuesta lenta del Sonómetro. El descriptor $L_{eq,A,S}$ representa un promedio energético de la energía sonora en el tiempo de observación. El procedimiento de medición consiste en el registro del Nivel Continuo equivalente L_{eq} en tandas seguidas de cinco minutos hasta alcanzar la estabilización de la lectura, esto es, que la diferencia aritmética entre dos registros consecutivos de L_{eq} no sea superior a 2 dB(A).

El nivel de ruido registrado en la Tabla IV.3 corresponde al último valor obtenido durante la medición. Para esto, no se tomaron en consideración ruidos ocasionales que, por su naturaleza, pudieran tergiversar el nivel sonoro medido.

En aquellos casos en que se hizo presente algún tipo de interferencia, como por ejemplo bocinazos, gritos o ladridos cercanos, sin que hayan sido gravitantes en el nivel de ruido registrado, se ha consignado el hecho en la columna "Observaciones" de las tablas respectivas.

Aparte del Nivel Sonoro Continuo Equivalente de inmisión (L_{eq}), se registró en el punto, el Nivel efectivo Máximo (L_{MAX}) y el Nivel efectivo Mínimo (L_{MIN}) de ruido captado durante las mediciones. Estos descriptores permiten analizar con mayor precisión la situación acústica en cada punto. También se han ingresado en las tablas de registros datos acerca del día, hora y condiciones climáticas imperantes durante la medición.

IV.3.2 Instrumentos

Las mediciones se efectuaron con un Sonómetro integrador Programable Modelo 2231 de precisión Clase 1, según la clasificación IEC 61672 de la firma Brüel & Kjaer, en conjunto con el Software Módulo BZ 7110 y Micrófono Tipo 4155, debidamente calibrado, de la misma firma.

IV.3.3 Descripción del Punto de Medición

La Tabla IV.2 contiene las coordenadas UTM de donde se encuentran los puntos de medición.

TABLA IV.2
UBICACIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

PUNTOS DE MEDICIÓN	REFERENCIA	UTM X	UTM Y
1	SBL 1-4	327.355	6.698.198
2	SBL 2-3	329.454	6.997.937
3	SBL 4-3	327.848	6.997.351
4	SBL 5-2	329.545	6.995.460

IV.3.4 Niveles de Ruido de Fondo medidos

La Tabla IV.3 contiene los niveles de ruido de fondo registrados en cada punto de medición, y el nivel máximo permitido por el DS 146 para zonas rurales.

TABLA IV.3
NIVELES DE RUIDO MEDIDOS

PUNTOS DE MEDICIÓN	$L_{EQ,A,S}$ DBA	$L_{MÁX}/L_{MÍN}$ DBA	NIVEL MÁX DS 146
1 SBL 1-4	33	45,8/25,4	43
2 SBL 2-3	28	35,3/23,2	38
3 SBL 4-3	33	43/24,6	43
4 SBL 5-2	33	37,2/29	43

IV.4 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

IV.4.1 Etapa de construcción

A continuación, se presenta una descripción general de las actividades que se desarrollarán y de los equipos que se utilizarán durante la construcción del proyecto, las cuales potencialmente pueden constituir una fuente de emisión de ruido.

- Instalación de faenas
- Transporte de insumos, materiales, equipos y maquinaria
- Movimientos de tierra y compactación
- Cimentaciones y plataformas
- Construcción de zanjas de conducciones eléctricas
- Construcción de las subestaciones

La maquinaria necesaria para la construcción es la siguiente: martillo rompedor, retroexcavadora, retrocargadora mixta, pala cargadora, motovolquete (dumper), camión cisterna, camión de transporte, camión grúa, grúa móvil, autopropulsada, hormigonera eléctrica, camión hormigonera, vibradores eléctricos, vibradores neumáticos, compactadora de neumáticos, motoniveladora y grupos electrógenos. Para efectos de evaluación se ha considerado Niveles de emisión de Potencia Acústica de acuerdo a la maquinaria utilizada en el proyecto.

IV.4.2 Etapa de operación

La etapa operación del Proyecto contempla las siguientes actividades que potencialmente pueden constituir una fuente de emisión de ruido.

- Funcionamiento de la Central: El Parque San Blas está constituido por 5 centrales eólicas, con un total de 29 aerogeneradores, cuya potencia unitaria es de 1,5 MW. La potencia total instalada es de 43,5 MW. Para una máquina de 1,5 MW, a una distancia de 100 m del aerogenerador, el nivel inmisión de Presión Sonora es de $L_p = 52$ dBA. A una distancia de 455 m el Nivel sonoro es de $L_p = 39$ dBA. El Nivel de Emisión de Potencia Acústica de cada aerogenerador es entonces $L_w = 100$ dBA.
- Instalaciones y equipos de apoyo
- Flujos vehiculares
- Subestación con las siguientes instalaciones: transformadores de tensión; transformadores de intensidad; 1 transformador de potencia de 50 MVA, Nivel de Emisión de Potencia Acústica de $L_w = 85$ dBA.

IV.4.3 Etapa de Abandono

Durante la etapa de abandono del proyecto, el desmantelamiento de las estructuras, paneles, equipos y sistemas eléctricos de la central puede constituir una fuente de emisión de ruido.

IV.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS SENSIBLES AL RUIDO

El proyecto se emplaza en una zona rural y desierta. No se detectaron puntos sensibles en un radio de 3 km en torno al proyecto.

IV.6 EVALUACIÓN

Ante la inexistencia de una reglamentación específica para las emisiones de ruido desde obras en construcción, la evaluación de las zonas sensibles al ruido se basará en el DS 146/97 del MINSEGPRES "Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas", según los niveles corregidos de presión sonora continuos equivalentes NPC máximos permitidos contenidos en la Tabla IV.1.

IV.6.1 Evaluación Etapa de Construcción

Las actividades asociadas a la fase de construcción del proyecto pueden ser separadas según los siguientes grupos¹:

**TABLA IV.4
GRUPOS PARA ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
I Movimientos de tierra	Comprende la actividad de compactadoras, palas cargadoras, retroexcavadoras, niveladoras y camiones
II Movimiento de materiales	Mezcladoras, bombas de hormigonear, grúa móvil
III Equipos estacionarios	Bombas, generadores, compresores
IV Maquinaria de Impacto	Martillos Hidráulicos, Hincado de Pilares, etc.
V Manipulación de materiales	Vibradores, Sierras cortadoras de metal, esmeriles, soldadoras, biseladoras

El nivel de emisión de potencia acústica asociado a estas actividades se encuentra registrado en la Tabla IV.5.

(1) Calvo-Manzano, A.: El ruido en la ciudad, Gestión y Control. Pág. 180. Sociedad Española de Acústica. Madrid 1991.

**TABLA IV.5
NIVELES DE POTENCIA ACÚSTICA² ESTIMADOS PARA LA ETAPA CONSTRUCCIÓN**

ACTIVIDAD		NIVELES DE EMISIÓN DE POTENCIA ACÚSTICA L _w EN DBA
I	Movimientos de tierra	91 – 111
II	Movimiento de materiales	89 – 110
III	Equipos estacionarios	98 – 109
IV	Maquinaria de Impacto	104 – 143
V	Manipulación de materiales	98 – 125

La variación de los niveles de potencia acústica es función de la potencia de los motores de la maquinaria usada. En la Tabla IV.5 se encuentra contenida todo tipo de maquinaria, tanto la utilizada en la gran minería, como aquella usada en obras pequeñas. Atendiendo la envergadura de la obra, en el presente estudio, se han tomado como referencia los valores medios de emisión.

La Tabla IV.6 contiene el cálculo del nivel de inmisión de ruido para una fuente ubicada a 1200 m de distancia, asumiendo que todas las fuentes de ruido se encuentran operando en forma simultánea.

Considerando que el nivel máximo permitido por el DS 146/1997 para una zona rural, de acuerdo al nivel de ruido de fondo medido *in situ*, es de NPC = 38 dB(A), se concluye que la operación conjunta de las fuentes, durante la etapa de construcción, a una distancia de 1200 m (L_{inmTotal} = 38 dBA) no sobrepasa el máximo establecido por la normativa. Cabe señalar que en un radio de 3000 m, a partir del perímetro del Parque, no se detectaron puntos sensibles al ruido.

² Informe Técnico de Medición de Emisiones de Ruido desde Maquinaria de Construcción. Departamento Federal de Medioambiente del Estado de Hessen. Wiesbaden 1998, Alemania.


TABLA IV.6
EVALUACIÓN DE INMISIÓN DE RUIDO EN ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Nº	Variable a Calcular	Símbolo	Unidad	Movimiento de Tierras		Movimiento de Materiales	Equipos Estacionarios	Maquinaria de Impacto	Manipulación de Materiales
				Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	
Construcción: Cálculo a 1200 m de distancia desde el punto de emisión									
ABI									
Tabla Code N° 2617-009. Uso exclusivo de ABI - Ingeniería Acústica Ltda. Consultas: 9 243 55 73 info@abi.cl									
1	Nivel de Potencia Acústica	L_w	dB	111	110	109	123	120	
2	Altura de la fuente de ruido	h_0	m	1,5	1,5	1,5	0,5	1,5	
3	Altura del punto de inmisión	h_A	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	
4	Altura media sobre el suelo ²⁰⁰³	h_m	m	1,5	1,5	1,5	1	1,5	
5	Distancia	s_m	m	1200	1200	1200	1200	1200	
6	Distancia recorrida sobre plantaciones (< 200 m)	s_D	m	200	200	200	200	200	
7	Distancia recorrida sobre edificaciones	s_G	m	0	0	0	0	0	
8	Índice de Directividad	DI	dB	0	0	0	0	0	
9	Angulo en el espacio ($\Omega \times \pi$)	Ω	Rad	2	2	2	2	2	
10	Índice angular de propagación	K_0	dB	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
11	Índice de distancia	DS	dB	72,6	72,6	72,6	72,6	72,6	
12	Coefficiente de absorción sonora del aire	α_L	dB/m	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	
13	Índice de absorción en el aire	D_L	dB	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	
14	Índice de atenuación por efectos meteorológicos y suelo ^(Vers 2003)	D_{BM}	dB	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	
15	Índice de atenuación por efecto de pantallas acústicas	Dz	dB	0	0	0	0	0	
16	Coefficiente de atenuación por plantaciones	α_D	dB/m	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	
17	Índice de atenuación por efecto de matorrales y plantaciones (<200m)	D_D	dB	10	10	10	10	10	
18	Índice de atenuación por efecto de edificios	D_G	dB	0	0	0	0	0	
19	Suma de $D_D + D_G$ (< 15 dB)	$D_D + D_G$	dB	10	10	10	10	10	
20	Índice de Reducción Acústica del recinto donde se encuentran las máquinas	R_w	dB	0	0	0	0	0	
21	Nivel de Presión Sonora Parcial en el Punto de inmisión	$L_{inm,A}$	dB(A)	24	23	22	36	33	
22	Nivel de inmisión total	$L_{inmTotal}$	dB(A)			38			

IV.6.2 Evaluación Etapa Operación

Se ha considerado como fuente principal de ruido las emisiones desde las 5 centrales eólicas contempladas en el proyecto. Considerando que cada central eólica está compuesta por un máximo de 6 aerogeneradores ($L_w = 100$ dBA cada uno) y un transformador ($L_w = 85$ dBA), el nivel de emisión de potencia acústica de este conjunto es de $L_w = 108$ dBA. Cada una de estas fuentes estarán separadas 1500 m entre sí, en sentido norte-sur y a 3000 m en sentido este-oeste. A estas distancias los niveles de ruido de las distintas centrales no tienen influencia sobre las otras, por lo que para efectos de cálculo se considerarán unidades independientes, donde aquellas que se encuentran en el perímetro del proyecto determinarán las emisiones de ruido hacia el entorno. Sobre la base del criterio anteriormente señalado, en la Tabla IV.7 se ha calculado para la emisión de las 5 Centrales la distancia a la cual las emisiones de ruido no sobrepasarán el nivel de ruido actual medido en el sector. Esto, bajo condiciones normales de propagación. Con viento a favor, la velocidad de propagación de las ondas sonoras aumentará en forma proporcional a la velocidad del viento, con lo que se pueden producir mayores niveles de ruido en un orden de 5 dBA, respecto de la situación sin viento, a partir de 500 m de distancia.

**TABLA IV.7
NIVEL DE INMISIÓN DE RUIDO EN ETAPA OPERACIÓN A 1300 M DE DISTANCIA**

ABI  Construcción: Cálculo a 1300 m de distancia desde el punto de emisión				Central Eólica 1	Central Eólica 2	Central Eólica 3	Central Eólica 4	Central Eólica 5
Nº	Variable a Calcular	Símbolo	Unidad	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
<i>Tabla Codificada N° 2617-010. Uso exclusivo de ABI - Ingeniería Acústica Ltda. Consultas: 9 243 55 73 info@abi.cl</i>								
1	Nivel de Potencia Acústica	L_w	dB	108	108	108	108	108
2	Altura de la fuente de ruido	h_0	m	80	80	80	80	80
3	Altura del punto de inmisión	h_A	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4	Altura media sobre el suelo ²⁰⁰³	h_m	m	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75
5	Distancia	s_m	m	1300	1300	1300	1300	1300
6	Distancia recorrida sobre plantaciones (< 200 m)	s_D	m	200	200	200	200	200
7	Distancia recorrida sobre edificaciones	s_G	m	0	0	0	0	0
8	Índice de Directividad	DI	dB	0	0	0	0	0
9	Ángulo en el espacio ($\Omega \times \pi$)	Ω	Rad	2	2	2	2	2
10	Índice angular de propagación	K_0	dB	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
11	Índice de distancia	D_s	dB	73,3	73,3	73,3	73,3	73,3
12	Coefficiente de absorción sonora del aire	α_L	dB/m	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03
13	Índice de absorción en el aire	D_L	dB	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60
14	Índice de atenuación por efectos meteorológicos y suelo ^(Vers. 2003)	D_{BM}	dB	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
15	Índice de atenuación por efecto de pantallas acústicas	D_z	dB	0	0	0	0	0
16	Coefficiente de atenuación por plantaciones	α_D	dB/m	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
17	Índice de atenuación por efecto de matorrales y plantaciones (<200m)	D_b	dB	10	10	10	10	10
18	Índice de atenuación por efecto de edificios	D_G	dB	0	0	0	0	0
19	Suma de $D_D + D_G$ (< 15 dB)	$D_D + D_G$	dB	10	10	10	10	10
20	Índice de Reducción Acústica del recinto donde se encuentran las máquinas	R_w	dB	0	0	0	0	0
21	Nivel de Presión Sonora en el Punto de inmisión	$L_{Inm,A}$	dB(A)	21,4	21,4	21,4	21,4	21,4
22	Nivel de inmisión total	L_s	dB(A)	28				

La Tabla indica que a partir de una distancia aproximada de 1300 m, el nivel de ruido de fondo medido en el sector donde será emplazado el proyecto, no será incrementado. La Tabla IV.8 señala la distancia a partir de la cual el nivel de inmisión máximo permitido por el DS 146 en este sector no es sobrepasado.

TABLA IV.8
NIVEL DE INMISIÓN DE RUIDO EN ETAPA OPERACIÓN A 600 M DE DISTANCIA

ABI				Central Eólica	Central Eólica	Central Eólica	Central Eólica	Central Eólica
Construcción: Cálculo a 600 m de distancia desde el punto de emisión				1	2	3	4	5
Nº	Variable a Calcular	Símbolo	Unidad	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
<i>Tabla Codificada N° 2617-011. Uso exclusivo de ABI - Ingeniería Acústica Ltda. Consultas: 9 243 55 73 info@abi.cl</i>								
1	Nivel de Potencia Acústica	L_w	dB	108	108	108	108	108
2	Altura de la fuente de ruido	h_0	m	80	80	80	80	80
3	Altura del punto de inmisión	h_A	m	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
4	Altura media sobre el suelo ²⁰⁰³	h_m	m	40,75	40,75	40,75	40,75	40,75
5	Distancia	s_m	m	600	600	600	600	600
6	Distancia recorrida sobre plantaciones (< 200 m)	s_D	m	200	200	200	200	200
7	Distancia recorrida sobre edificaciones	s_G	m	0	0	0	0	0
8	Índice de Directividad	DI	dB	0	0	0	0	0
9	Angulo en el espacio ($\Omega \times \pi$)	Ω	Rad	2	2	2	2	2
10	Índice angular de propagación	K_0	dB	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
11	Índice de distancia	D_s	dB	66,6	66,6	66,6	66,6	66,6
12	Coefficiente de absorción sonora del aire	α_L	dB/m	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03	2,00E-03
13	Índice de absorción en el aire	D_L	dB	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
14	Índice de atenuación por efectos meteorológicos y suelo ^(Vers 2003)	D_{BM}	dB	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
15	Índice de atenuación por efecto de pantallas acústicas	D_z	dB	0	0	0	0	0
16	Coefficiente de atenuación por plantaciones	α_D	dB/m	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
17	Índice de atenuación por efecto de matorrales y plantaciones (<200m)	D_D	dB	10	10	10	10	10
18	Índice de atenuación por efecto de edificios	D_G	dB	0	0	0	0	0
19	Suma de $D_D + D_G$ (< 15 dB)	$D_D + D_G$	dB	10	10	10	10	10
20	Índice de Reducción Acústica del recinto donde se encuentran las máquinas	R_w	dB	0	0	0	0	0
21	Nivel de Presión Sonora en el Punto de inmisión	$L_{Inm,A}$	dB(A)	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
22	Nivel de inmisión total	$L_{InmTotal}$	dB(A)	38				

Conforme a lo anterior, a una distancia de 600 m de las fuentes de ruido el nivel máximo permitido por el DS 146 en esta zona rural no es sobrepasado. Cabe señalar que en un radio de 3000 m, a partir del perímetro del Parque, no se detectaron puntos sensibles al ruido.

IV.7 CONCLUSIONES

IV.7.1 Etapa de Construcción

Considerando que el nivel de inmisión de ruido máximo permitido por el DS 146 a partir de una distancia de 1200 m no es superado y que en un radio de a lo menos 3000 m, a partir del perímetro del proyecto, no se detectaron puntos sensibles, es posible afirmar que durante la etapa de construcción el proyecto cumplirá con la normativa vigente establecida en el DS N° 146/1997.

IV.7.2 Etapa de Operación

Considerando que el nivel de inmisión de ruido a una distancia de 1300 m no sobrepasará el nivel de ruido ambiente medido en la actualidad; que el nivel máximo permitido por el DS N° 146/1997 no será sobrepasado a una distancia de 600 m, y que no se detectaron puntos sensibles en un radio de, a lo menos, 3000 m es posible afirmar que durante la etapa de operación el proyecto cumplirá con la normativa vigente establecida en el DS N° 146/1997.