

ESTUDIO RUIDO Y VIBRACIÓN

PARQUE HÍBRIDO EÓLICO, SOLAR Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA LAS QUINTAS (PHLQ)

Comunas de San Pedro y Litueche

Regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O'Higgins

Código Doc.:	Versión	Fecha	Ejecutor	Revisor	Aprobador	Descripción
INF9930-05-26.docx	01	09-01-2026	RSB	CRG	CRG	Informe Inicial
	02	17-03-2026	RSB	CRG	MSL	Revisión
	03	06-04-2026	RSB	CRG	MSL	Revisión
	04	30-04-2026	RSB	CRG	MSL	Actualización
	05	09-06-2026	RSB	CRG	MSL	Revisión

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 10

2 OBJETIVOS 11

2.1 Objetivo General 11
2.2 Objetivos Específicos 11

3 MARCO REGULATORIO 12

3.1 Ruido 12
3.1.1 D.S. N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente 12
3.1.2 Guía para la Aplicación del D.S. N°38/2011 del MMA en Parques Eólicos 13
3.1.3 Fauna 14
3.2 Vibración 15
3.2.1 Daño Estructural 15
3.2.2 Molestia 16

4 ANTECEDENTES 18

4.1 Descripción del Proyecto 18
4.2 Identificación de Receptores 21
4.2.1 Asentamientos Humanos 21
4.2.2 Fauna 23
4.3 Límites Máximos Permisibles 25
4.3.1 Asentamientos Humanos 25
4.3.1.1 Fase de Construcción y Cierre 25
4.3.1.2 Fase de Operación 27
4.3.1.3 Vibración 28
4.3.2 Fauna 28

5 METODOLOGÍA 30

5.1 Software de Modelación o Método de Cálculo 30
5.1.1 Ruido 30
5.1.2 Vibración 30
5.2 Fuentes de Ruido por Maquinaria y Equipos 32
5.2.1 Fase de Construcción y Cierre 32
5.2.2 Fase de Operación 44
5.3 Fuentes de Vibración 54

5.3.1 Fase de Construcción y Cierre 55
5.3.1 Fase de Operación 57

6 RESULTADOS PRELIMINARES 57

6.1.1 Niveles de Ruido Estimados en Asentamientos Humanos 57
6.1.2 Fase de Construcción y Cierre 57
6.1.3 Fase de Operación 66
6.2 Niveles de Ruido Estimados en Fauna 86
6.2.1 Fase de Construcción y Cierre 86
6.2.2 Fase de Operación 100
6.3 Vibraciones 102
6.3.1 Método de Cálculo 102
6.3.2 Fase de construcción y cierre 103

7 MEDIDAS DE CONTROL 105

7.1 Ruido en Asentamientos Humanos 105
7.1.1 Fase de Construcción y Cierre 105
7.1.1.1 Barreras Acústicas Modulares 105
7.1.1.2 Restricción de Maquinaria 111
7.1.1.3 Resultados con Medidas de Control 114
7.1.2 Fase de Operación 122
7.1.2.1 Barreras Acústicas Perimetrales 122
7.1.2.2 Modos de Operación Aerogeneradores 124
7.1.2.1 Resultados con Medidas de Control 126

8 EVALUACIÓN DE RESULTADOS 146

8.1 Asentamientos Humanos 146
8.1.1 Ruido por Maquinaria y Equipos 146
8.1.1.1 Fase de Construcción y Cierre 146
8.1.1.2 Fase de Operación 147
8.1.2 Vibración 150
8.1.2.1 Fase de Construcción y Cierre 150
8.1 Fauna 151
8.1.1 Fase de Construcción y Cierre 151
8.1.2 Fase de Operación 152

9 CONCLUSIONES 154

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 156

11 ANEXOS 157

Anexo 1. Fichas Técnicas de Fuentes Utilizadas como Referencia

Anexo 2. Archivos Kmz

TABLAS

Tabla 1. Límites permisibles D.S. Nº38/11 del MMA 12
Tabla 2. Rangos de velocidad de viento para la evaluación de los niveles de ruido generados por la operación del Parque Eólico 13
Tabla 3. Criterio FTA para evaluación daño estructural por vibraciones 15
Tabla 4. Criterio FTA Para evaluación de Molestia 16
Tabla 5. Descripción de hábitats de relevancia para fauna silvestre 24
Tabla 6. Descripción y coordenadas de puntos de medición de fauna 24
Tabla 7. Determinación de Límites Máximos Permisibles, periodo diurno – Fase de construcción 25
Tabla 8. Determinación de Límites Máximos Permisibles, periodo nocturno – Fase de construcción 26
Tabla 9. Determinación de Límites Máximos Permisibles – Fase de Operación 27
Tabla 10. Límites Niveles Vibración 28
Tabla 11. Niveles basales de ruido en sectores de fauna 29
Tabla 12. Umbrales de referencia para evaluación de impacto por ruido por maquinaria en fauna terrestre 29
Tabla 13. Niveles de vibración de maquinaria en faenas de construcción 30
Tabla 14. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación Instalaciones temporales Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre 32
Tabla 15. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Preparación del terreno Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre 33
Tabla 16. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación Botaderos Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre 33
Tabla 17. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Retiro de instalaciones de faena y restauración Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre 33
Tabla 18. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación accesos y caminos internos Obras PE – Fase de Construcción y Cierre 33
Tabla 19. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción de Fundaciones y Plataformas de aerogeneradores Obras PE – Fase de Construcción y Cierre 34
Tabla 20. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Cableado Media Tensión Obras PE – Fase de Construcción y Cierre 34
Tabla 21. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Montaje Aerogeneradores Obras PE – Fase de Construcción y Cierre 34
Tabla 22. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación accesos y caminos internos Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre 35
Tabla 23. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Instalación Cerco Perimetral Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre 35
Tabla 24. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Proceso de hincado Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre 35
Tabla 25. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Cableado Baja y Media Tensión Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre 35

Tabla 26. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Montaje Paneles y Centros de Transformación Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre 36
Tabla 27. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción Subestación Elevadora Obras SE – Fase de Construcción y Cierre 36
Tabla 28. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción y montaje área BESS – Fase de Construcción y Cierre 36
Tabla 29. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción y montaje línea de alta tensión – Fase de Construcción y Cierre 36
Tabla 30. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción Subestación Elevadora Obras SE – Fase de Construcción y Cierre 37
Tabla 31. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a los Equipos de IIFF 1 y 3 – Fase de Construcción y Cierre 37
Tabla 32. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a los Equipos de IIFF 2 – Fase de Construcción y Cierre 37
Tabla 33. Parámetros recomendados para el modelo de predicción de ruido para proyectos de parques eólicos 44
Tabla 34. Detalle ubicación de aerogeneradores 44
Tabla 35. Potencia acústica Modos de Operación aerogeneradores por velocidad de viento a altura de buje 45
Tabla 36. Distancia Receptores y Aerogeneradores del Proyecto 45
Tabla 37. NPS de Transformadores SE – Fase de Operación 46
Tabla 38. Factor de Ponderación de nivel de potencia total a nivel en bandas de octava 46
Tabla 39. NWS de equipos en subestaciones elevadoras – Fase de operación 46
Tabla 40. NPS de Inversores CT – Fase de Operación 47
Tabla 41. NWS de Sistemas BESS Área 1 – Fase de Operación 47
Tabla 42. NWS de Sistemas BESS Área 2 – Fase de Operación 47
Tabla 43. NWS de Sistemas BESS Área 3 – Fase de Operación 47
Tabla 44. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Preparación del terreno Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre 48
Tabla 45. Parámetros para el cálculo de Nivel de Ruido por Efecto Corona 49
Tabla 46. Diagramas de torres a utilizar 49
Tabla 47. Distancia lineal entre eje de LT y receptores 50
Tabla 48. Niveles de vibración de maquinaria en faenas de construcción 55
Tabla 49. PPV de maquinaria - fase de construcción y Cierre 55
Tabla 50. Niveles de vibración de maquinaria con ajuste Factor de Cresta – Fase de Construcción y Cierre 56
Tabla 51. Distancias entre estructura de receptor y frente de trabajo más cercano – Fase de Construcción y Cierre . 57
Tabla 52. Niveles de Ruido Estimados en Receptores - Fase de construcción y Cierre Diurno 64
Tabla 53. Niveles de Ruido Estimados en Receptores - Fase de construcción y Cierre Nocturno 65
Tabla 54. Comparación niveles de ruido estimados en receptores, periodo diurno – Fase de Operación 84
Tabla 55. Comparación niveles de ruido estimados en receptores, periodo nocturno – Fase de Operación 85
Tabla 56. niveles de ruido estimados en receptores por Efecto Corona 86
Tabla 57. Niveles de Ruido Estimados a Distancia Mínima - fase de construcción y cierre 98
Tabla 58. Niveles de Ruido Estimados en puntos de evaluación de fauna [dB(A)] - fase de operación 102
Tabla 59. PPV y Lv estimados en receptores – Rodillo Compactador – Fase de construcción y Cierre 103
Tabla 60. Barreras Acústicas Modulares – Fase de Construcción y Cierre 106
Tabla 61. Restricción de maquinaria – Fase de Construcción y Cierre 112

Tabla 62. Niveles de Ruido Estimados en Receptores con medidas de control - Fase de construcción y Cierre Diurno 121
Tabla 63. Modo de Operación de aerogeneradores para periodos y velocidades de viento 125
Tabla 64. Niveles de ruido de Aerogeneradores en Modos de Operación para periodos y velocidades de viento 125
Tabla 65. Comparación niveles de ruido estimados en receptores con Medidas de Control, periodo diurno – Fase de Operación 144
Tabla 66. Comparación niveles de ruido estimados en receptores con Medidas de Control, periodo nocturno – Fase de Operación 145
Tabla 67. Evaluación de resultados con medidas de control – Fase de construcción y Cierre Periodo Diurno 146
Tabla 68. Evaluación de resultados – Fase de construcción y Cierre Periodo Nocturno 146
Tabla 69. Evaluación de resultados con medidas de control, periodo diurno – Fase de Operación 148
Tabla 70. Evaluación de resultados con medidas de control, periodo nocturno – Fase de Operación 149
Tabla 71. Evaluación de daño estructural por vibraciones – Fase de construcción y Cierre 150
Tabla 72. Evaluación de molestia por vibraciones – Fase de construcción 151
Tabla 73. Evaluación de Niveles de Ruido estimados en hábitats de fauna, en dB(A) – Fase de Operación 153

FIGURAS

Figura 1. Flujograma de evaluación de ruido sobre fauna 14
Figura 2. Esquema de niveles típicos de vibraciones 17
Figura 3. Ubicación de Obras del Proyecto 19
Figura 4. Cronograma Fase de Construcción 20
Figura 5. Cronograma Fase de Operación 20
Figura 6. Cronograma Fase de Cierre 21
Figura 7. Ubicación receptores humanos en evaluación 22
Figura 8. Ubicación del Proyecto, Puntos de medición y Hábitats relevantes de Fauna Nativa 23
Figura 9. Ubicación del Proyecto, Puntos de medición y Hábitats relevantes de Fauna Nativa (Detalle) 24
Figura 10. Representación gráfica de las diferencias entre la señal instantánea y la señal RMS 32
Figura 11. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (1 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Diurno 38
Figura 12. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (2 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Diurno 39
Figura 13. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (3 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Diurno 40
Figura 14. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (1 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Nocturno 41
Figura 15. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (2 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Nocturno 42
Figura 16. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (3 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Nocturno 43
Figura 17. Ubicación de los frentes de ruido (1 de 4) - Fase de Operación 51
Figura 18. Ubicación de los frentes de ruido (2 de 4) - Fase de Operación 52
Figura 19. Ubicación de los frentes de ruido (3 de 4) - Fase de Operación 53
Figura 20. Ubicación de los frentes de ruido (4 de 4) - Fase de Operación 54
Figura 21. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Diurno (1 de 3) – Fase de construcción y Cierre 58
Figura 22. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Diurno (2 de 3) – Fase de construcción y Cierre 59

Figura 23. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Diurno (3 de 3) – Fase de construcción y Cierre 60
Figura 24. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Nocturno (1 de 3) – Fase de construcción y Cierre 61
Figura 25. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Nocturno (2 de 3) – Fase de construcción y Cierre 62
Figura 26. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Nocturno (3 de 3) – Fase de construcción y Cierre 63
Figura 27. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (1 de 3) – Fase de operación Diurno 66
Figura 28. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (2 de 3) – Fase de operación Diurno 67
Figura 29. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (3 de 3) – Fase de operación Diurno 68
Figura 30. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (1 de 3) – Fase de operación Diurno ... 69
Figura 31. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (2 de 3) – Fase de operación Diurno ... 70
Figura 32. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (3 de 3) – Fase de operación Diurno ... 71
Figura 33. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (1 de 3) – Fase de operación Diurno.. 72
Figura 34. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (2 de 3) – Fase de operación Diurno.. 73
Figura 35. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (3 de 3) – Fase de operación Diurno.. 74
Figura 36. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (1 de 3) – Fase de operación Nocturno . 75
Figura 37. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (2 de 3) – Fase de operación Nocturno . 76
Figura 38. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (3 de 3) – Fase de operación Nocturno . 77
Figura 39. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (1 de 3) – Fase de operación Nocturno 78
Figura 40. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (2 de 3) – Fase de operación Nocturno 79
Figura 41. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (3 de 3) – Fase de operación Nocturno 80
Figura 42. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (1 de 3) – Fase de operación Nocturno 81
Figura 43. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (2 de 3) – Fase de operación Nocturno 82
Figura 44. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (3 de 3) – Fase de operación Nocturno 83
Figura 45. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Cableado Baja y Media Tensión..... 87
Figura 46. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Construcción y montaje área SE + BESS 88
Figura 47. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Construcción y montaje LAT 89
Figura 48. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Habilitación accesos y caminos Internos PE 90
Figura 49. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Habilitación accesos y caminos internos PF 91
Figura 50. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Habilitación Instalaciones temporales 92
Figura 51. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Montaje Aerogeneradores 93
Figura 52. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Montaje Paneles y Centros de Transformación 94
Figura 53. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Preparación del terreno 95
Figura 54. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – Instalaciones de Faena 1 y 3..... 96
Figura 55. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – Instalación de Faena 2..... 97
Figura 56. Áreas de Afectación Mamíferos – Fase de construcción y cierre..... 99

Figura 57. Áreas de Afectación Mamíferos acercamiento Hábitat – Fase de construcción y cierre 100
Figura 58. Mapa de ruido en base a umbrales y Niveles de Presión Sonora Estimados en fauna MAMÍFEROS [dBA] - fase de operación..... 101
Figura 59. Método de atenuación sonora por difracción para barreras, según maekawa. 105
Figura 60. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R01 – Fase de construcción y Cierre..... 107
Figura 61. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R02, R03 y R04 – Fase de construcción y Cierre 108
Figura 62. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R13 – Fase de construcción y Cierre..... 109
Figura 63. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R30 – Fase de construcción y Cierre..... 110
Figura 64. Imagen referencial de barreras acústicas modulares con paneles OSB..... 111
Figura 65. Ubicación Frentes de Construcción con Restricción de Maquinaria R01 – Fase de construcción y Cierre 112
Figura 66. Ubicación Frentes de Construcción con Restricción de Maquinaria R03 y R04 – Fase de construcción y Cierre 113
Figura 67. Ubicación Frentes de Construcción con Restricción de Maquinaria R30 – Fase de construcción y Cierre 114
Figura 68. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de construcción y Cierre 115
Figura 69. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de construcción y Cierre 116
Figura 70. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de construcción y Cierre 117
Figura 71. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R01 – Fase de construcción y Cierre 118
Figura 72. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R02, R03 y R04 – Fase de construcción y Cierre..... 119
Figura 73. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R13 – Fase de construcción y Cierre 120
Figura 74. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R30 – Fase de construcción y Cierre 121
Figura 75. Método de atenuación sonora por difracción para barreras, según Maekawa 123
Figura 76. Ubicación barrera acústica Perimetral de Altura para Áreas Paneles PFV – Fase de operación 124
Figura 77. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Diurno 126
Figura 78. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Diurno 127
Figura 79. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Diurno 128
Figura 80. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Diurno..... 129
Figura 81. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Diurno..... 130
Figura 82. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Diurno..... 131
Figura 83. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Diurno..... 132
Figura 84. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Diurno..... 133

Figura 85. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Diurno 134
Figura 86. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Nocturno 135
Figura 87. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Nocturno 136
Figura 88. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Nocturno 137
Figura 89. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Nocturno 138
Figura 90. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Nocturno 139
Figura 91. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Nocturno 140
Figura 92. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Nocturno 141
Figura 93. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Nocturno 142
Figura 94. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Nocturno 143
Figura 95. Cruce Áreas de Afectación Mamíferos con Hábitat de Fauna – Fase de construcción 152

1 INTRODUCCIÓN

En el presente informe se presentan y evalúan los niveles de emisión de ruido y vibración del proyecto “Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)” (en adelante, el “Proyecto”), ubicado en las comunas de San Pedro y Litueche, en las Regiones Metropolitana y del Libertador Bernardo O’Higgins, conforme a lo establecido por la Ley N°19.300, y el Artículo N°18 literal e.1) del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente).

Durante la ejecución del Proyecto, se generarán aumentos de los niveles de ruido y vibración en los sectores aledaños, por lo que es necesario evaluar las emisiones de este. Para llevar a cabo la evaluación, se realizó la predicción de niveles de ruido mediante un modelo asistido por software y, en el caso de vibraciones, proyecciones a través de métodos de cálculo específicos, los cuales permitieron determinar la magnitud de las emisiones acústicas y vibratorias en los receptores sensibles, definidos considerando la condición más desfavorable.

Los valores estimados son comparados con los máximos permitidos que establece la normativa nacional vigente o, en caso de ausencia de ésta, estándares internacionales de referencia indicados en el D.S. N°40/2012, modificado por el D.S. N°30/2023 del MMA, con la finalidad de verificar su cumplimiento.

La evaluación se realizó bajo los lineamientos que indica la “Guía para la predicción y evaluación de impactos por ruido y vibración en el SEIA” (2019) y “Guía para la aplicación del D.S. N°38, de 2011, para proyectos de parques eólicos en el SEIA” (2020), ambas del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Evaluar el cumplimiento normativo de los niveles de ruido y vibración del Proyecto con respecto a los límites máximos permisibles de acuerdo con la normativa vigente o criterios internacionales según corresponda.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar, mediante modelaciones con software especializado y bajo las condiciones más desfavorables, los niveles de ruido y vibración generados durante la fase de construcción, operación y cierre del Proyecto.
- Evaluar los niveles de ruido y vibración estimados con respecto a los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente o criterio de referencia, estableciendo y considerando el efecto de las medidas de control que el Proyecto incorpora, en los casos que se determine necesario.
- Estimar los niveles de vibración generados durante la fase de construcción del Proyecto, considerando los escenarios más desfavorables y evaluar el cumplimiento del criterio de referencia adoptado detallando las medidas de control que el Proyecto incorporará en los casos que sea necesario.

3 MARCO REGULATORIO

3.1 Ruido

3.1.1 D.S. N°38/11 del Ministerio del Medio Ambiente

Para la evaluación de la emisión de ruido asociado a la ejecución del Proyecto en receptores humanos, se aplica la "Norma de Emisión de Ruido Generados por Fuentes que Indica" contenida en el Decreto Supremo Nº38 del año 2011 del Ministerio del Medio Ambiente (en adelante D.S. Nº38/11 MMA). De acuerdo con su artículo 1, el objetivo de esta norma es proteger la salud de la comunidad para lo cual establece límites máximos permisibles de ruido aplicables a la emisión exclusiva de toda actividad productiva, comercial, de esparcimiento y de servicios, faenas constructivas y elementos de infraestructura que generen emisiones de ruido con excepción de las actividades expresamente señaladas en el artículo 5º.

Cabe señalar que actualmente en Chile, a falta de una normativa específica para Parques Eólicos, es esta misma normativa la que fija el estándar vigente en esta materia, a partir de la Guía de Aplicación presentada en el apartado 3.1.2.

Los límites de emisión de ruido de acuerdo con el artículo 7° del D.S. N°38/11 del MMA, expresados en términos del descriptor "Nivel de Presión Sonora Corregido" (NPC), son los que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Límites permisibles D.S. Nº38/11 del MMA

Zona	Niveles Máximos Permisibles se Presión Sonora Corregidos (NPC) en dB(A) Lento	
	Horario diurno (de 7 a 21 horas)	Horario Nocturno (de 21 a 7 horas)
I	55	45
II	60	45
III	65	50
IV	70	70
Rural	Menor valor entre: Ruido de Fondo diurno + 10 dB y límite diurno para Zona III	Menor valor entre: Ruido de Fondo nocturno + 10 dB y límite nocturno para Zona III

Fuente: Elaboración propia en base a D.S. N°38/11 del MMA.

La evaluación de los Niveles de ruido se efectúa con respecto a la zona donde se sitúe el receptor de acuerdo con las siguientes definiciones:

- Zona I: Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.

- Zona II: Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, Equipamiento de cualquier escala.
- Zona III: Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de Infraestructura.
- Zona IV: Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de Actividades Productivas y/o Infraestructura.
- Zona Rural: Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo.

3.1.2 Guía para la Aplicación del D.S. N°38/2011 del MMA en Parques Eólicos.

De acuerdo con lo anterior, tratándose de receptores emplazados en zona rural, el límite de emisión de la operación conjunta de los aerogeneradores que contempla el Proyecto se determina a partir del nivel de "Ruido de Fondo" característico de cada receptor, estableciéndose la obligatoriedad de que el aporte exclusivo del Proyecto no supere en más de 10 dB el ruido de fondo, con un tope de 65 dB(A) en horario diurno y 50 dB(A) en horario nocturno.

Es importante tener en cuenta que el concepto de ruido de fondo del D.S. N°38/11 del MMA se define como "*aquel ruido que está presente en el mismo lugar y momento de medición de la fuente que se desea evaluar, en ausencia de ésta. Éste corresponderá al valor obtenido bajo el procedimiento establecido en la presente norma*" por lo tanto se desprende que es directamente aplicable a fuentes de ruido existentes y medibles, siendo bastante más compleja su interpretación y aplicación en el contexto de la tramitación ambiental de proyectos futuros.

Al respecto, dada la particularidad de esta fuente de ruido, se consideran los aspectos metodológicos y criterios especificados en la "Guía para la aplicación del D.S. N°38, para proyectos de parques eólicos en el SEIA" publicada el 2020 por el Ministerio del Medio Ambiente, la que entre otros, establece la necesidad de evaluar el cumplimiento de la normativa vigente, considerando 3 valores de ruido de fondo en horario diurno y 3 valores en horario nocturno, representativos de velocidades de viento a la altura del buje de los aerogeneradores en rangos de 6 a 8 m/s, 8 a 10 m/s y 10 a 12 m/s. Vale decir, se impone demostrar que el Parque Eólico, bajo distintas condiciones de velocidad de viento a la altura de buje, cumple con los correspondientes 6 límites de ruido en cada receptor.

Tabla 2. Rangos de velocidad de viento para la evaluación de los niveles de ruido generados por la operación del Parque Eólico

Rango	Rango de velocidad de viento en la altura del buje [m/s]
1	6 a 8
2	8 a 10
3	10 a 12

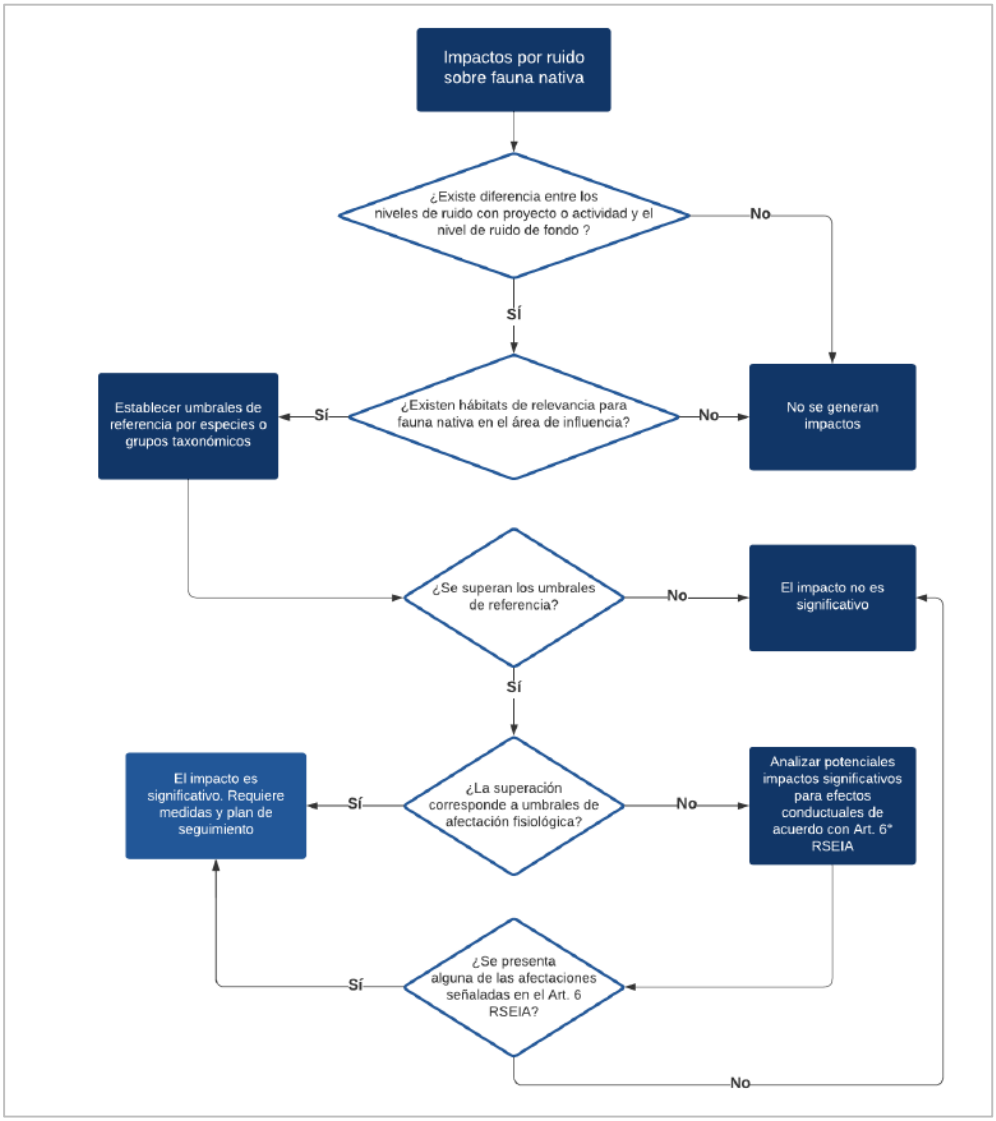
Fuente: Ruido Ambiental Spa.

3.1.3 Fauna

Para la evaluación de la emisión de ruido asociado a la ejecución del Proyecto en fauna nativa, se aplican los criterios indicados en el documento "Criterio de Evaluación en el SEIA: Evaluación de impactos por ruido sobre fauna nativa" publicado por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

De acuerdo con lo señalado en la letra e) del artículo 6° del Reglamento del SEIA, con el objetivo de evaluar si el proyecto o actividad genera un impacto asociado a ruido en fauna nativa, se deberá considerar la diferencia entre los niveles de ruido estimados con proyecto y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación. La evaluación de impacto sobre fauna se realiza en base al siguiente flujograma.

Figura 1. Flujograma de evaluación de ruido sobre fauna



Fuente: Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa, SEA, enero 2023.

Para determinar si existe impacto significativo, los niveles de ruido estimados deberán compararse con umbrales de afectación de referencia para efectos fisiológicos específicos para cada especie, los cuales serán determinados según la especie evaluada, la fuente de ruido y el efecto adverso asociado.

En el caso que el nivel de exposición a ruido sea superior a los umbrales de afectación asociados a efectos conductuales, deberá analizarse los potenciales impactos sobre las especies evaluadas en función de lo señalado en el artículo 6° del Reglamento del SEIA (afectación a la permanencia, alteración de la capacidad de regeneración, y alteración de las condiciones para la presencia y desarrollo de las especies). En caso de existir una de estas afectaciones, se considerará como impacto significativo.

3.2 Vibración

Considerando la ausencia de una norma en Chile que permita regular las vibraciones de índole ambiental, en cumplimiento a lo establecido en el literal b) del Art. N°5 del Reglamento del SEIA, se utiliza referencialmente para estos fines el criterio establecido en el documento "Transit Noise and Vibration- Impact Assessment" de la Federal Transit Administration (FTA), el cual establece valores para estimación y evaluación de daño estructural a partir de Velocidad Peak de Partícula (PPV) y para la evaluación de molestia generada por vibraciones a partir del Nivel de Velocidad de vibración (Lv).

La actividad de construcción se traduce en diversos grados de vibración del terreno, dependiendo del equipo y los métodos empleados. La operación de equipos de construcción hace que las vibraciones se propaguen a través del suelo, disminuyendo en fuerza con la distancia. Edificaciones fundadas sobre el suelo en el entorno de la obra de construcción responden a estas vibraciones, con resultados diversos que van desde la ausencia de efectos perceptibles en los niveles más bajos, sonidos de bajo retumbante y vibraciones perceptibles en niveles moderados, y daños leves hasta los de más alto nivel.

3.2.1 Daño Estructural

En la siguiente tabla, se presentan los límites definidos en la FTA para cada categoría de edificación.

Tabla 3. Criterio FTA para evaluación daño estructural por vibraciones

Categoría de edificación		PPV [pulgadas/s]	Lv aprox. [VdB][1] (Velocidad RMS)
I	Hormigón armado, acero o madera (sin yeso)	0,5	102
II	Ingeniería de hormigón y albañilería (sin yeso)	0,3	98
III	Construcciones livianas de madera y edificios de mampostería	0,2	94
IV	Edificios extremadamente susceptibles a daño por vibración	0,12	90

Fuente: Tabla 7-5, Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual, FTA 2018.

[1] Valores VdB ref 1 micro-pulgadas/s. PPV: Velocidad Peak de Partículas.

El nivel de velocidad de vibración expresado en decibeles (VdB), Lv, está dado por:

$$Lv = 20\log\left(\frac{v}{v_{ref}}\right)$$

Donde:

- v: Velocidad de vibración RMS
- $v = \frac{PPV}{Factor\ de\ Cresta}$
- V_{ref}: Velocidad de referencia $(1x10^{-6}\ pulgadas/s)$.

3.2.2 Molestia

Por otra parte, esta normativa hace referencia al "Criterio de Molestia" el cual está relacionado con los niveles de vibración transmitidos por el suelo, cuya influencia y percepción puede generar "molestia" en receptores humanos influenciados.

En la siguiente tabla se establecen límites según el tipo de uso de suelo los cuales se clasifican en: altamente sensibles, residencial e institucional. Adicionalmente, el criterio general de FTA considera la cantidad de eventos vibratorios diarios y los clasifica en eventos frecuentes, ocasionales e infrecuentes.

Tabla 4. Criterio FTA Para evaluación de Molestia

Categoría uso de suelo	Nivel de impacto de vibraciones (L_v) [VdB] (Ref: 1 [µpulgadas/s])		
	Eventos frecuentes[1]	Eventos ocasionales[2]	Eventos no frecuentes[3]
Categoría 1: Edificios donde son esenciales bajos ambientes de vibración para operaciones internas (Instrumental hospitalario, laboratorios de investigación, etc.)	65	65	65
Categoría 2: Residencias o edificaciones donde normalmente duerme gente.	72	75	80
Categoría 3: Usos de suelo institucionales prioritariamente diurno (Escuelas, Iglesias, etc.)	75	78	83
1. Eventos frecuentes se refiere a más de 70 eventos de vibración ocasionado por la misma fuente en un día.			
2. Eventos ocasionales se refiere entre 30 y 70 eventos de vibración ocasionado por la misma fuente en un día.			
3. Eventos no frecuentes se refiere a menos de 30 eventos de vibración ocasionado por la misma fuente en un día.			

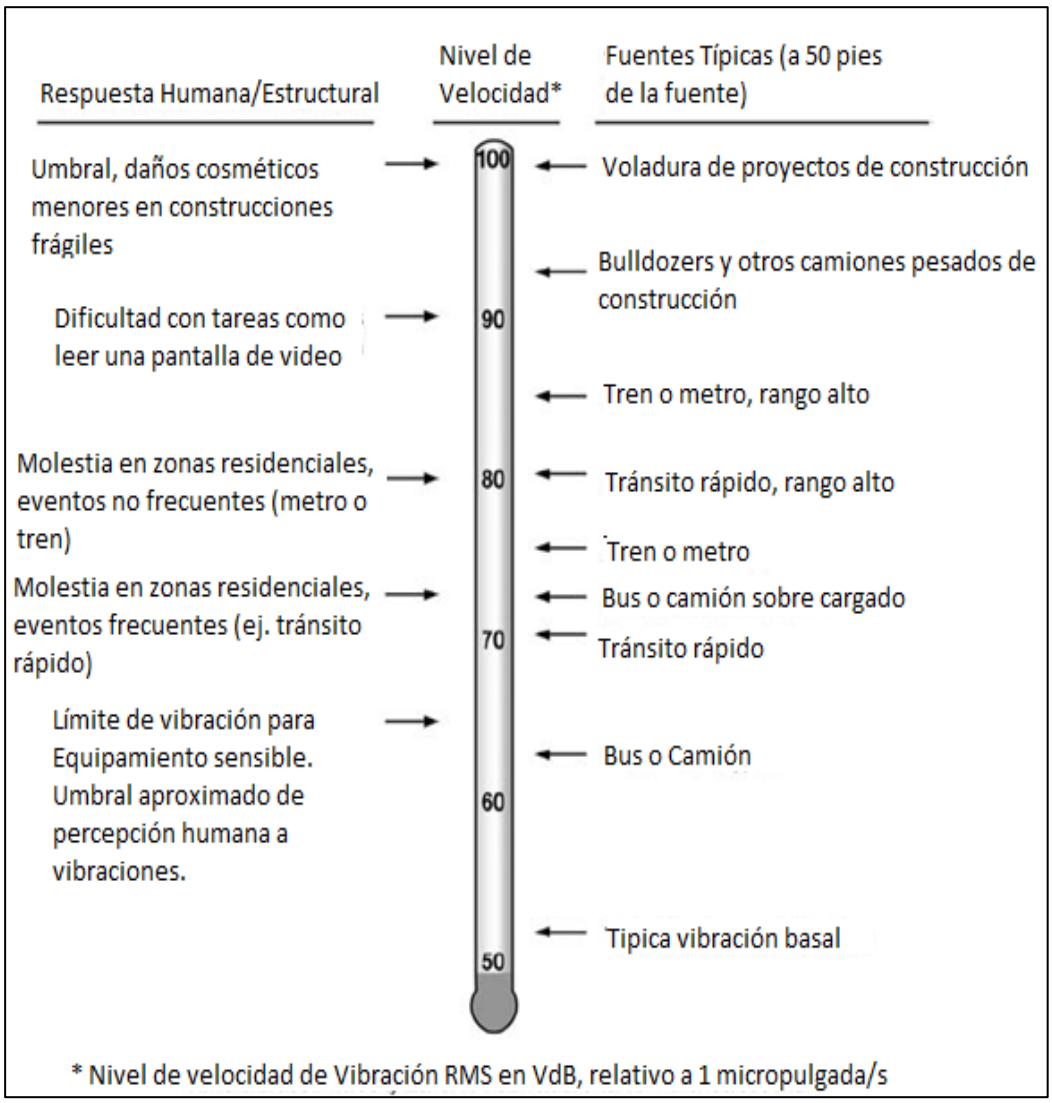
Fuente: Tabla 6-3, Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual, FTA 2018.

El mayor interés de la evaluación de las vibraciones por maquinaria se concentra sobre el daño en edificaciones, por lo que los estudios se realizan en términos de la Velocidad Peak de Partículas (PPV por sus siglas en inglés). Sin embargo, el estudio de las vibraciones relacionadas a la molestia generalmente se vincula con los valores de niveles

de velocidad Raíz Media Cuadrática (RMS por sus siglas en inglés). La relación entre PPV y la velocidad RMS es expresada en términos del "Factor de Cresta", definido como la razón entre la amplitud PPV y la amplitud RMS.

Las vibraciones no son un fenómeno que los humanos sienten a diario. El nivel de velocidad de vibraciones "basal" o "de fondo" en áreas residenciales usualmente es 50 VdB o menor, muy por debajo del umbral de percepción del ser humano, el cual se encuentra alrededor de 65 VdB. Algunos niveles típicos de percepción humana se presentan en la siguiente figura.

Figura 2. Esquema de niveles típicos de vibraciones



Fuente: Figura 5-4, Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual, FTA 2018.

4 ANTECEDENTES

4.1 Descripción del Proyecto

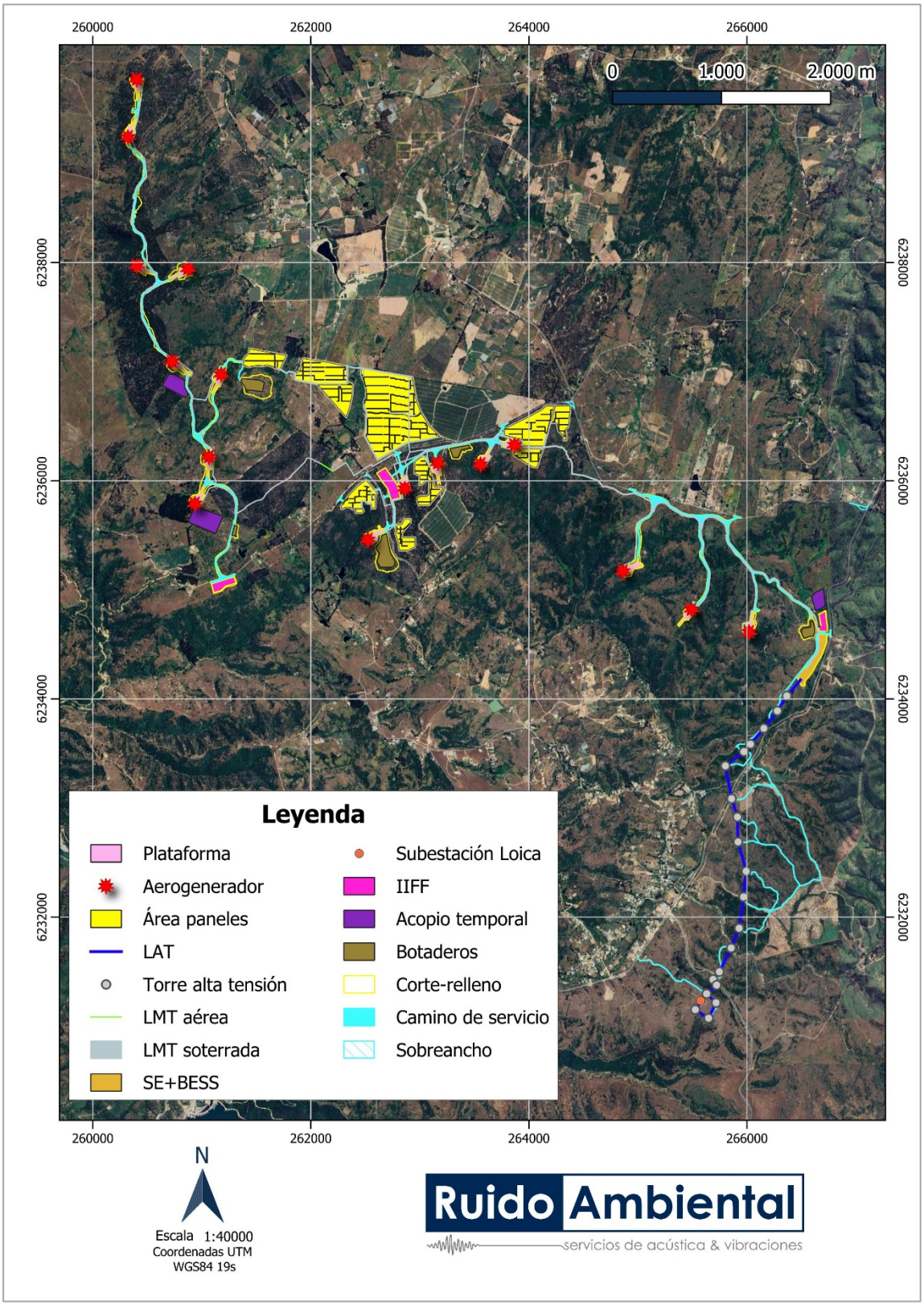
El Proyecto consiste en la construcción y operación de un Parque de energías renovables, que combina energía eólica y solar, con una potencia nominal de 190,25 MW aproximados. El parque eólico está compuesto por 16 aerogeneradores de 8 MW cada uno, sumando un total de 128 MW nominal. Por su parte, el parque fotovoltaico estará compuesto por 107.772 paneles fotovoltaicos, sumando un total de 77,6MWp y 62,25 MW nominal.

Adicionalmente, se considera un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías, llamado BESS (Battery Energy Storage System), permitiendo inyectar energía al sistema en horas donde no se cuente con radiación solar ni viento. Este sistema eléctrico se compone de módulos autocontenidos de baterías de iones de litio que se instalarán a un costado de la Subestación Elevadora.

La energía generada por el parque será conducida por líneas de media tensión (33 kV) hasta la subestación elevadora, construida al interior del parque, la que elevará la tensión de 33 kV a 220 kV para ser evacuada a través de una Línea de Alta Tensión de 3,78 km del Proyecto, hasta la Nueva Subestación Seccionadora Loica, conectándose al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

La siguiente figura presenta la ubicación del área del Proyecto.

Figura 3. Ubicación de Obras del Proyecto



Fuente. Elaboración Propia en base a KMZ de Proyecto.

Figura 4. Cronograma Fase de Construcción

Actividad		Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Grales.	Habilitación Instalaciones temporales																								
	Preparación del terreno																								
PE	Habilitación accesos y caminos internos																								
	Construcción de Fundaciones y Plataformas de aerogeneradores																								
	Cableado Media Tensión PE																								
	Montaje Aerogeneradores																								
PF	Habilitación accesos y caminos internos																								
	Instalación Cerco Perimetral																								
	Proceso de hincado																								
	Cableado Baja y Media Tensión PF																								
	Montaje Paneles y Centros de Transformación																								
SE+LAT+BESS	Construcción Subestación Elevadora																								
	Construcción y montaje área BESS																								
	Construcción y montaje línea de alta tensión																								
Grales.	Pruebas y Puesta en marcha																								
	Retiro de instalaciones temporales y restauración del terreno																								

Fuente: Capítulo 01 Descripción de Proyecto.

Figura 5. Cronograma Fase de Operación

Actividad	Años										
	1	2	3	4	5	…	10	…	20	…	30
Inicio Operación del Parque Híbrido											
Operación y Generación de energía del Parque Híbrido											
Mantenimiento Parque Eólico											
Mantenimiento Parque Fotovoltaico											
Limpieza de Paneles Fotovoltaicos											
Mantenimiento BESS											
Desconexión del Parque Híbrido											

Fuente: Capítulo 01 Descripción de Proyecto.

Figura 6. Cronograma Fase de Cierre

Actividad	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Habilitación Instalaciones de faena												
Desmantelamiento y retiro de aerogeneradores												
Desmantelamiento y retiro de paneles solares y trackers												
Desmantelamiento y retiro Centros de Transformación												
Desmantelamiento y retiro BESS												
Desmantelamiento y retiro Subestación Elevadora												
Desmantelamiento y retiro LAT												
Retiro de instalaciones temporales y restauración del terreno												

Fuente: Capítulo 01 Descripción de Proyecto.

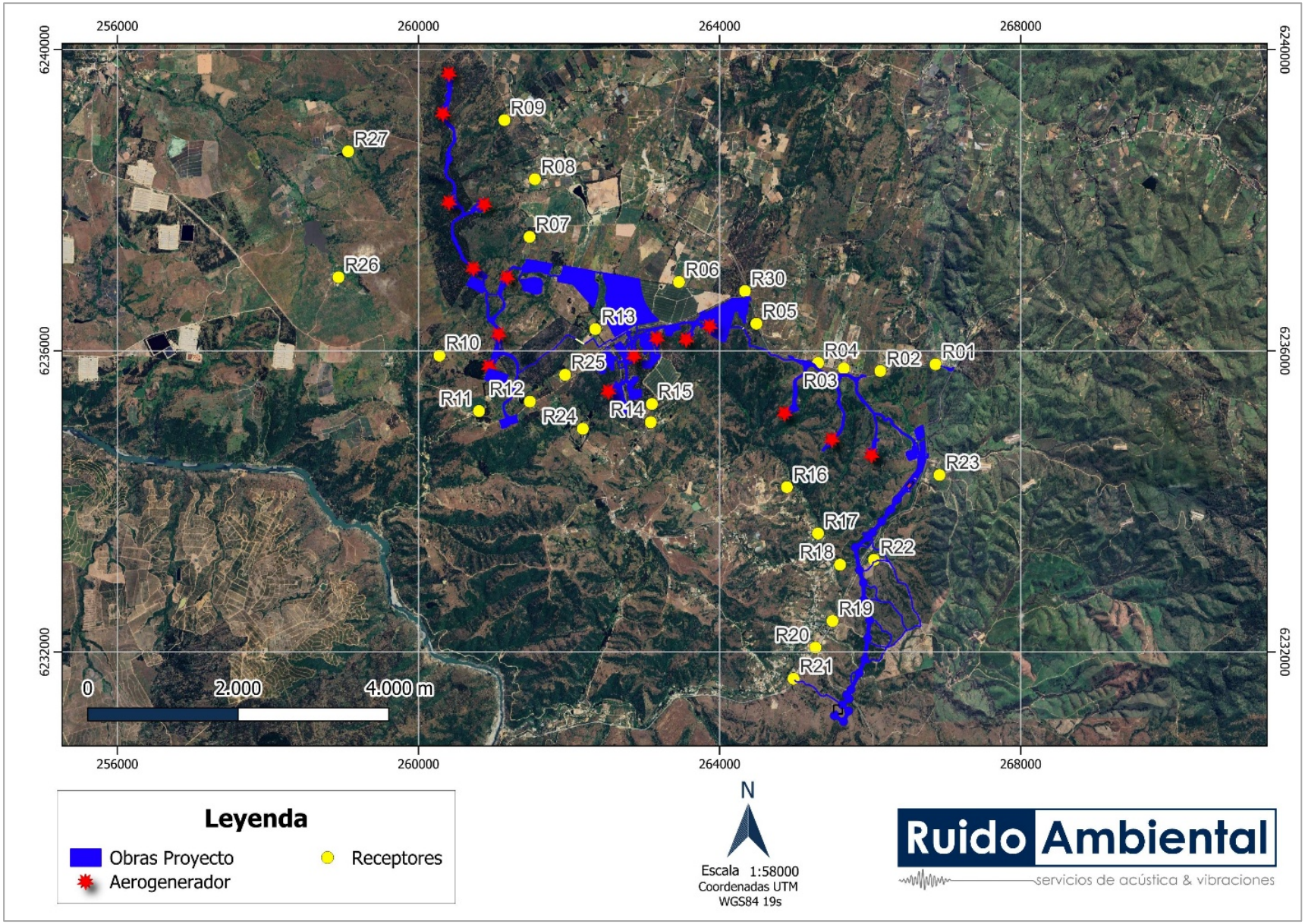
4.2 Identificación de Receptores

Se realizó un levantamiento de terreno entre el 01 y el 25 de septiembre del año 2025, cuyo detalle se presenta en el informe correspondiente a la Línea de Base de Ruido y Vibraciones del Proyecto (Capítulo 3. 3 del EIA). A continuación, se presentan figuras con la ubicación de los receptores identificados.

4.2.1 Asentamientos Humanos

En la siguiente figura se presenta la ubicación de los puntos receptores considerados en la evaluación. Cabe destacar que se han considerado receptores representativos de acuerdo con su cercanía a las partes del proyecto y los aerogeneradores, por lo cual representan un escenario desfavorable para la evaluación.

Figura 7. Ubicación receptores humanos en evaluación



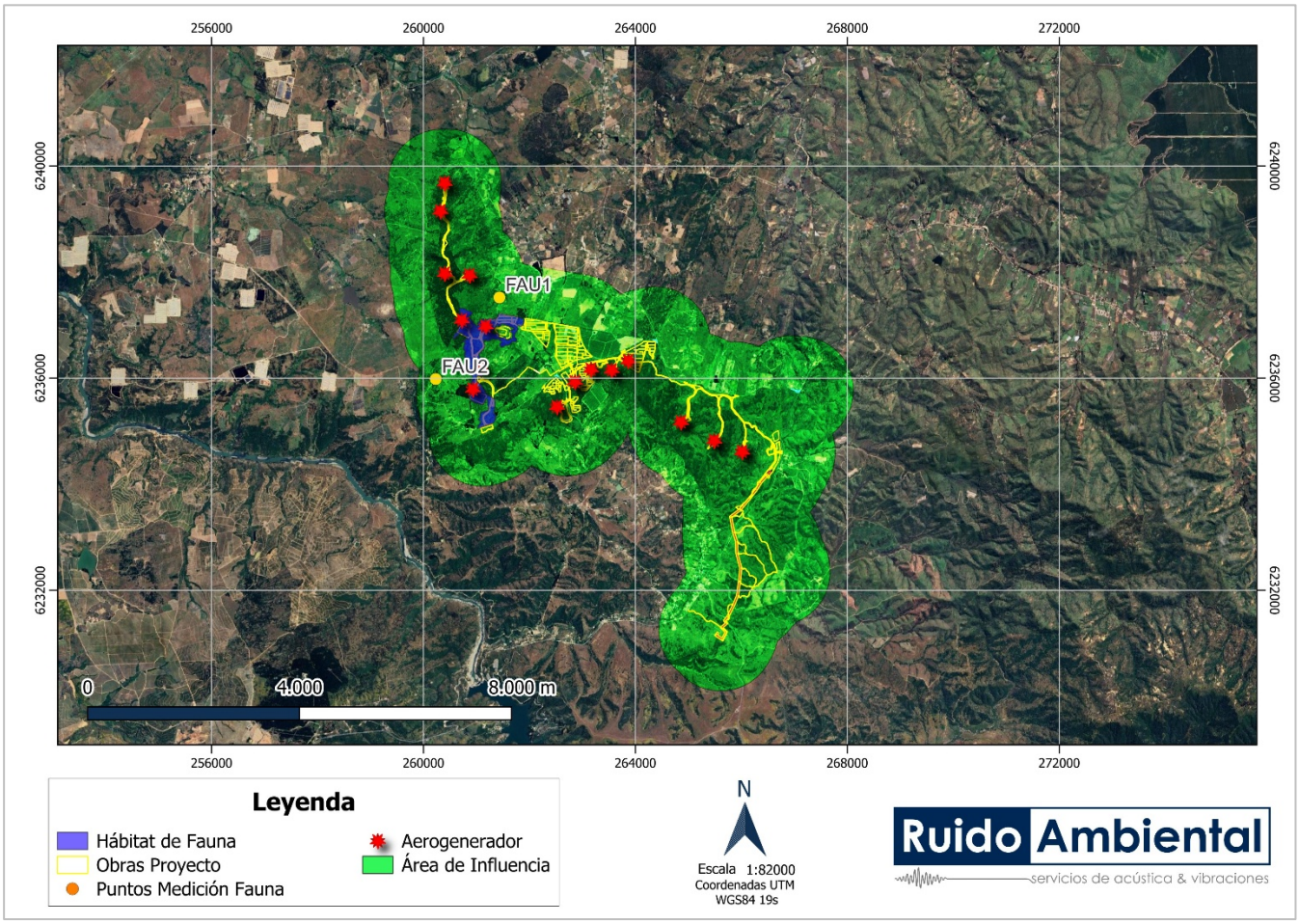
Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Fauna

De acuerdo con la información aportada por los especialistas en la componente "Fauna Nativa" que trabajan en el EIA del Proyecto, se ha identificado un (1) hábitat de relevancia para la especie indicada (Mamífero). Para su caracterización se efectuaron mediciones de ruido en dos (2) puntos de representativos.

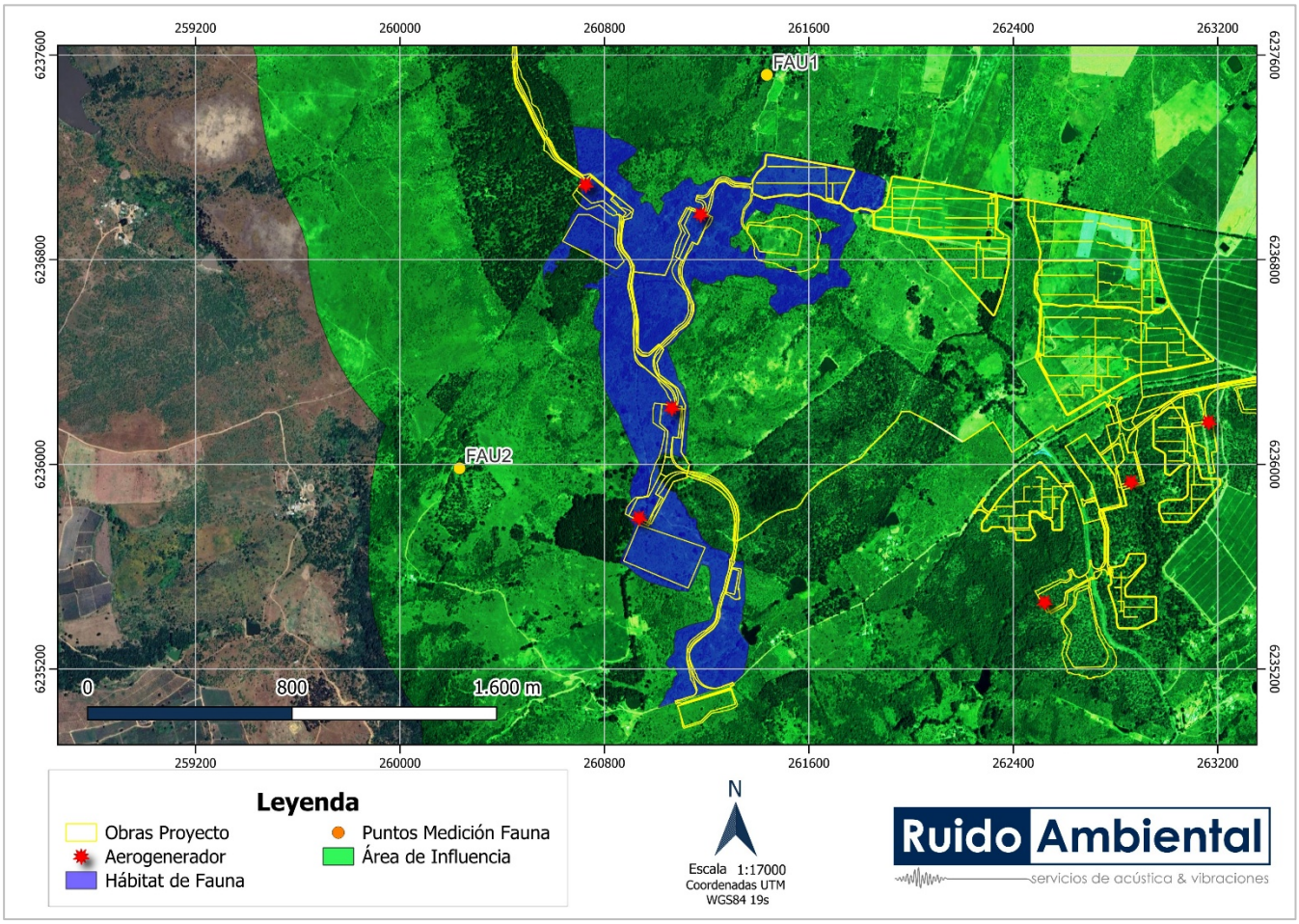
A continuación, se detalla la ubicación de los puntos de medición de fauna, los hábitats relevantes y el área del Proyecto.

Figura 8. Ubicación del Proyecto, Puntos de medición y Hábitats relevantes de Fauna Nativa



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Ubicación del Proyecto, Puntos de medición y Hábitats relevantes de Fauna Nativa (Detalle)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Descripción de hábitats de relevancia para fauna silvestre

Área de Fauna	Distancia a Proyecto [m]	Descripción	Especie Asociada	Punto de Medición
Área Avistamiento Guiña	0	Bosque nativo	Mamífero	FAU1
				FAU2

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presenta un detalle de los puntos de medición indicando coordenadas UTM (Datum: WGS84 Huso: 18 S) y una breve descripción.

Tabla 6. Descripción y coordenadas de puntos de medición de fauna

Punto	Descripción	Coordenada UTM Huso 18 S – WGS84	
		Este [m]	Norte [m]
FAU1	Bosque Nativo	261436	6237523
FAU2	Bosque Nativo	260233	6235984

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Límites Máximos Permisibles

4.3.1 Asentamientos Humanos

4.3.1.1 Fase de Construcción y Cierre

Dado que los receptores se encuentran en zona rural, los niveles basales de ruido son considerados como ruido de fondo para establecer los límites máximos permisibles, los cuales están dados por el menor valor entre:

- Nivel de ruido de fondo + 10 dB(A).
- Límites Máximos Permisibles para Zona III.

En la siguiente tabla se establecen los límites máximos permisibles para la fase de construcción:

Tabla 7. Determinación de Límites Máximos Permisibles, periodo diurno – Fase de construcción

Punto Receptor	NPSeq [dB(A)]	NPSeq+10 dB [dB(A)]	Límite Máximo Permisible Diurno Zona III [dB(A)]	Límite Máximo Permisible Diurno [dB(A)]
R01	41	51	65	51
R02	36	46	65	46
R03	43	53	65	53
R04	43	53	65	53
R05	38	48	65	48
R06	37	47	65	47
R07	41	51	65	51
R08	41	51	65	51
R09	42	52	65	52
R10	35	45	65	45
R11	37	47	65	47
R12	38	48	65	48
R13	32	42	65	42
R14	38	48	65	48
R15	37	47	65	47
R16	38	48	65	48
R17	38	48	65	48
R18	37	47	65	47
R19	42	52	65	52
R20	44	54	65	54
R21	42	52	65	52
R22	44	54	65	54
R23	38	48	65	48
R24	35	45	65	45
R25	36	46	65	46
R26	38	48	65	48

Punto Receptor	NPSeq [dB(A)]	NPSeq+10 dB [dB(A)]	Límite Máximo Permisible Diurno Zona III [dB(A)]	Límite Máximo Permisible Diurno [dB(A)]
R27	44	54	65	54
R30	42	52	65	52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Determinación de Límites Máximos Permisibles, periodo nocturno – Fase de construcción

Punto Receptor	NPSeq [dB(A)]	NPSeq+10 dB [dB(A)]	Límite Máximo Permisible Nocturno Zona III [dB(A)]	Límite Máximo Permisible Nocturno [dB(A)]
R01	35	45	50	45
R02	33	43	50	43
R03	31	41	50	41
R04	31	41	50	41
R05	32	42	50	42
R06	40	50	50	50
R07	31	41	50	41
R08	31	41	50	41
R09	31	41	50	41
R10	39	49	50	49
R11	36	46	50	46
R12	37	47	50	47
R13	38	48	50	48
R14	37	47	50	47
R15	35	45	50	45
R16	34	44	50	44
R17	34	44	50	44
R18	35	45	50	45
R19	37	47	50	47
R20	39	49	50	49
R21	38	48	50	48
R22	35	45	50	45
R23	35	45	50	45
R24	34	44	50	44
R25	37	47	50	47
R26	31	41	50	41
R27	34	44	50	44
R30	34	44	50	44

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.2 Fase de Operación

Del mismo modo anterior, se determinan los límites máximos permisibles para la fase de operación, considerando los niveles de ruido mínimos obtenidos para cada rango de velocidad de viento mediante las estaciones de registro continuo de ruido.

En este sentido, las mediciones continuas de ruido de fondo realizadas en los 4 puntos son asimiladas a los receptores identificados según las áreas de sensibilidad establecida e indicadas en el apartado 5.2.1.2, cercanía del receptor a la estación de registro continuo, características ambientales y distancias a caminos o carreteras.

Tabla 9. Determinación de Límites Máximos Permisibles – Fase de Operación

Receptor	Estación de Registro Continuo Representativa	Límites Máximos Permisibles Horario Diurno [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Horario Nocturno [dB(A)]		
		6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]
R01	RC3	43	44	45	40	40	42
R02	RC3	43	44	45	40	40	42
R03	RC3	43	44	45	40	40	42
R04	RC3	43	44	45	40	40	42
R05	RC3	43	44	45	40	40	42
R06	RC3	43	44	45	40	40	42
R07	RC4	43	45	51	40	40	41
R08	RC4	43	45	51	40	40	41
R09	RC4	43	45	51	40	40	41
R10	RC1	41	42	42	40	40	40
R11	RC1	41	42	42	40	40	40
R12	RC2	42	42	43	41	41	41
R13	RC2	42	42	43	41	41	41
R14	RC2	42	42	43	41	41	41
R15	RC2	42	42	43	41	41	41
R16	RC2	42	42	43	41	41	41
R17	RC2	42	42	43	41	41	41
R18	RC2	42	42	43	41	41	41
R19	RC2	42	42	43	41	41	41
R20	RC2	42	42	43	41	41	41
R21	RC2	42	42	43	41	41	41
R22	RC2	42	42	43	41	41	41
R23	RC3	43	44	45	40	40	42
R24	RC2	42	42	43	41	41	41
R25	RC2	42	42	43	41	41	41
R26	RC1	41	42	42	40	40	40
R27	RC1	41	42	42	40	40	40
R30	RC3	43	44	45	40	40	42

Fuente: Elaboración propia.

4.3.1.3 Vibración

En la siguiente tabla se presentan los límites máximos para Velocidad Peak de Partículas (PPV) y Nivel de Vibración (Lv).

Tabla 10. Límites Niveles Vibración

Receptor	Uso	Límite Máximo Daño Estructural		Límite Máximo para Molestia	
		Categoría	Daño Estructural (PPV) [pulgadas/s]	Categoría	Molestia (Lv) [VdB]
R01	Residencial	III	0,2	2	72
R02	Residencial	III	0,2	2	72
R03	Residencial	III	0,2	2	72
R04	Residencial	III	0,2	2	72
R05	Institucional	III	0,2	3	75
R06	Residencial	III	0,2	2	72
R07	Residencial	III	0,2	2	72
R08	Residencial	III	0,2	2	72
R09	Residencial	III	0,2	2	72
R10	Residencial	III	0,2	2	72
R11	Residencial	III	0,2	2	72
R12	Residencial	III	0,2	2	72
R13	Institucional	III	0,2	3	75
R14	Residencial	III	0,2	2	72
R15	Residencial	III	0,2	2	72
R16	Residencial	III	0,2	2	72
R17	Institucional	III	0,2	3	75
R18	Residencial	III	0,2	2	72
R19	Residencial	III	0,2	2	72
R20	Institucional	III	0,2	3	75
R21	Residencial	III	0,2	2	72
R22	Agrícola Comercial	III	0,2	3	75
R23	Agrícola Comercial	III	0,2	3	75
R24	Residencial	III	0,2	2	72
R25	Residencial	III	0,2	2	72
R26	Residencial	III	0,2	2	72
R27	Agrícola Comercial	III	0,2	3	75
R30	Residencial	III	0,2	2	72

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Fauna

De acuerdo con lo señalado en la letra e) del artículo 6° del Reglamento del SEIA, con el objetivo de evaluar si el proyecto o actividad genera un impacto asociado a ruido en fauna nativa, se deberá considerar la diferencia entre los niveles de ruido estimados con proyecto y el nivel de ruido de fondo representativo y característico del entorno donde se concentre fauna nativa asociada a hábitats de relevancia para su nidificación, reproducción o alimentación. En la siguiente tabla, se resumen los niveles de ruido obtenidos a partir de las mediciones realizadas en los puntos de fauna

presentados en la Línea de Base de Ruido y Vibraciones del Proyecto, se establecen el promedio de los niveles de ruido de fondo medidos como nivel de ruido de fondo característico del entorno.

Tabla 11. Niveles basales de ruido en sectores de fauna

Punto Receptor	Periodo Diurno	Periodo Nocturno
	NPSeq [dB(A)]	NPSeq [dB(A)]
FAU01	41	31
FAU02	35	39
Promedio NPS	**38**	**35**

Fuente. Elaboración Propia

Adicionalmente, se presentan los umbrales de referencia para evaluación de impacto por ruido en fauna nativa de acuerdo con la “Guía de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido Sobre Fauna Nativa” y la identificación de hábitats relevantes de mamíferos.

Tabla 12. Umbrales de referencia para evaluación de impacto por ruido por maquinaria en fauna terrestre

Clase Taxonómica	Tipo Efecto	Descripción Efecto	Tipo de Fuente	Umbral	Referencia
Mamíferos	Conductual	Reducción de eficiencia reproductiva	Continua-intermitente	68 [dB(A)]	Shannon et al., 2016
	Fisiológico	Sin información de umbral			

Fuente: Elaboración propia en base a Guía de Evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido Sobre Fauna Nativa, 2023.

5 METODOLOGÍA

5.1 Software de Modelación o Método de Cálculo

5.1.1 Ruido

La estimación de los niveles de ruido se realiza mediante el software de predicción sonora INOISE Versión 2024 desarrollado por la empresa Softnoise que, para efectos del presente proyecto, utiliza en su algoritmo de predicción, la Norma ISO 9613 "Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere; Part 2: General method of calculation".

Este software de modelación cumple con la ISO 17534-1:2015 “Acoustics -- Software for the calculation of sound outdoors -- Part 1: Quality requirements and quality assurance.”

La modelación del ruido asociado a los Aerogeneradores fue elaborada mediante el software WindPro y fueron provistos a Ruido Ambiental para el cálculo de la inmisión total de la fase de operación.

5.1.2 Vibración

Para estimar los niveles de vibración asociados a la ejecución del Proyecto, se utiliza el algoritmo establecido por la FTA “Noise And Vibration Manual. Quantitative Construction Vibration Assessment Methods”. Dicho manual define niveles de vibración promedio para distintos tipos de maquinaria utilizadas generalmente en faenas de construcción, los cuales fueron medidos a 25 [pies] de distancia y cuyos valores se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 13. Niveles de vibración de maquinaria en faenas de construcción

MAQUINARIA / EQUIPO	PPV medido a 25 [pies] [pulgadas/s]	Lv [VdB] (ref. 10-6 pulgadas/s)
Rodillo vibratorio	0.21	94
Excavadora con martillo percutor	0.089	87
Bulldozer de tamaño grande	0.089	87
Perforadora hidráulica	0.089	87
Camiones cargados	0.076	86
Cango/Martillo demoledor	0.035	79
Bulldozer de tamaño pequeño	0.003	58

Fuente: Elaboración propia en base a la Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual.

La estimación de la vibración sobre cada punto de evaluación se determina utilizando la siguiente relación:

$$PPV_{proyectado} = PPV_{Ref}\left(\frac{25}{D}\right)^{1,5}$$

Donde:

- $PPV_{proyectado}$: Velocidad de partícula peak en [pulgadas/s].
- D: Distancia a determinar en [m] utilizando como referencia las velocidades.
- PPV_{Ref} : Velocidad de partícula de referencia medias a 25 [pies] en [pulgadas/s].

Por otra parte, el modelo de cálculo para estimar el nivel de vibraciones (Lv) en un receptor ubicado a una cierta distancia de la fuente se indica en la siguiente expresión:

$$Lv(D) = Lv(25\ Ft) - 30\log\left(D/25\right)$$

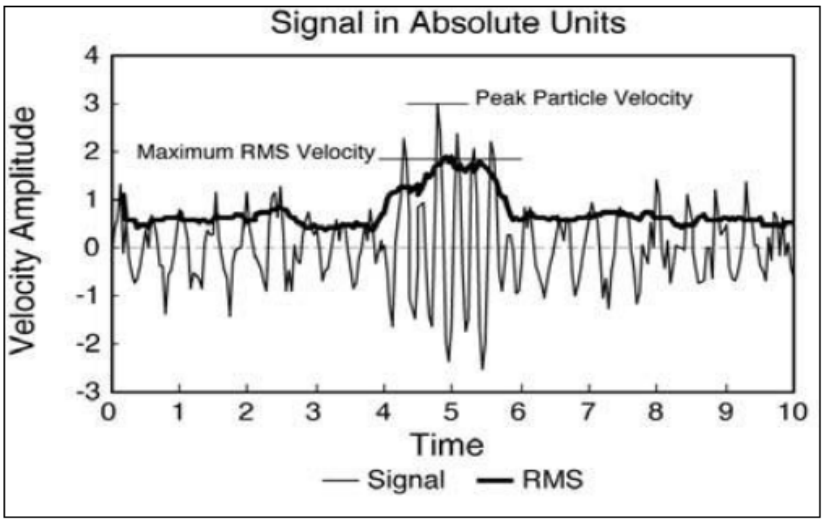
Donde:

- $Lv(D)$: Nivel de vibración proyectada a una cierta distancia D.
- $Lv(25\ Ft)$: Nivel de vibración referencia de una maquinaria evaluada a 25 pies.
- D: Distancia de vibración proyectada [pies]

Si bien, en la tabla anterior se presentan niveles referenciales de emisión de maquinaria para construcción con un factor de cresta[2] 4, la propia FTA indica que valores de 4 o 5 son típicos para vibraciones generadas por trenes, sin embargo, valores de 8 o más, no son inusuales para señales impulsivas. Por lo anterior, se considera que las maquinarias asociadas a estas actividades generan peaks de vibración mayores a un paso de tren, por ende, se considera que el factor de cresta es mayor debido a la mayor diferencia que se genera con el valor RMS. Al respecto, para la evaluación de molestia se considera razonable un factor de cresta de 6.

[2] El Factor de Cresta corresponde a la relación entre PPV y la velocidad RMS y se define como la razón entre la amplitud PPV y la amplitud RMS.

Figura 10. Representación gráfica de las diferencias entre la señal instantánea y la señal RMS



Fuente: Transit Noise and Vibration Impact Assessment, FTA, 2018.

5.2 Fuentes de Ruido por Maquinaria y Equipos

5.2.1 Fase de Construcción y Cierre

Para efectos de modelación, se consideran dieciocho (18) frentes de trabajo asociados a las distintas obras de la fase de construcción y cierre del Proyecto. Cabe destacar que cada frente de trabajo considera la operación hipotética simultánea de una maquinaria de cada tipo, los cuales se replican y son ubicadas como fuentes puntuales de ruido en los sectores del Proyecto más cercano a los receptores, de manera de evaluar el escenario más desfavorable. A continuación, se presentan los frentes de trabajo considerados para la estimación de ruido para la fase de construcción y cierre del Proyecto.

Tabla 14. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación Instalaciones temporales Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor (*)		Motoniveladora	72	75	67	59	60	56	49	44	**65**
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	1	Bulldozer	79	77	76	74	68	67	60	59	**75**
C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
C4	13	Cargador frontal	83	72	70	69	65	64	57	49	**71**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
FT Total			**87**	**82**	**78**	**78**	**73**	**71**	**66**	**62**	**79**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 15. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Preparación del terreno Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor*		Motoniveladora	72	75	67	59	60	56	49	44	**65**
C4	13	Cargador frontal	83	72	70	69	65	64	57	49	**71**
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	1	Bulldozer	79	77	76	74	68	67	60	59	**75**
FT Total			**85**	**80**	**78**	**76**	**71**	**70**	**64**	**60**	**78**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 16. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación Botaderos Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor*		Motoniveladora	72	75	67	59	60	56	49	44	**65**
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	1	Bulldozer	79	77	76	74	68	67	60	59	**75**
C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
FT Total			**84**	**82**	**77**	**76**	**72**	**70**	**65**	**62**	**78**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 17. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Retiro de instalaciones de faena y restauración Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	1	Bulldozer	79	77	76	74	68	67	60	59	**75**
C4	13	Cargador frontal	83	72	70	69	65	64	57	49	**71**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
FT Total			**84**	**82**	**77**	**76**	**72**	**70**	**65**	**62**	**78**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise.

Tabla 18. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación accesos y caminos internos Obras PE – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor (*)		Motoniveladora	72	75	67	59	60	56	49	44	**65**
C2	1	Bulldozer	79	77	76	74	68	67	60	59	**75**
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**

C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**84**	**82**	**77**	**76**	**72**	**70**	**65**	**62**	**78**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 19. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción de Fundaciones y Plataformas de aerogeneradores Obras PE – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	21	Excavadora Hidráulica	75	76	72	68	65	63	57	49	**71**
C2	1	Bulldozer	79	77	76	74	68	67	60	59	**75**
Consultor (*)		Motoniveladora	72	75	67	59	60	56	49	44	**65**
C4	24	Camión Mixer + bomba	69	64	64	66	63	59	53	47	**67**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**82**	**81**	**78**	**76**	**72**	**70**	**64**	**60**	**78**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 20. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Cableado Media Tensión Obras PE – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	21	Excavadora Hidráulica	75	76	72	68	65	63	57	49	**71**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**79**	**78**	**74**	**73**	**70**	**67**	**62**	**54**	**75**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 21. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Montaje Aerogeneradores Obras PE – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C4	41	Grúa montaje (150 ton)	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
C4	38	Grúa montaje (400 ton)	80	79	73	74	73	73	64	55	**78**
C4	38	Grúa montaje (750 ton)	80	79	73	74	73	73	64	55	**78**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**83**	**82**	**77**	**78**	**76**	**76**	**67**	**59**	**82**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 22. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Habilitación accesos y caminos internos Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor		Motoniveladora	72	75	67	59	60	56	49	44	**65**
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**83**	**80**	**71**	**72**	**69**	**66**	**63**	**58**	**75**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 23. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Instalación Cerco Perimetral Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C4	14	Bobcat	68	67	63	62	62	61	54	47	**67**
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**77**	**73**	**70**	**72**	**69**	**66**	**61**	**54**	**74**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 24. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Proceso de hincado Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C3	6	Hincadora	80	74	70	65	61	57	49	43	**68**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
C4	55	Manipulador (Manitou)	82	72	63	65	67	64	56	49	**70**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**84**	**77**	**73**	**72**	**70**	**67**	**59**	**53**	**75**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 25. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Cableado Baja y Media Tensión Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C2	21	Excavadora Hidráulica	75	76	72	68	65	63	57	49	**71**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**79**	**78**	**74**	**73**	**70**	**67**	**62**	**54**	**75**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 26. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Montaje Paneles y Centros de Transformación Obras PFV – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor (*)		Grúa horquilla	75	66	67	63	59	59	52	46	**66**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
C4	55	Manipulador (Manitou)	82	72	63	65	67	64	56	49	**70**
Ficha Técnica (*)		GE 10KVA	50	53	54	51	44	40	35	28	**52**
FT Total			**83**	**75**	**71**	**72**	**70**	**67**	**59**	**53**	**75**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 27. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción Subestación Elevadora Obras SE – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C4	24	Camión mixer + Bomba	69	64	64	66	63	59	53	47	**67**
C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
FT Total			**83**	**79**	**72**	**75**	**71**	**68**	**64**	**59**	**76**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise.

Tabla 28. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción y montaje área BESS – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C4	24	Camión mixer + Bomba	69	64	64	66	63	59	53	47	**67**
C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
FT Total			**83**	**79**	**72**	**75**	**71**	**68**	**64**	**59**	**76**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise.

Tabla 29. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción y montaje línea de alta tensión – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C4	24	Camión mixer + Bomba	69	64	64	66	63	59	53	47	**67**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
C4	41	Grúa montaje (70 ton)	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
Consultor (*)		Winche-Freno hidráulico	53	59	58	51	51	45	39	28	**55**

FT Total	**79**	**75**	**73**	**74**	**71**	**68**	**62**	**55**	**76**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 30. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Construcción Subestación Elevadora Obras SE – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
C2	8	Retroexcavadora	74	66	64	64	63	60	59	50	**68**
C4	24	Camión mixer + Bomba	69	64	64	66	63	59	53	47	**67**
C2	40	Rodillo compactador	82	78	67	71	67	64	60	57	**73**
C4	41	Camión grúa	73	71	68	70	66	63	54	49	**71**
FT Total			**83**	**79**	**72**	**75**	**71**	**68**	**64**	**59**	**76**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise.

Tabla 31. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a los Equipos de IIFF 1 y 3 – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)		GE 150KVA	65	68	69	66	59	55	50	43	**67**
FT Total			**65**	**68**	**69**	**66**	**59**	**55**	**50**	**43**	**67**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 32. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a los Equipos de IIFF 2 – Fase de Construcción y Cierre

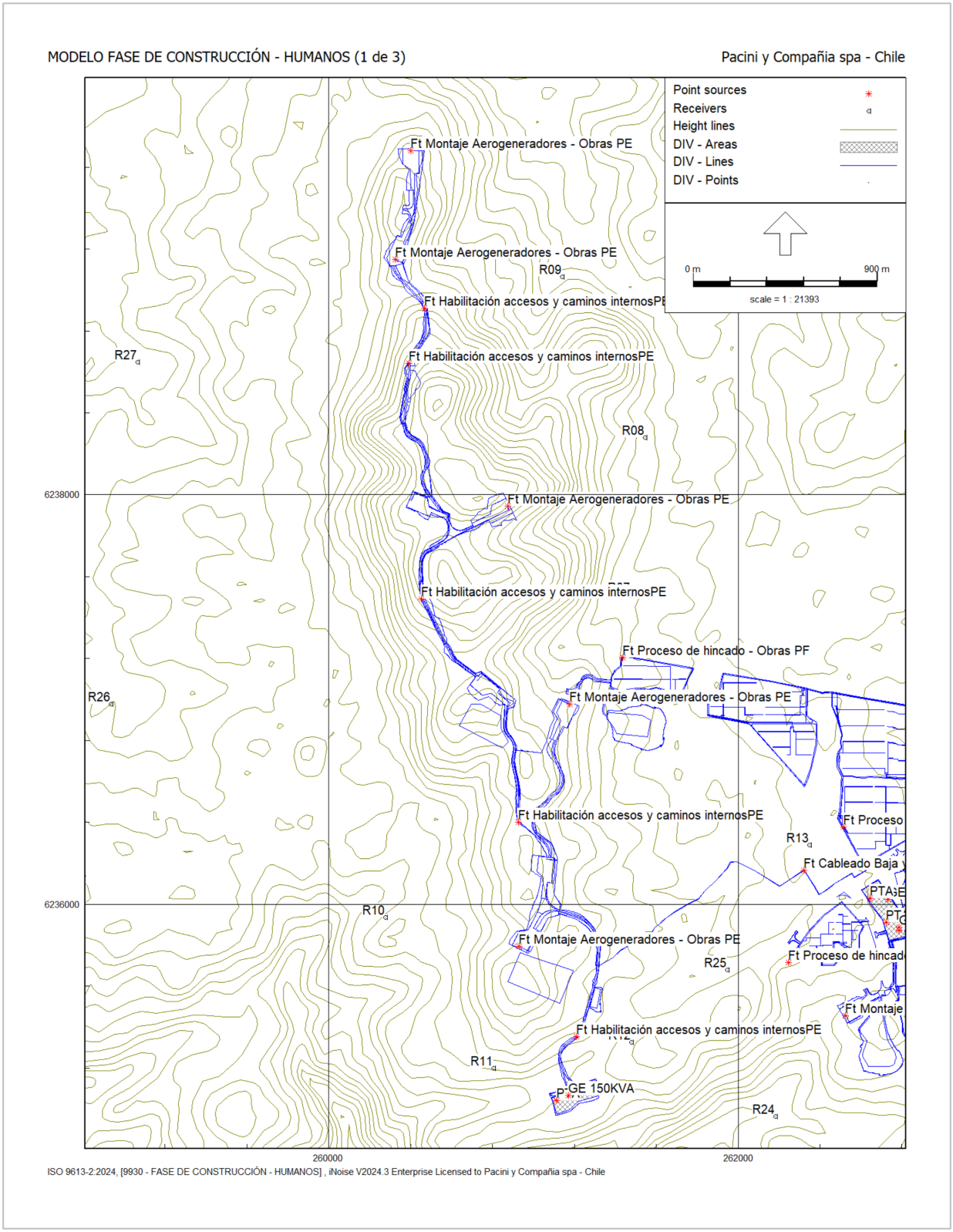
Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)		GE 250 KVA	71	74	75	72	65	61	56	49	**73**
Ficha Técnica (*)		GE 250 KVA	71	74	75	72	65	61	56	49	**73**
Consultor (*)		Planta de Hormigón	70	68	67	67	71	64	61	55	**72**
FT Total			**75**	**78**	**78**	**76**	**73**	**67**	**63**	**57**	**78**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Cabe destacar que las obras asociadas a la fase de construcción serán desarrolladas exclusivamente en periodo diurno, a excepción de los trabajos relacionados al montaje de aerogeneradores los cuales podrían desarrollarse en horario nocturno.

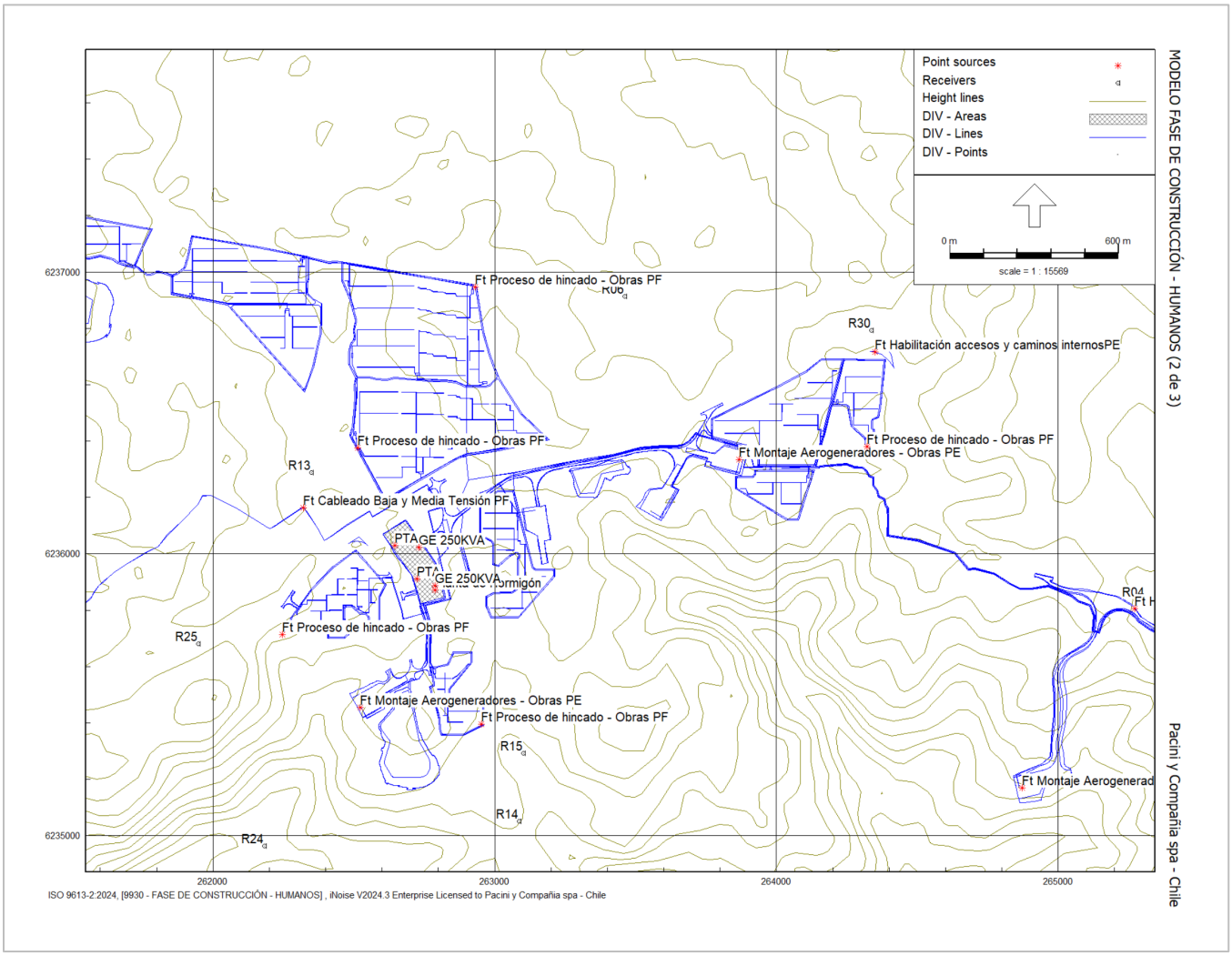
A continuación, se muestra el escenario de modelación, con la ubicación de los frentes de trabajo hipotéticos, representado en el modelo de predicción con fuentes puntuales de ruido y receptores de la fase de construcción del Proyecto.

Figura 11. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (1 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Diurno



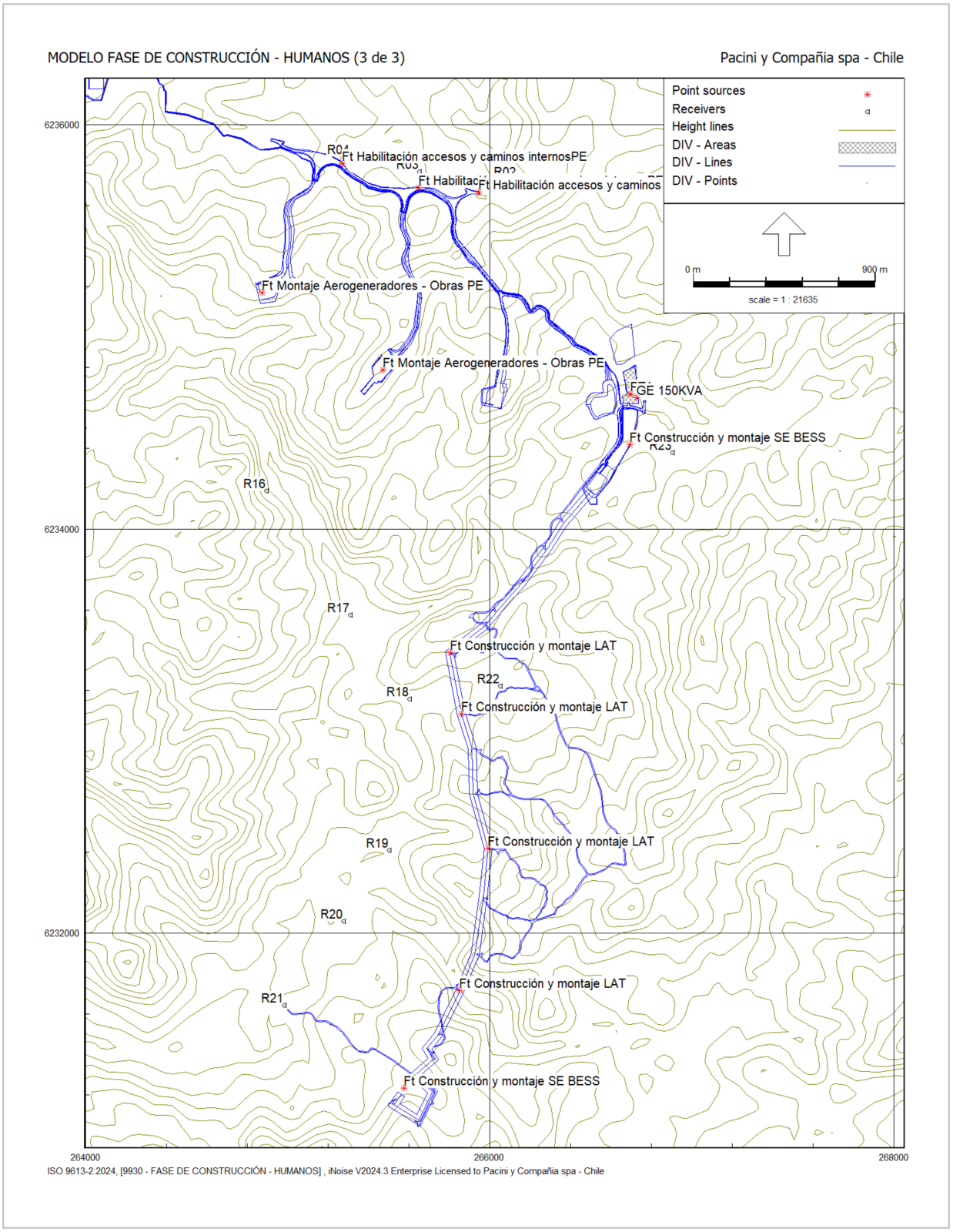
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (2 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Diurno



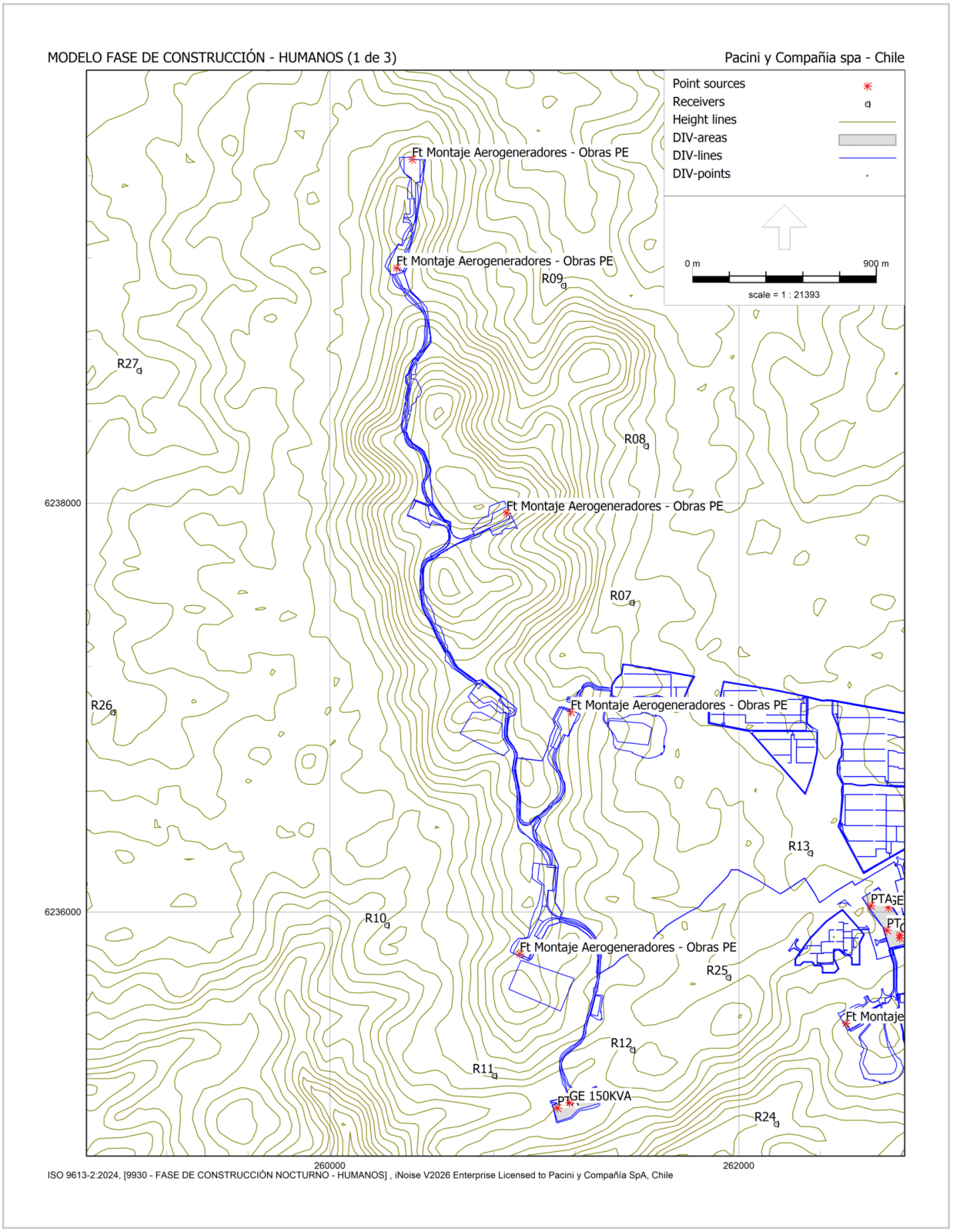
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (3 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Diurno



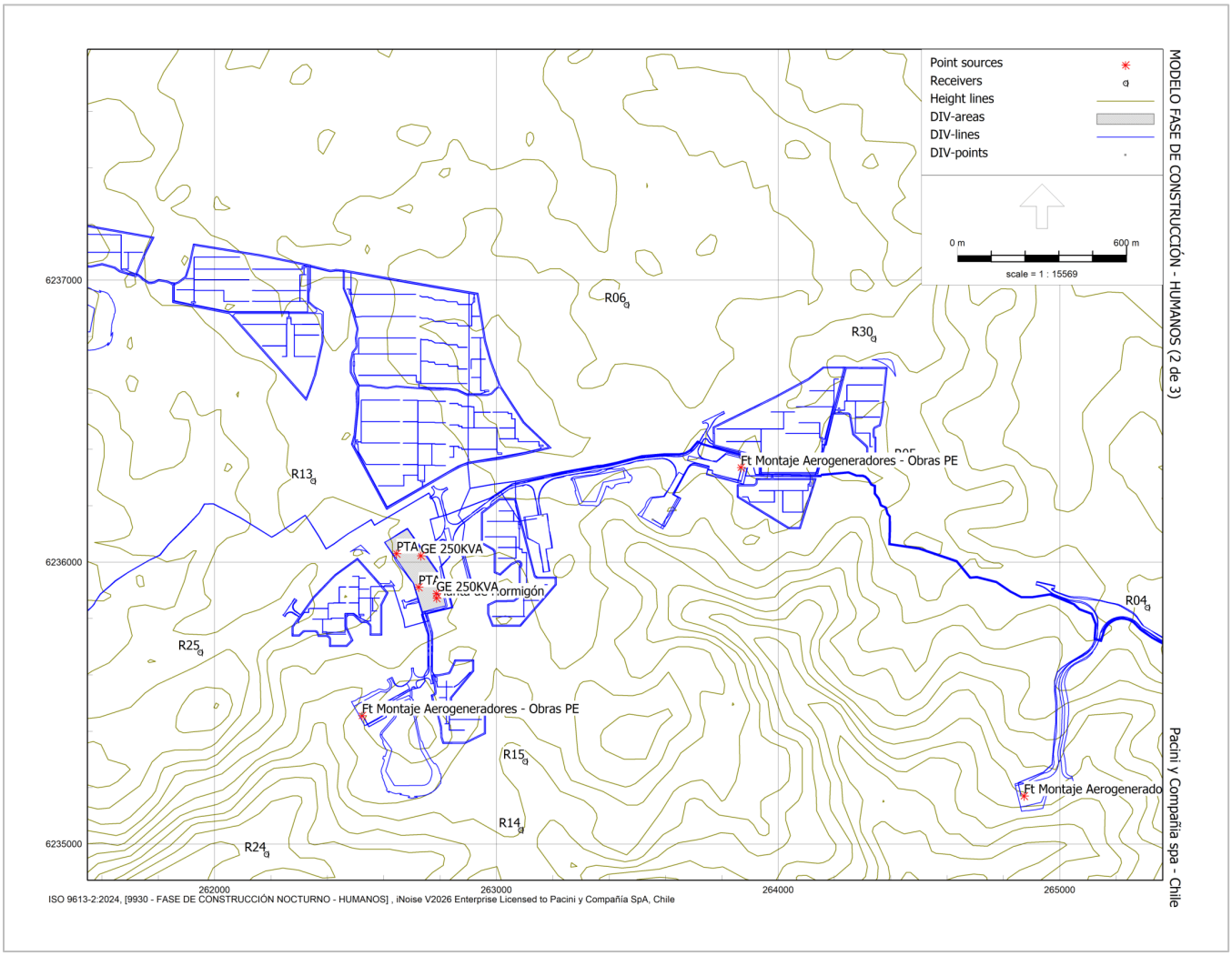
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (1 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Nocturno



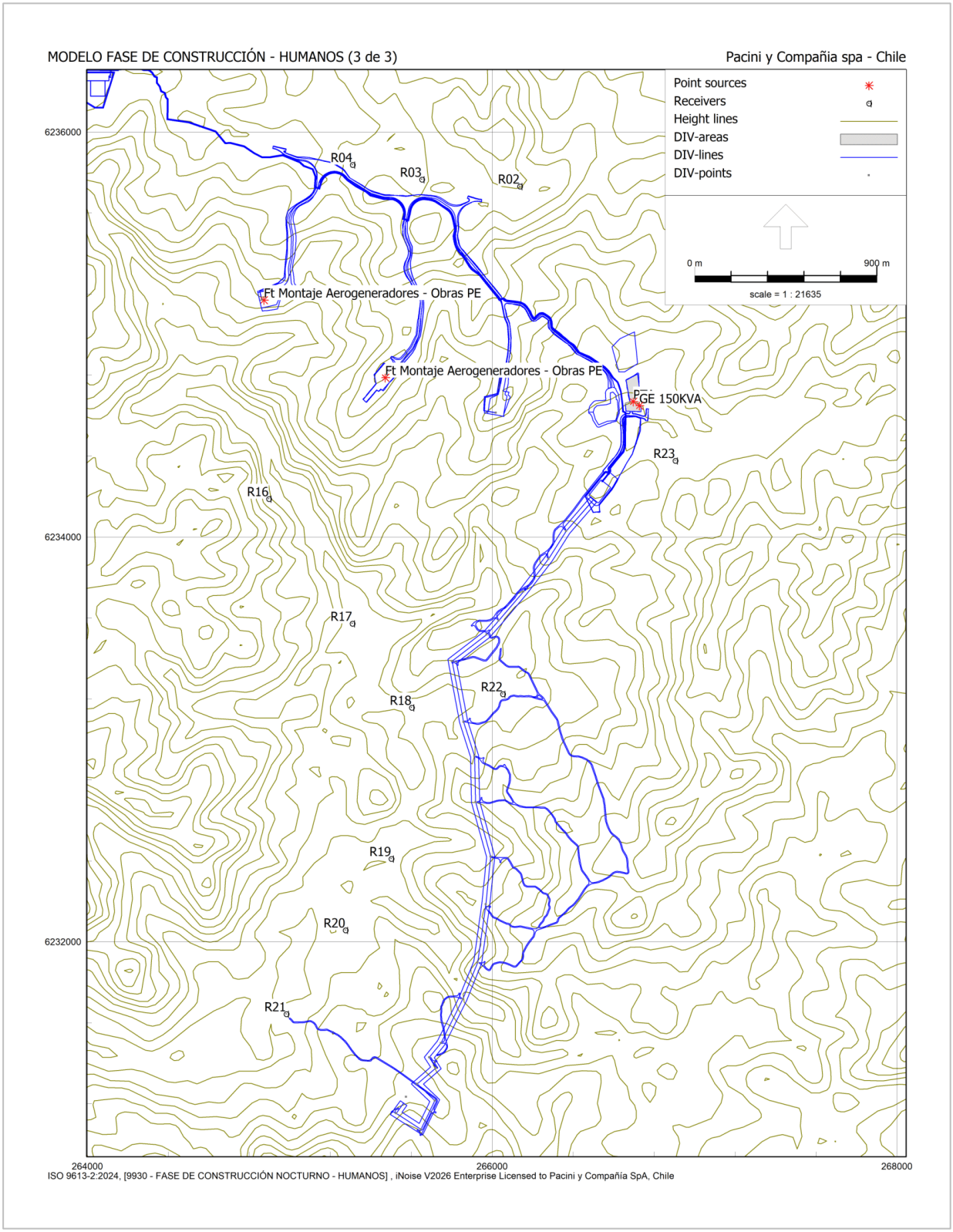
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (2 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Nocturno



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Ubicación de los frentes de trabajo Proyecto (3 de 3) - Fase de Construcción y Cierre Nocturno



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Fase de Operación

Para la fase de operación, las principales fuentes generadoras de ruido corresponden al funcionamiento de los aerogeneradores del Parque Eólico, la operación de los transformadores de las subestaciones eléctricas, los sistemas de motores trackers de los paneles fotovoltaicos, los centros de transformación pertenecientes a la planta fotovoltaica, las ventilaciones pertenecientes a los contenedores de los sistemas BESS y el ruido por efecto corona generado por la Línea de Alta Tensión. En la siguiente tabla se presentan los parámetros de entrada del modelo para estimar los niveles de ruido que generarán los aerogeneradores del Proyecto.

Tabla 33. Parámetros recomendados para el modelo de predicción de ruido para proyectos de parques eólicos

Modelo	ISO 9613-2
Temperatura	10°C
Humedad Relativa	70%
Altura Receptores	4 m
Dirección de Viento	Downwind
Coeficiente de Suelo	0,5

Fuente: Guía para la Aplicación del D.S. N°38/11 del MMA para Proyectos de Parques Eólicos en el SEIA.

Para la modelación de ruido se consideraron 16 aerogeneradores de 8MW cada uno, con una altura de buje de 160 [m], cuya potencia acústica máxima corresponde a 106,5 [dB(A)]. En la Tabla 34 se presenta la ubicación de los aerogeneradores proyectados y en las tablas posteriores se detalla el nivel de potencia acústica (NWS) de los aerogeneradores a diferentes velocidades de viento a altura de buje y de sus modos de operación.

Tabla 34. Detalle ubicación de aerogeneradores

ID Aerogenerador	Coordenadas UTM [m]	
	Este	Norte
AG-01	266018	6234613
AG-02	265491	6234821
AG-03	264861	6235171
AG-04	263868	6236328
AG-05	263555	6236150
AG-06	263165	6236165
AG-07	262861	6235930
AG-08	262522	6235460
AG-09	260936	6235790
AG-10	261064	6236220
AG-11	261177	6236976
AG-12	260727	6237093
AG-13	260873	6237942
AG-14	260404	6237972
AG-15	260322	6239150
AG-16	260402	6239679

Fuente. Descripción Proyecto.

Tabla 35. Potencia acústica Modos de Operación aerogeneradores por velocidad de viento a altura de buje

Modo de Operación	Velocidad de Viento [m/s] altura buje / NWS [dB(A)] Aerogenerador						
	6	7	8	9	10	11	12
AM0	98,9	102,3	105,2	106,5	106,5	106,5	106,5
N1	98,9	102,3	105,2	105,4	105,4	105,4	105,4
N2	98,9	102,3	102,6	102,6	102,6	102,6	102,6
N3	98,9	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6
N4	98,9	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6
N5	98,9	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2
N6	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2

Fuente: Ficha técnica de aerogenerador la cual se presenta en el Apéndice 1.

La distancia de los receptores con los aerogeneradores, obtenida directamente del software de modelación mediante un escenario georreferenciado, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 36. Distancia Receptores y Aerogeneradores del Proyecto

Receptor	Distancia Receptor – Aerogenerador [m]															
	AG-01	AG-02	AG-03	AG-04	AG-05	AG-06	AG-07	AG-08	AG-09	AG-10	AG-11	AG-12	AG-13	AG-14	AG-15	AG-16
R01	1476	1702	2110	3044	3330	3720	4009	4361	5932	5818	5808	6272	6360	6813	7344	7530
R02	1124	1115	1392	2344	2613	3002	3279	3622	5199	5094	5111	5576	5707	6153	6742	6959
R03	1209	958	988	1870	2131	2518	2794	3143	4715	4609	4634	5099	5250	5691	6312	6546
R04	1415	1033	804	1522	1781	2169	2449	2812	4373	4262	4285	4750	4909	5348	5985	6230
R05	2320	1835	1245	623	957	1339	1683	2162	3598	3428	3369	3833	3947	4391	5014	5264
R06	3438	2914	2234	712	768	804	1150	1729	2762	2494	2284	2739	2784	3234	3853	4123
R07	5387	4832	4115	2669	2485	2160	2103	2303	1804	1357	614	858	740	1166	2002	2417
R08	5781	5244	4543	3032	2926	2662	2691	2982	2561	2114	1353	1441	752	1182	1502	1808
R09	6600	6074	5382	3861	3782	3534	3573	3858	3279	2844	2087	2014	1153	1317	824	962
R10	5889	5329	4646	3610	3284	2895	2583	2294	674	835	1375	1241	2092	2040	3213	3745
R11	5246	4701	4057	3264	2911	2550	2183	1738	606	1053	1816	1895	2743	2801	3979	4497
R12	4592	4041	3384	2589	2233	1882	1508	1051	716	987	1679	1921	2686	2857	3995	4485
R13	4032	3466	2749	1519	1214	825	625	845	1497	1286	1359	1810	2216	2572	3506	3909
R14	2964	2415	1780	1498	1196	1117	909	697	2273	2335	2711	3120	3640	3966	4943	5350
R15	2994	2435	1765	1288	970	874	681	602	2221	2237	2556	2978	3460	3801	4752	5149
R16	1200	869	984	2373	2376	2627	2678	2692	4271	4336	4647	5080	5501	5872	6747	7094
R17	1259	1261	1660	3108	3117	3363	3397	3364	4902	5001	5352	5776	6224	6587	7479	7831
R18	1514	1667	2145	3612	3624	3869	3897	3844	5356	5473	5843	6263	6725	7083	7984	8338
R19	2262	2410	2833	4243	4214	4420	4398	4261	5678	5846	6286	6685	7210	7542	8497	8876
R20	2661	2771	3140	4495	4438	4616	4562	4375	5722	5919	6400	6783	7346	7660	8648	9043
R21	3144	3217	3529	4814	4726	4871	4782	4540	5793	6023	6550	6912	7518	7809	8833	9247
R22	1390	1693	2282	3794	3846	4120	4183	4177	5722	5817	6150	6580	7004	7377	8241	8576
R23	941	1506	2217	3638	3817	4171	4356	4536	6155	6147	6315	6773	7033	7455	8159	8418
R24	3850	3310	2686	2167	1814	1551	1181	602	1496	1682	2250	2578	3252	3494	4580	5039
R25	4206	3644	2957	2026	1674	1310	947	615	1018	1036	1508	1867	2504	2763	3831	4287
R26	7463	6897	6192	4972	4690	4304	4061	3892	2324	2257	2239	1793	2163	1772	2576	3074
R27	8036	7477	6757	5332	5137	4792	4667	4701	3414	3144	2692	2275	1940	1499	1353	1689
R30	2751	2283	1703	661	1012	1330	1709	2251	3545	3323	3165	3622	3649	4106	4655	4879

Fuente: Ficha técnica de aerogenerador la cual se presenta en el Apéndice 1.

Para la Operación de las Subestaciones eléctricas, se considera el funcionamiento de **un (1) Transformador de Potencia de 200 [MVA]** como fuente significativa de ruido, cuyos niveles obtenidos de la ficha técnica que se muestra en el apéndice 1 del presente documento se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 37. NPS de Transformadores SE – Fase de Operación

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)		Transformador 200MVA	64	68	62	58	58	52	47	41	62

Fuente: (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Adicionalmente, para la operación de la Planta Fotovoltaica del proyecto, se considera el funcionamiento de **16.048 motores trackers, distribuidos en once (11) áreas de paneles fotovoltaicos y un total de veintiún (21) Centros de Transformación (CT)**.

Los niveles de potencia acústico producto de los trasformadores de los CT se estiman por la siguiente expresión, del libro "Industrial Noise Control" de Randall Barron, edición 2001.

$$Lw = 45 + 12{,}5Log(KVA)$$

Donde:

- Lw: Nivel de potencia acústica en dB
- KVA: Unidad de potencia

La estimación de nivel de potencia por cada banda de octava se realiza mediante la siguiente expresión:

$$Lw(banda\ octava) = Lw - CF4$$

El factor de ponderación CF4 por banda de octava se indica en la siguiente tabla.

Tabla 38. Factor de Ponderación de nivel de potencia total a nivel en bandas de octava

CF4 [dB]	Banda de Octava [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
	7	3	9	13	13	19	24	30

Fuente: "Industrial Noise Control" de Randall Barron, edición 2001.

Tabla 39. NWS de equipos en subestaciones elevadoras – Fase de operación

Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NWS [dB(A)]
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Transformadores CT, 3437 [kVA]	82	86	80	76	76	70	65	59	80

Fuente: "Industrial Noise Control" de Randall Barron, edición 2001.

Los niveles de potencia acústico producto de los **inversores de los CT** que se detallan en la siguiente tabla, se obtienen a partir de la ficha técnica presentada en el apéndice 1 del presente documento.

Tabla 40. NPS de Inversores CT – Fase de Operación

Referencia B.S.5228		Maquinaria	NWS [dB], Frecuencia [Hz]								NWS [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)		Inversores CT	62	59	57	55	53	48	45	42	**69**

Fuente: (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Cabe señalar que, las fuentes de operación del sector de la planta fotovoltaica se consideran únicamente de operación diurna.

Por otra parte, para la operación del sistema BESS del proyecto, se considera el funcionamiento de **150 contenedores de sistemas BESS,** donde su principal fuente de ruido se presenta en la ventilación del contenedor y cuyos niveles de ruido fueron obtenido de la ficha técnica presentada en el apéndice 1, **más 75 contenedores de sistemas Inversores** cuyos niveles de ruido se obtienen a partir de la ficha técnica presentada en el apéndice 1 del presente documento. Cabe señalar que, el área total del Sistema BESS se encuentra subdividida en tres áreas, cuyos números de componentes y niveles totales de ruido se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 41. NWS de Sistemas BESS Área 1 – Fase de Operación

Referencia	Cantidad	Maquinaria	NWS [dB], Frecuencia [Hz]								NWS Total [dB(A)]
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)	80	Ventilación BESS	92	89	90	87	83	76	74	69	88
Ficha Técnica (*)	40	Inversores	78	75	73	71	69	64	61	58	74
FT Total			**92**	**89**	**90**	**87**	**83**	**76**	**74**	**69**	**88,4**

Fuente: (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 42. NWS de Sistemas BESS Área 2 – Fase de Operación

Referencia	Cantidad	Maquinaria	NWS [dB], Frecuencia [Hz]								NWS Total [dB(A)]
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)	14	Ventilación BESS	84	81	82	79	75	68	66	61	80
Ficha Técnica (*)	7	Inversores	70	67	65	63	61	56	53	50	66
FT Total			**84**	**81**	**82**	**79**	**75**	**68**	**66**	**61**	**80,7**

Fuente: (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Tabla 43. NWS de Sistemas BESS Área 3 – Fase de Operación

Referencia	Cantidad	Maquinaria	NWS [dB], Frecuencia [Hz]								NWS Total [dB(A)]
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Ficha Técnica (*)	56	Ventilación BESS	90	87	88	85	81	74	72	67	86
	28	Inversores	76	73	71	69	67	62	59	56	72
FT Total			**90**	**87**	**88**	**85**	**81**	**74**	**72**	**67**	**86,7**

Fuente: (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Por otra parte, se estima un frente de trabajo de mantenimiento.

Tabla 44. NPS de Maquinaria de Frente de trabajo asociado a las obras de Preparación del terreno Obras Generales – Fase de Construcción y Cierre

Referencia B.S.5228		Maquinaria	Nivel [dB], Frecuencia [Hz]								NPSeq Total @ 10m [dB(A)]
Tabla	Ítem		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Consultor*		Tractor	75	68	62	60	61	61	60	52	**67**
C4	13	Cargador frontal	83	72	70	69	65	64	57	49	**71**
FT Total			**84**	**73**	**71**	**70**	**66**	**66**	**62**	**54**	**73**

Fuente: BS 5228-1:2009: Code of practice for noise and vibration control on construction and open sites – Part 1: Noise. (*) Fichas técnicas y mediciones del consultor cuyo detalle se presenta en el Apéndice 1.

Finalmente, para el cálculo de los niveles de ruido asociados al posible efecto corona se considera lo recomendado en la Guía "Criterio de Evaluación del SEIA: "Consideraciones para la predicción y evaluación de las emisiones de ruido audible asociado al efecto corona en proyectos de transmisión eléctrica". Para esto, se utiliza el modelo alemán FGH (Forschungsgemeinschaft Für Hochspannunge und Hochstromtechnik E. V.), el cual es válido para las características[3] de la línea del Proyecto y considera un nivel de lluvia intenso (L5). El modelo de cálculo se presenta mediante la siguiente ecuación:

$$RAi = Ei + 45\log(d) + 18\log(N) - 0{,}3 - 10\log(Ri)$$

Donde:

- RAi: Nivel de Ruido [dB(A)]
- Ei: Campo eléctrico en superficie del Conductor [kV/cm]
- d: Diámetro del conductor [cm]
- N: Número de conductores por fase
- Ri: Distancia diagonal entre receptor y cada conductor [m]

En la siguiente tabla se presentan los datos de la Línea de Alta Tensión (LAT) utilizados para el cálculo del nivel de ruido audible (RAi), generado por el efecto corona:

[3] El modelo alemán permite líneas de cualquier tensión, con menor o igual a 6 conductores por fase y diámetros de conductores entre 2 y 7 cm.

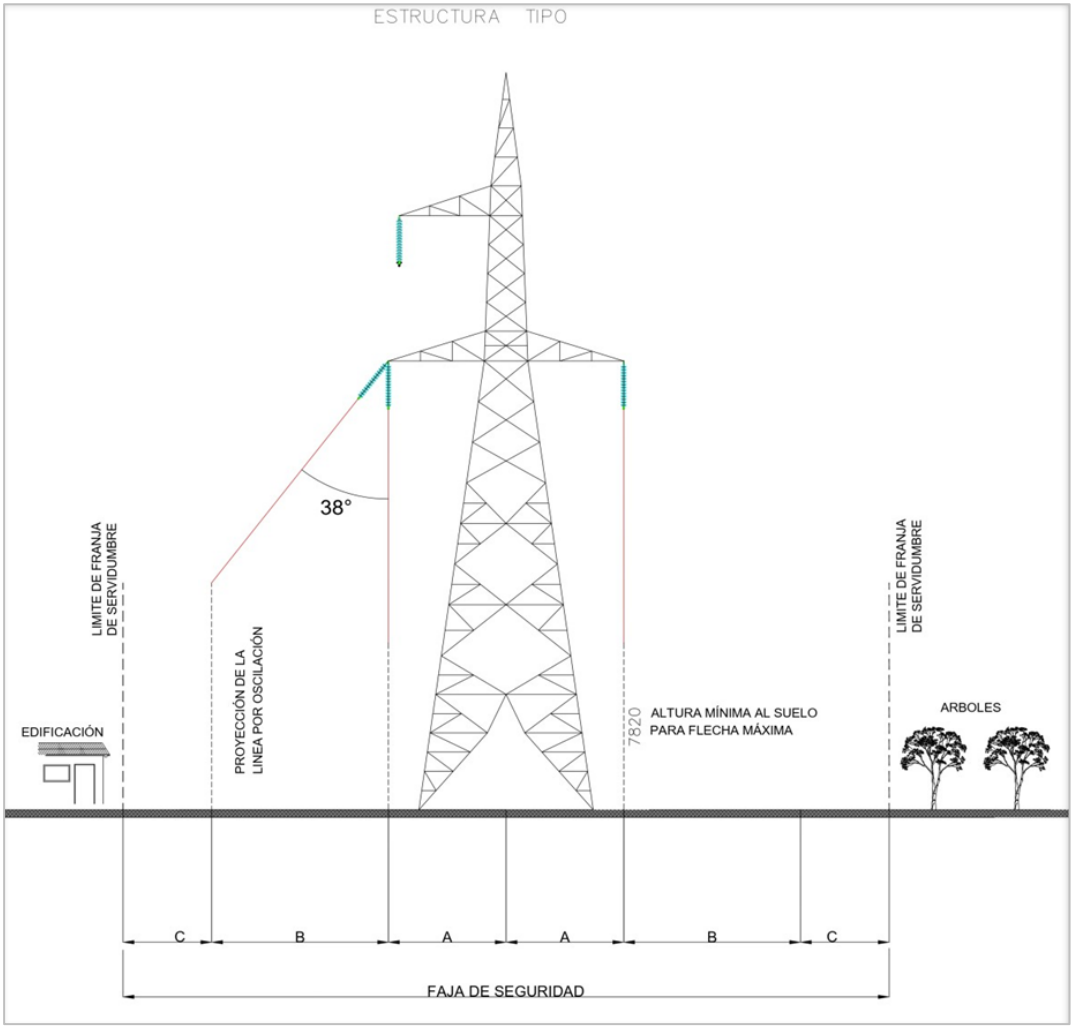
Tabla 45. Parámetros para el cálculo de Nivel de Ruido por Efecto Corona

Diámetro del Conductor (d) [cm]	2,815
Fases	3
Conductores por Fase (N)	1
Altura Conductor 1 [m]	21
Altura Conductor 2 [m]	21
Altura Conductor 3 [m]	27,8
Campo Eléctrico en superficie de conductor (Ei) [kV/cm]	16

Fuente: Descripción del Proyecto.

En la siguiente tabla, se presentan las estructuras a utilizar en el Proyecto.

Tabla 46. Diagramas de torres a utilizar



Fuente: Descripción de Proyecto.

En la siguiente tabla, se presentan las distancias lineales entre los receptores y el eje de la LAT:

Tabla 47. Distancia lineal entre eje de LT y receptores

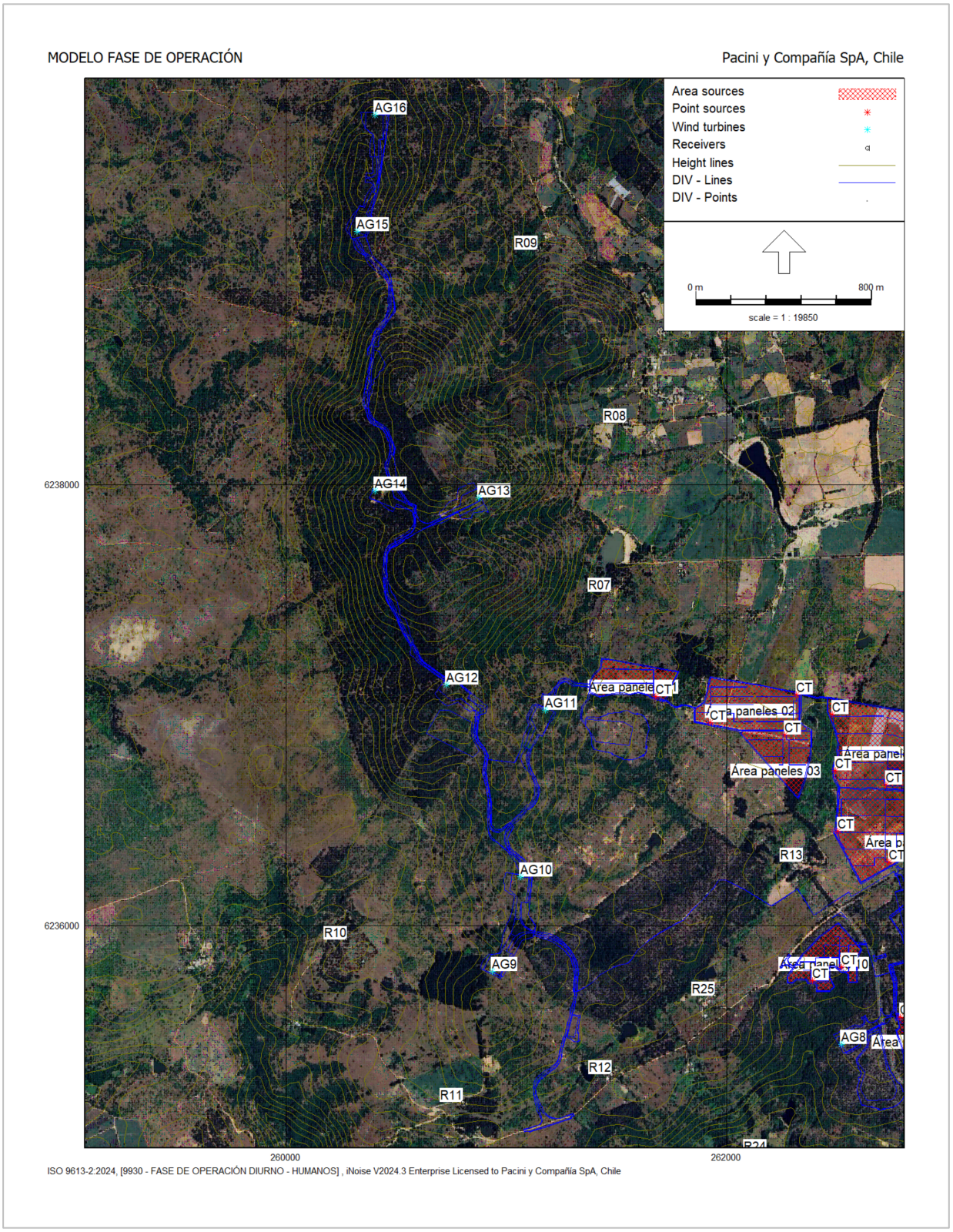
Receptor	Distancia [m]
R01	1677
R02	1590
R03	1795
R04	2038
R05	2962
R06	4084
R07	5978
R08	6426
R09	7247
R10	6084
R11	5317
R12	4737
R13	4510
R14	3185

Receptor	Distancia [m]
R15	3306
R16	1209
R17	527
R18	239
R19	476
R20	665
R21	728
R22	215
R23	454
R24	3948
R25	4485
R26	7747
R27	8548
R30	3388

Fuente: Elaboración Propia.

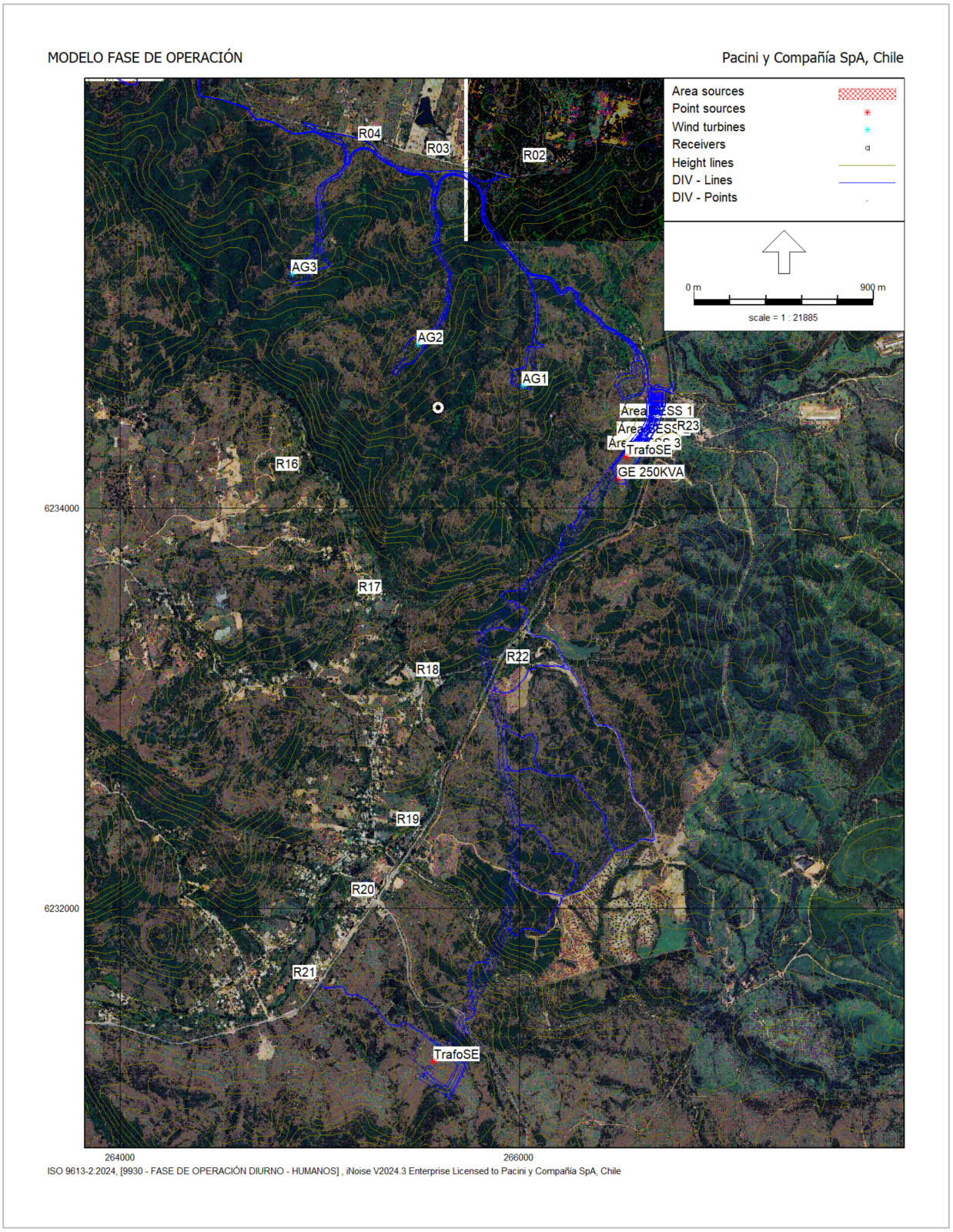
A continuación, se muestra el escenario de modelación, con la ubicación de las fuentes pertenecientes a la operación del Proyecto.

Figura 17. Ubicación de los frentes de ruido (1 de 4) - Fase de Operación



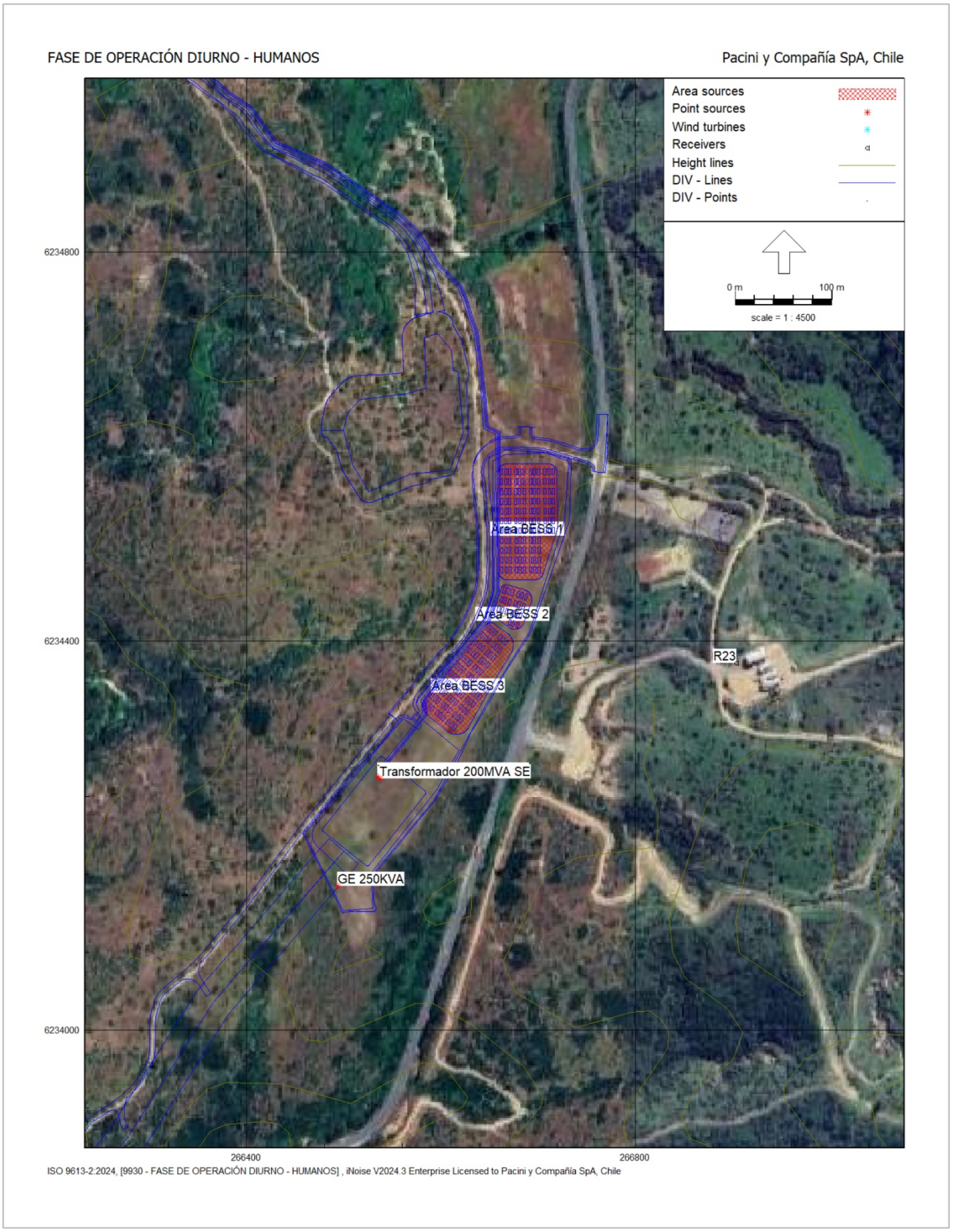
Fuente: Elaboración propia Software INOISE.

Figura 18. Ubicación de los frentes de ruido (2 de 4) - Fase de Operación



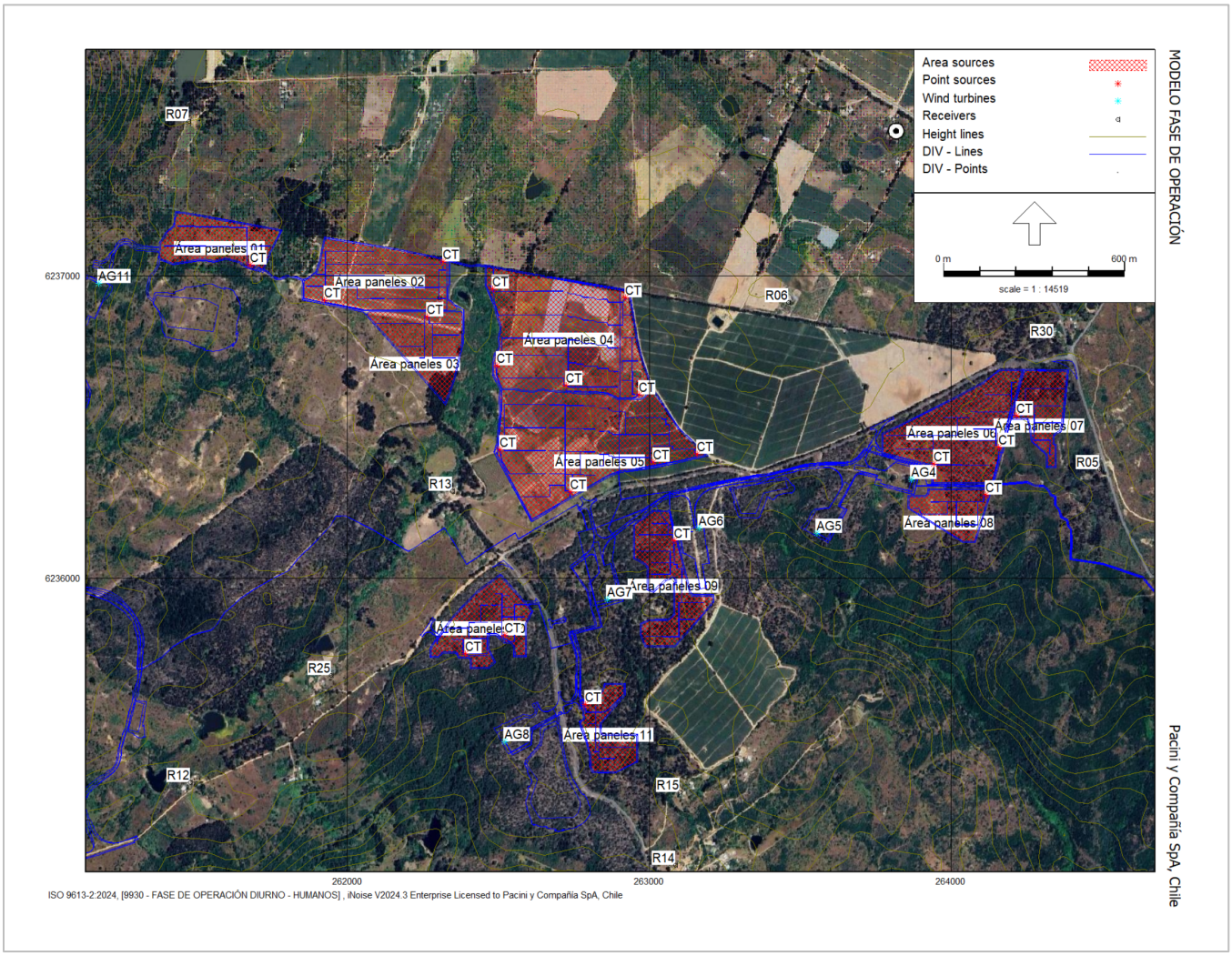
Fuente: Elaboración propia Software INOISE.

Figura 19. Ubicación de los frentes de ruido (3 de 4) - Fase de Operación



Fuente: Elaboración propia Software INOISE.

Figura 20. Ubicación de los frentes de ruido (4 de 4) - Fase de Operación



Fuente: Elaboración propia Software INOISE.

5.3 Fuentes de Vibración

La estimación del impacto de vibración del Proyecto se efectúa en base a la maquinaria y actividades significativas en términos de vibraciones y su potencial riesgo de impacto sobre la comunidad.

Para estimar los niveles de vibración se utiliza el algoritmo establecido por la FTA “Noise And Vibration Manual. Quantitative Construction Vibration Assessment Methods”. Dicho manual define niveles de vibración promedio para distintos tipos de maquinaria utilizadas generalmente en faenas de construcción, los cuales fueron medidos a 25 [pies] de distancia y cuyos valores se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 48. Niveles de vibración de maquinaria en faenas de construcción

MAQUINARIA / EQUIPO	PPV medido a 25 [pies] [pulgadas/s]	Lv [VdB] (ref. 10^{-6} pulgadas/s)
Pilotera	0,17	93
Rodillo vibratorio	0,21	94
Excavadora con martillo percutor	0,089	87
Bulldozer de tamaño grande	0,089	87
Perforadora hidráulica	0,089	87
Camiones cargados	0,076	86
Cango/Martillo demoledor	0,035	79
Bulldozer de tamaño pequeño	0.003	58

Fuente: Elaboración propia en base a la Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual.

Si bien, en la tabla anterior se presentan niveles referenciales de emisión de maquinaria para construcción con un factor de cresta[4] 4, la propia FTA indica que valores de 4 o 5 son típicos para vibraciones generadas por trenes, sin embargo, valores de 8 o más, no son inusuales para señales impulsivas. Por lo anterior, se considera que las maquinarias asociadas a estas actividades generan peaks de vibración mayores a un paso de tren, por ende, se considera que el factor de cresta es mayor debido a la mayor diferencia que se genera con el valor RMS. Al respecto, para la evaluación de molestia se considera razonable un factor de cresta de 6.

5.3.1 Fase de Construcción y Cierre

En las siguientes tablas, se presenta la Velocidad Peak de Partículas asociada a la maquinaria considerada para cada frente de trabajo:

Tabla 49. PPV de maquinaria - fase de construcción y Cierre

Maquinaria	PPV a 25 pies [pulgadas/s]	Frente de Construcción
Rodillo compactador	**0,21**	Fts Obras Generales - Fts Obras PE - Fts Obras PFV - Fts Obras SE+LAT+BESS
Retroexcavadora	0,003	Fts Obras Generales - Fts Obras PE - Fts Obras PFV - Fts Obras SE+LAT+BESS
Bulldozer	0,089	Fts Obras Generales - Fts Obras PE
Motoniveladora	0,003	Fts Obras Generales - Fts Obras PE - Fts Obras PFV
Cargador frontal	0,089	Fts Obras Generales

[4] El Factor de Cresta corresponde a la relación entre PPV y la velocidad RMS y se define como la razón entre la amplitud PPV y la amplitud RMS.

Maquinaria	PPV a 25 pies [pulgadas/s]	Frente de Construcción
Camión grúa	0,076	Fts Obras Generales - Fts Obras PE - Fts Obras PFV - Fts Obras SE+LAT+BESS
Excavadora Hidráulica	0,089	Fts Obras PE - Fts Obras PFV
Camión Mixer + bomba	0,076	Fts Obras PE - Fts Obras SE+LAT+BESS
Grúa montaje	0,003	Fts Obras PE - Fts Obras SE+LAT+BESS
Bobcat	0,003	Fts Obras PFV
Hincadora	0,089	Fts Obras PFV
Manipulador (Manitou)	0,003	Fts Obras PFV
Grúa horquilla	0,003	Fts Obras PFV
Winche-Freno hidráulico	0,003	Fts Obras SE+LAT+BESS

Fuente: Elaboración propia en base a la Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual

Para efectos de estimación, y como se señala en el estándar de referencia FTA "Noise And Vibration Manual", se consideró la maquinaria que genera mayores emisiones hacia el receptor identificado con la finalidad de representar y evaluar un escenario desfavorable.

Dado que las maquinarias asociadas a la construcción del Proyecto generan peaks de vibración mayores a un paso de tren, se considera que el factor de cresta es mayor debido a la mayor diferencia que se genera con el valor RMS. Al respecto, para la evaluación de molestia se considera razonable un factor de cresta de 6, por lo que en la siguiente tabla se presentan los niveles de velocidad de vibración (Lv) de los frentes de trabajo de la fase de construcción del Proyecto considerando dicho ajuste.

Tabla 50. Niveles de vibración de maquinaria con ajuste Factor de Cresta – Fase de Construcción y Cierre

Maquinaria	PPV [pulgadas/s]	Lv [VdB] (Factor de Cresta 6)
Rodillo Compactador	0,21	91

Fuente: Elaboración propia en base a la Transit Noise and Vibration Impact Assessment Manual

En la siguiente tabla se presentan las distancias entre el frente de trabajo más cercano y la estructura del receptor.

Tabla 51. Distancias entre estructura de receptor y frente de trabajo más cercano – Fase de Construcción y Cierre

Receptor	Distancia a Frente más cercano [m]
R01	30
R02	191
R03	75
R04	54
R05	122
R06	500
R07	302
R08	725
R09	666
R10	598
R11	312
R12	220
R13	88
R14	348
R15	170
R16	668
R17	489
R18	235
R19	512
R20	669
R21	733
R22	233
R23	215
R24	478
R25	335
R26	1528
R27	1269
R30	75

Fuente: Elaboración propia. – Ft = Frente.

5.3.1 Fase de Operación

Para la fase de operación no se consideran fuentes significativas de vibración.

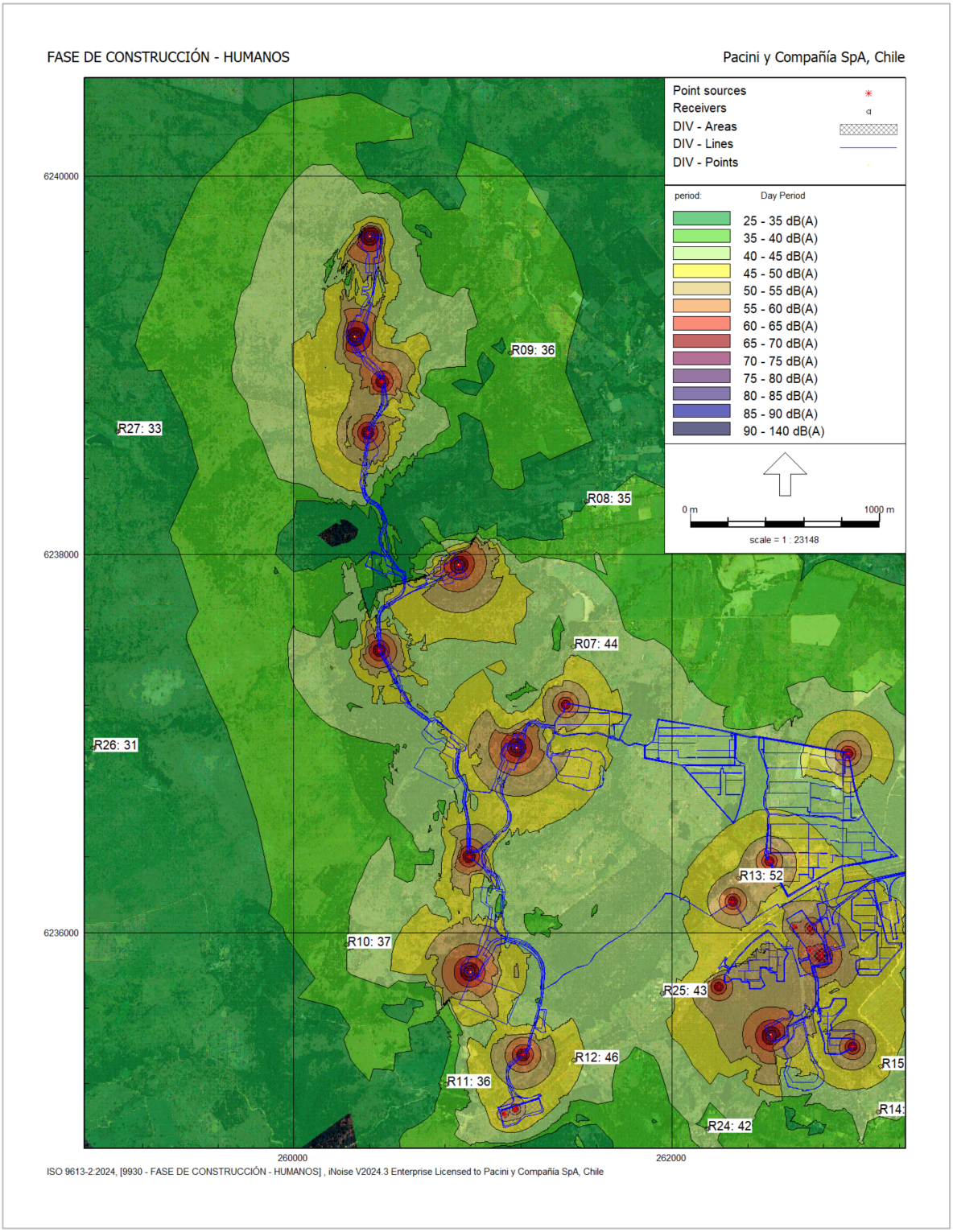
6 RESULTADOS PRELIMINARES

6.1.1 Niveles de Ruido Estimados en Asentamientos Humanos

6.1.2 Fase de Construcción y Cierre

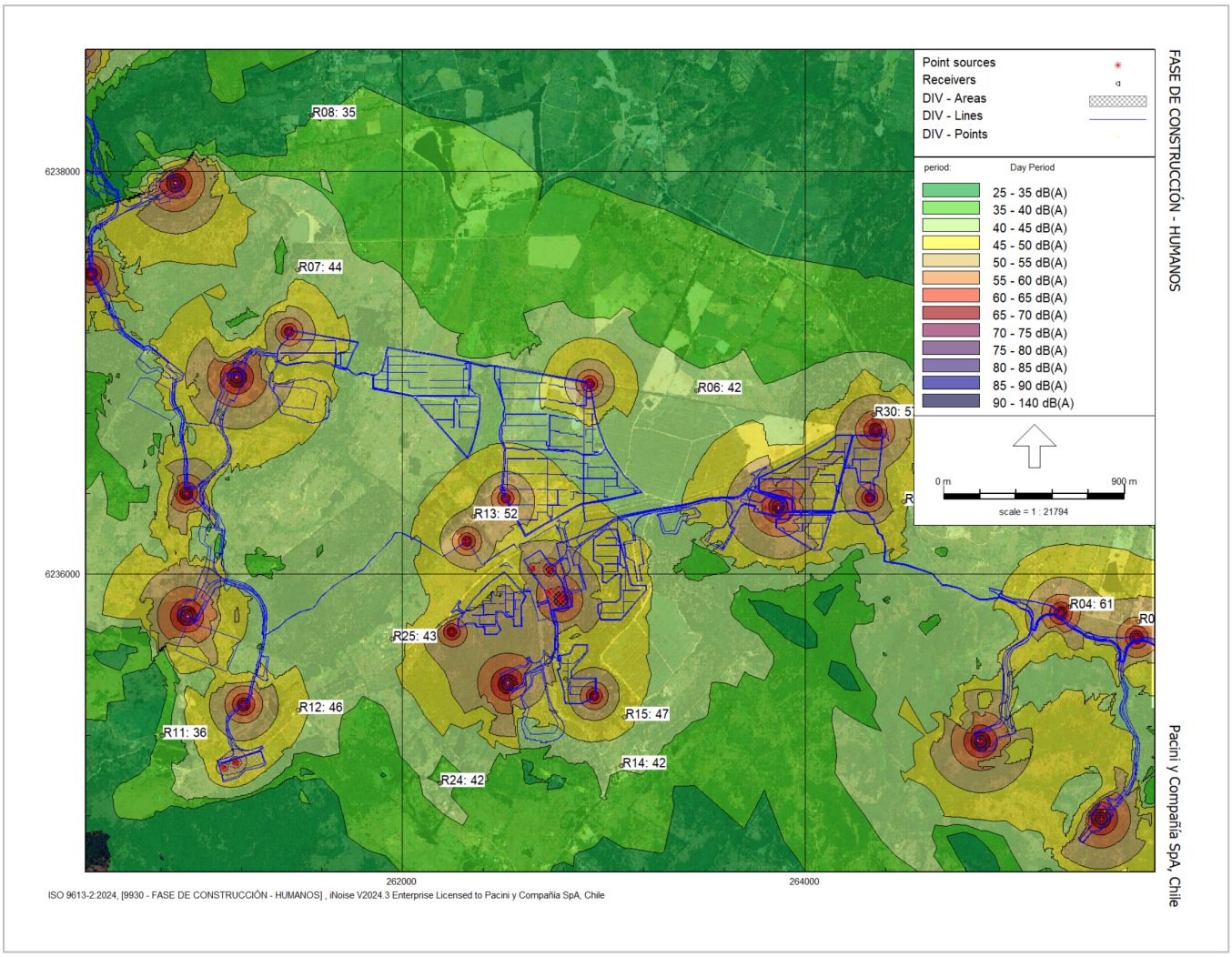
A continuación, se presentan los niveles de ruido estimados debido a las actividades durante la fase de construcción del Proyecto, de manera preliminar, para horarios diurno y nocturno, sin considerar medidas de control.

Figura 21. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Diurno (1 de 3) – Fase de construcción y Cierre



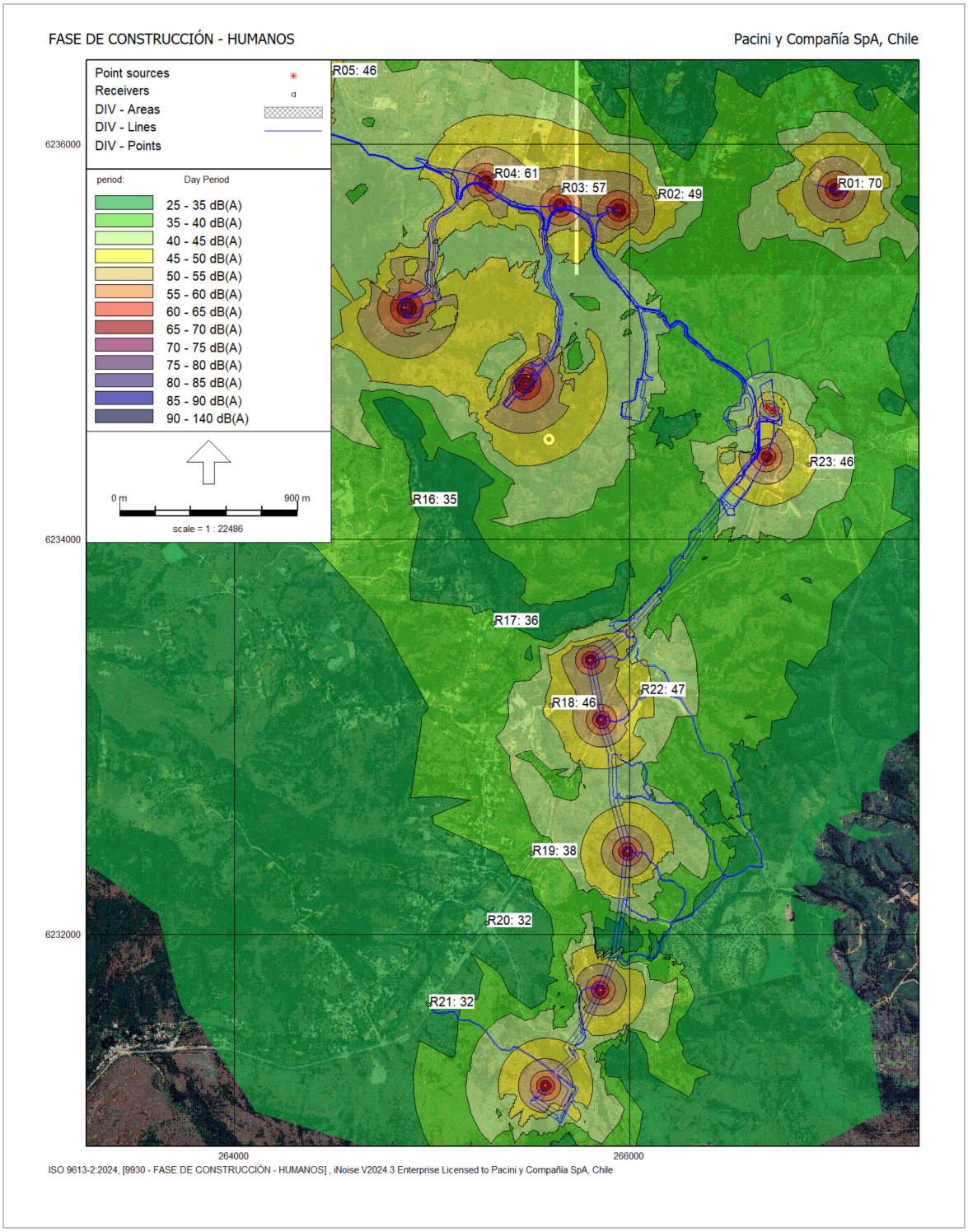
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 22. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Diurno (2 de 3) – Fase de construcción y Cierre



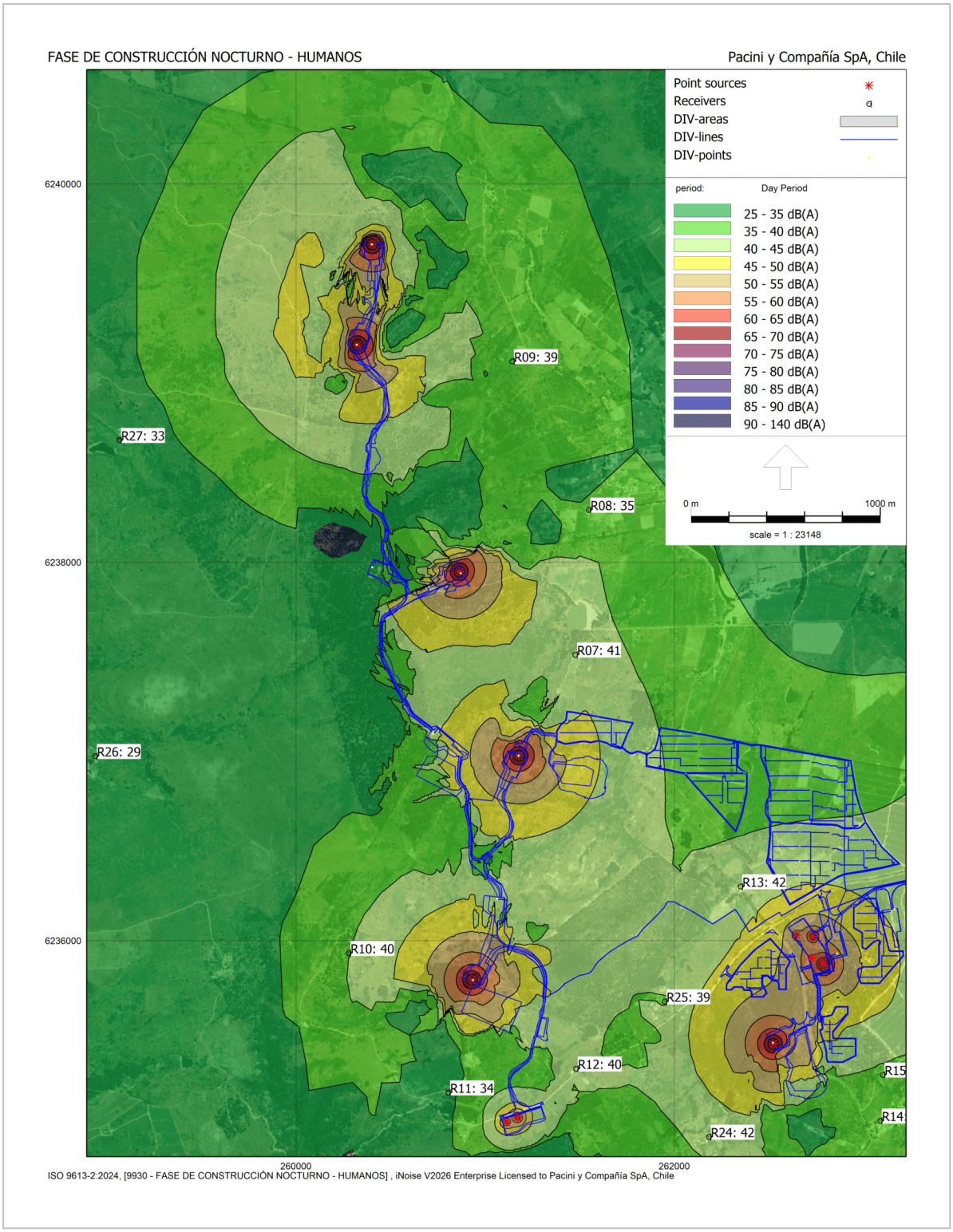
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 23. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Diurno (3 de 3) – Fase de construcción y Cierre



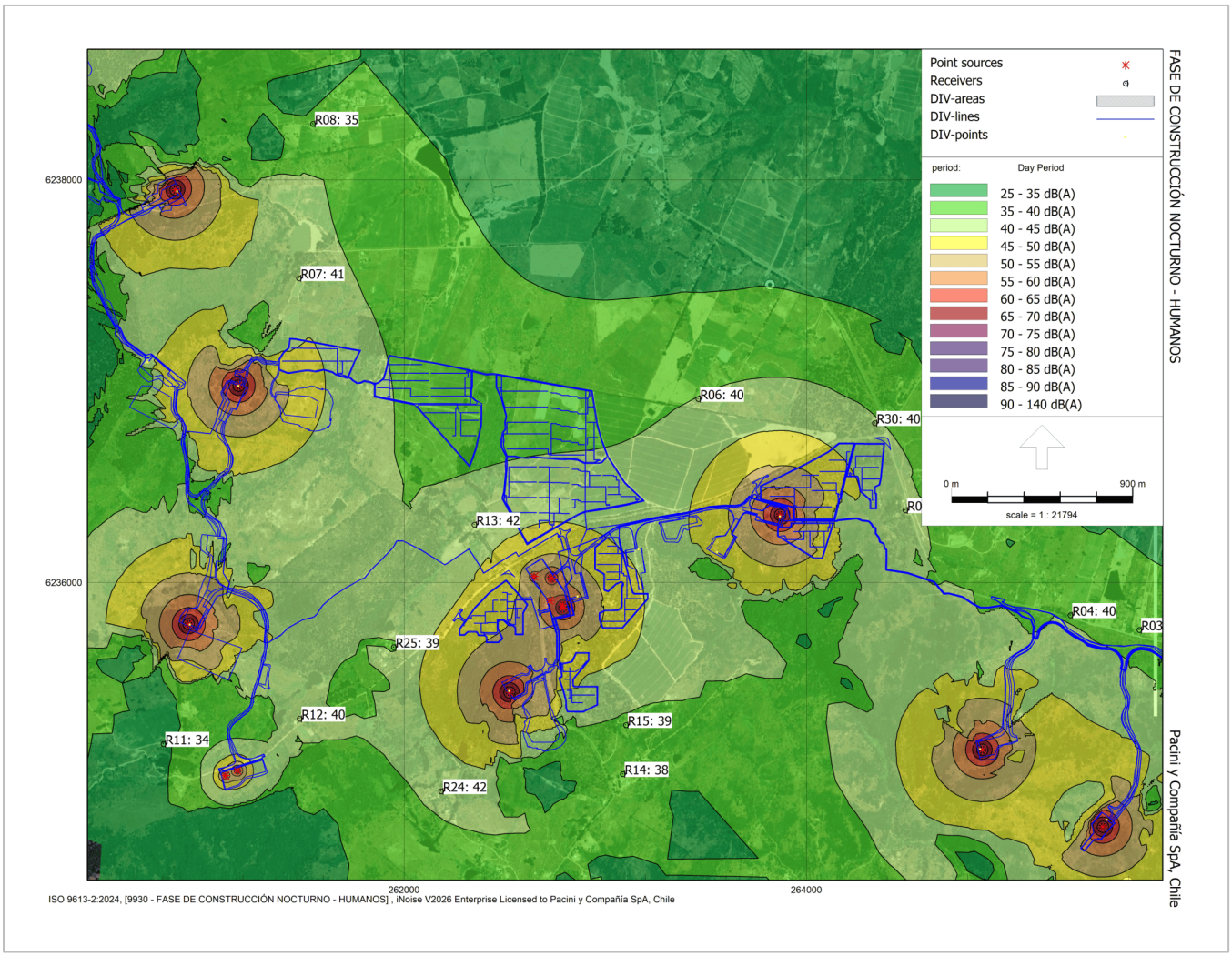
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 24. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Nocturno (1 de 3) – Fase de construcción y Cierre



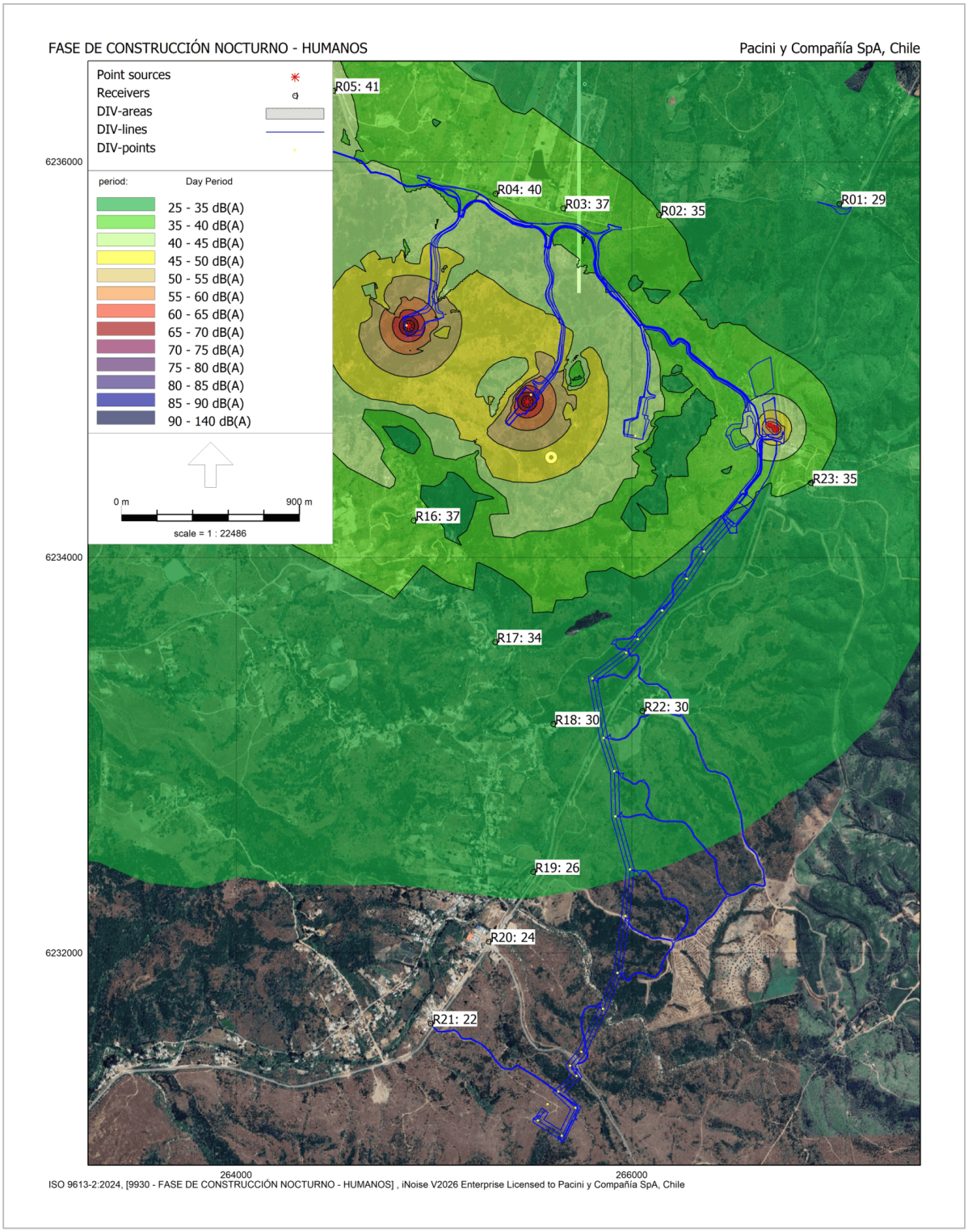
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 25. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Nocturno (2 de 3) – Fase de construcción y Cierre



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 26. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados, Horario Nocturno (3 de 3) – Fase de construcción y Cierre



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

En las siguientes tablas se presentan los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en los receptores, asociados a las faenas de construcción y cierre del Proyecto en horarios diurno y nocturno, sin considerar medidas de control de ruido. En color rojo se indican referencialmente los niveles que superarían los límites máximos permisibles, para los cuales el proyecto contempla la implementación de medidas de control como parte de su diseño.

Tabla 52. Niveles de Ruido Estimados en Receptores - Fase de construcción y Cierre Diurno

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]
R01	1,5	**70**	51
R02	1,5	**49**	46
R03	1,5	**57**	53
R04	1,5	**61**	53
R05	1,5	**46**	48
R06	1,5	**42**	47
R07	1,5	**44**	51
R08	1,5	**35**	51
R09	1,5	**36**	52
R10	1,5	**37**	45
R11	1,5	**36**	47
R12	1,5	**46**	48
R13	1,5	**52**	42
R14	1,5	**42**	48
R15	1,5	**47**	47
R16	1,5	**35**	48
R17	1,5	**36**	48
R18	1,5	**46**	47
R19	1,5	**38**	52
R20	1,5	**32**	54
R21	1,5	**32**	52
R22	1,5	**47**	54
R23	1,5	**46**	48
R24	1,5	**42**	45
R25	1,5	**43**	46
R26	1,5	**31**	48
R27	1,5	**33**	54
R30	1,5	**57**	51

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53. Niveles de Ruido Estimados en Receptores - Fase de construcción y Cierre Nocturno

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]
R01	1,5	29	45
R02	1,5	35	43
R03	1,5	37	41
R04	1,5	40	41
R05	1,5	41	42
R06	1,5	40	50
R07	1,5	41	41
R08	1,5	35	41
R09	1,5	39	41
R10	1,5	40	49
R11	1,5	34	46
R12	1,5	40	47
R13	1,5	42	48
R14	1,5	38	47
R15	1,5	39	45
R16	1,5	37	44
R17	1,5	34	44
R18	1,5	30	45
R19	1,5	26	47
R20	1,5	24	49
R21	1,5	22	48
R22	1,5	30	45
R23	1,5	35	45
R24	1,5	42	44
R25	1,5	39	47
R26	1,5	29	41
R27	1,5	33	44
R30	1,5	40	44

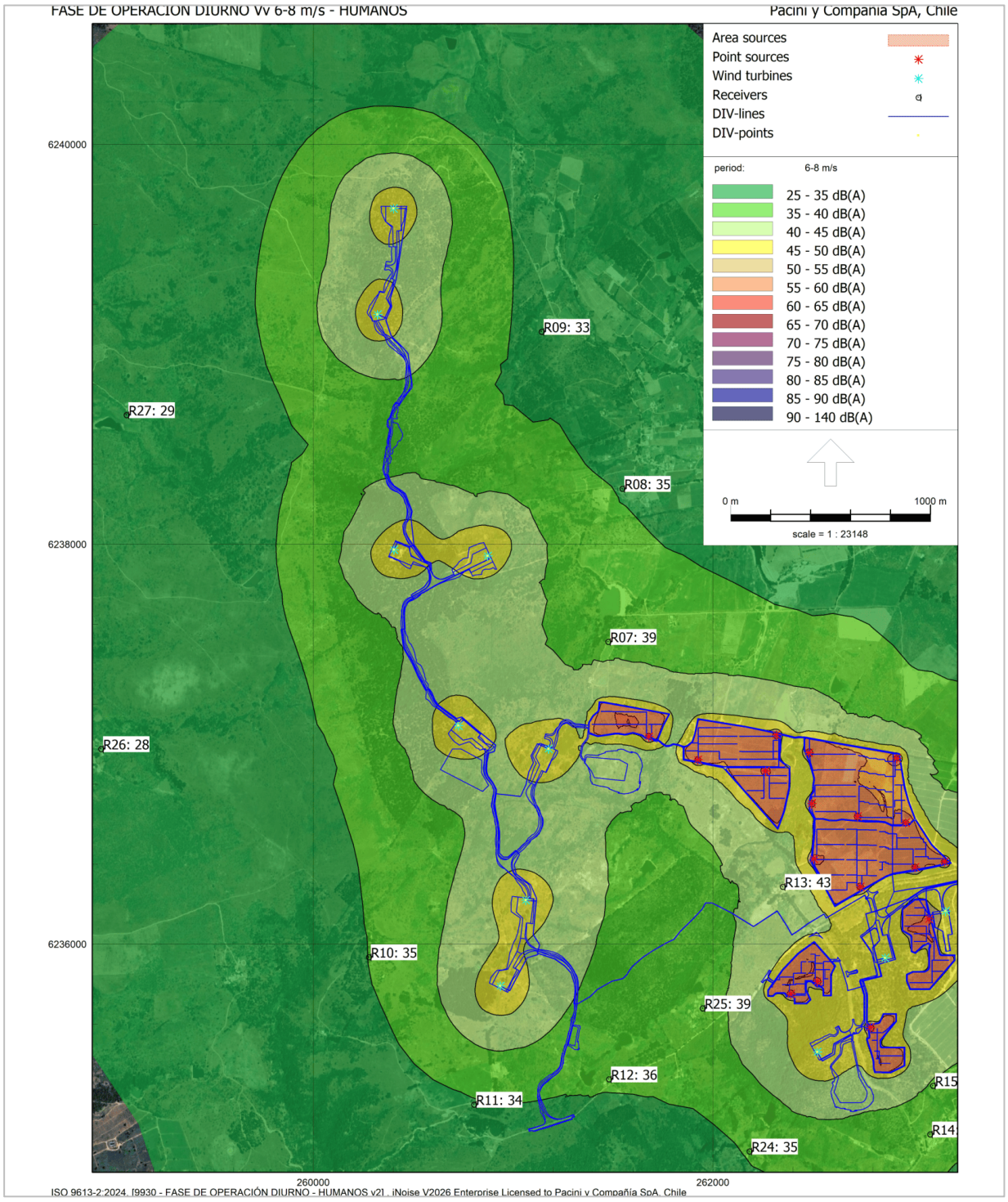
Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que durante la fase de construcción y cierre del proyecto en horario Diurno se superan preliminarmente los niveles máximos permisibles en los Receptores R01, R02, R03, R04, R13 y R30. Debido a lo anterior, en el apartado 7 se presentan las medidas de control necesarias para asegurar cumplimiento normativo en todos los receptores del Proyecto. Por el contrario, para periodo nocturno no se superan los niveles máximos permitidos en ningún receptor.

6.1.3 Fase de Operación

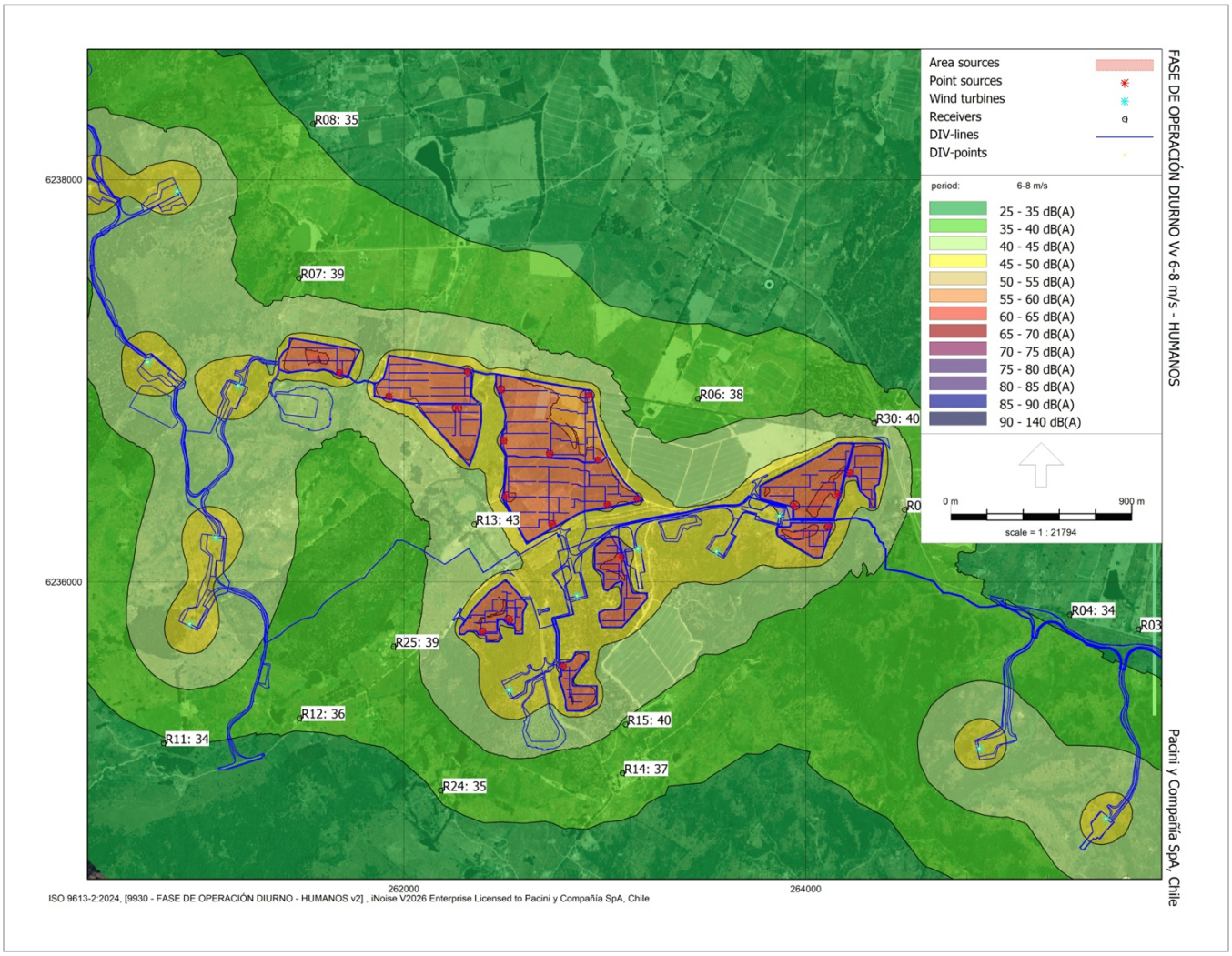
A continuación, se presentan los niveles de ruido estimados debido a las actividades durante la fase de operación del Proyecto.

Figura 27. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (1 de 3) – Fase de operación Diurno



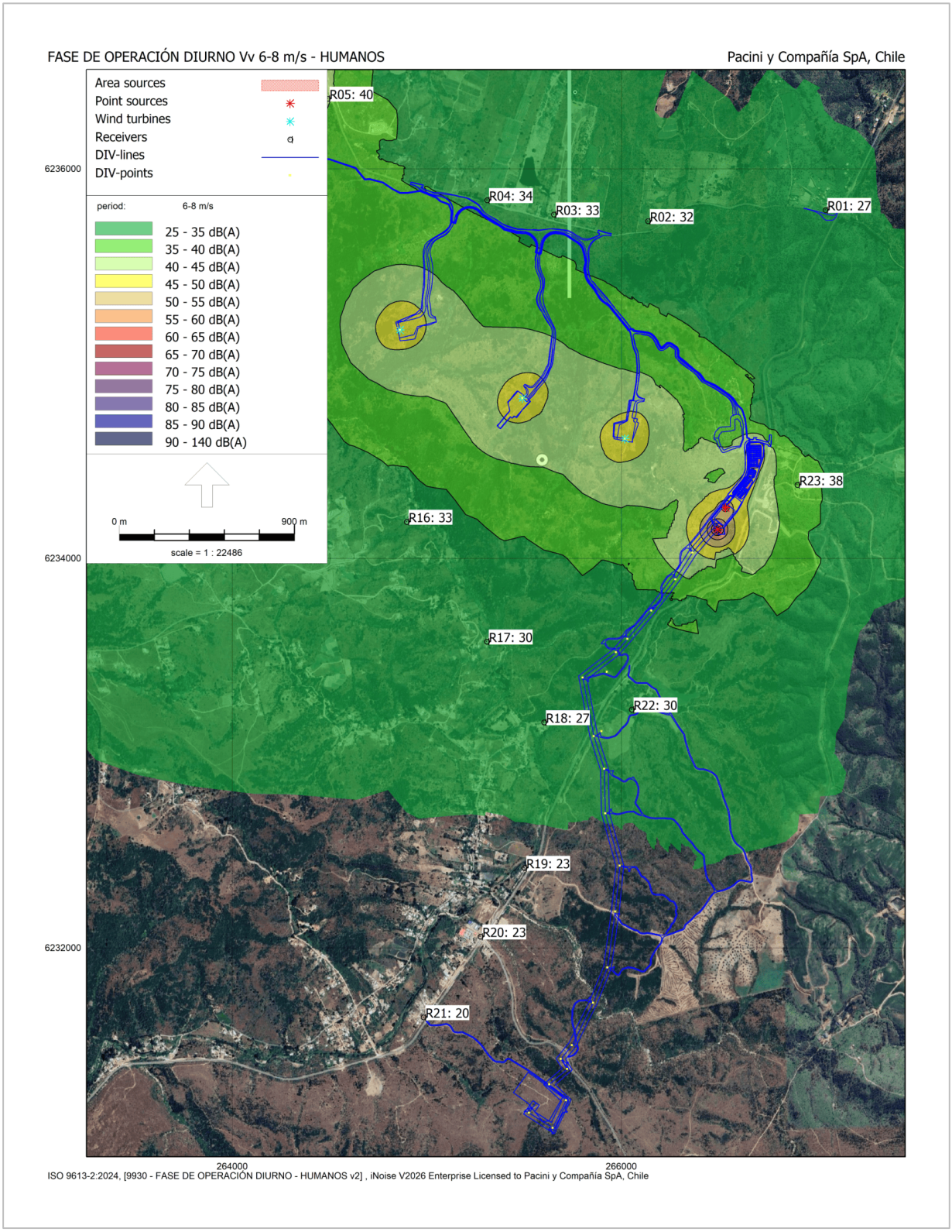
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 28. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (2 de 3) – Fase de operación Diurno



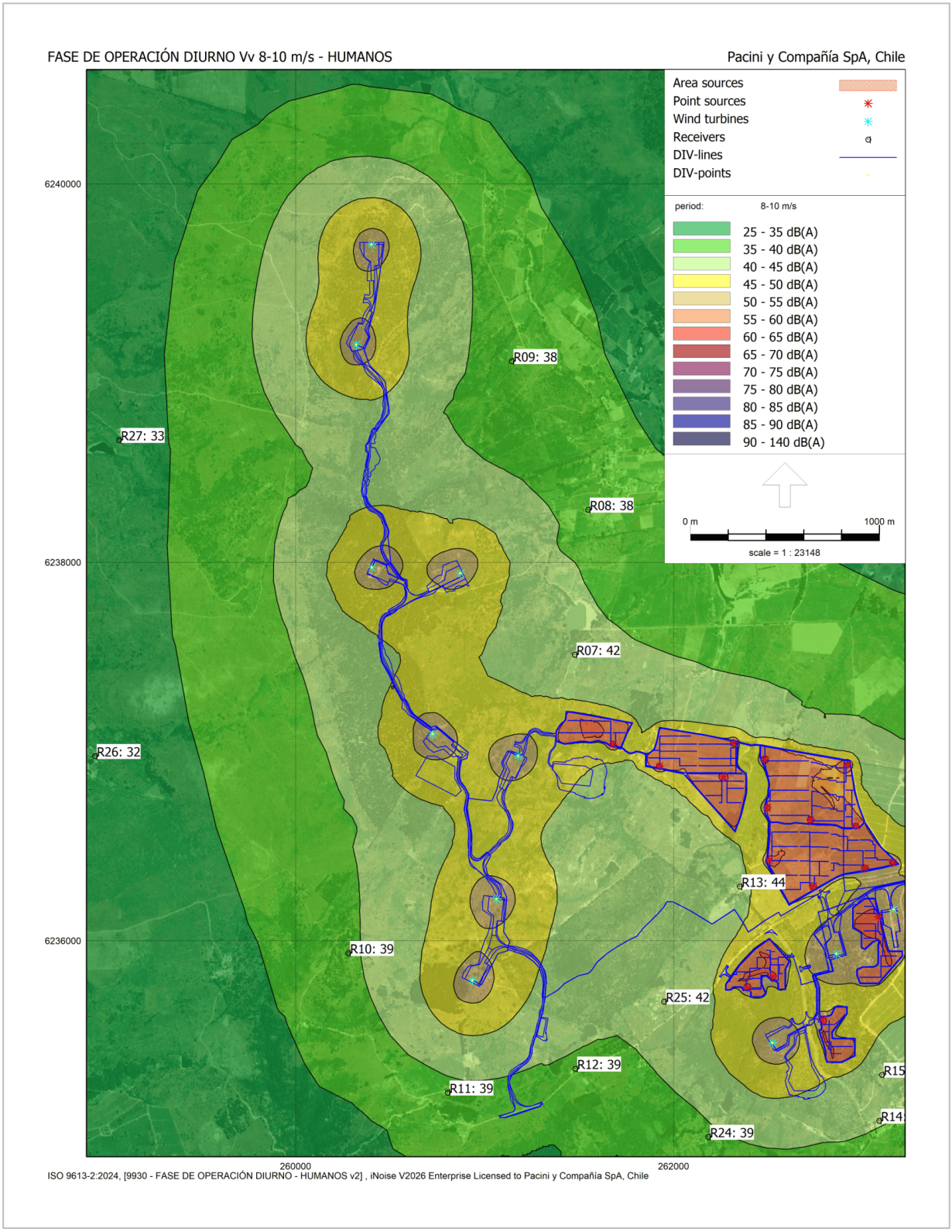
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 29. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (3 de 3) – Fase de operación Diurno



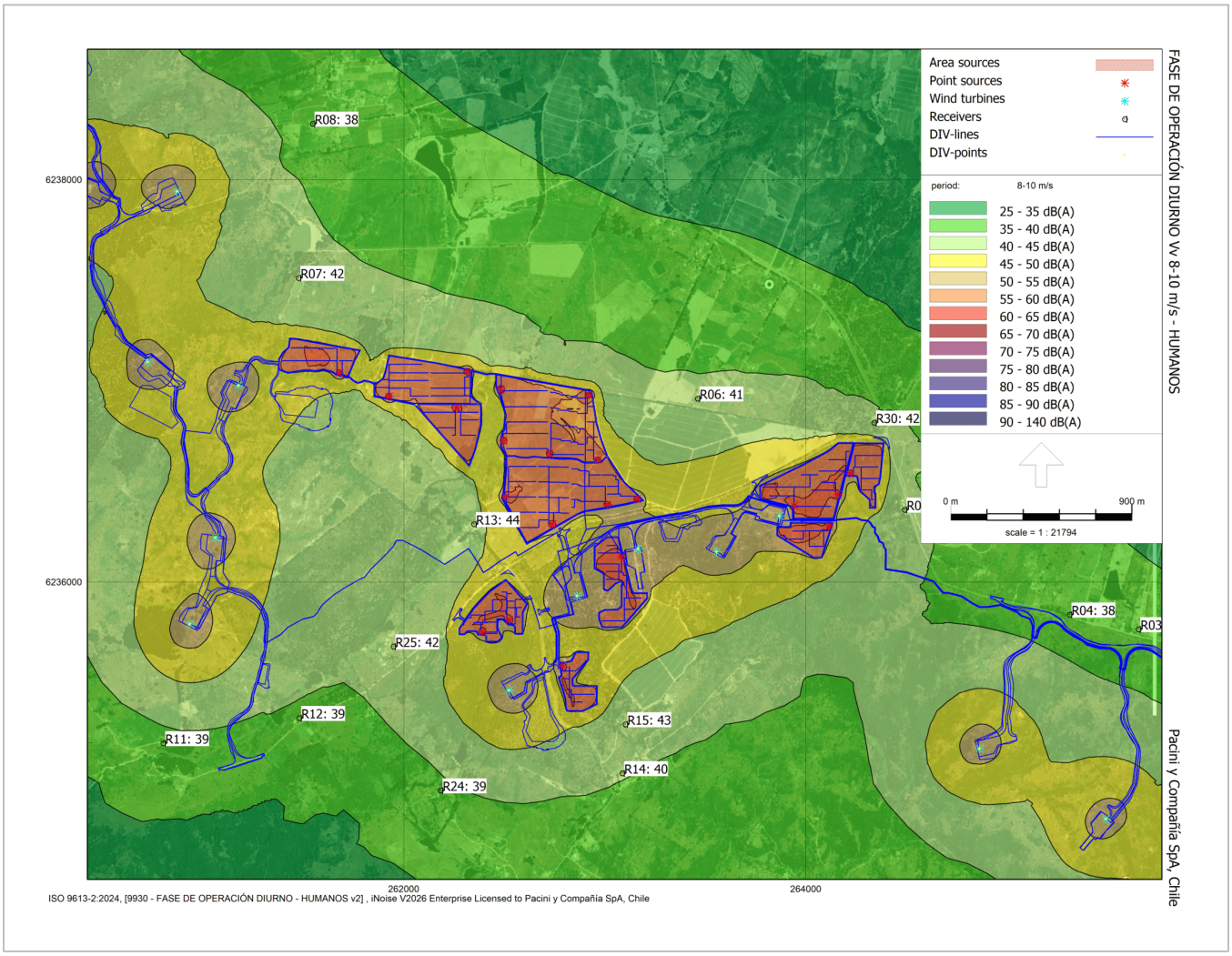
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 30. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (1 de 3) – Fase de operación Diurno



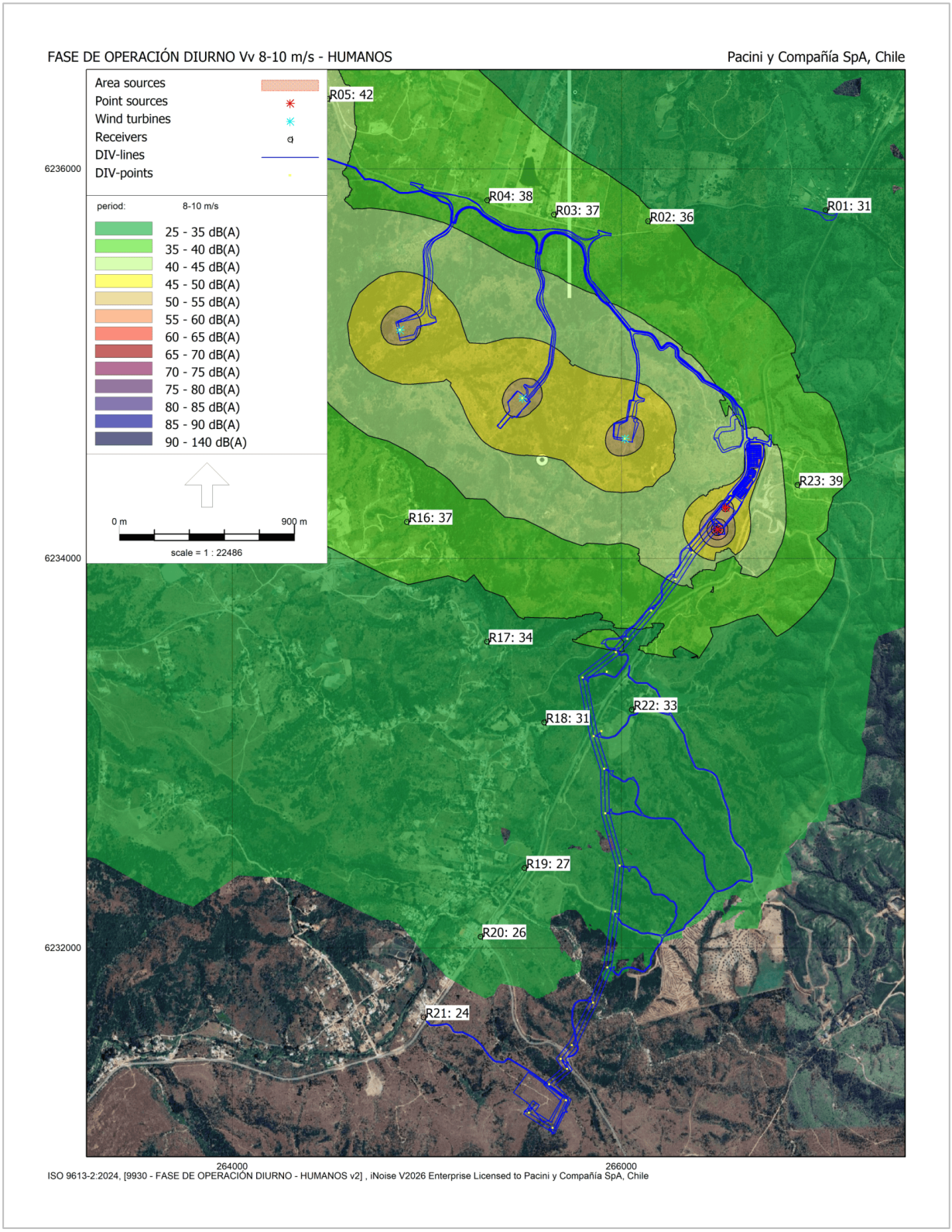
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 31. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (2 de 3) – Fase de operación Diurno



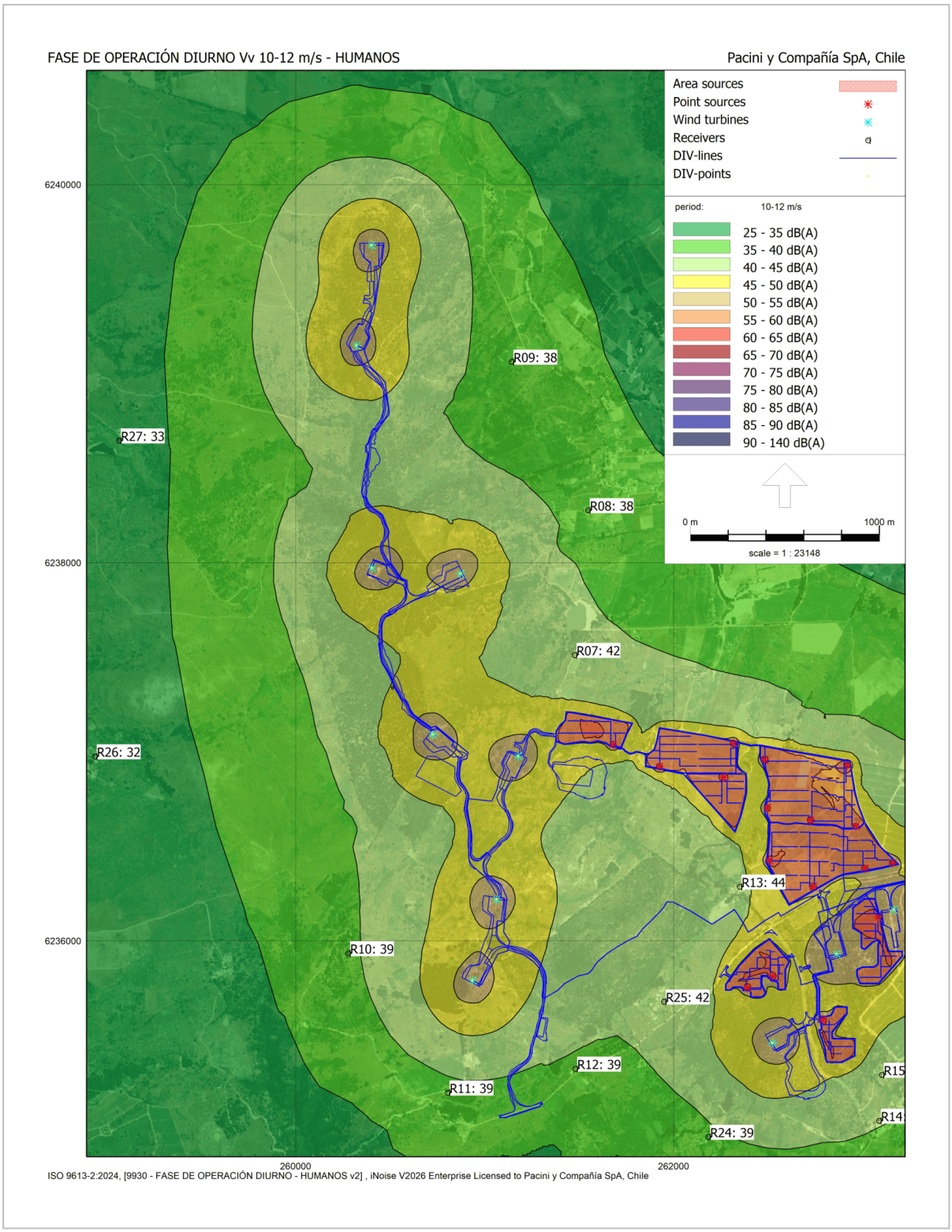
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 32. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (3 de 3) – Fase de operación Diurno



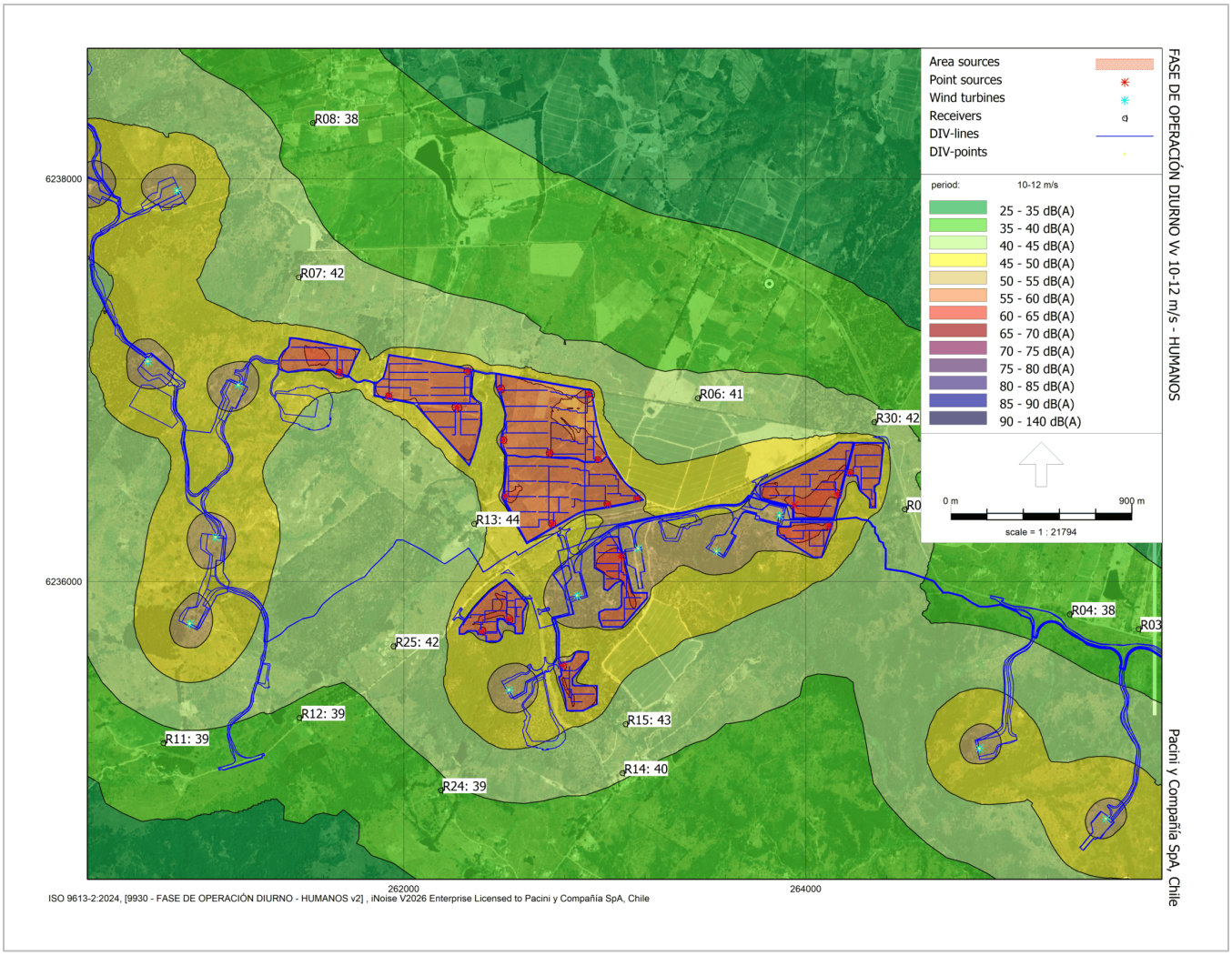
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 33. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (1 de 3) – Fase de operación Diurno



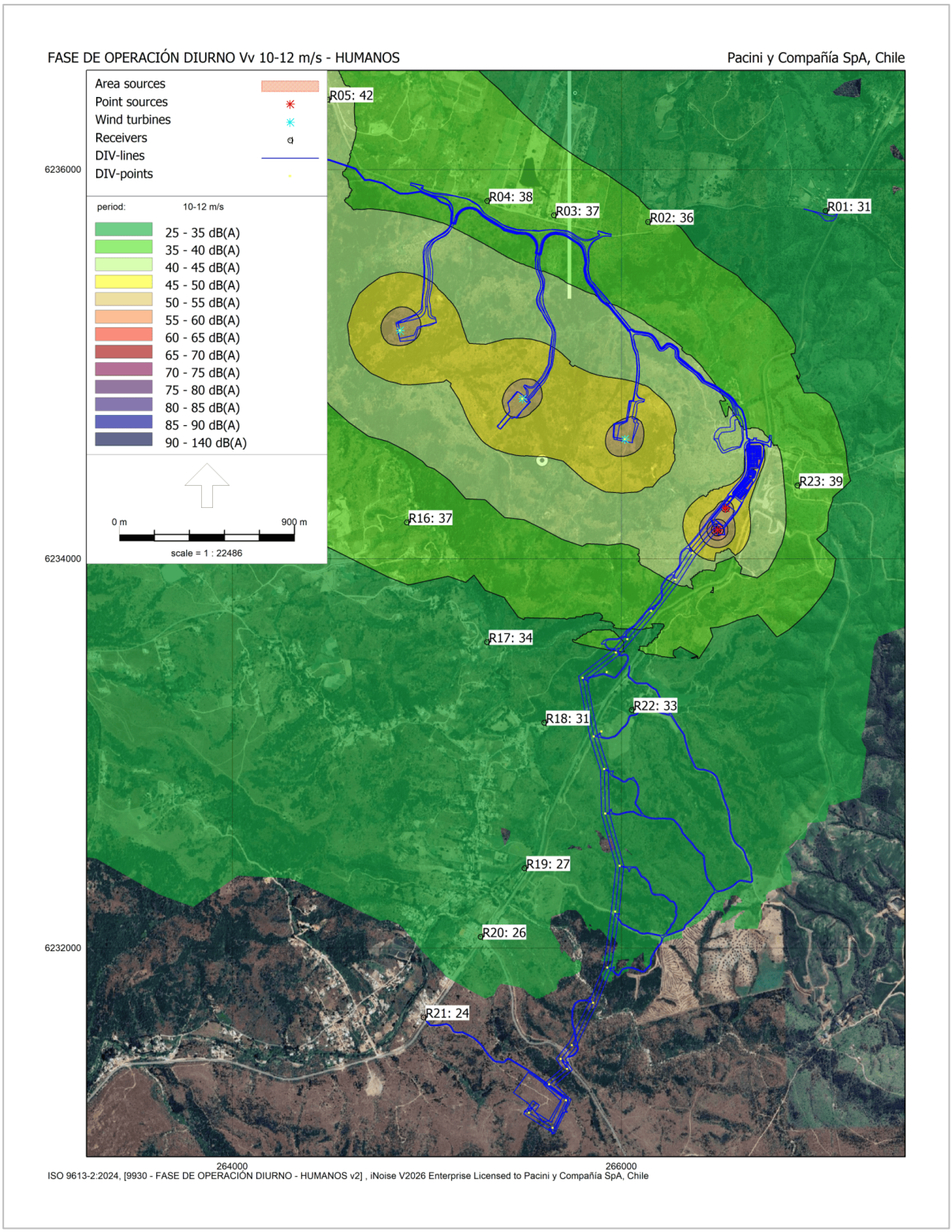
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 34. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (2 de 3) – Fase de operación Diurno



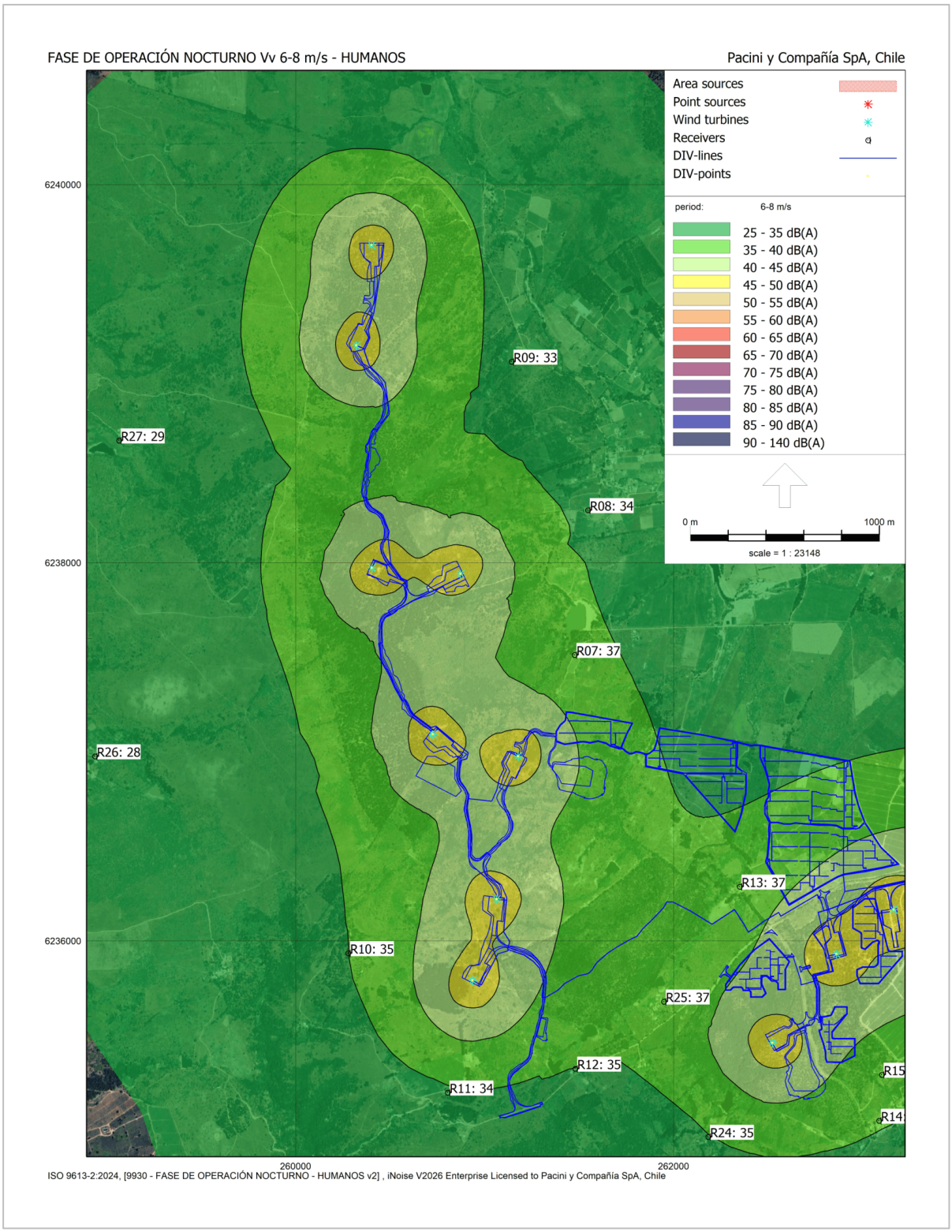
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 35. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (3 de 3) – Fase de operación Diurno



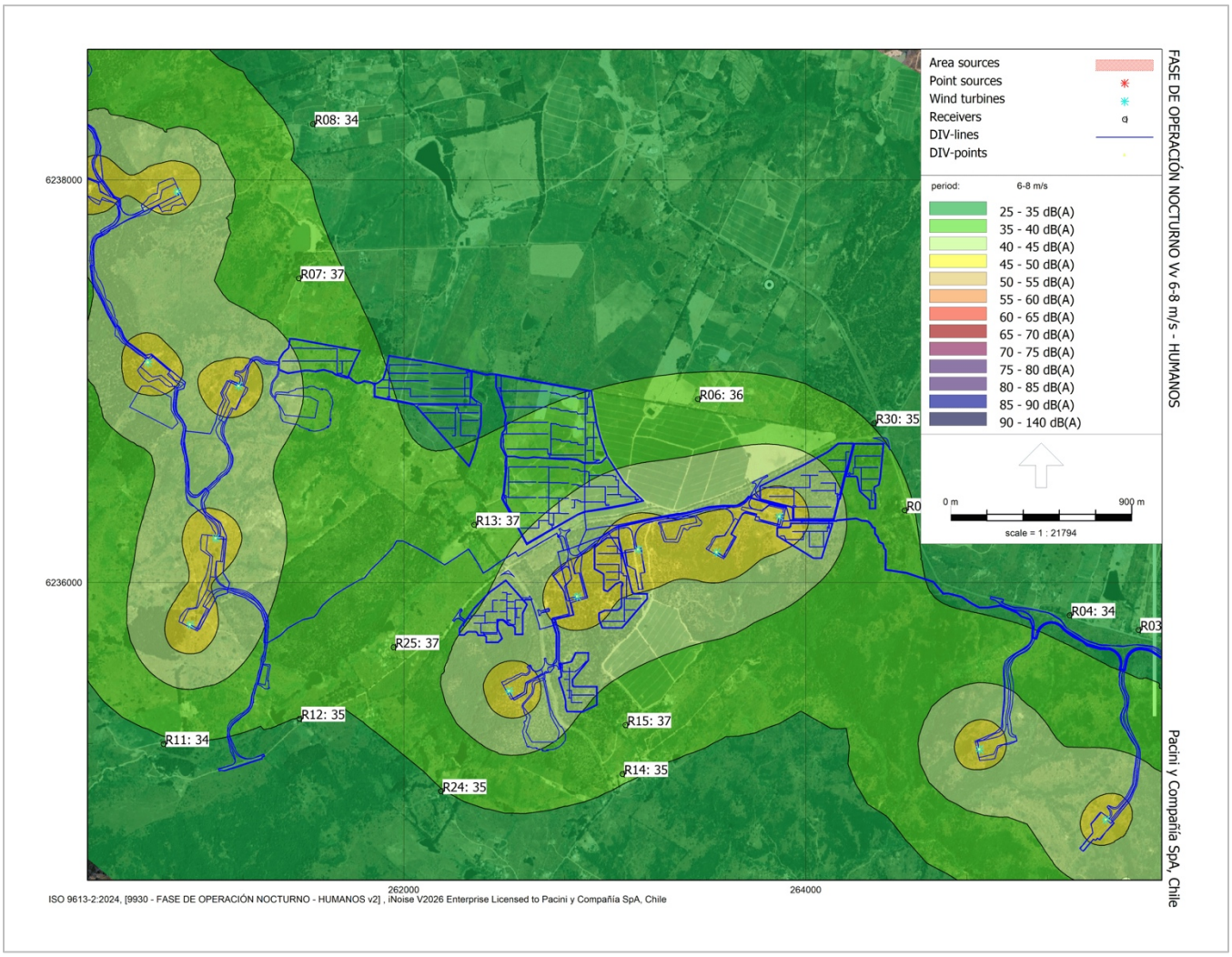
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 36. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (1 de 3) – Fase de operación Nocturno



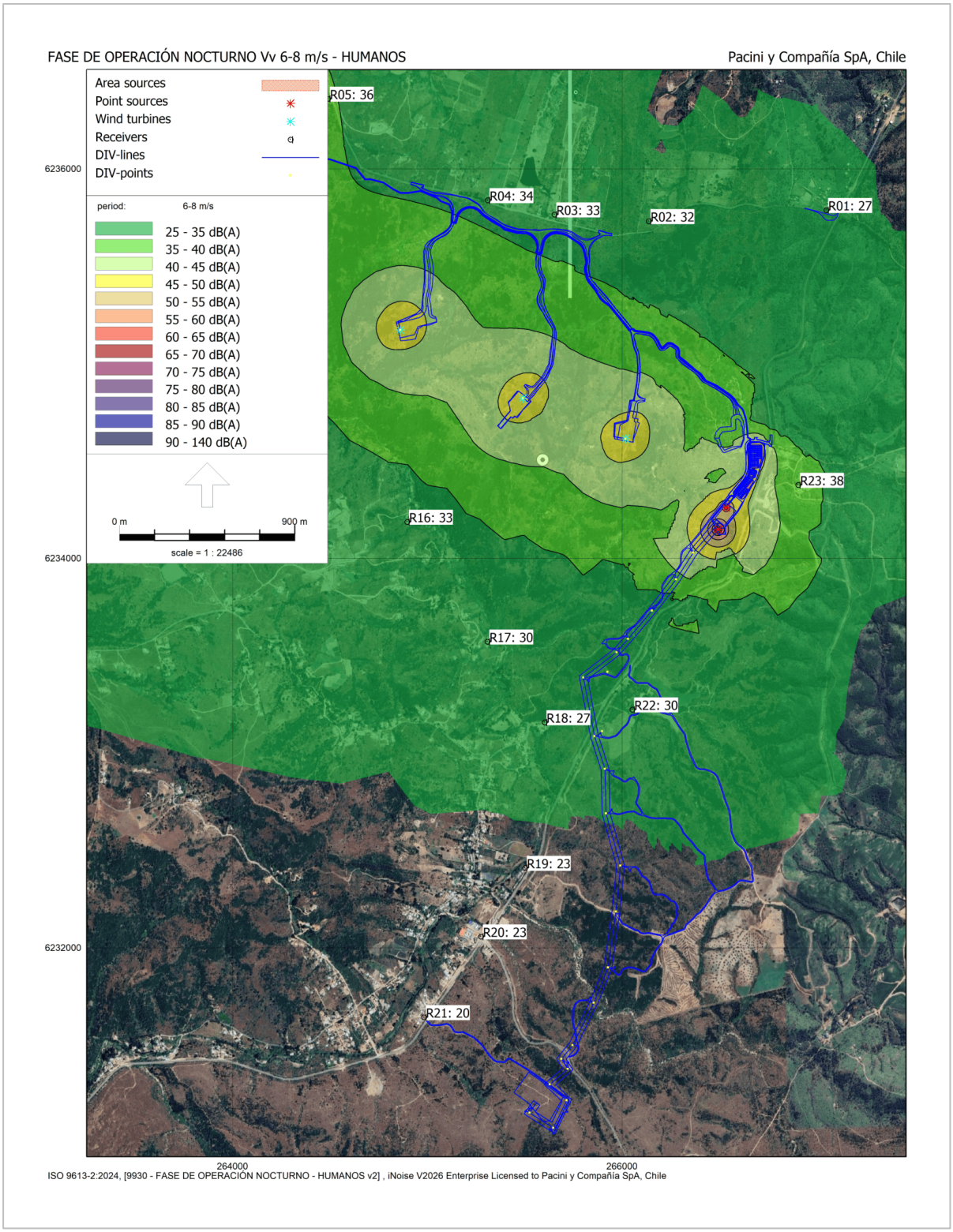
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 37. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (2 de 3) – Fase de operación Nocturno



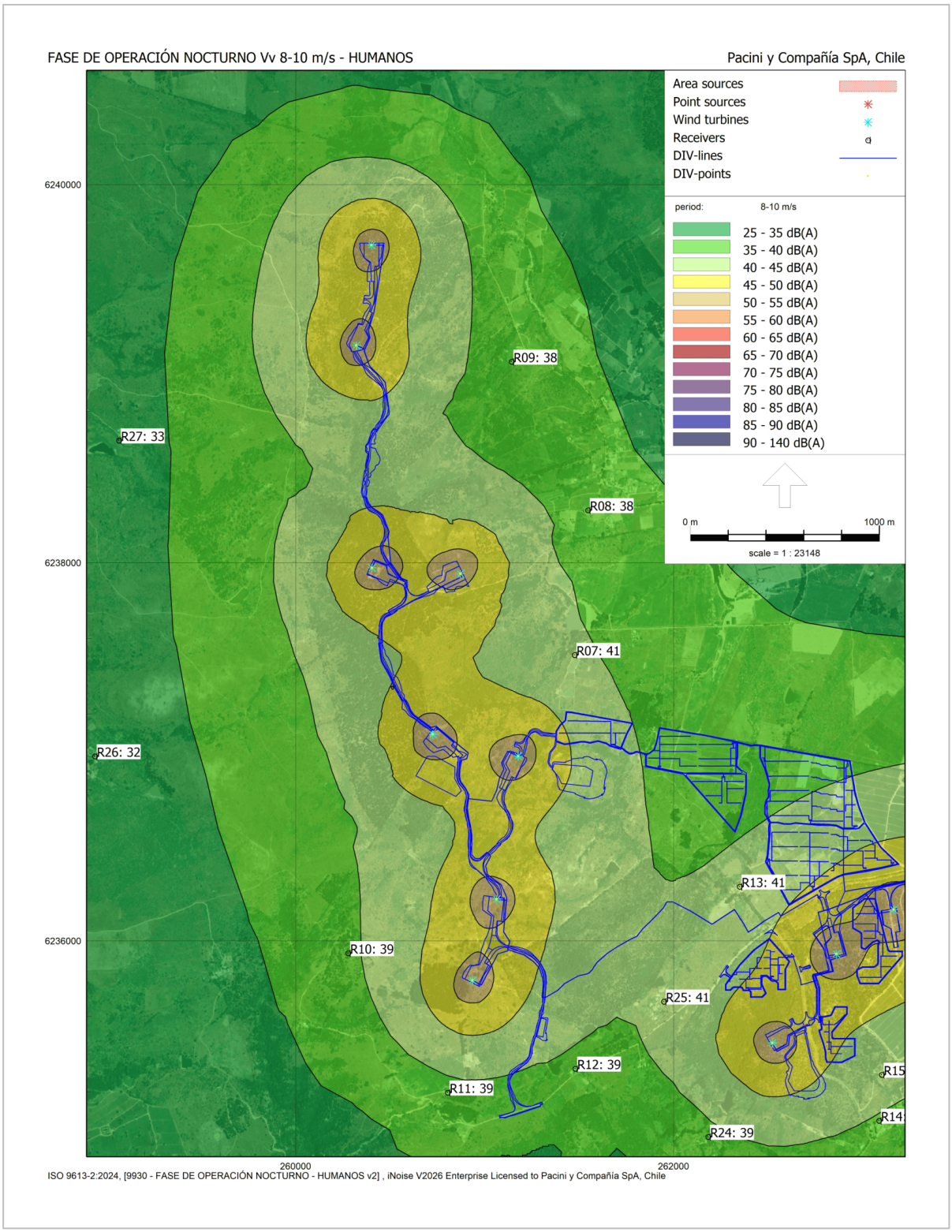
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 38. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s (3 de 3) – Fase de operación Nocturno



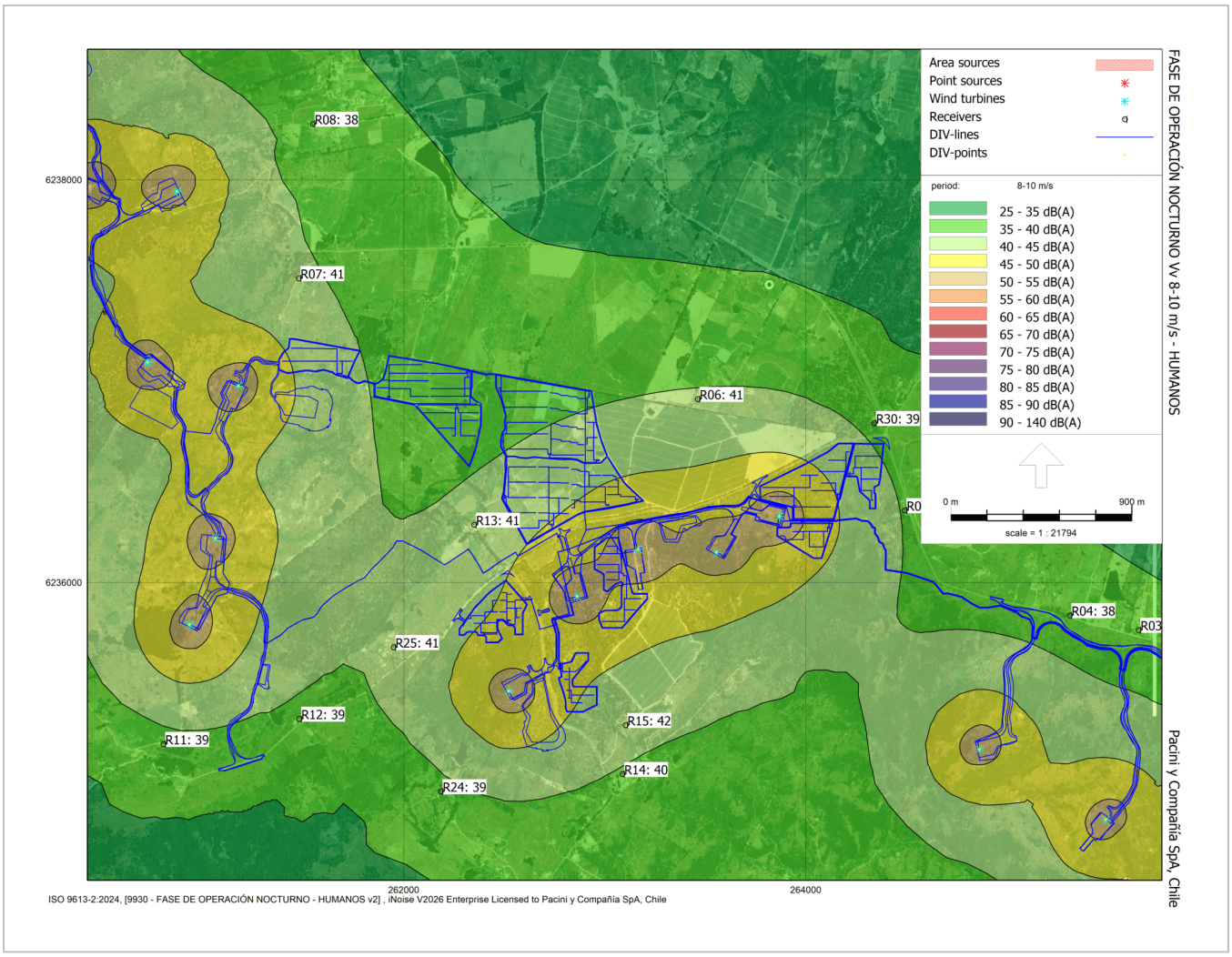
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 39. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (1 de 3) – Fase de operación Nocturno



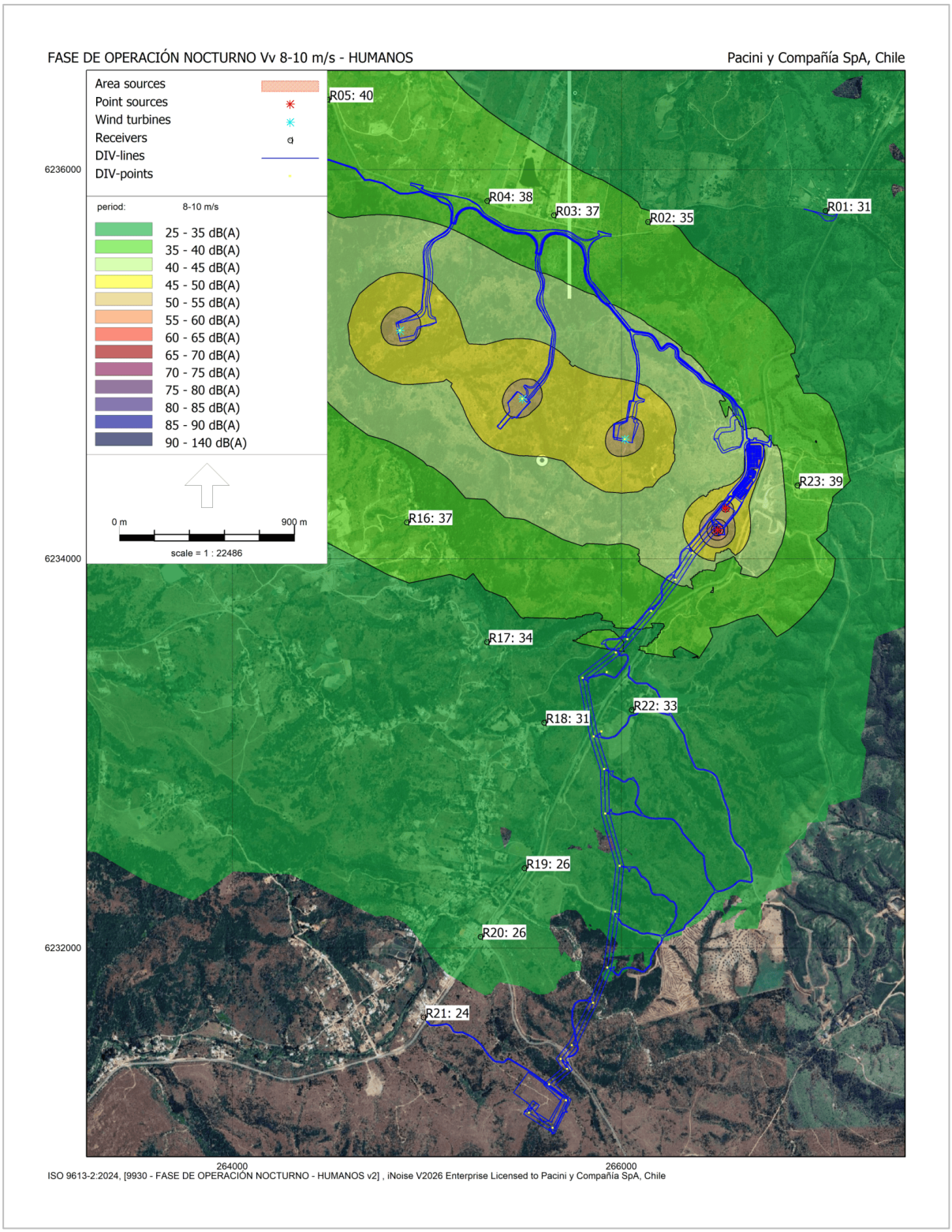
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 40. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (2 de 3) – Fase de operación Nocturno



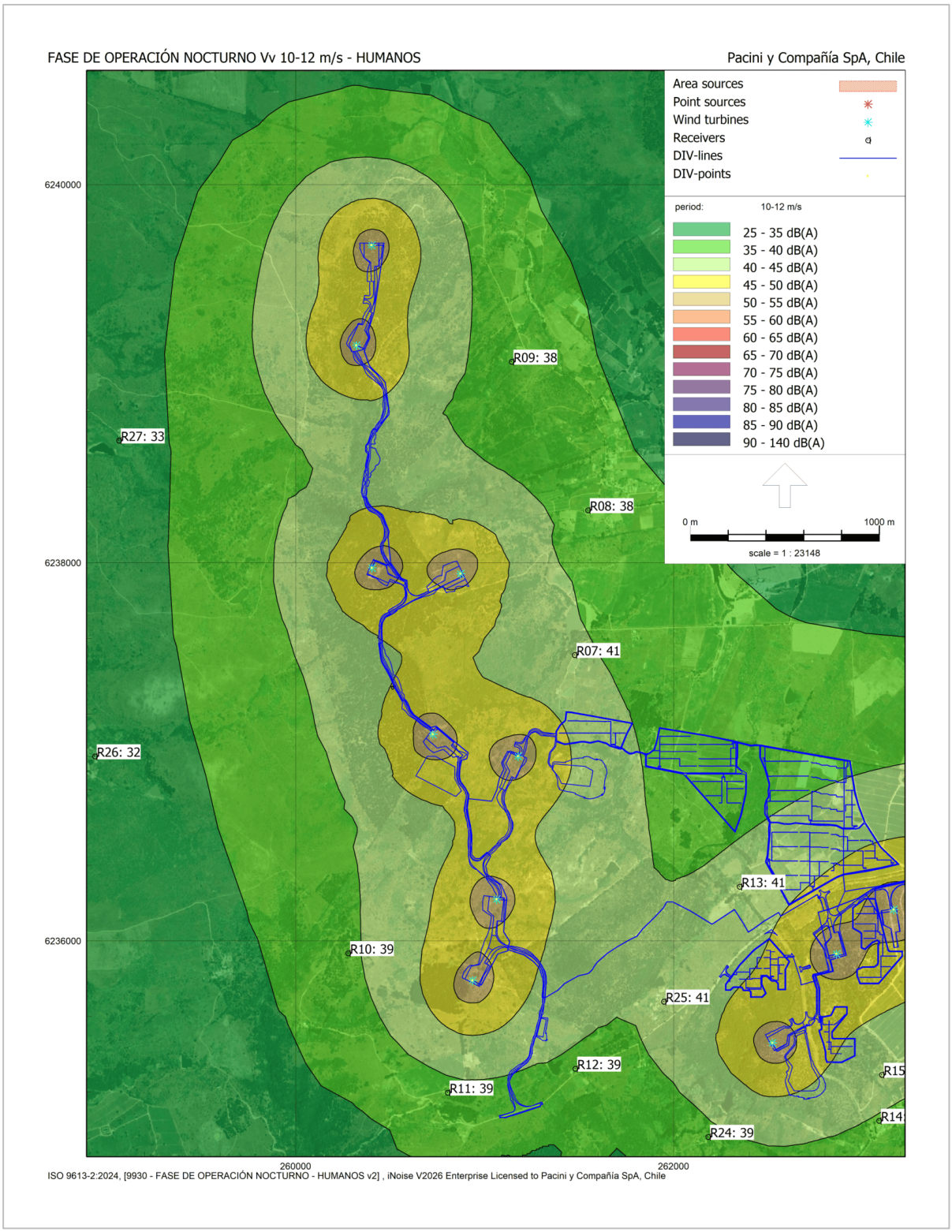
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 41. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s (3 de 3) – Fase de operación Nocturno



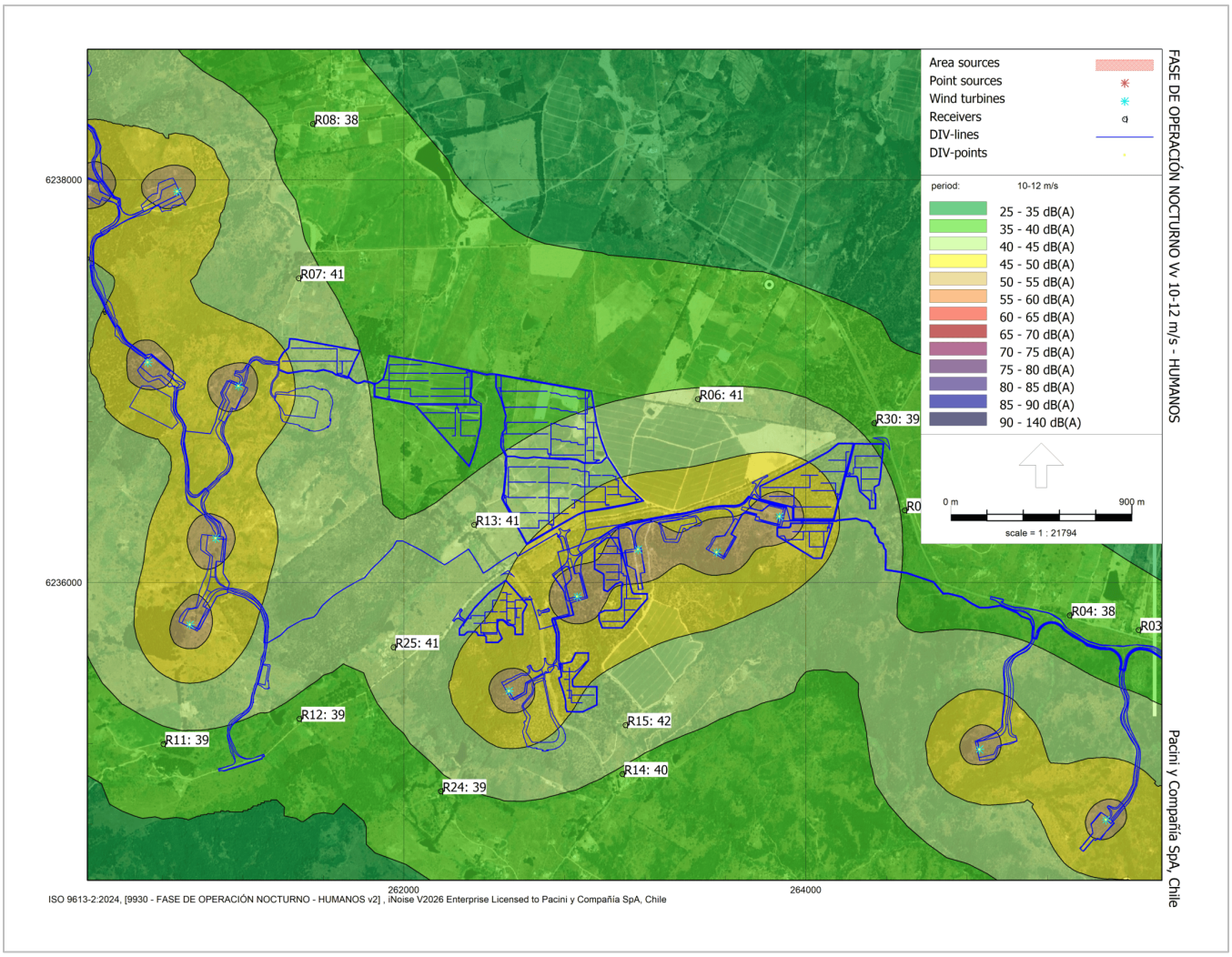
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 42. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (1 de 3) – Fase de operación Nocturno



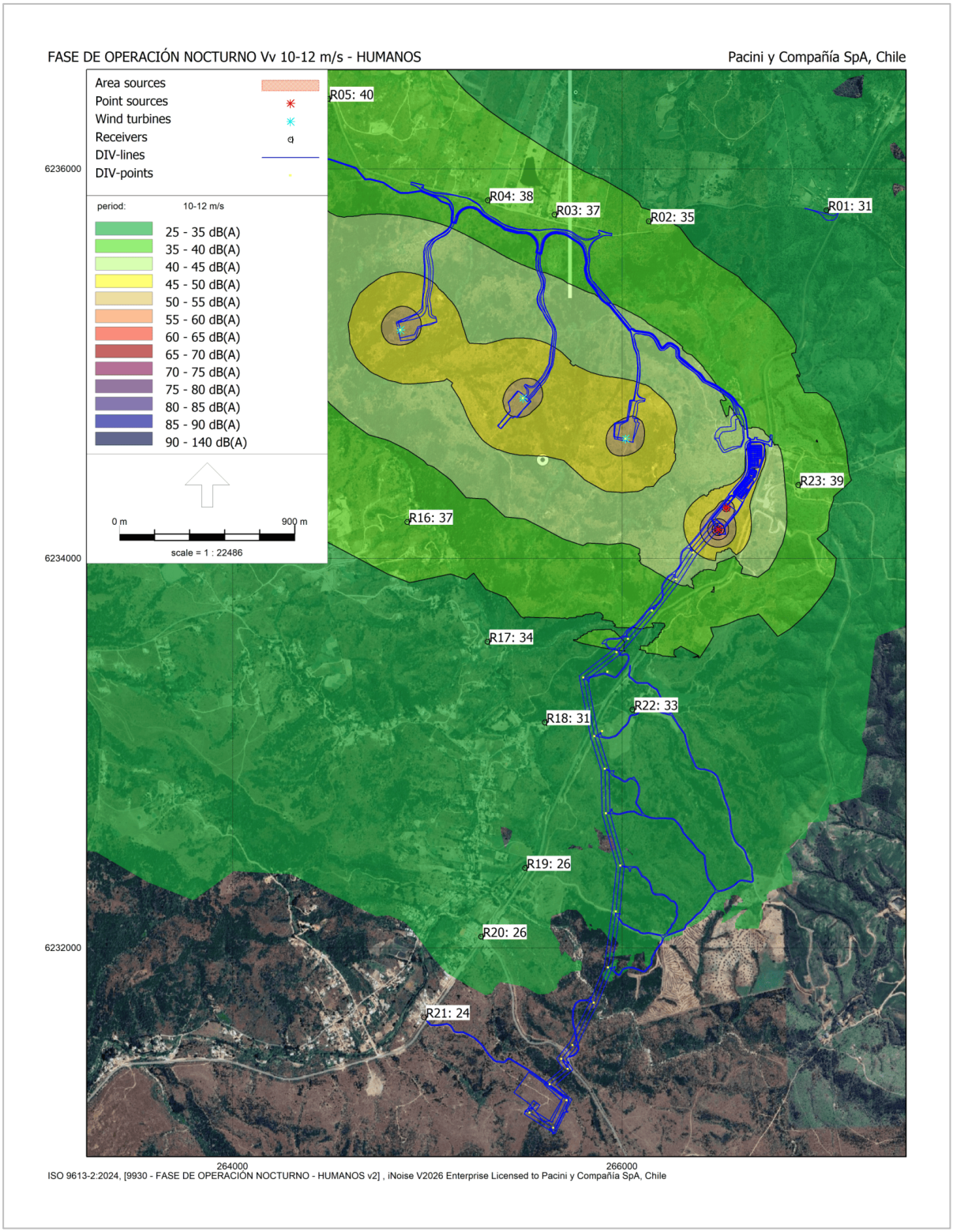
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 43. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (2 de 3) – Fase de operación Nocturno



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 44. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s (3 de 3) – Fase de operación Nocturno



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

En las siguientes tablas se presentan los Niveles de Presión Sonora (NPS) preliminares estimados en los receptores en evaluación, diferenciado para operación en horario diurno y horario nocturno, considerando la operación de todos los aerogeneradores del parque eólico en modo normal (Modo AM0) para las diferentes velocidades de viento, la operación de las fuentes de ruido de la subestación eléctrica, la operación del sistema de baterías BESS y las operación diurna del Parque Fotovoltaico, comparado con los límites máximos permisibles.

Tabla 54. Comparación niveles de ruido estimados en receptores, periodo diurno – Fase de Operación

Receptor	NPS Estimados [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]		
	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]
R01	27	31	31	43	44	45
R02	32	36	36	43	44	45
R03	33	37	37	43	44	45
R04	34	38	38	43	44	45
R05	40	42	42	43	44	45
R06	38	41	41	43	44	45
R07	39	42	42	43	45	51
R08	35	38	38	43	45	51
R09	33	38	38	43	45	51
R10	35	39	39	41	42	42
R11	34	39	39	41	42	42
R12	36	39	39	42	42	43
R13	43	44	44	42	42	43
R14	37	40	40	42	42	43
R15	40	43	43	42	42	43
R16	33	37	37	42	42	43
R17	30	34	34	42	42	43
R18	27	31	31	42	42	43
R19	23	27	27	42	42	43
R20	23	26	26	42	42	43
R21	20	24	24	42	42	43
R22	30	33	33	42	42	43
R23	38	39	39	43	44	45
R24	35	39	39	42	42	43
R25	39	42	42	42	42	43
R26	28	32	32	41	42	42
R27	29	33	33	41	42	42
R30	40	42	42	43	44	45

Fuente: Elaboración propia en base a Modelación software INoise 2024.

Tabla 55. Comparación niveles de ruido estimados en receptores, periodo nocturno – Fase de Operación

Punto Receptor	NPS Estimados [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]		
	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]
R01	27	31	31	40	40	42
R02	32	35	35	40	40	42
R03	33	37	37	40	40	42
R04	34	38	38	40	40	42
R05	36	40	40	40	40	42
R06	36	41	41	40	40	42
R07	37	41	41	40	40	41
R08	34	38	38	40	40	41
R09	33	38	38	40	40	41
R10	35	39	39	40	40	40
R11	34	39	39	40	40	40
R12	35	39	39	41	41	41
R13	37	41	41	41	41	41
R14	35	40	40	41	41	41
R15	37	42	42	41	41	41
R16	33	37	37	41	41	41
R17	30	34	34	41	41	41
R18	27	31	31	41	41	41
R19	23	26	26	41	41	41
R20	23	26	26	41	41	41
R21	20	24	24	41	41	41
R22	30	33	33	41	41	41
R23	38	39	39	40	40	42
R24	35	39	39	41	41	41
R25	37	41	41	41	41	41
R26	28	32	32	40	40	40
R27	29	33	33	40	40	40
R30	35	39	39	40	40	42

Fuente: Elaboración Propia en base a modelación software INoise 2024.

Se puede observar que los niveles fluctúan entre 20 y 43 dB(A) para velocidades de viento entre 6 y 8 m/s, entre 24 y 44 dB(A) para velocidades de viento entre 8 y 10 m/s; y entre 24 y 44 dB(A) para velocidades entre 10 y 12 m/s, en periodo diurno; niveles que se encuentran por sobre los límites máximos permisibles en horario diurno en los Receptores R13 y R15. Mientras que en periodo nocturno, los niveles fluctúan entre 20 y 38 dB(A) para velocidades de viento entre 6 y 8 m/s, entre 24 y 42 dB(A) para velocidades de viento entre 8 y 10 m/s; y entre 24 y 42 dB(A) para velocidades entre 10 y 12 m/s; niveles que se encuentran por sobre los límites máximos permisibles en horario nocturno en los Receptores R06, R07 y R15, por lo que se presentan medidas de control y **se establecen modos de operación de los aerogeneradores como parte del diseño del Proyecto**, los cuales permiten cumplir con los límites establecidos en periodos diurno y nocturno para todas las velocidades de viento, los cuales se exponen en el apartado 7.1.2.1.

Adicionalmente, en la siguiente tabla se resumen los niveles de ruido estimados en los receptores por el efecto corona de la línea de transmisión de alta tensión.

Tabla 56. niveles de ruido estimados en receptores por Efecto Corona

Punto Receptor	NPS Estimados Efecto Corona [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]
R01	**24**	43	40
R02	**25**	43	40
R03	**24**	43	40
R04	**24**	43	40
R05	**22**	43	40
R06	**21**	43	40
R07	**19**	43	40
R08	**19**	43	40
R09	**18**	43	40
R10	**19**	41	40
R11	**19**	41	40
R12	**20**	42	41
R13	**20**	42	41
R14	**22**	42	41
R15	**22**	42	41
R16	**26**	42	41
R17	**29**	42	41
R18	**33**	42	41
R19	**30**	42	41
R20	**28**	42	41
R21	**28**	42	41
R22	**33**	42	41
R23	**30**	43	40
R24	**21**	42	41
R25	**20**	42	41
R26	**18**	41	40
R27	**17**	41	40
R30	**21**	43	40

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que durante la fase de operación los niveles de ruido producido por el efecto corona de la LAT del proyecto no se superan los niveles máximos permisibles en horario diurno ni nocturno en ningún receptor.

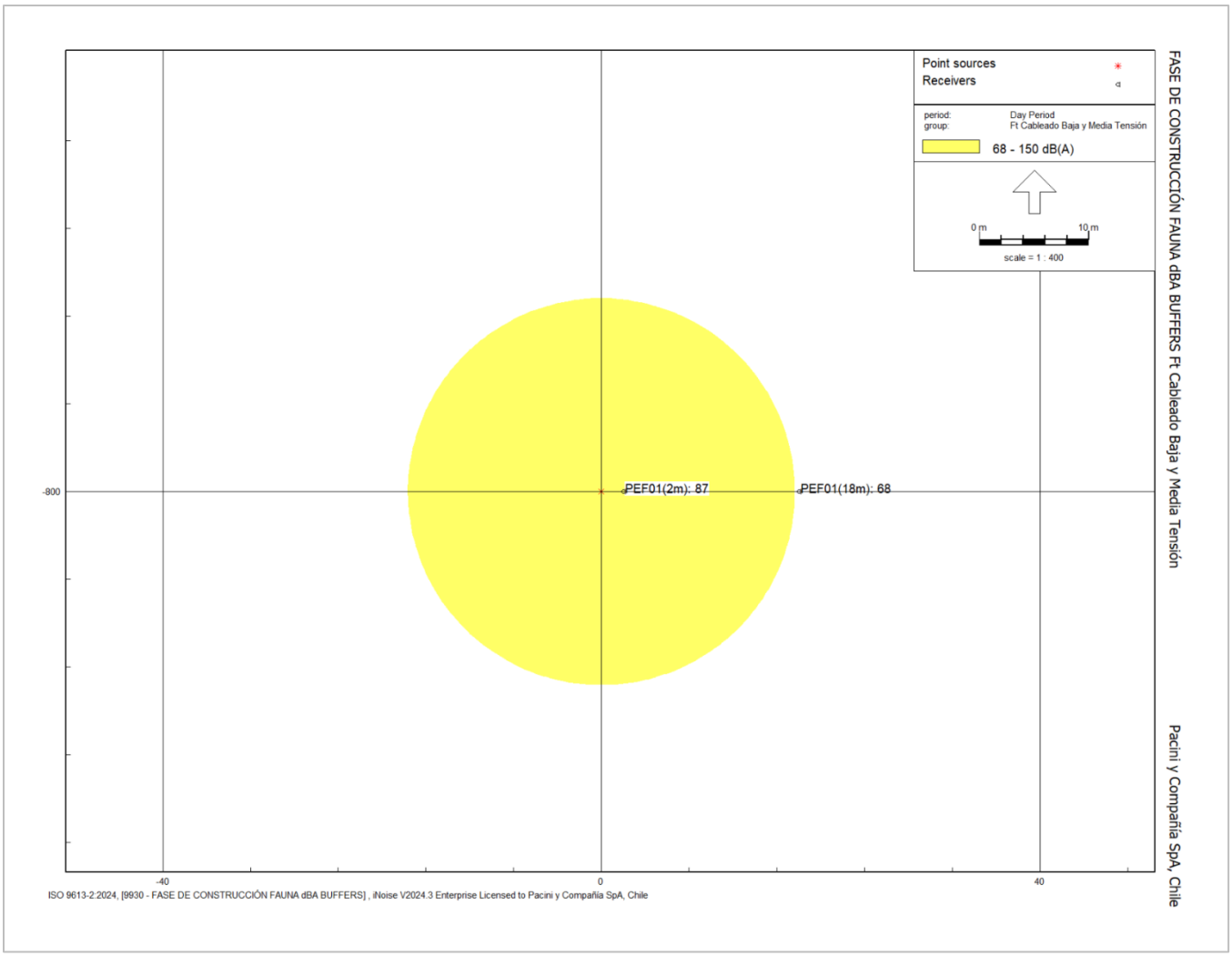
6.2 Niveles de Ruido Estimados en Fauna

6.2.1 Fase de Construcción y Cierre

En las siguientes figuras se presentan los perfiles de propagación de los Niveles de Presión Sonora (NPS) asociados a los mayores Frente de Trabajo de cada sector, los niveles estimados en el punto de distancia mínima de evaluación y los niveles de ruido estimados en el punto de distancia donde se igualan con los umbrales de afectación de los

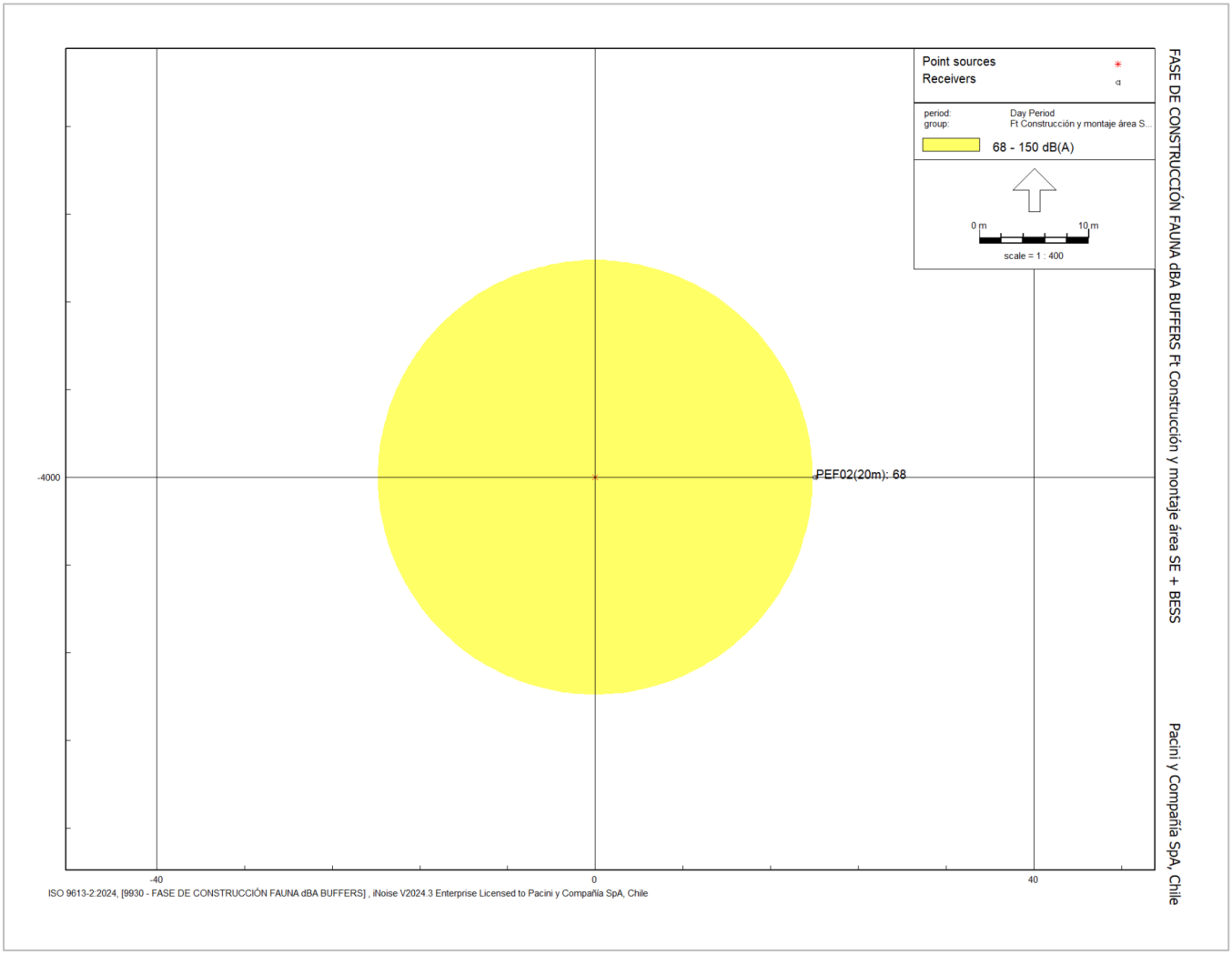
distintos tipos de especies de fauna. A partir de estos perfiles de propagación, se obtienen las distancias a las cuales los niveles de ruido cumplen con dichos umbrales, determinando las áreas de afectación de las especies en análisis.

Figura 45. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Cableado Baja y Media Tensión



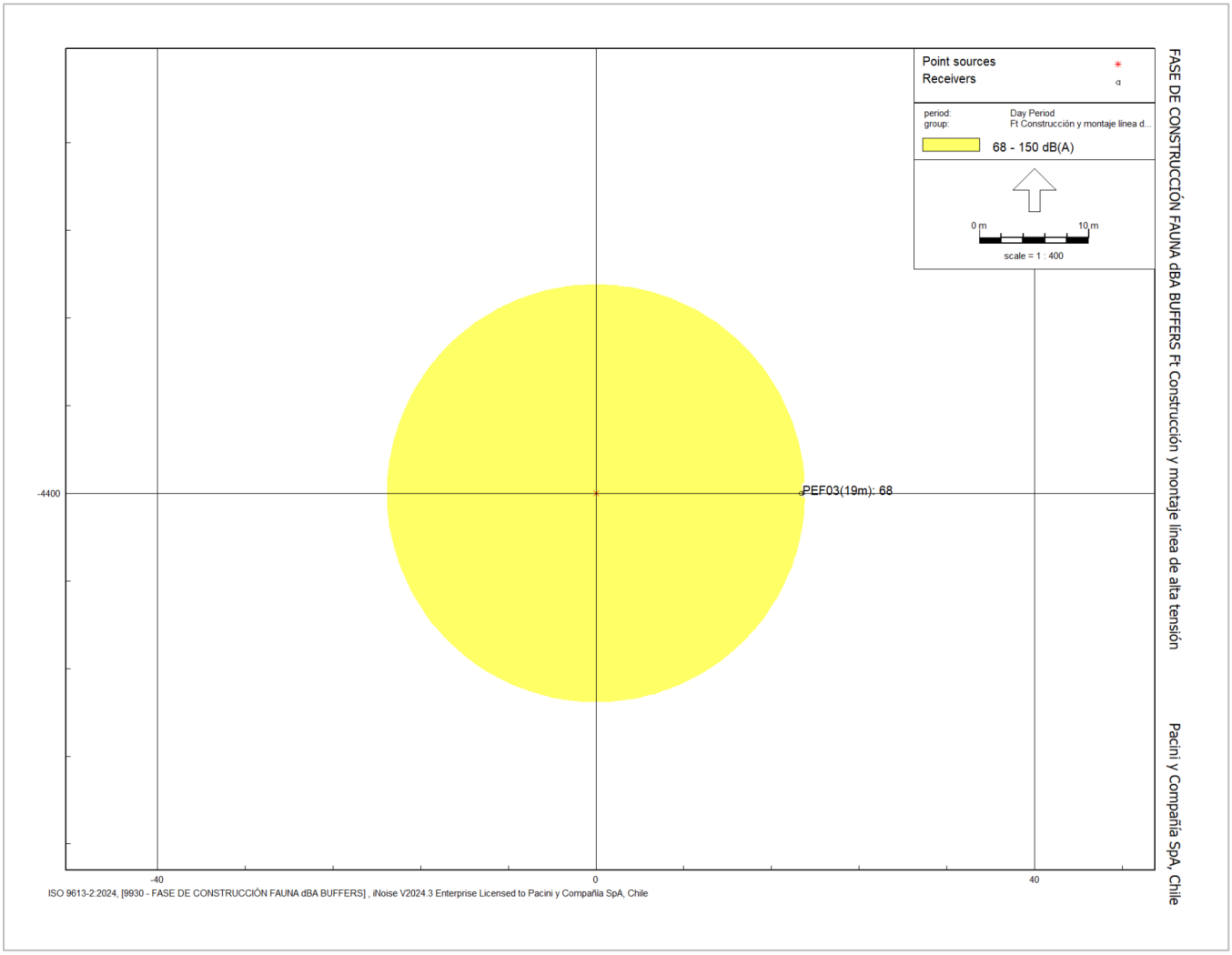
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 46. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Construcción y montaje área SE + BESS



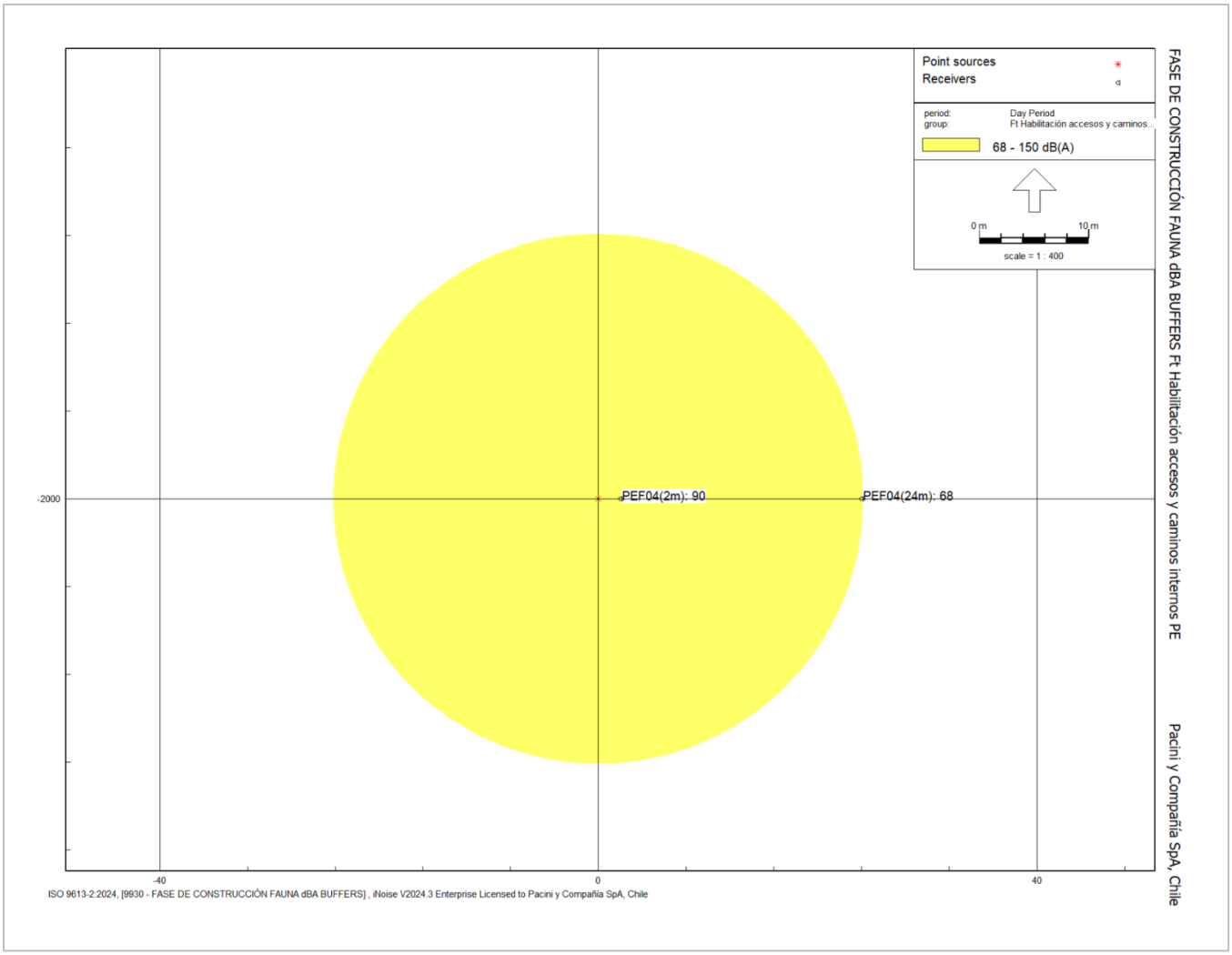
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 47. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Construcción y montaje LAT



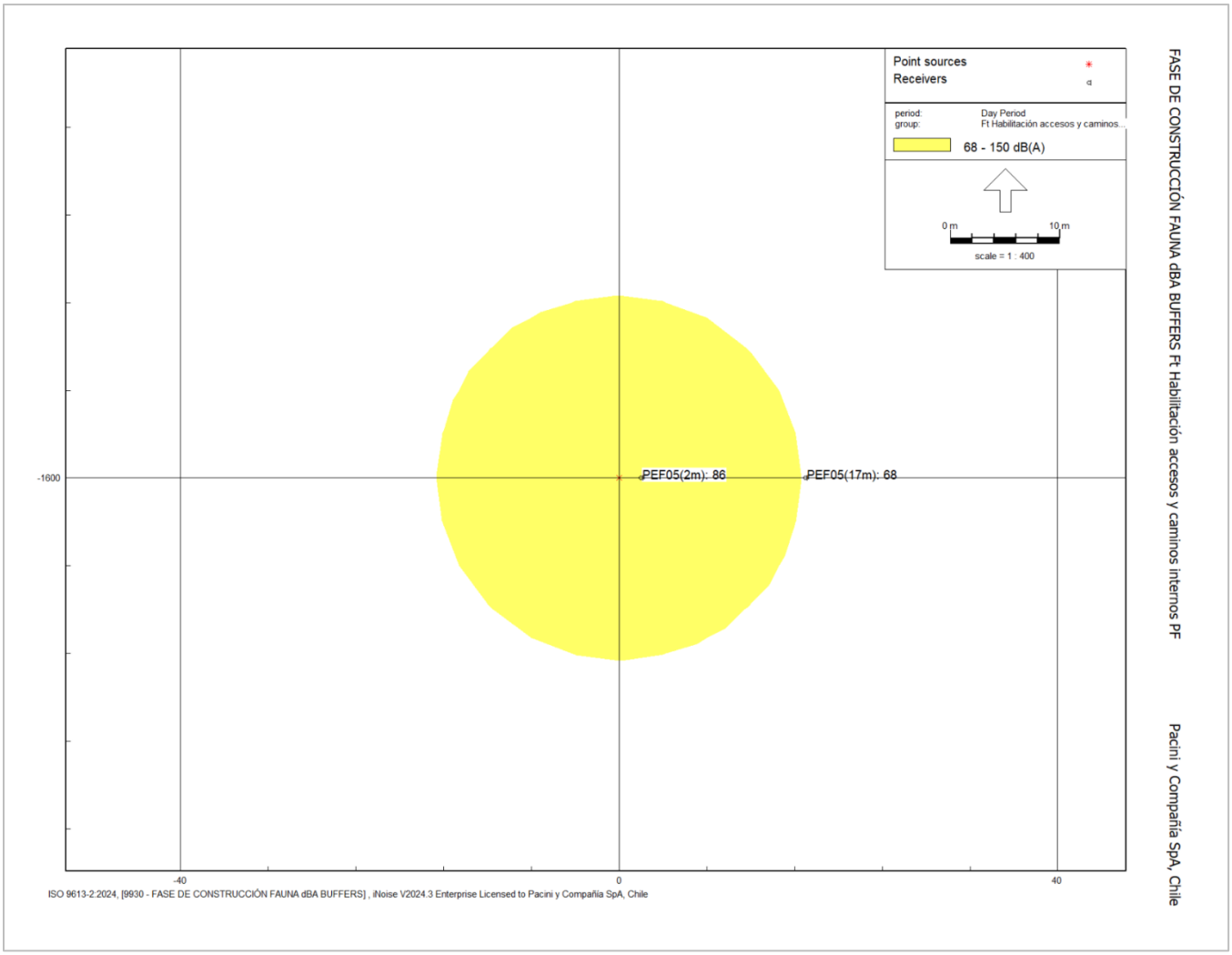
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 48. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Habilitación accesos y caminos Internos PE



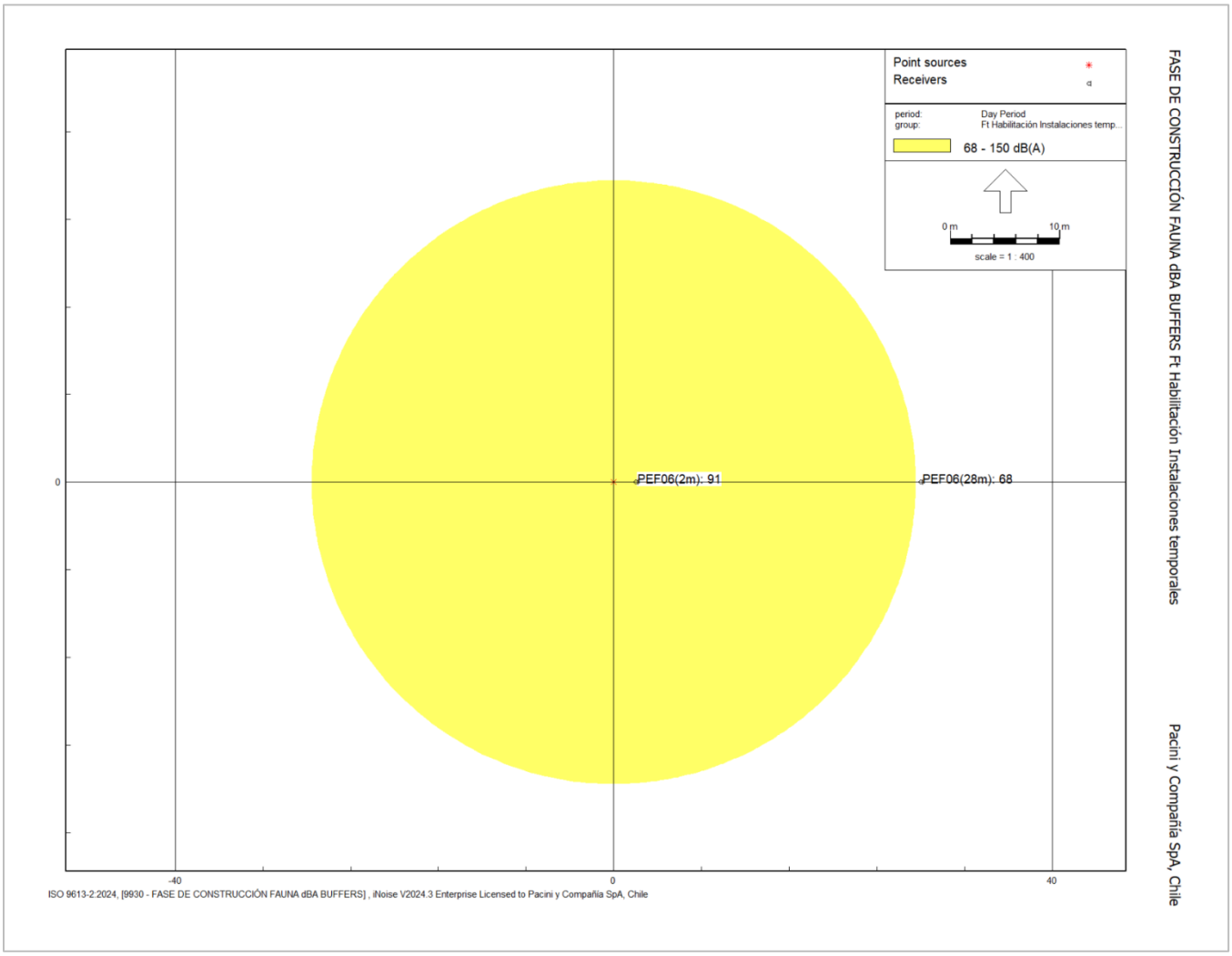
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 49. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Habilitación accesos y caminos internos PF



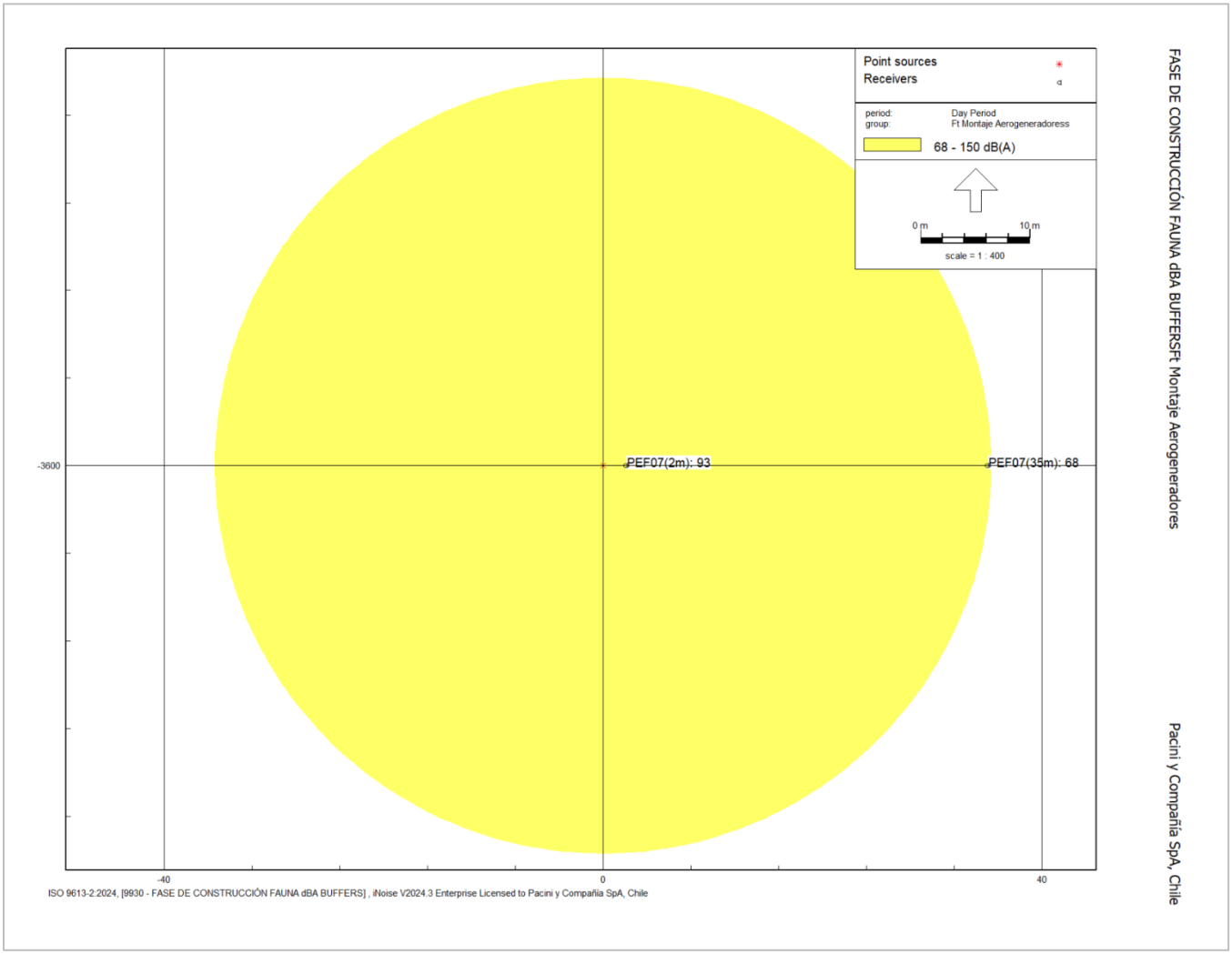
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 50. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Habilitación Instalaciones temporales



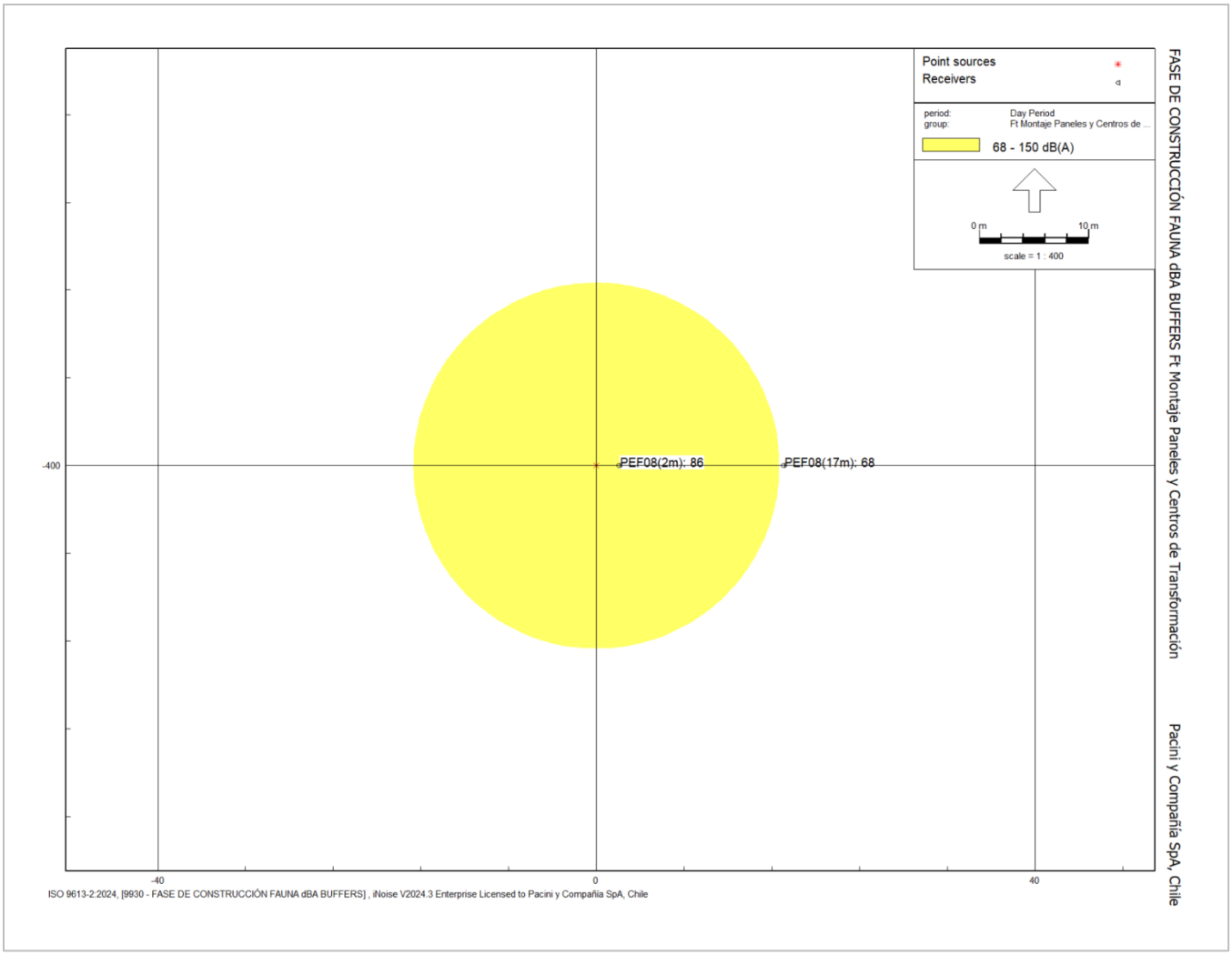
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 51. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Montaje Aerogeneradores



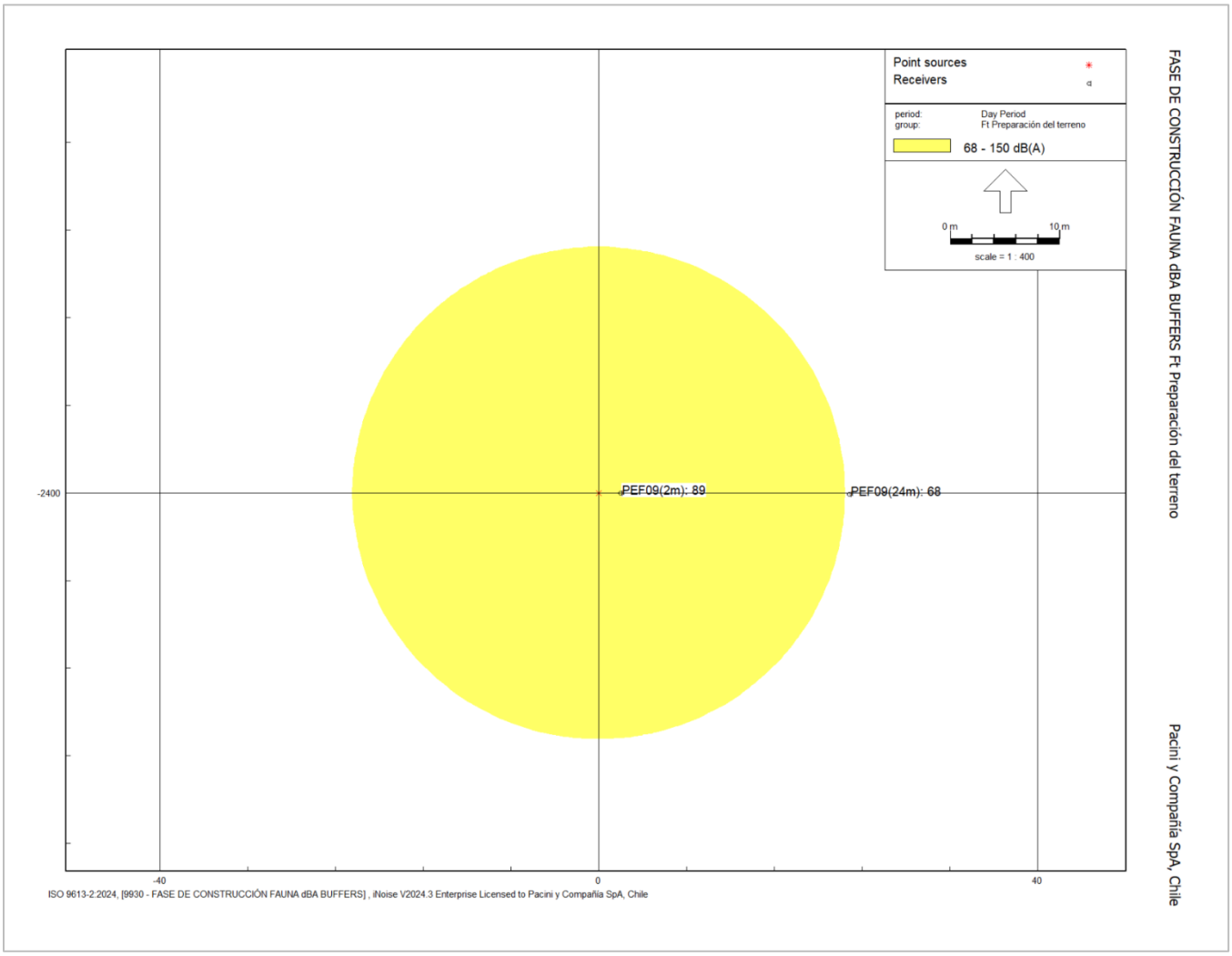
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 52. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Montaje Paneles y Centros de Transformación



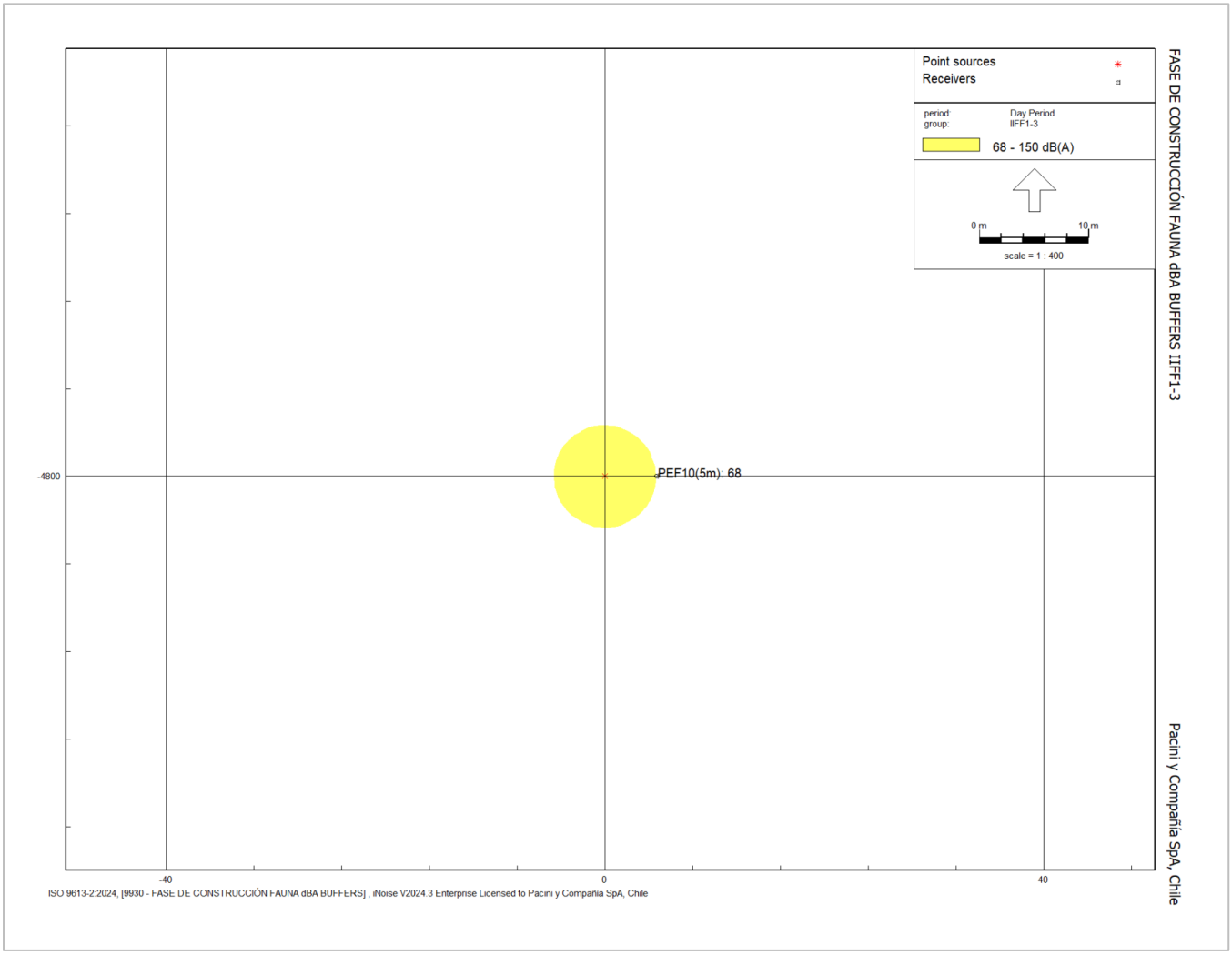
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 53. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – FT Preparación del terreno



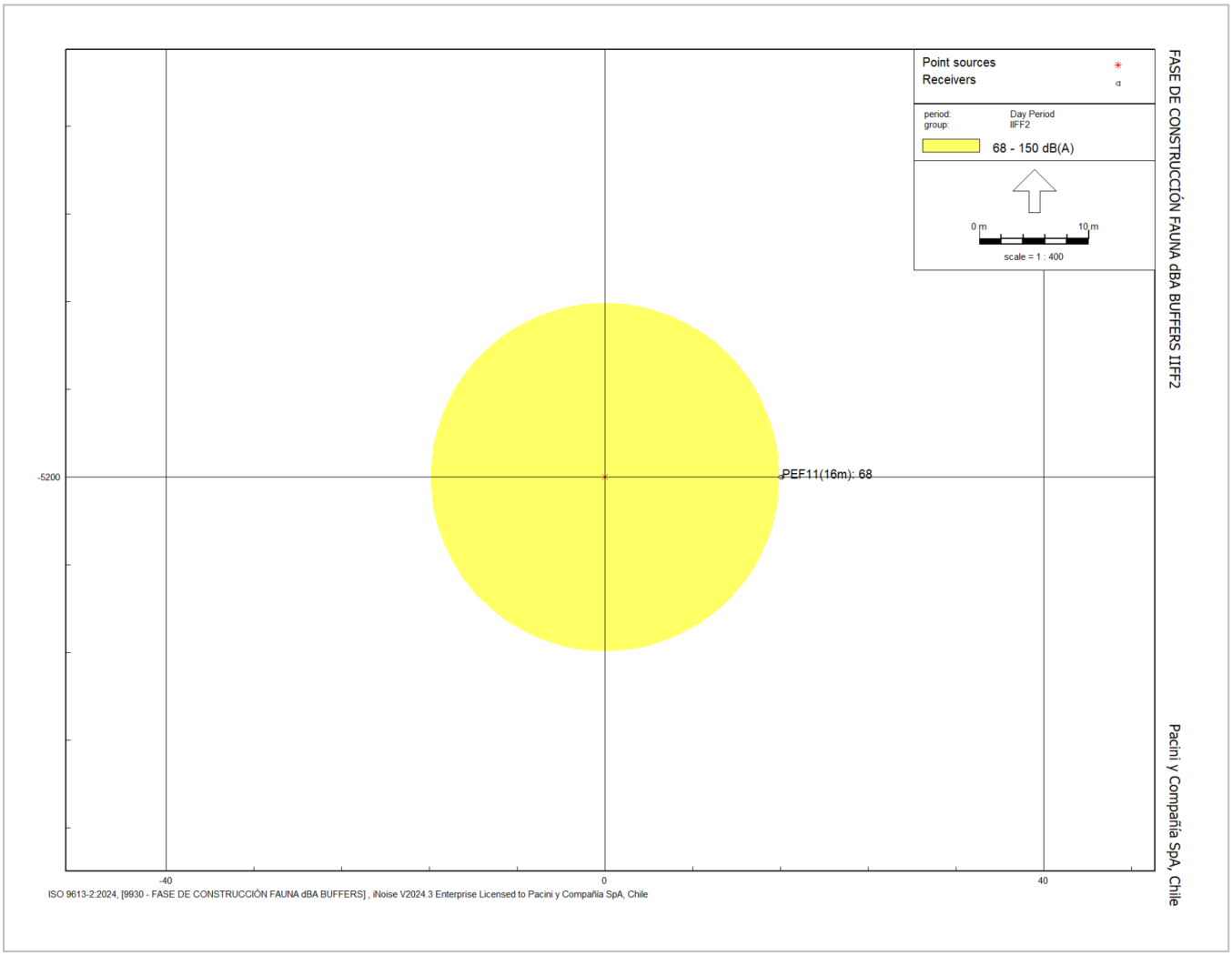
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 54. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – Instalaciones de Faena 1 y 3



Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 55. Distancia Cumplimiento Umbral Conductual Mamíferos – Instalación de Faena 2



Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

En la siguiente tabla se resumen las distancias de cumplimiento por cada frente de trabajo que determinan las áreas de potencial afectación conductual sobre la especie desde los límites del área del proyecto y se comparan con la menor distancia real que separan dichos frentes de trabajo del hábitat.

Tabla 57. Niveles de Ruido Estimados a Distancia Mínima - fase de construcción y cierre

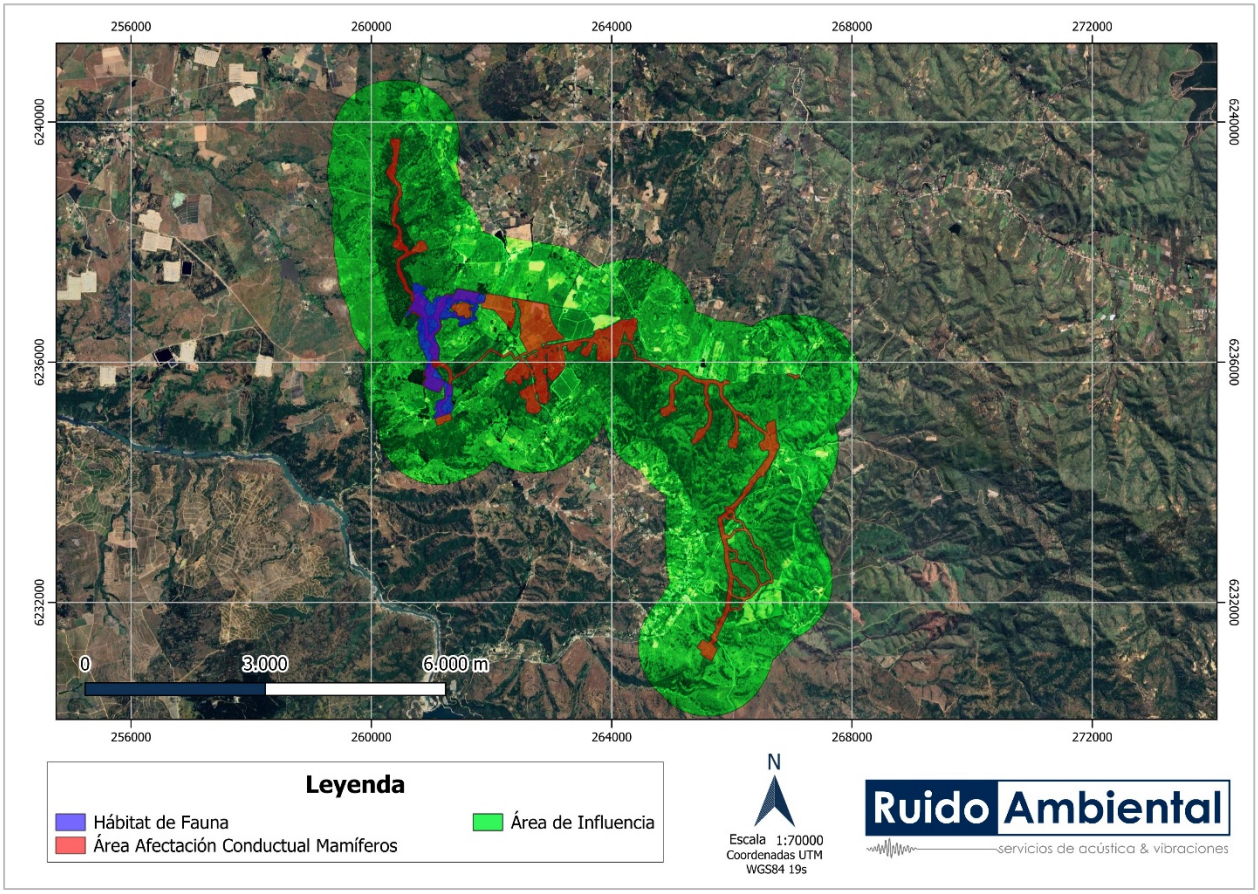
Frente	Menor Distancia al Hábitat desde el Frente de trabajo más cercano	Distancia de Cumplimiento Umbral calculada	**Análisis**
IIFF1-3	920 m	**5 m**	Descartada afectación sobre el hábitat por este Frente de trabajo.
IIFF2	1030 m	**16 m**	
Ft Construcción y montaje área SE + BESS	5275 m	**20 m**	
Ft Construcción y montaje línea de alta tensión	5350 m	**19 m**	
Ft Habilitación accesos y caminos internos PE	Colindante	**24 m**	Existirá una porción del hábitat con potencial afectación conductual por estos frentes de trabajo
Ft Habilitación accesos y caminos internos PF	Colindante	**17 m**	
Ft Habilitación Instalaciones temporales	Colindante	**28 m**	
Ft Montaje Aerogeneradores	Colindante	**35 m**	
Ft Montaje Paneles y Centros de Transformación	Colindante	**17 m**	
Ft Preparación del terreno	Colindante	**24 m**	
Ft Cableado Baja y Media Tensión	Colindante	**18 m**	

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar, en los sectores donde el hábitat se encuentra colindante con el área del proyecto, se prevé que el ruido generado por los frentes de trabajo correspondientes, genere un área de afectación conductual (buffer entre 17 y 35 m desde las obras) que intersecará una porción del polígono que delimita el hábitat relevante. Se debe tener en cuenta que las áreas de afectación se irán manifestando en la medida que existan trabajos, no serán permanentes, y las distancias calculadas son las mayores posibles al sumar la emisión de todas las maquinarias que componen cada frente en funcionamiento simultaneo, cosa que en la práctica no ocurrirá.

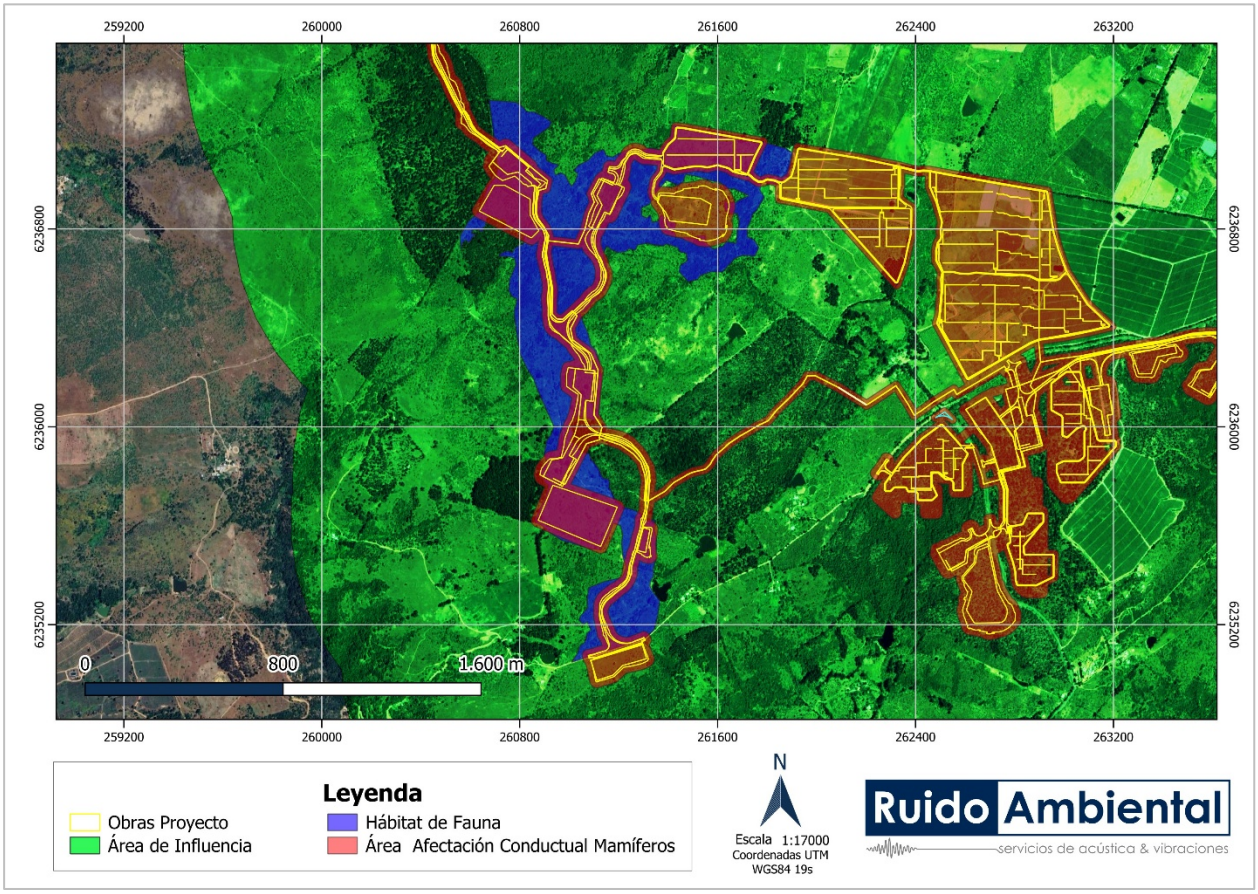
En las siguientes figuras, se grafican los buffers obtenidos que representan las potenciales áreas de afectación conductual para la especie mamífero.

Figura 56. Áreas de Afectación Mamíferos – Fase de construcción y cierre



Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2026.

Figura 57. Áreas de Afectación Mamíferos acercamiento Hábitat – Fase de construcción y cierre



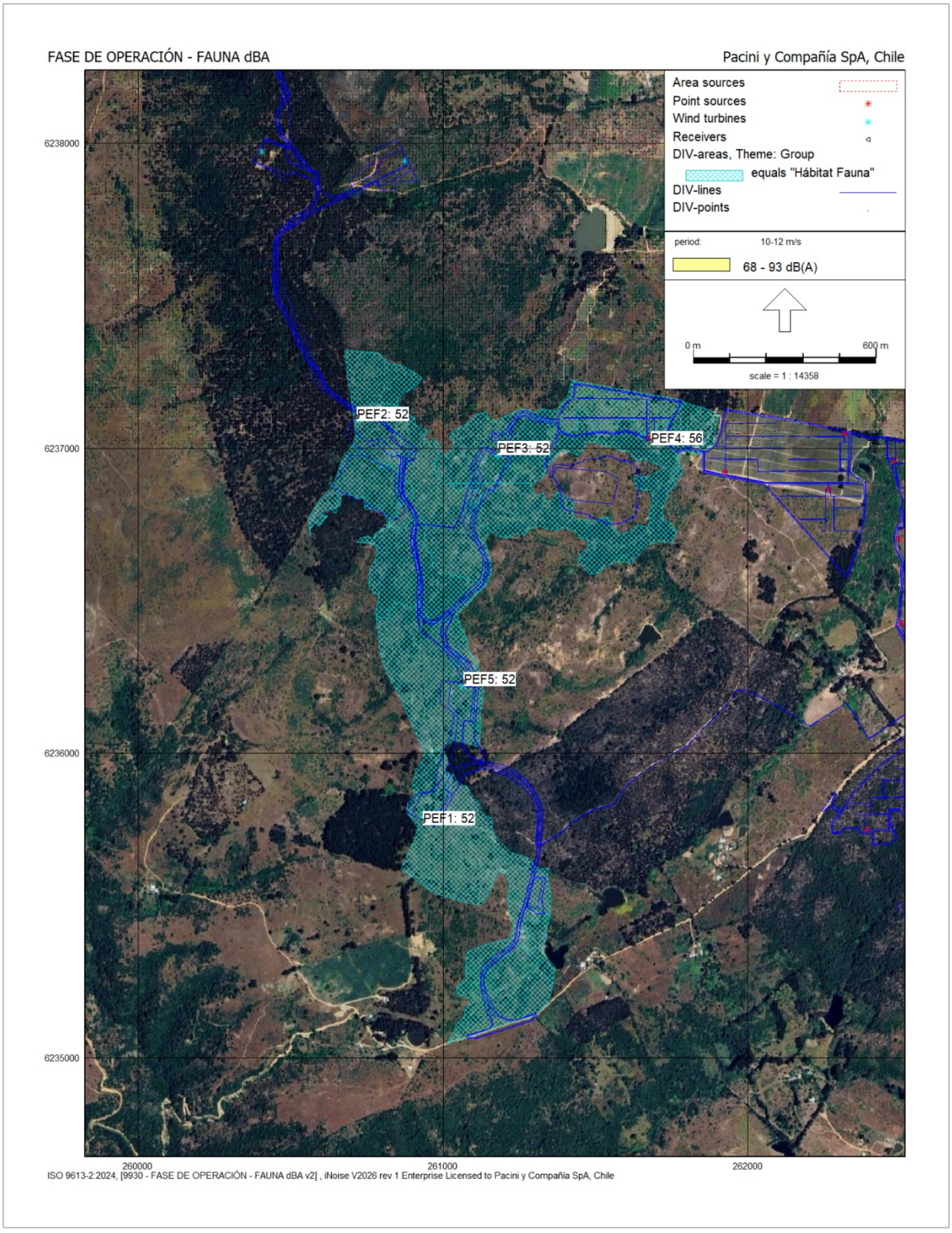
Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2026.

Como se puede observar en las figuras Figura 56, Figura 57 y según el análisis de intersección entre las áreas de afectación conductual y los hábitats de fauna relevantes de mamíferos, se observa que, existen hábitats de fauna con afectación conductual de especies de Mamíferos, por los frentes de construcción y cierre del Proyecto.

6.2.2 Fase de Operación

En las siguientes Figuras se presentan los mapas de ruido en función a los umbrales de cada especie evaluada y los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en los puntos de evaluación de los hábitats de relevancia para Fauna para la fase de operación del Proyecto. Todos los mapas de ruidos y escenarios de modelación, que se muestran en las siguientes imágenes, se encuentran en Coordenadas UTM, Datum WGS84, Huso 19s.

Figura 58. Mapa de ruido en base a umbrales y Niveles de Presión Sonora Estimados en fauna MAMÍFEROS [dBA] - fase de operación



Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que, en los mapas de ruido en base a los umbrales de afectación, no se incluyen isolíneas correspondientes a niveles inferiores a dichos umbrales, 68 [dBA] en el caso de mamíferos. En consecuencia, la ausencia de contornos o isolíneas en la cartografía de mapas de ruido asociados a fauna indica que los niveles sonoros generados por las fuentes evaluadas no superan los umbrales definidos para las especies consideradas, por lo que no se generaría ningún tipo de afectación.

En la siguiente tabla se presentan los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en puntos de evaluación distribuidos dentro del área de Fauna evaluada asociados a la fase de operación del Proyecto representando los sectores potencialmente más expuestos para esta fase del Proyecto.

Tabla 58. Niveles de Ruido Estimados en puntos de evaluación de fauna [dB(A)] - fase de operación

Hábitat de Fauna	Punto Evaluación	NPS Estimado Fase Operación [dB(A)]	NPSeq Ruido de Fondo promedio [dB(A)]	Umbral de referencia Conductual Mamíferos [dB(A)]
Área Avistamiento Guiña	PEF01	**52**	38	68
	PEF02	**52**	38	68
	PEF03	**52**	38	68
	PEF04	**56**	38	68
	PEF05	**52**	38	68

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en las tablas anteriores, los valores estimados alcanzan hasta los 56 [dB(A)] para la fase de operación del Proyecto. A partir de lo anterior, se obtienen niveles de ruido en los hábitats de Fauna que se encuentran por sobre el nivel de ruido basal en algunos puntos, sin embargo, no superan umbrales de referencia de mamíferos.

6.3 Vibraciones

6.3.1 Método de Cálculo

La estimación de la vibración sobre cada punto de evaluación se determina utilizando la siguiente relación:

$$PPV_{proyectado} = PPV_{Ref}\left(\frac{25}{D}\right)^{1,5}$$

Donde:

$PPV_{Proyectado}$: Velocidad de partícula peak en [pulgadas/s].

D: Distancia a determinar en [m] utilizando como referencia las velocidades.

$PPV_{Referencia}$: Velocidad de partícula de referencia medias a 25 [pies] en [pulgadas/s].

Por otra parte, el modelo de cálculo para estimar el nivel de vibraciones (Lv) en un receptor ubicado a una cierta distancia de la fuente se indica en la siguiente expresión:

$$Lv(D) = Lv(25\ Ft) - 30\log\ (D/25)$$

Donde:

- Lv(D): Nivel de vibración proyectada a una cierta distancia D.
- Lv(25 Ft): Nivel de vibración referencia de una maquinaria evaluada a 25 pies.
- D: Distancia de vibración proyectada [pies]

6.3.2 Fase de construcción y cierre

En la siguiente tabla se presentan las Velocidades Peak de Partículas (PPV) y los Niveles de Vibración (Lv) estimados en los receptores. Los valores que exceden los máximos serán destacados en rojo para facilitar la lectura.

Tabla 59. PPV y Lv estimados en receptores – Rodillo Compactador – Fase de construcción y Cierre

Maquinaria	Punto Receptor	Distancia Frente de Trabajo y Receptor [m]	PPV [pulgadas/s]	Lv [VdB]
Rodillo Compactador	**R01**	32	**0,024**	**72**
	R02	191	**0,002**	**49**
	R03	75	**0,007**	**61**
	R04	54	**0,011**	**65**
	R05	122	**0,003**	**55**
	R06	500	**0,000**	**36**
	R07	302	**0,001**	**43**
	R08	725	**0,000**	**32**
	R09	666	**0,000**	**33**
	R10	598	**0,000**	**34**
	R11	312	**0,001**	**43**
	R12	220	**0,001**	**47**
	R13	88	**0,005**	**59**
	R14	348	**0,001**	**41**
	R15	170	**0,002**	**50**
	R16	668	**0,000**	**33**
	R17	489	**0,000**	**37**
	R18	235	**0,001**	**46**

Maquinaria	Punto Receptor	Distancia Frente de Trabajo y Receptor [m]	PPV [pulgadas/s]	Lv [VdB]
	R19	512	**0,000**	**36**
	R20	669	**0,000**	**33**
	R21	733	**0,000**	**31**
	R22	233	**0,001**	**46**
	R23	215	**0,001**	**47**
	R24	478	**0,000**	**37**
	R25	335	**0,001**	**42**
	R26	1528	**0,000**	**22**
	R27	1269	**0,000**	**24**
	R30	75	**0,007**	**61**

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que en los receptores los valores PPV se encuentran por debajo del valor referencial de daño para Rodillo compactador en todos los Receptores. En cuanto a Lv, asociado a Molestia, se puede observar que los niveles se encuentran por debajo del valor referencial en todos los receptores.

7 MEDIDAS DE CONTROL

7.1 Ruido en Asentamientos Humanos

7.1.1 Fase de Construcción y Cierre

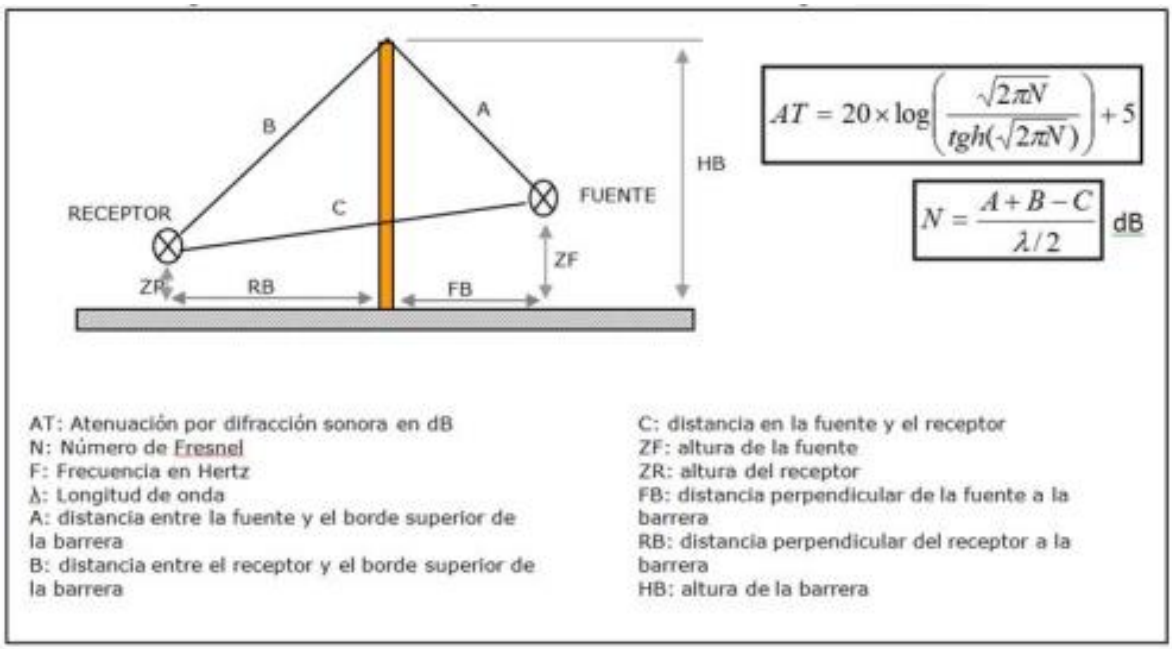
Dada la superación de los límites máximos permisibles de ruido en horario diurno obtenida en los receptores R01, R02, R03, R04, R13 y R30, se implementarán una serie de medidas de control para cubrir los diferentes frentes de ruido en los receptores afectados, los cuales se muestran a continuación.

7.1.1.1 Barreras Acústicas Modulares

Se implementarán barreras acústicas modulares cuya altura oscila entre 2,4 y 3,6 [m], en los frentes de construcción, colindantes a los receptores R01, R02, R03, R04, R13 y R30. Estas barreras modulares, deben ser de un material cuya densidad superficial sea igual o superior a 10 kg/m^2 (por ejemplo, paneles de madera OSB de 15 [mm] de espesor o material equivalente). Las junturas de los paneles que conformen la barrera serán herméticas tanto entre ellas como la unión con el piso, de modo que no se generen fugas y se pierda efectividad.

La atenuación por difracción sonora de esta medida es obtenida a través del software de modelación basado en la norma ISO 9613, no obstante, dicho procedimiento se puede resumir a través de la relación establecida por Maekawa:

Figura 59. Método de atenuación sonora por difracción para barreras, según maekawa.



Las barreras modulares cubrirán los frentes de trabajo y se irán desplazando a medida en que este avance, y siempre interponiéndose entre la fuente y el receptor de manera de protegerlos de los frentes de ruido.

En la siguiente tabla se muestran las alturas, los frentes de ruido y los receptores a proteger con el uso de barreras modulares.

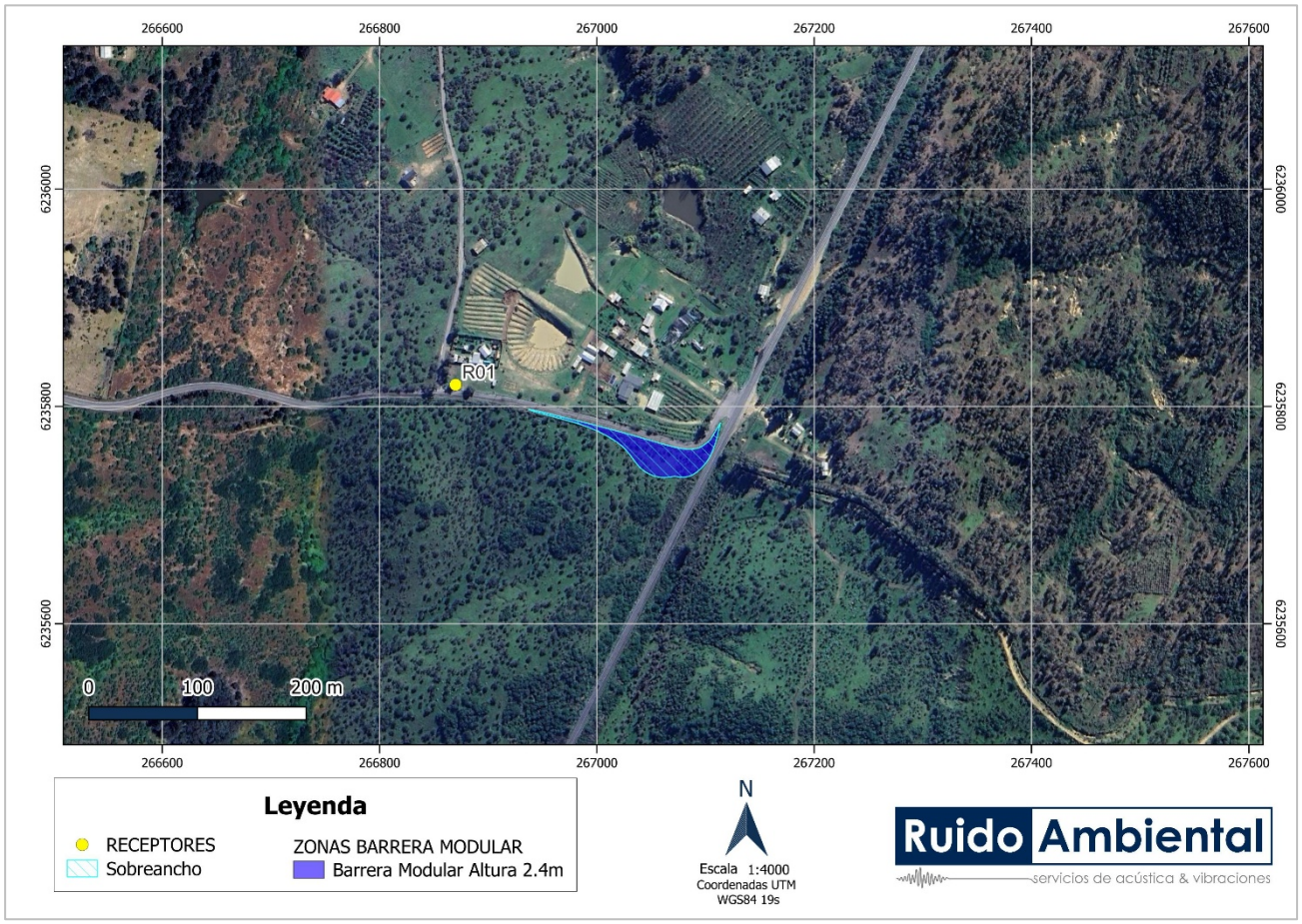
Tabla 60. Barreras Acústicas Modulares – Fase de Construcción y Cierre

Receptor	Frente de Trabajo	Altura Barrera Modular [m]
R01	Ft Caminos	2,4
R02	Ft Caminos	2,4
R03	Ft Caminos	3,6
R04	Ft Caminos	3,6
R13	Ft Media Tensión Soterrada (PE) – Ft PFV	3,6
R30	Ft Caminos – Ft PFV	3,6

Fuente: Elaboración propia.

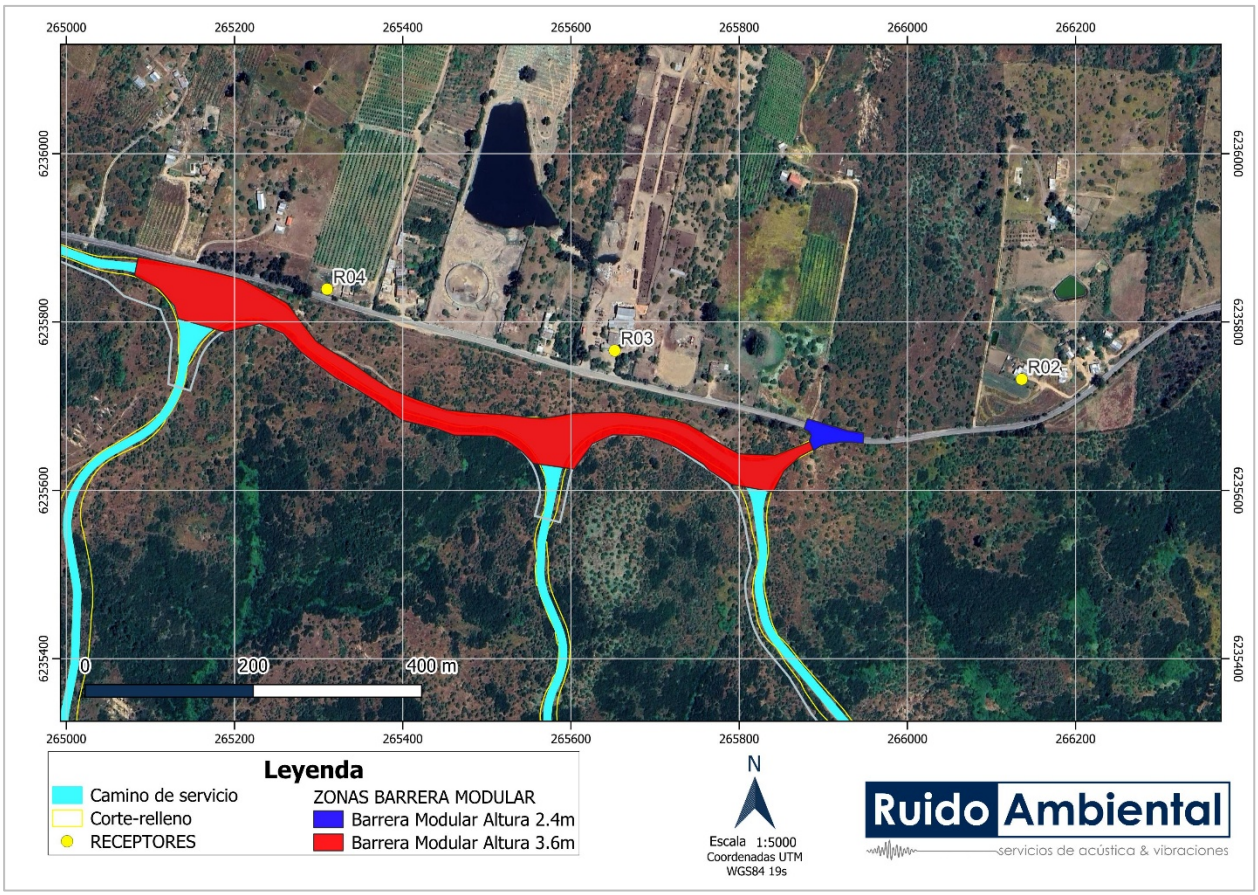
En las siguientes figuras se muestran las zonas de implementación de las Barreras Modulares dentro del Proyecto.

Figura 60. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R01 – Fase de construcción y Cierre



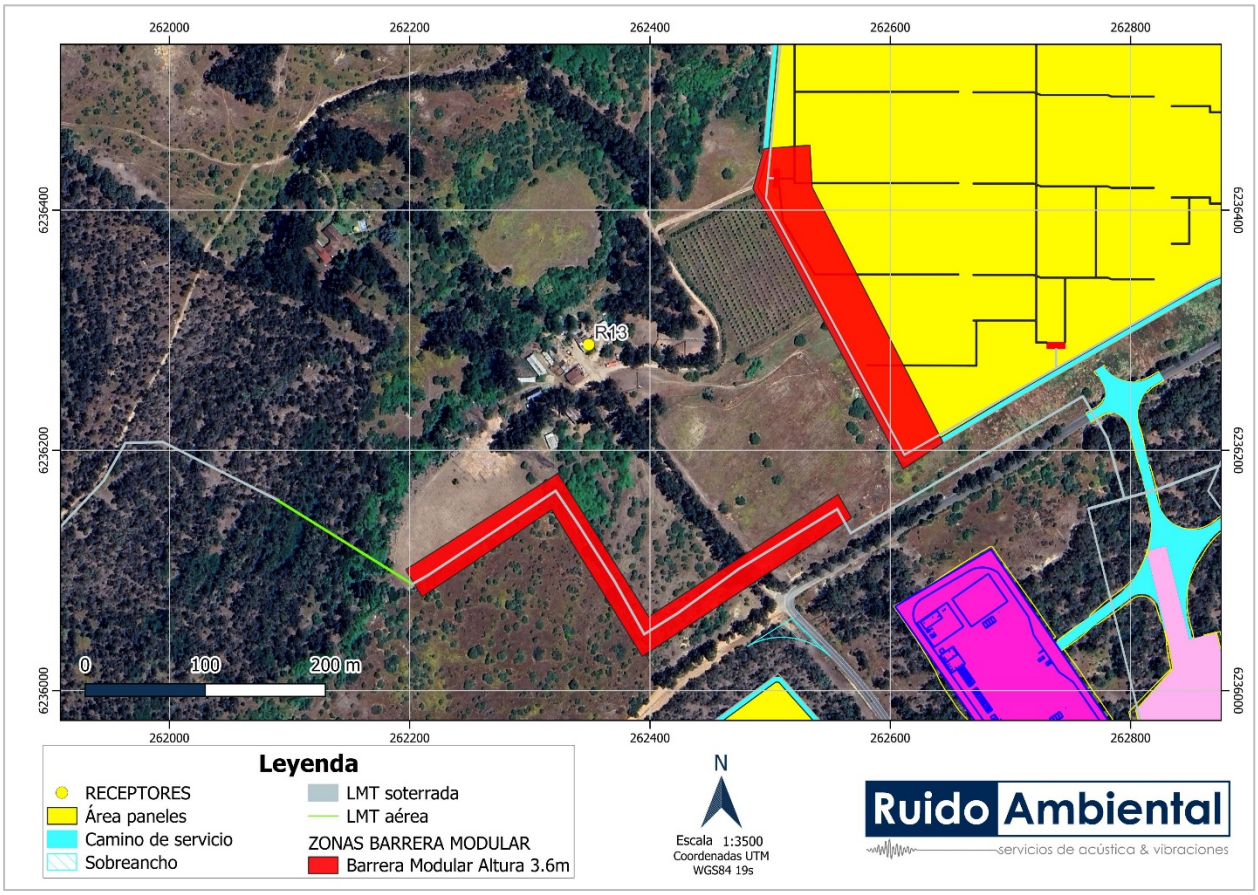
Fuente: Elaboración propia.

Figura 61. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R02, R03 y R04 – Fase de construcción y Cierre



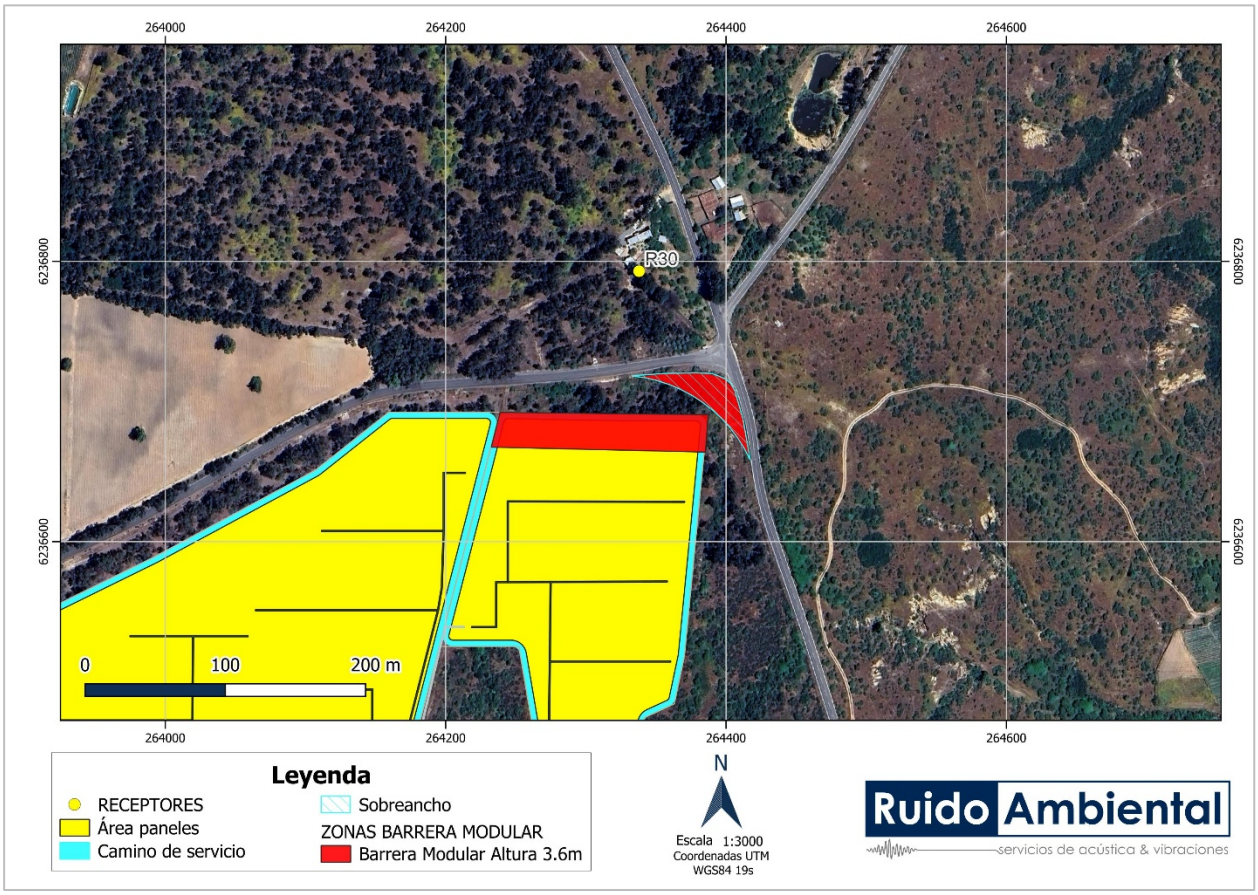
Fuente: Elaboración propia.

Figura 62. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R13 – Fase de construcción y Cierre



Fuente: Elaboración propia.

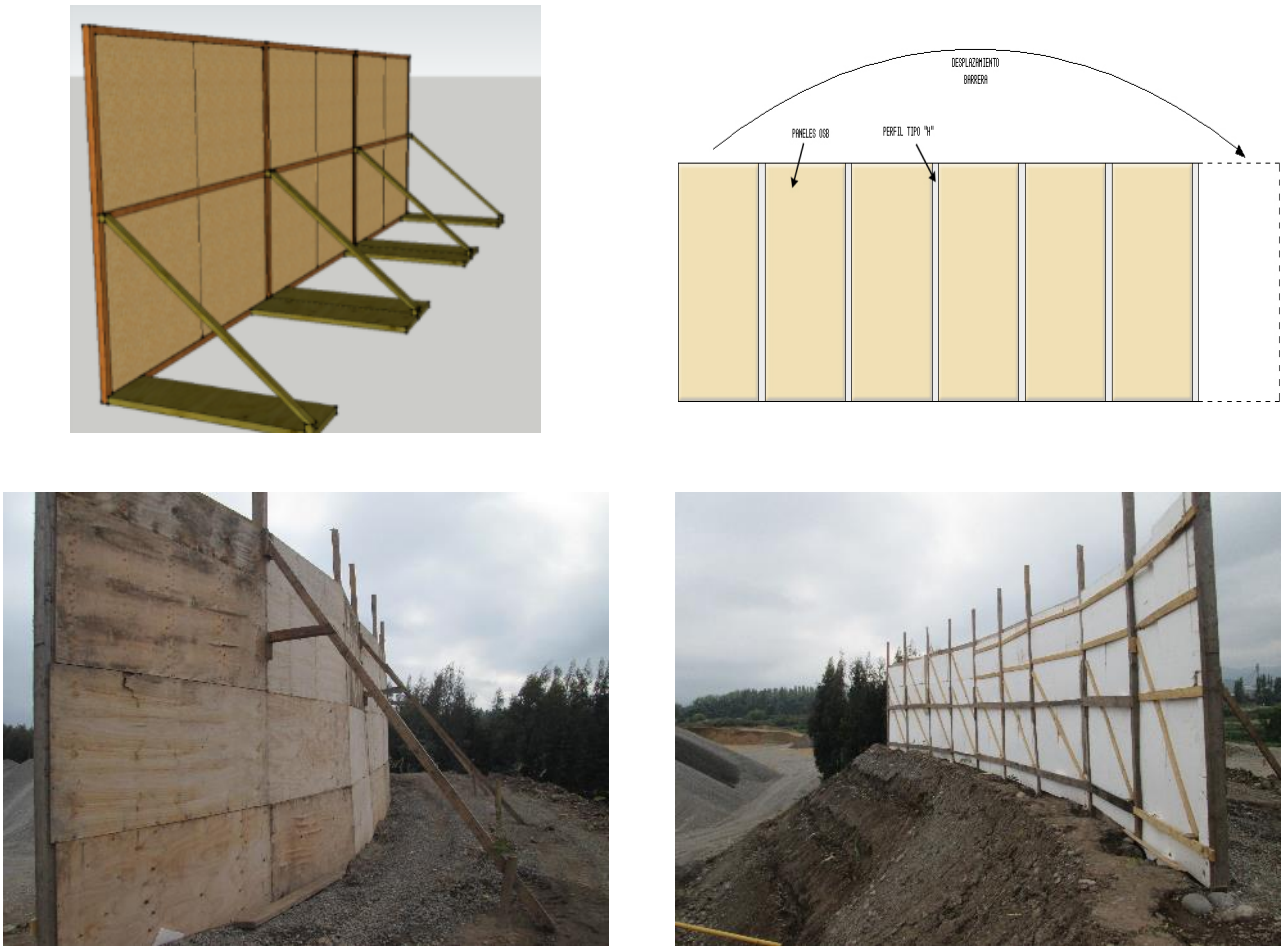
Figura 63. Ubicación Zonas Aplicación Barreras Modulares Receptor R30 – Fase de construcción y Cierre



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestran Barreras Modulares de ejemplo.

Figura 64. Imagen referencial de barreras acústicas modulares con paneles OSB



Fuente: Elaboración Propia.

7.1.1.2 Restricción de Maquinaria

Por otra parte, dados los altos niveles de emisión que generan las actividades durante las faenas de construcción y la cercanía de los frentes de trabajo con los receptores, se considerarán áreas de restricción de maquinaria en los frentes de trabajo cercanos a los receptores R01, R03, R04 y R30. En este sentido se definen restricciones a los frentes de construcción según lo indica la siguiente tabla

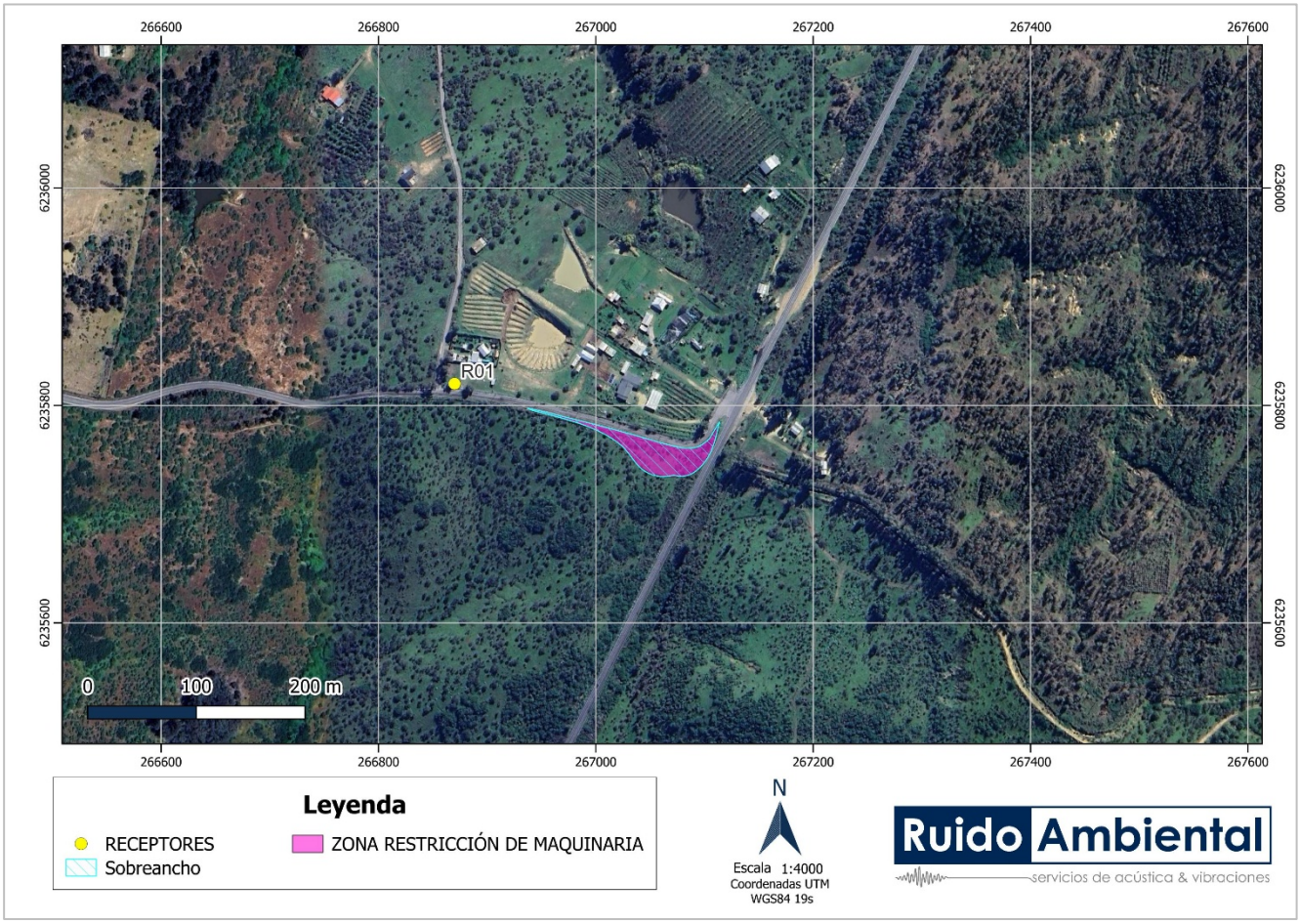
Tabla 61. Restricción de maquinaria – Fase de Construcción y Cierre

Frente Restringido	Restricción de Maquinaria	Receptor por proteger
Ft Habilitación accesos y caminos internos	Se deberá reemplazar el Bulldozer por maquinaria de menor tamaño como retroexcavadora.	R01 – R03 – R04 – R30

Fuente: Elaboración propia.

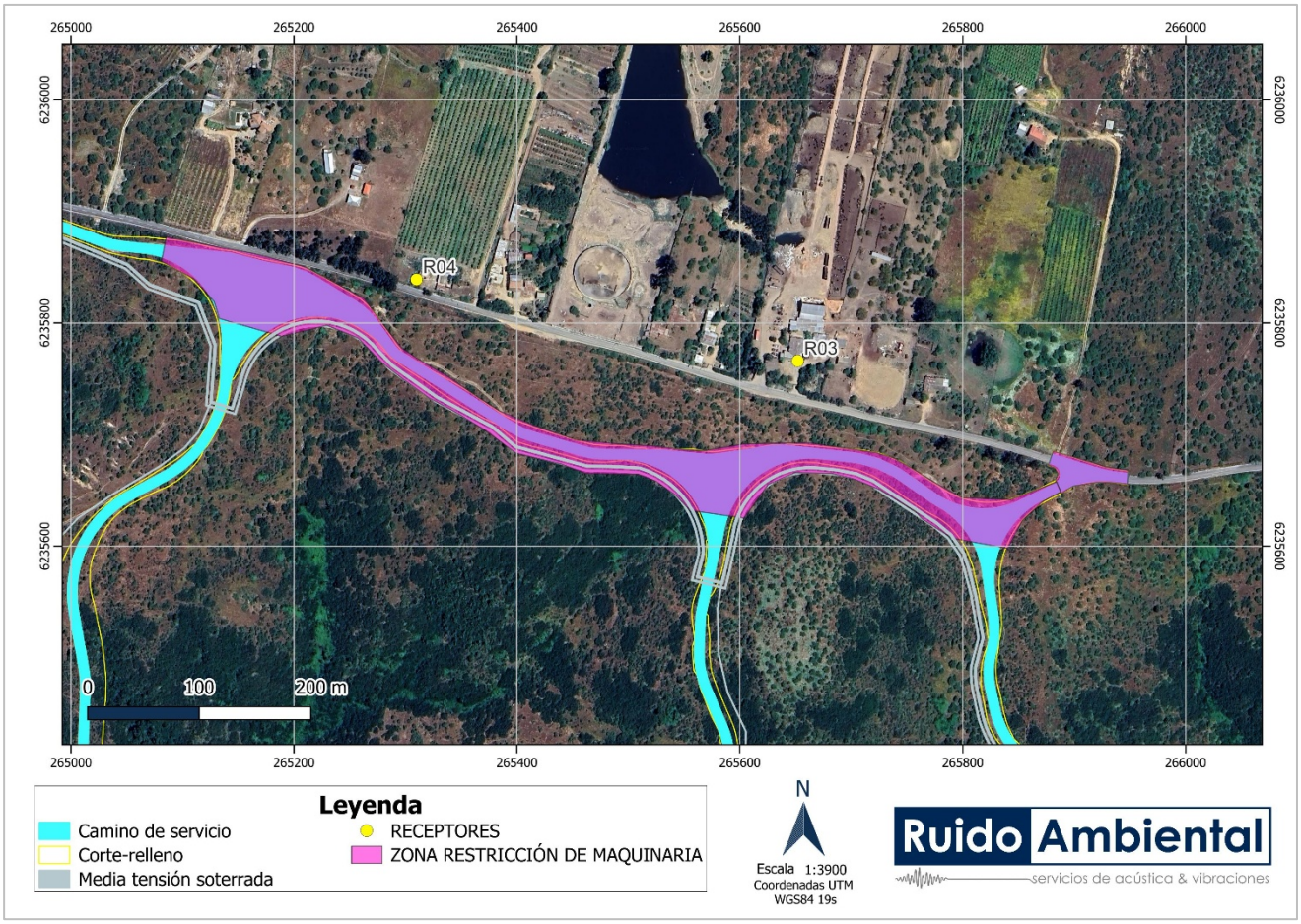
En las siguientes figuras se muestran las zonas de implementación de las Restricción de maquinaria establecidas dentro del Proyecto.

Figura 65. Ubicación Frentes de Construcción con Restricción de Maquinaria R01 – Fase de construcción y Cierre



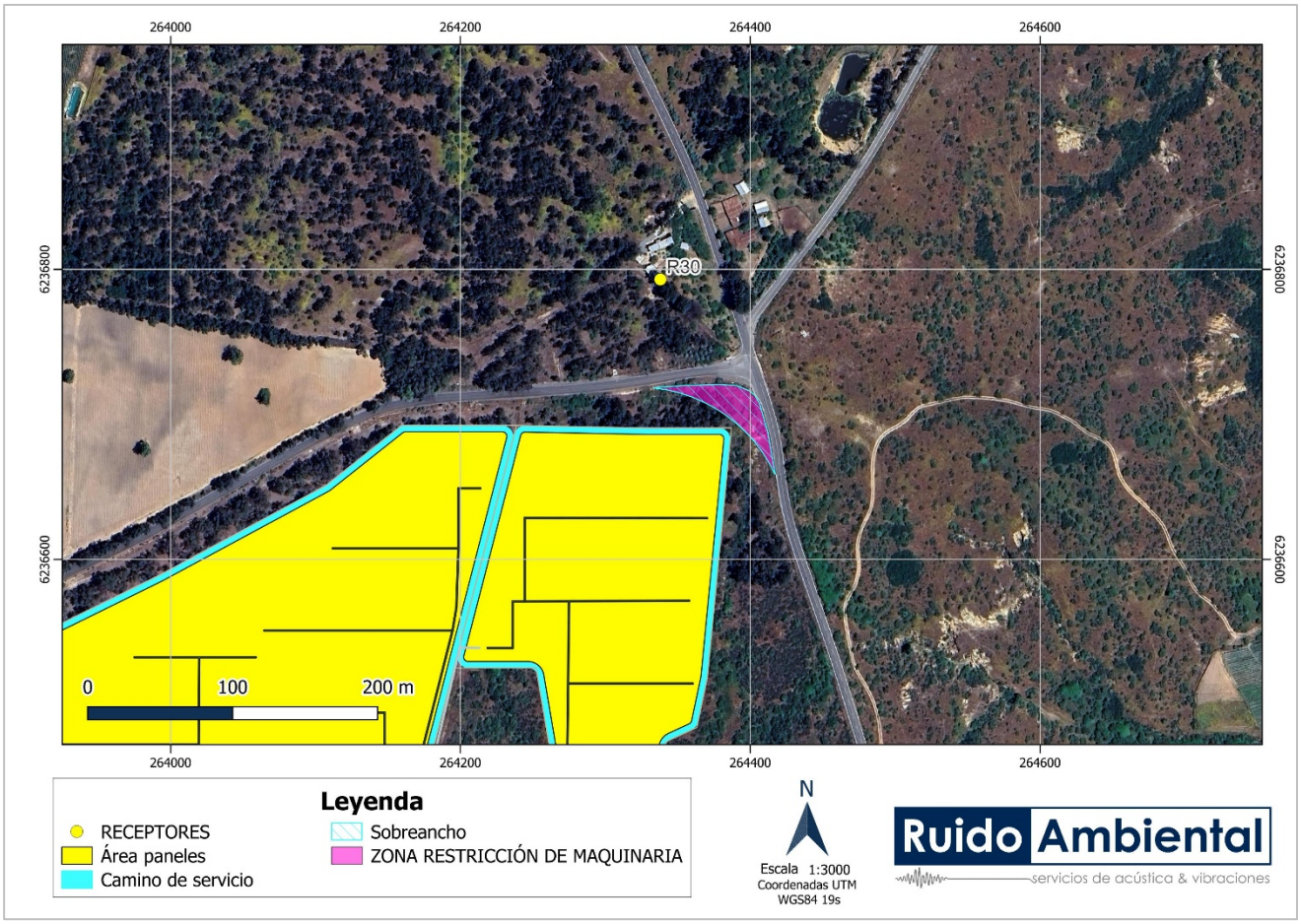
Fuente: Elaboración propia.

Figura 66. Ubicación Frentes de Construcción con Restricción de Maquinaria R03 y R04 – Fase de construcción y Cierre



Fuente: Elaboración propia.

Figura 67. Ubicación Frentes de Construcción con Restricción de Maquinaria R30 – Fase de construcción y Cierre

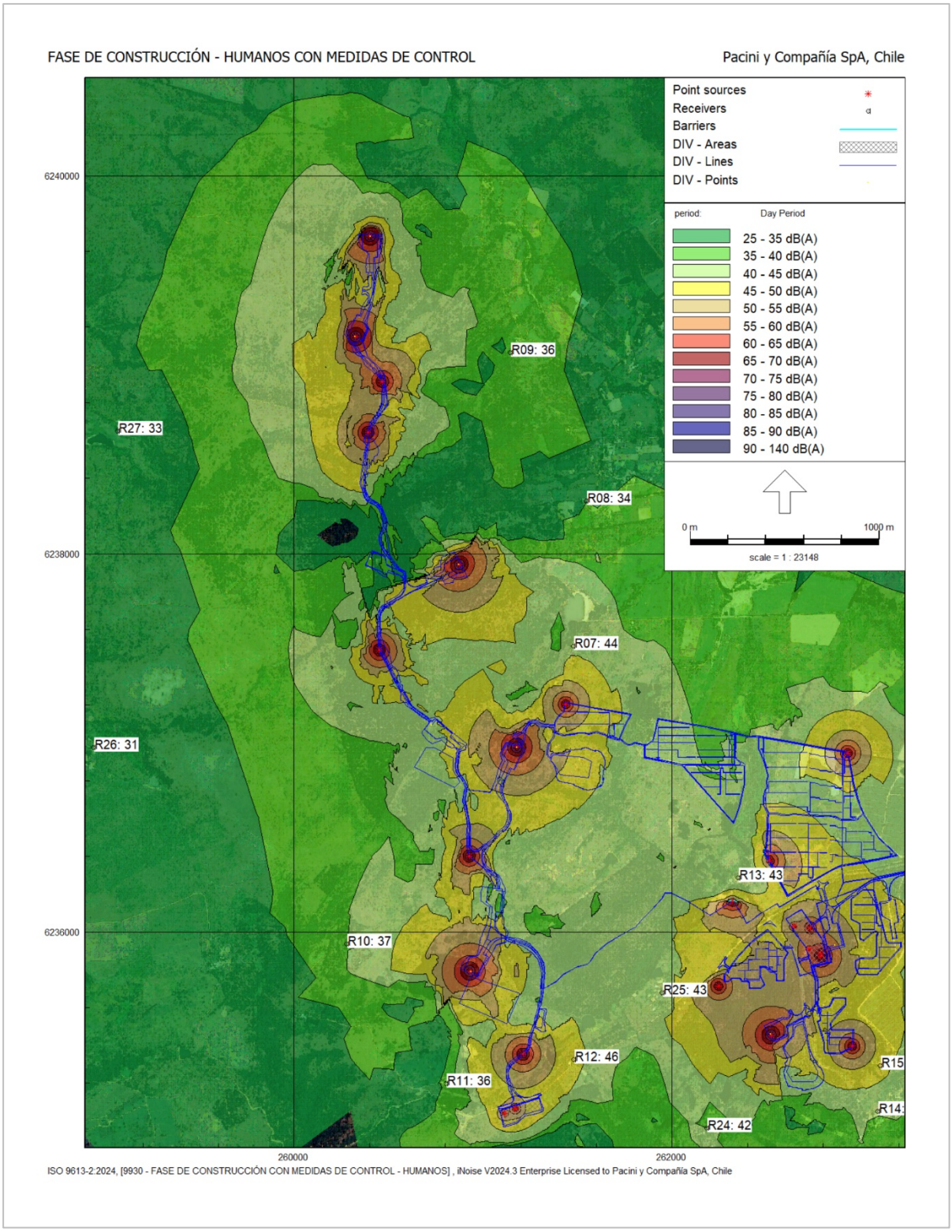


Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.3 Resultados con Medidas de Control

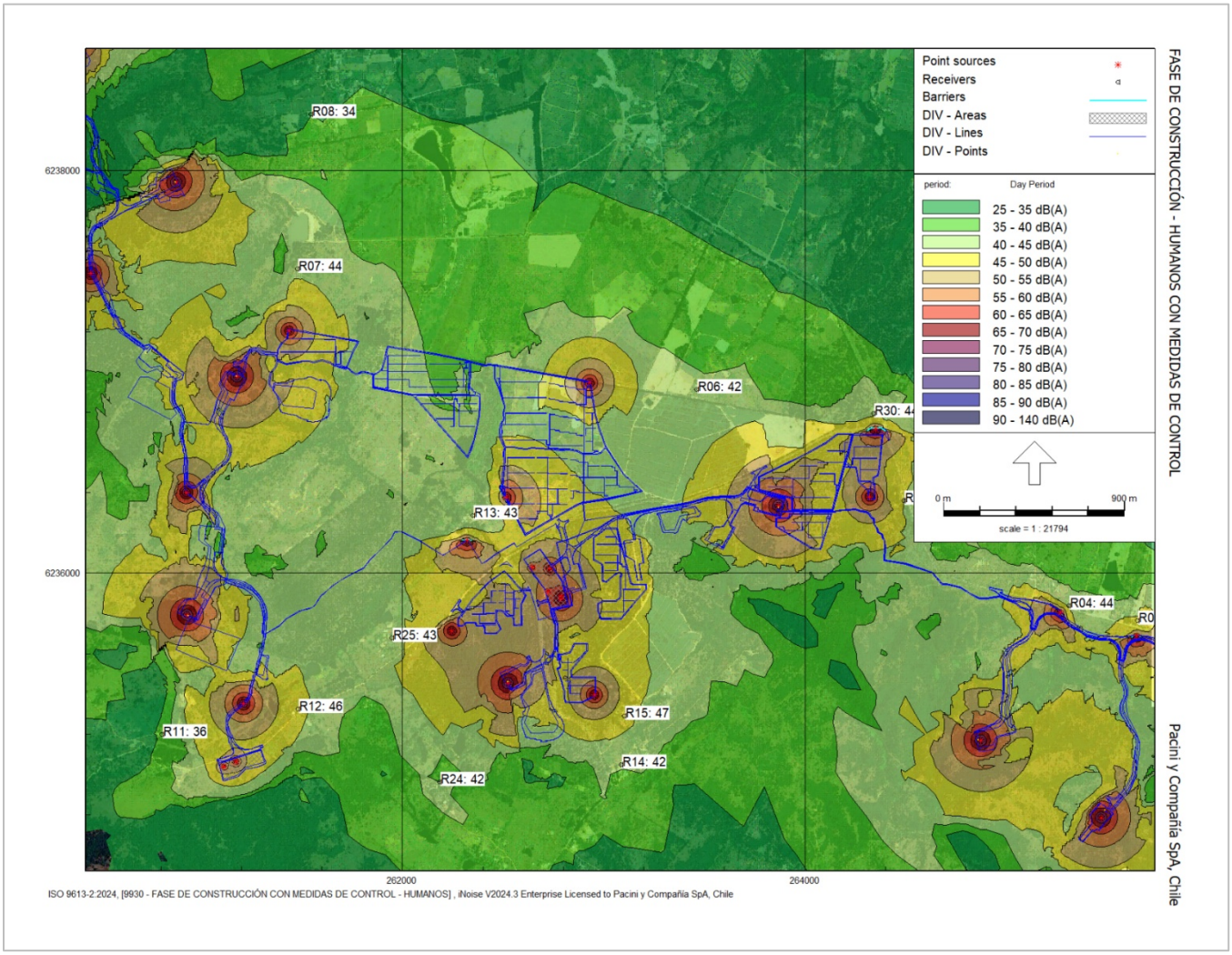
Finalmente, las siguientes figuras presentan los mapas de ruido, la ubicación de las barreras acústicas y los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en los receptores con las medidas de control propuestas.

Figura 68. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de construcción y Cierre



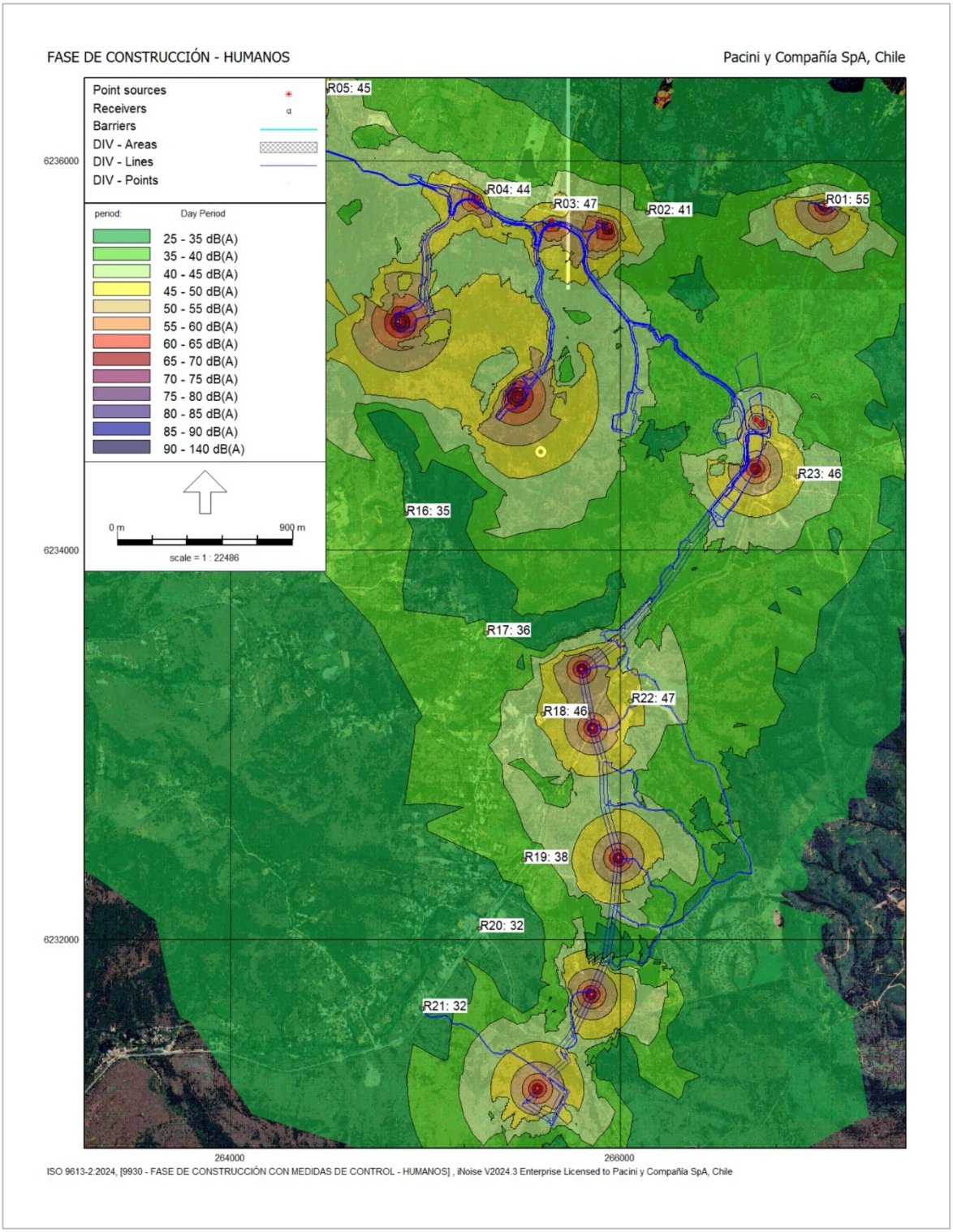
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 69. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de construcción y Cierre



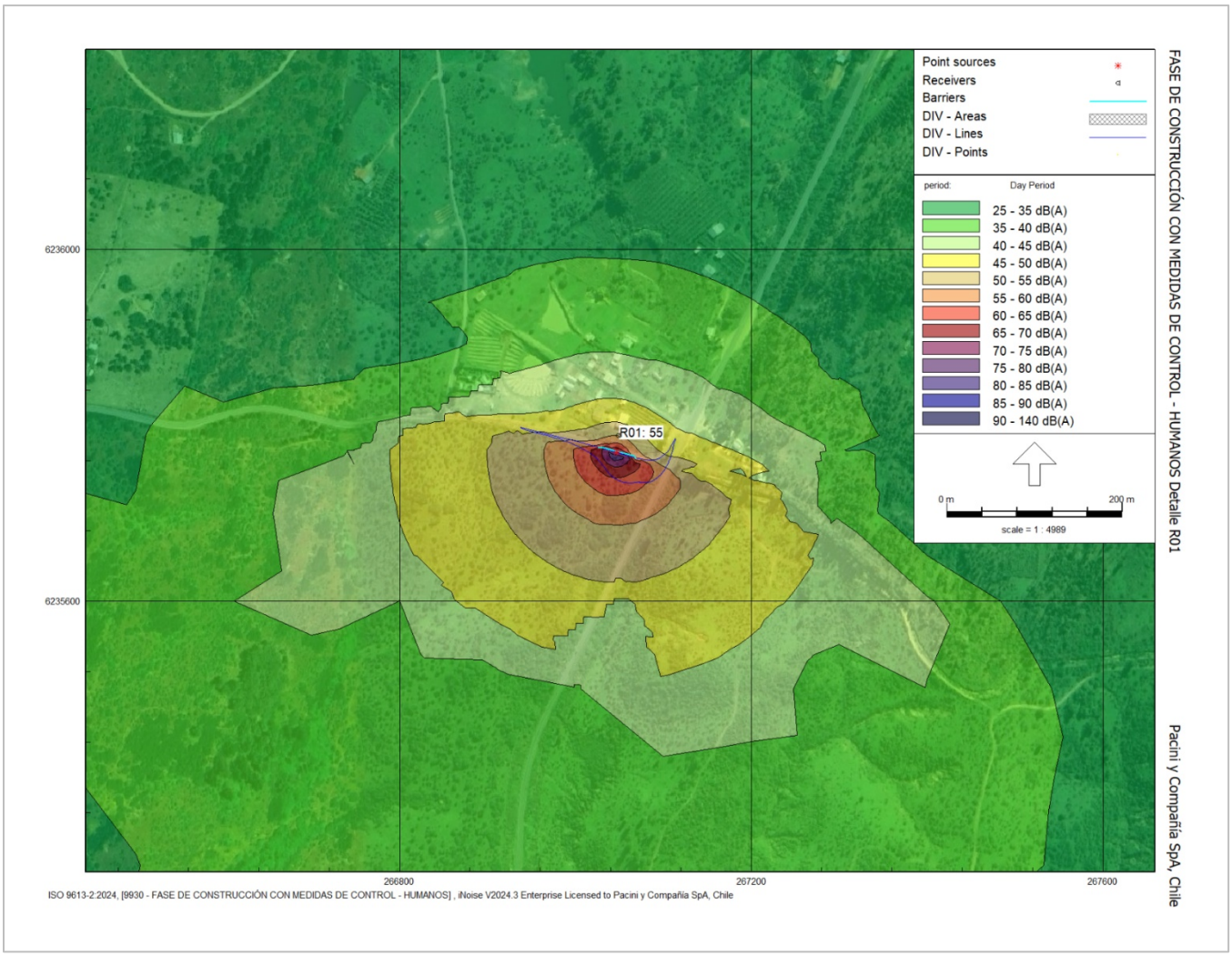
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 70. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de construcción y Cierre



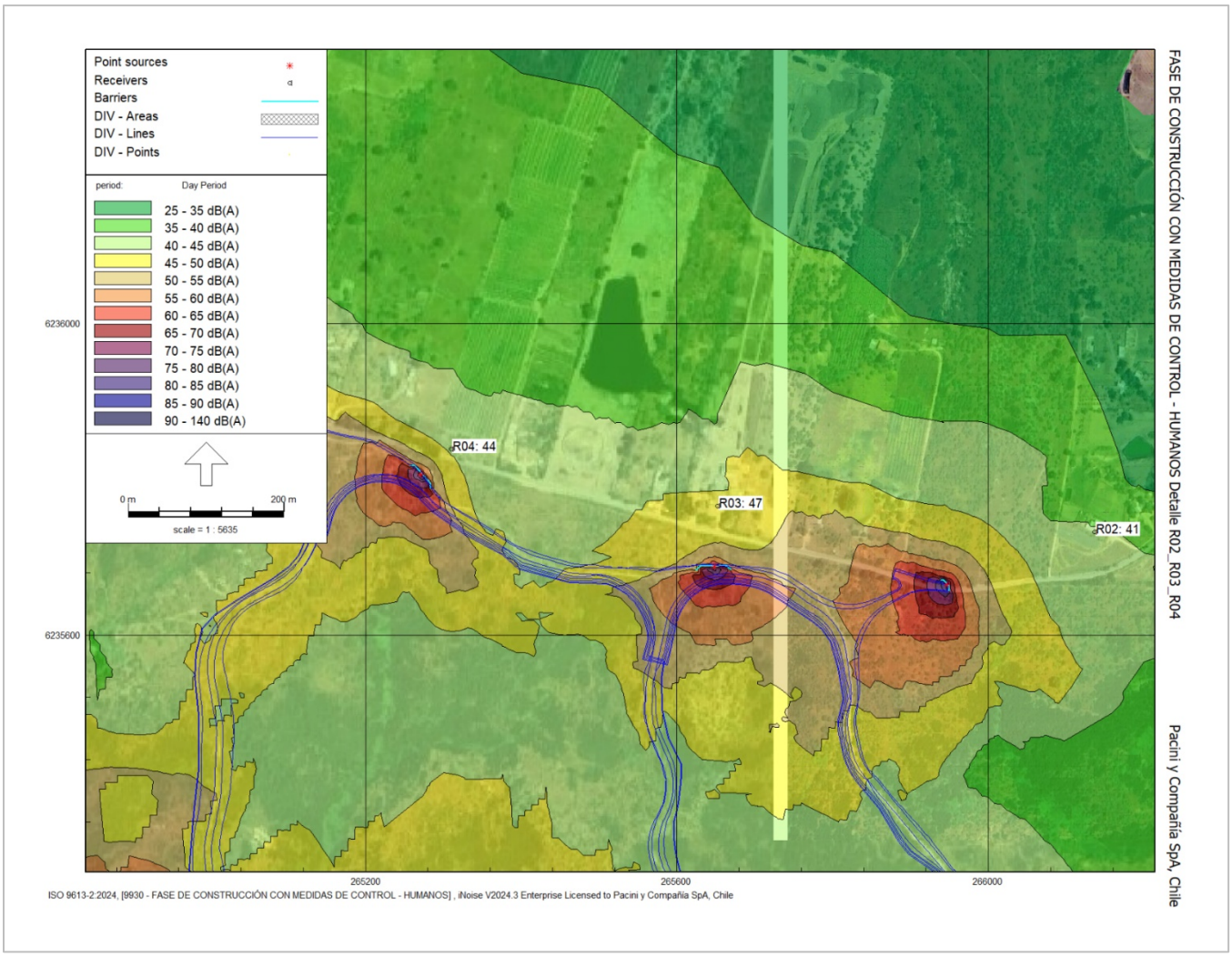
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 71. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R01 – Fase de construcción y Cierre



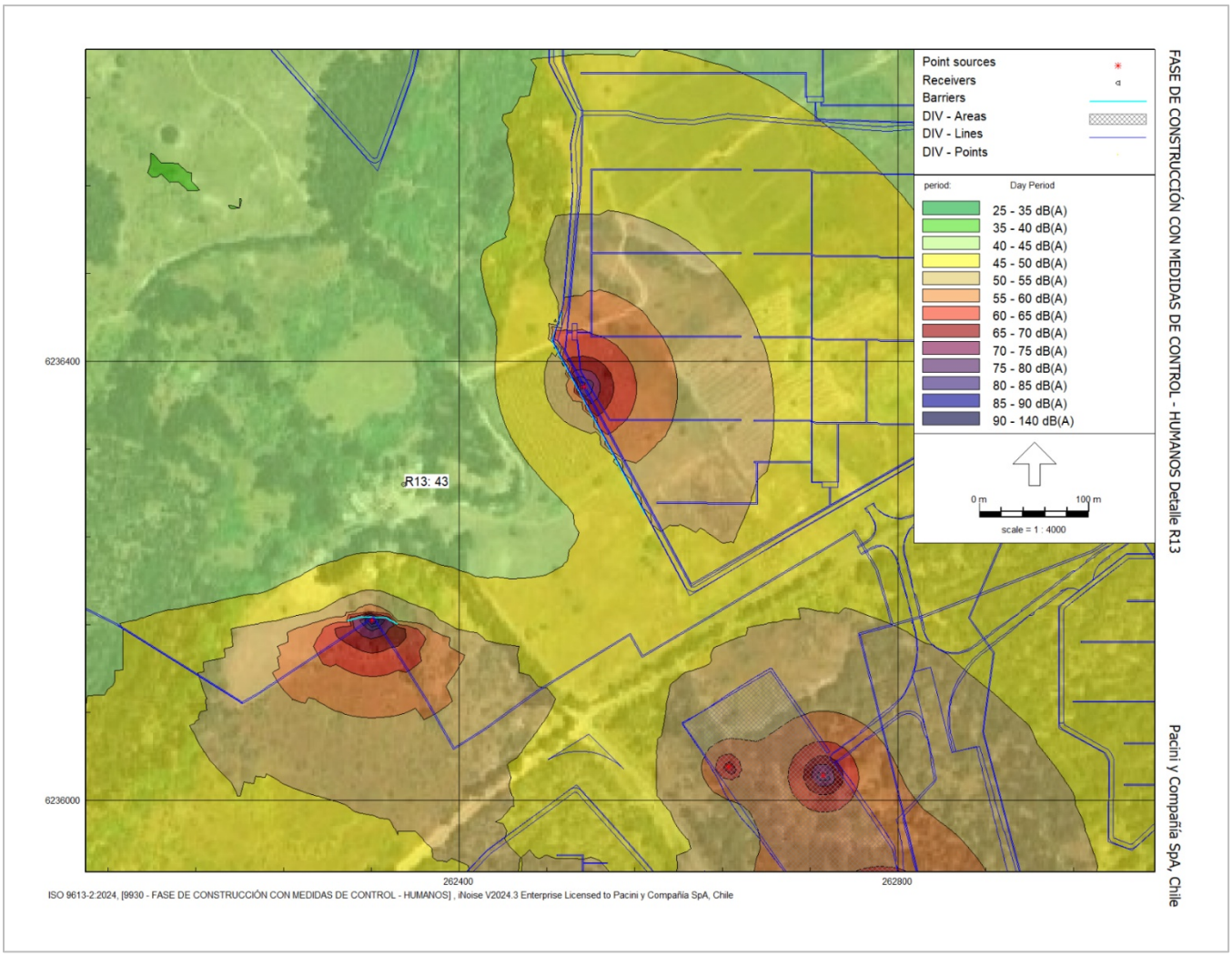
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 72. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R02, R03 y R04 – Fase de construcción y Cierre



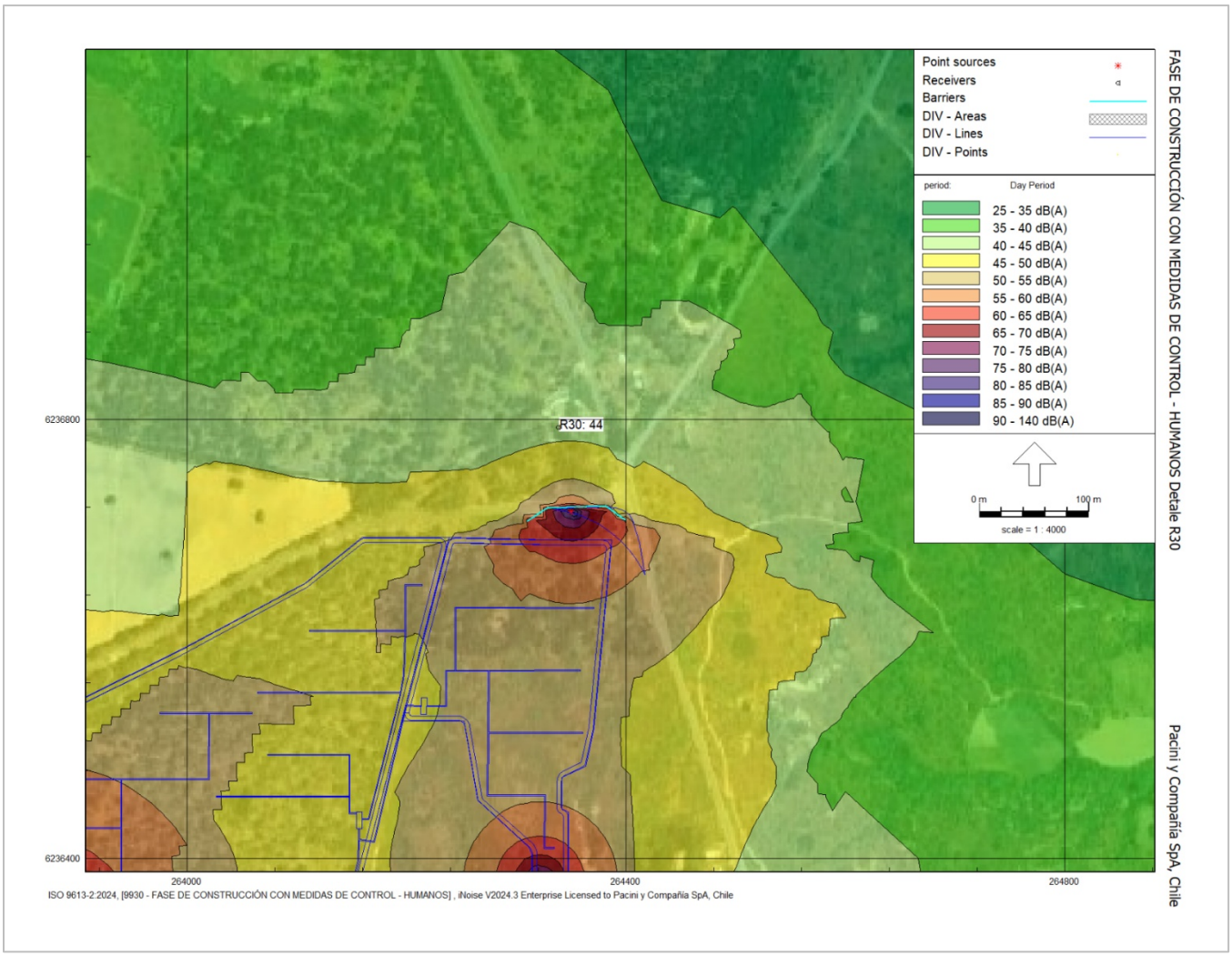
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 73. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R13 – Fase de construcción y Cierre



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 74. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados con Medidas de Control Detalle R30 – Fase de construcción y Cierre



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

En la siguiente tabla se presentan los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en los receptores para la fase de construcción considerando las medidas de control propuestas.

Tabla 62. Niveles de Ruido Estimados en Receptores con medidas de control - Fase de construcción y Cierre Diurno

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]
R01	1,5	**55**	57
R02	1,5	**41**	48
R03	1,5	**47**	47
R04	1,5	**44**	47

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]
R05	1,5	**45**	45
R06	1,5	**42**	47
R07	1,5	**44**	47
R08	1,5	**34**	47
R09	1,5	**36**	53
R10	1,5	**37**	51
R11	1,5	**36**	51
R12	1,5	**46**	57
R13	1,5	**43**	57
R14	1,5	**42**	52
R15	1,5	**47**	47
R16	1,5	**35**	49
R17	1,5	**36**	47
R18	1,5	**46**	46
R19	1,5	**38**	47
R20	1,5	**32**	52
R21	1,5	**32**	52
R22	1,5	**47**	52
R23	1,5	**46**	46
R24	1,5	**42**	47
R25	1,5	**43**	52
R26	1,5	**31**	49
R27	1,5	**33**	49
R30	1,5	**44**	46

Fuente: Elaboración Propia

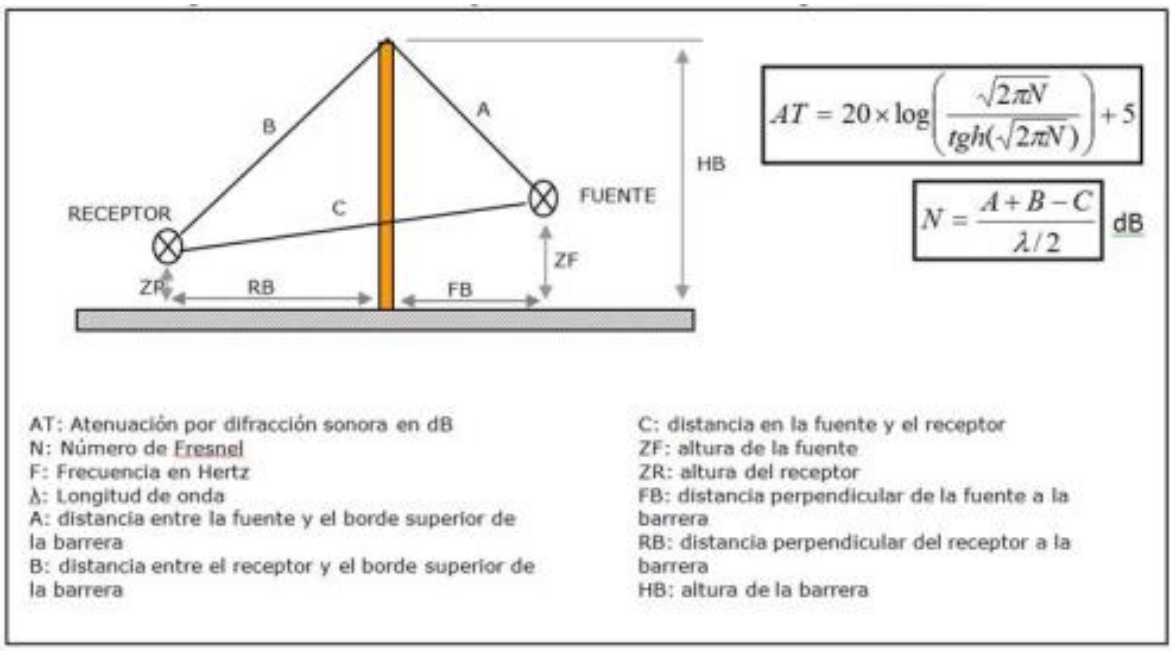
7.1.2 Fase de Operación

7.1.2.1 Barreras Acústicas Perimetrales

Se implementarán cierres parciales del perímetro de los sectores de paneles fotovoltaicos 03, 05 y 10. Estas barreras deben serán de altura entre 2 [m] y 3 [m] y de un material cuya densidad superficial sea igual o superior a 10 kg/m^2 (por ejemplo muro de hormigón tipo bulldog o barreras acústicas de acrílico transparentes). Las uniones de los paneles que conformen la barrera serán herméticas tanto entre ellas como con el piso, de modo que no se generen fugas y se pierda efectividad.

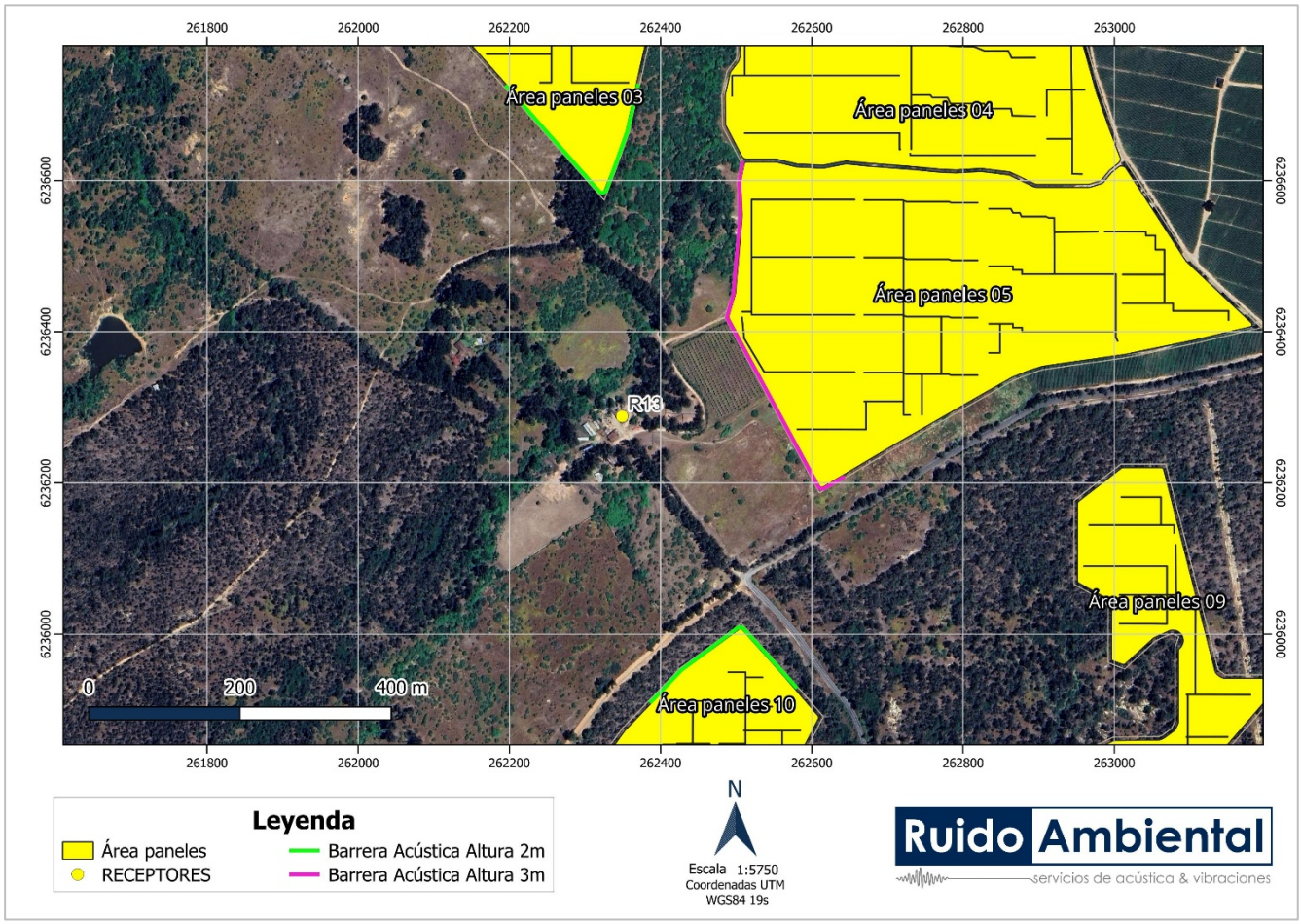
La atenuación por difracción sonora de esta medida es obtenida a través del software de modelación basado en la norma ISO 9613, no obstante, dicho procedimiento se puede resumir a través de la relación establecida por Maekawa:

Figura 75. Método de atenuación sonora por difracción para barreras, según Maekawa



En las siguientes figuras se presenta la ubicación y altura de las barreras acústicas perimetrales para la fase de operación del Proyecto.

Figura 76. Ubicación barrera acústica Perimetral de Altura para Áreas Paneles PFV – Fase de operación



Fuente: Elaboración propia.

7.1.2.2 Modos de Operación Aerogeneradores

En la siguiente tabla se muestran los modos de operación de los aerogeneradores, declarados en la Tabla 35 para los periodos diurno y nocturno a las diferentes velocidades de viento, establecidos como diseño del proyecto para cada aerogenerador.

Tabla 63. Modo de Operación de aerogeneradores para periodos y velocidades de viento

Aerogenerador	Modo Operación Aerogenerador					
	6-8 m/s Diurno	8-10 m/s Diurno	10-12 m/s Diurno	6-8 m/s Nocturno	8-10 m/s Nocturno	10-12 m/s Nocturno
AG-01	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-02	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-03	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-04	AM0	AM0	AM0	AM0	**N1**	AM0
AG-05	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-06	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-07	AM0	**N2**	**N2**	AM0	AM0	AM0
AG-08	AM0	**N2**	**N2**	AM0	**N1**	**N1**
AG-09	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-10	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-11	AM0	AM0	AM0	AM0	**N2**	AM0
AG-12	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-13	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-14	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-15	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0
AG-16	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0	AM0

Fuente. Descripción Proyecto (Elaboración propia).

Tabla 64. Niveles de ruido de Aerogeneradores en Modos de Operación para periodos y velocidades de viento

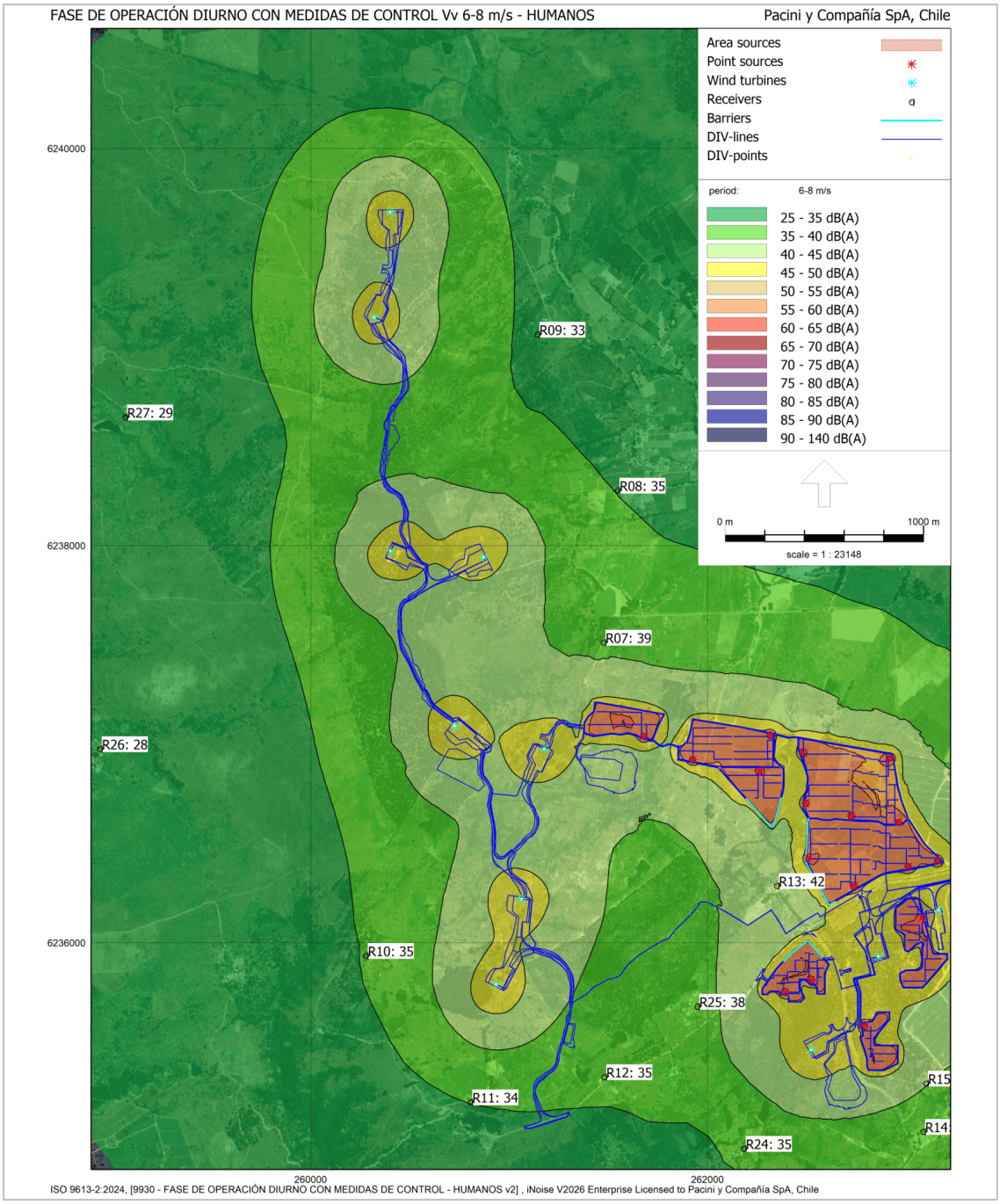
Aerogenerador	Velocidad de Viento [m/s] altura buje / NWS [dB(A)] Aerogeneradores					
	6-8 m/s Diurno	8-10 m/s Diurno	10-12 m/s Diurno	6-8 m/s Nocturno	8-10 m/s Nocturno	10-12 m/s Nocturno
AG-01	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-02	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-03	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-04	102,3	106,5	106,5	102,3	**105,4**	106,5
AG-05	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-06	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-07	102,3	**102,6**	**102,6**	102,3	106,5	106,5
AG-08	102,3	**102,6**	**102,6**	102,3	**105,4**	**105,4**
AG-09	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-10	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-11	102,3	106,5	106,5	102,3	**102,6**	106,5
AG-12	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-13	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-14	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-15	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5
AG-16	102,3	106,5	106,5	102,3	106,5	106,5

Fuente. Descripción Proyecto (Elaboración propia).

7.1.2.1 Resultados con Medidas de Control

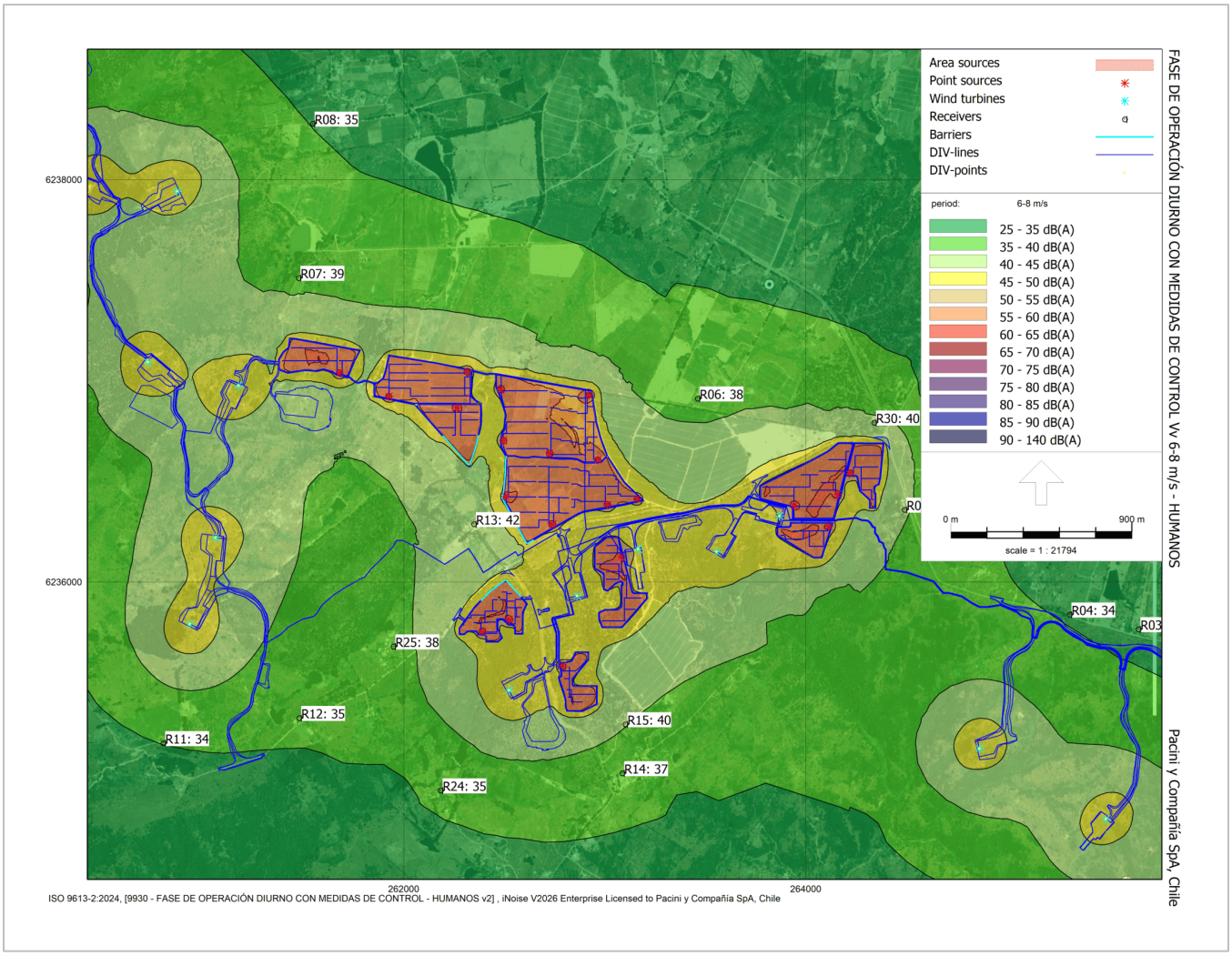
Finalmente, las siguientes figuras presentan los mapas de ruido, la ubicación de las barreras acústicas y los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en los receptores con las medidas de control propuestas para la operación del Proyecto.

Figura 77. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Diurno



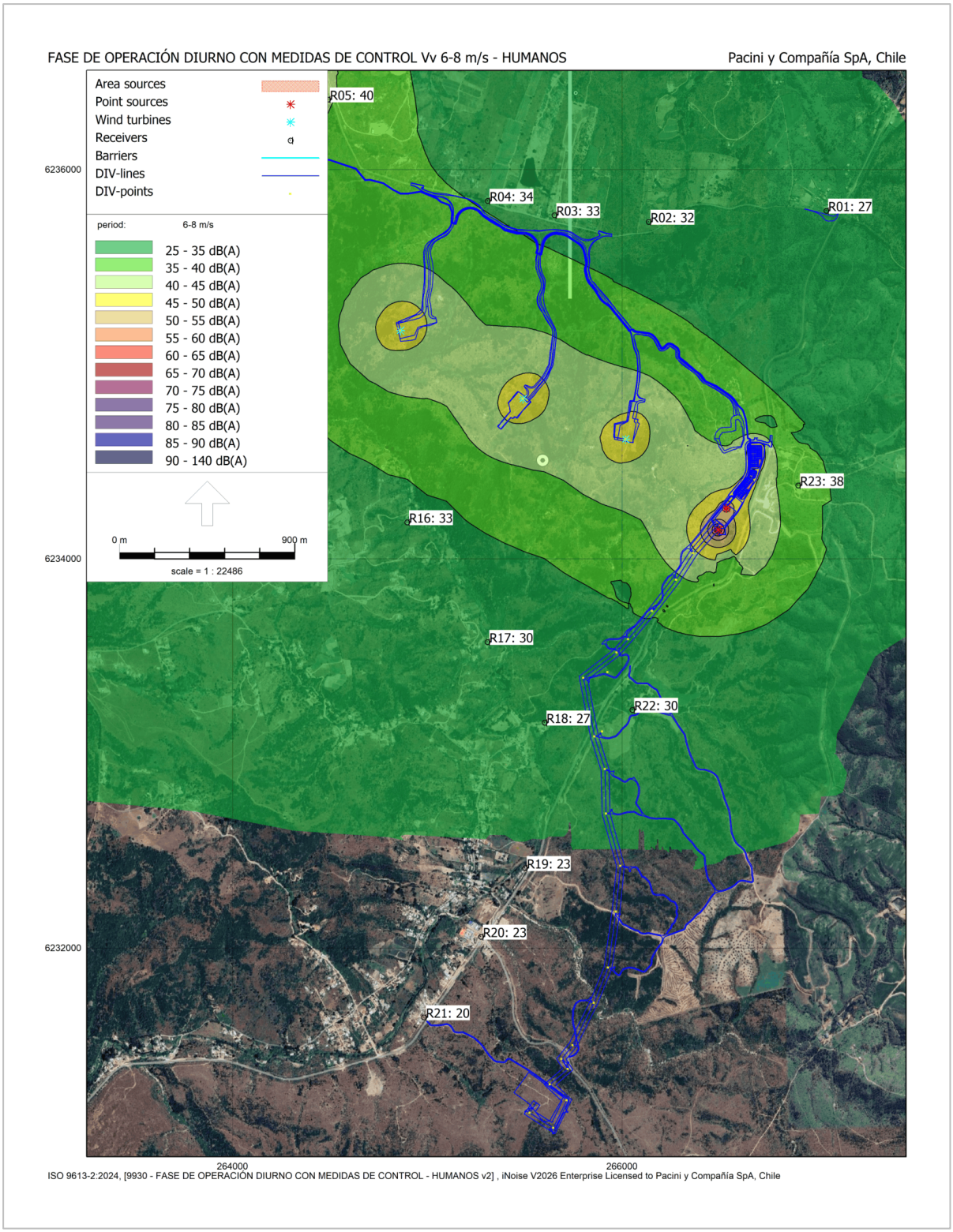
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 78. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Diurno



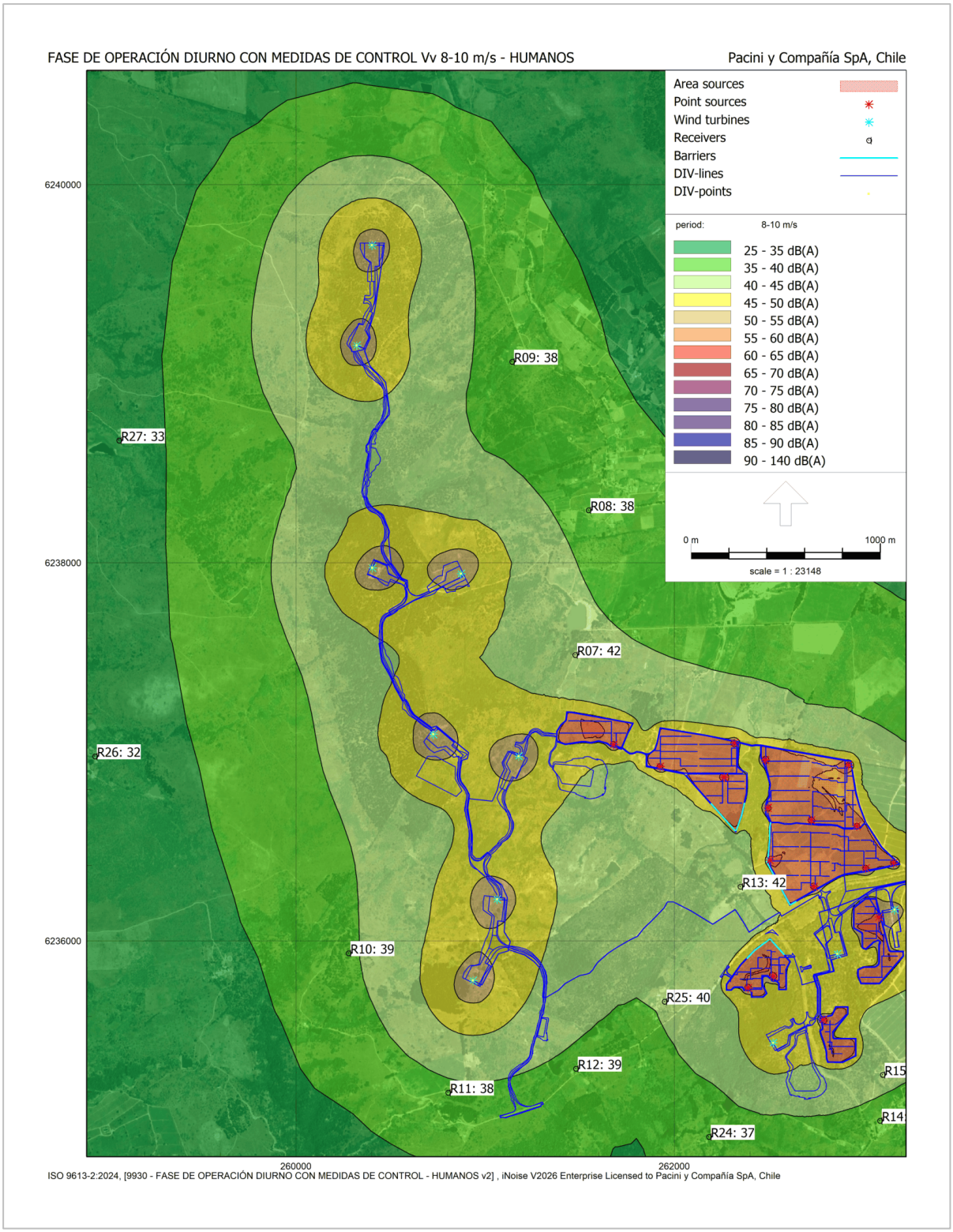
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 79. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Diurno



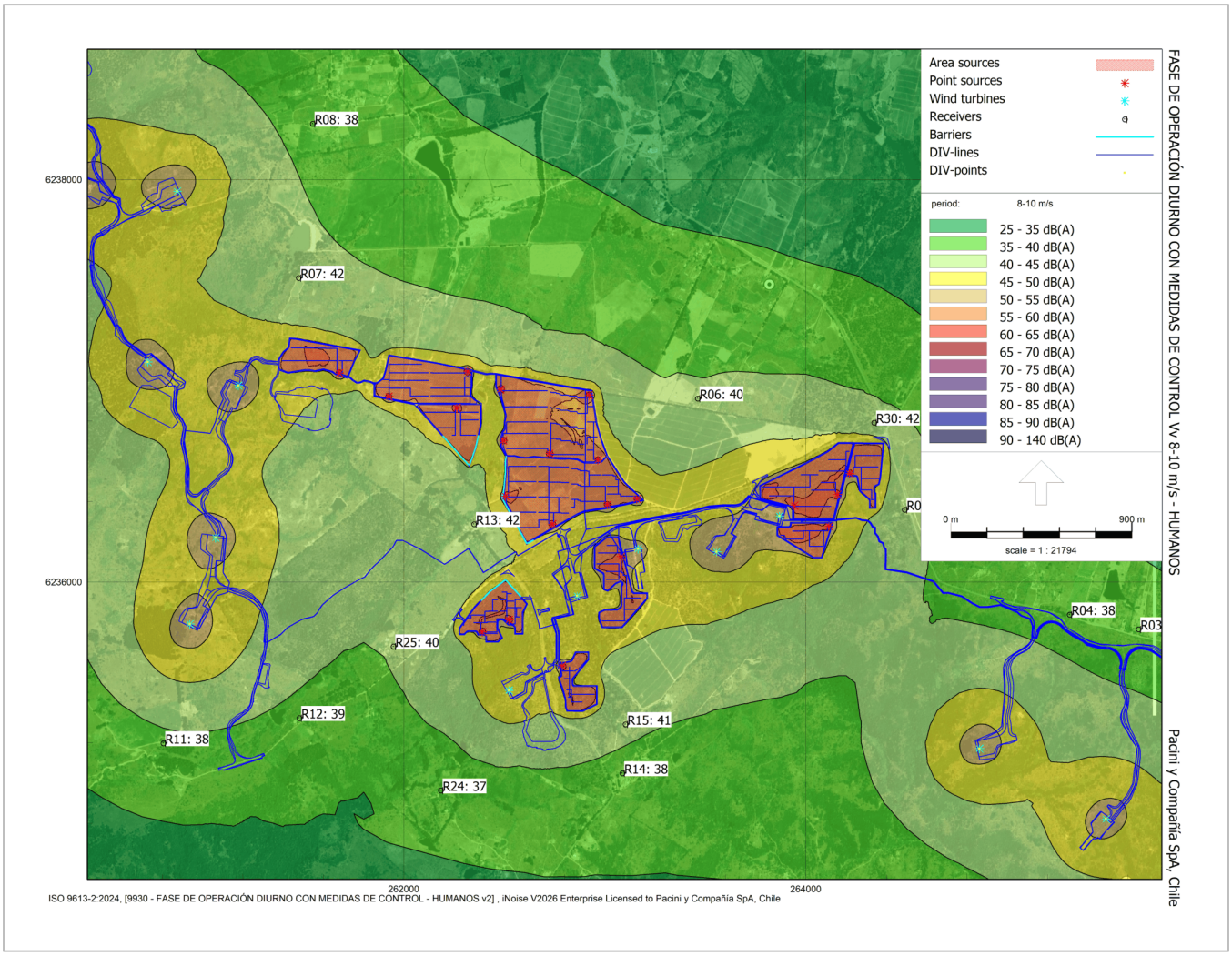
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 80. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Diurno



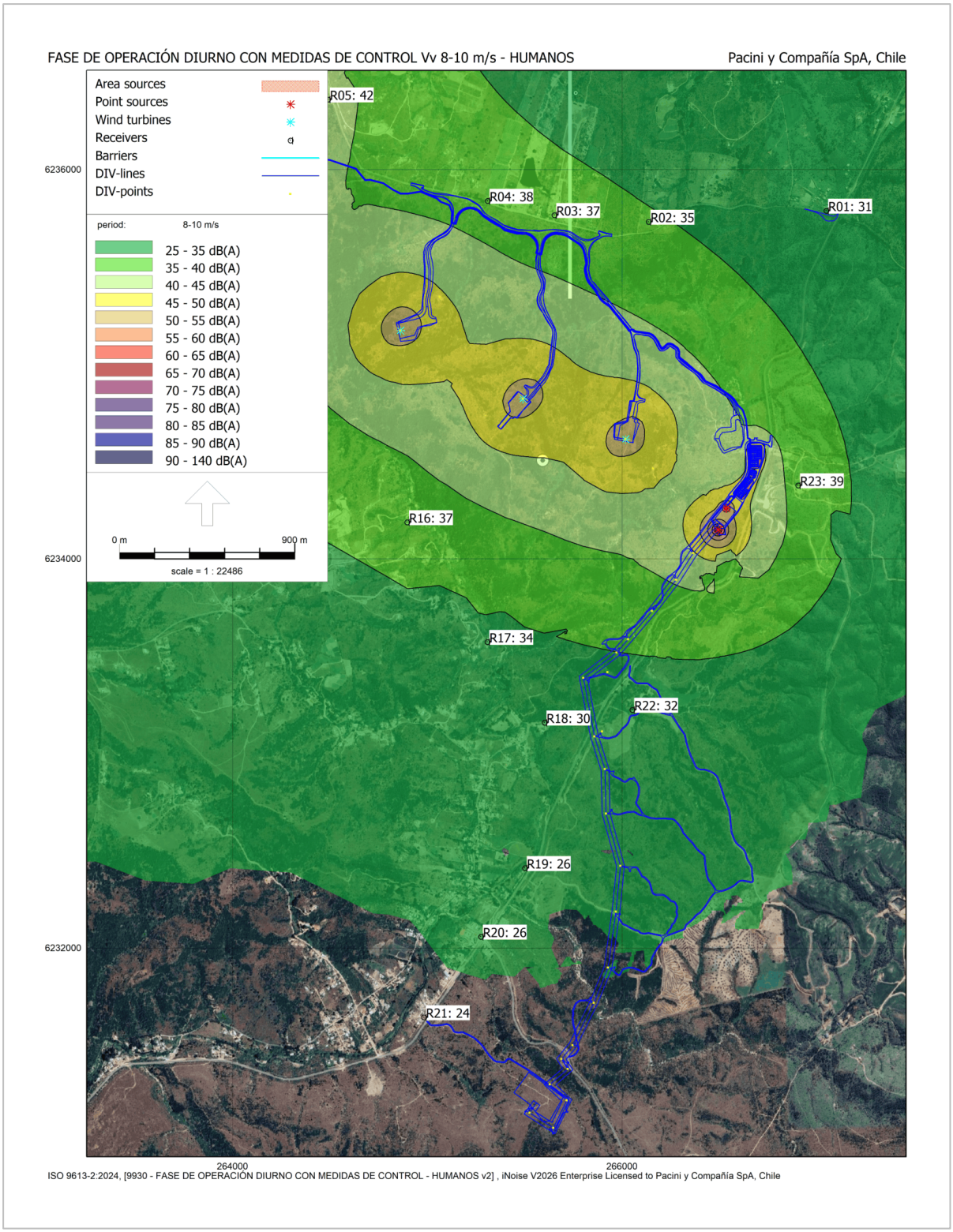
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 81. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Diurno



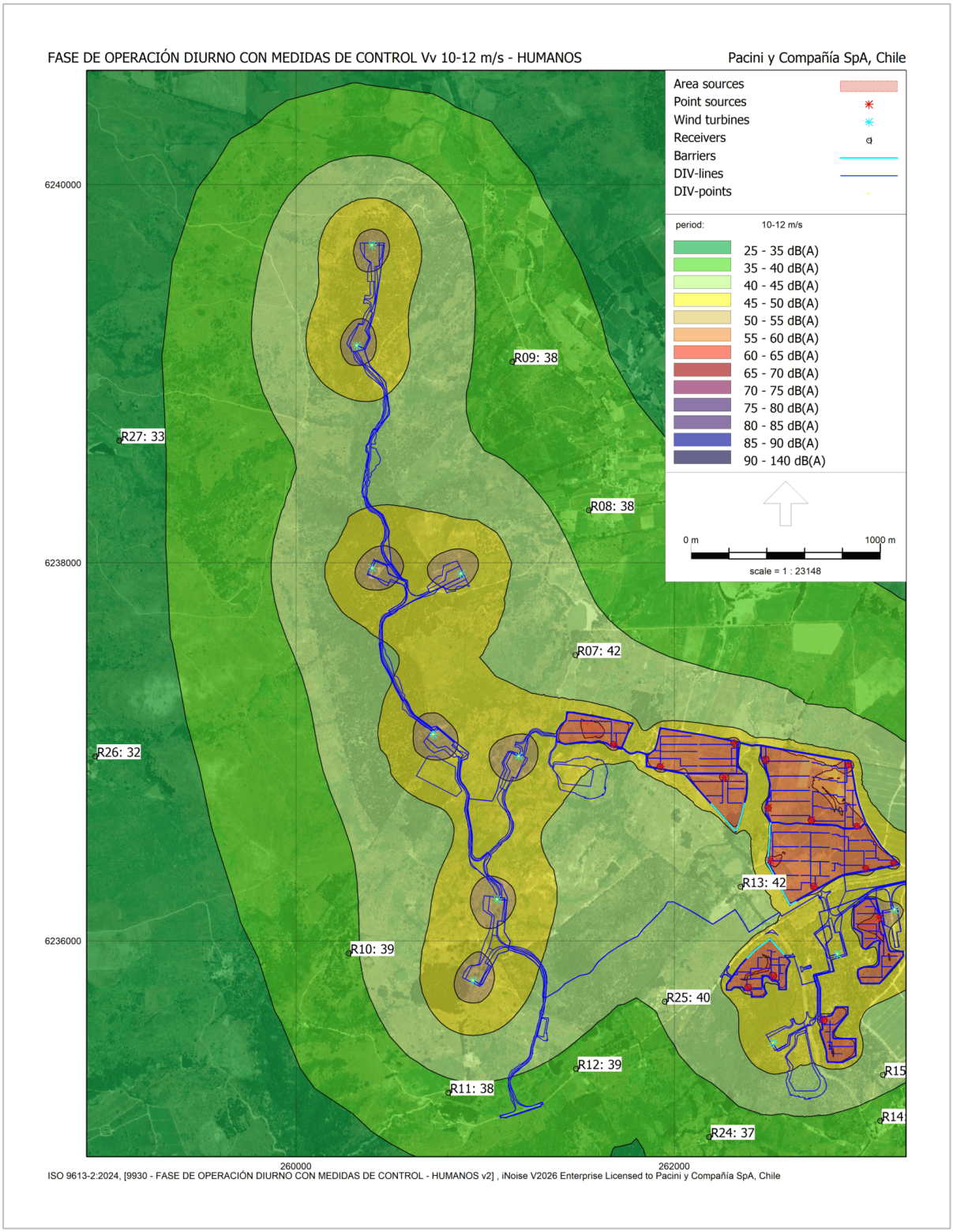
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 82. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Diurno



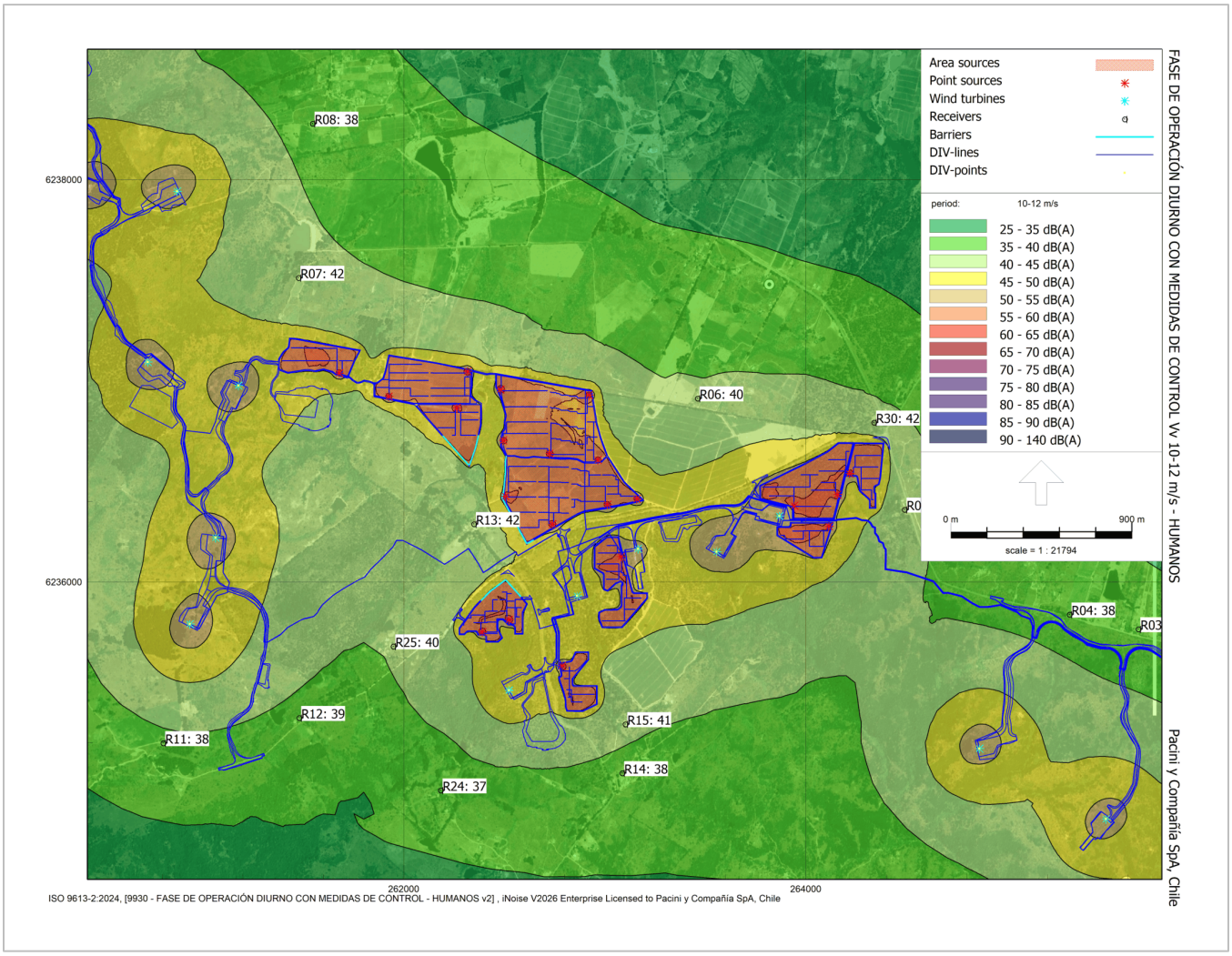
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 83. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Diurno



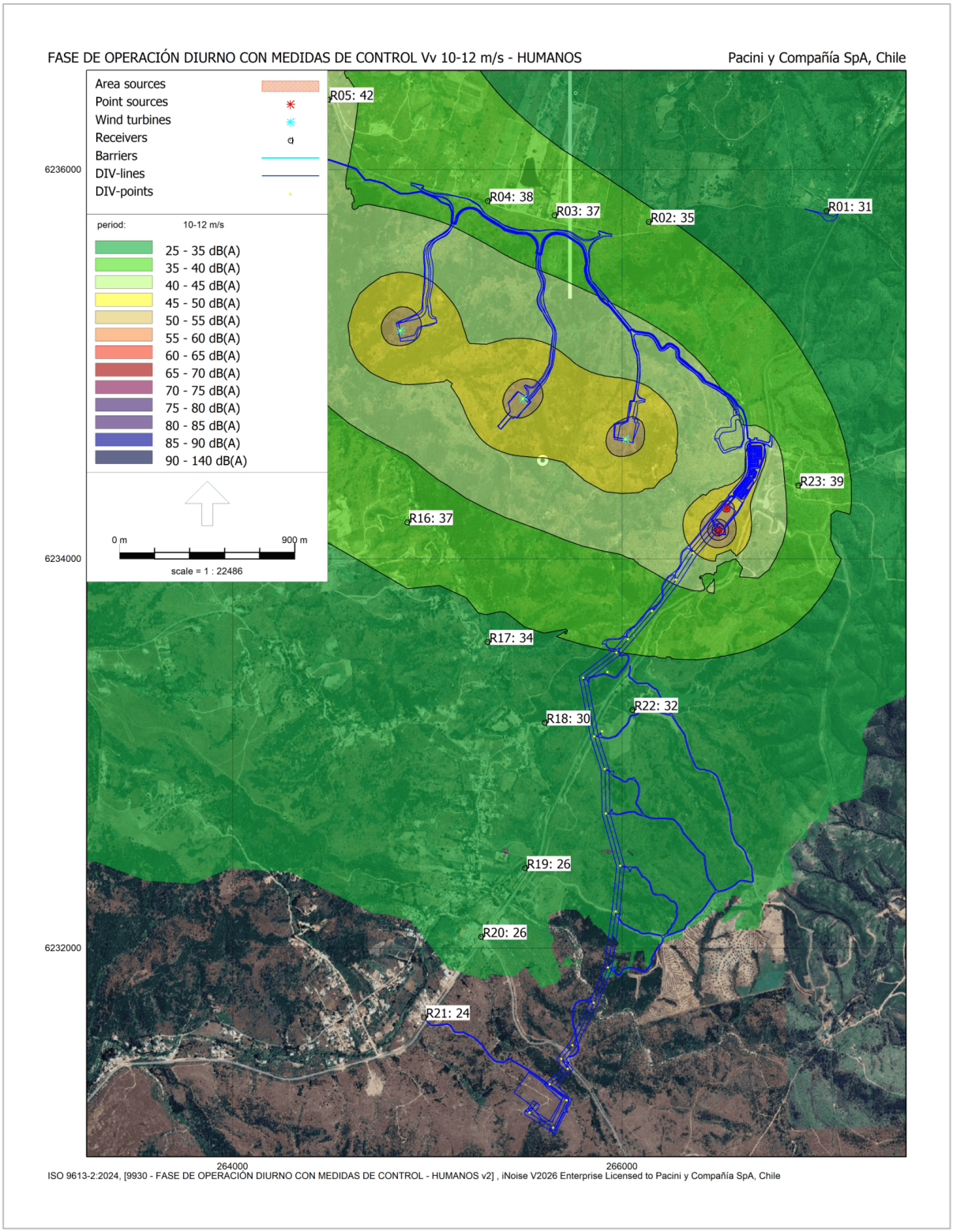
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 84. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Diurno



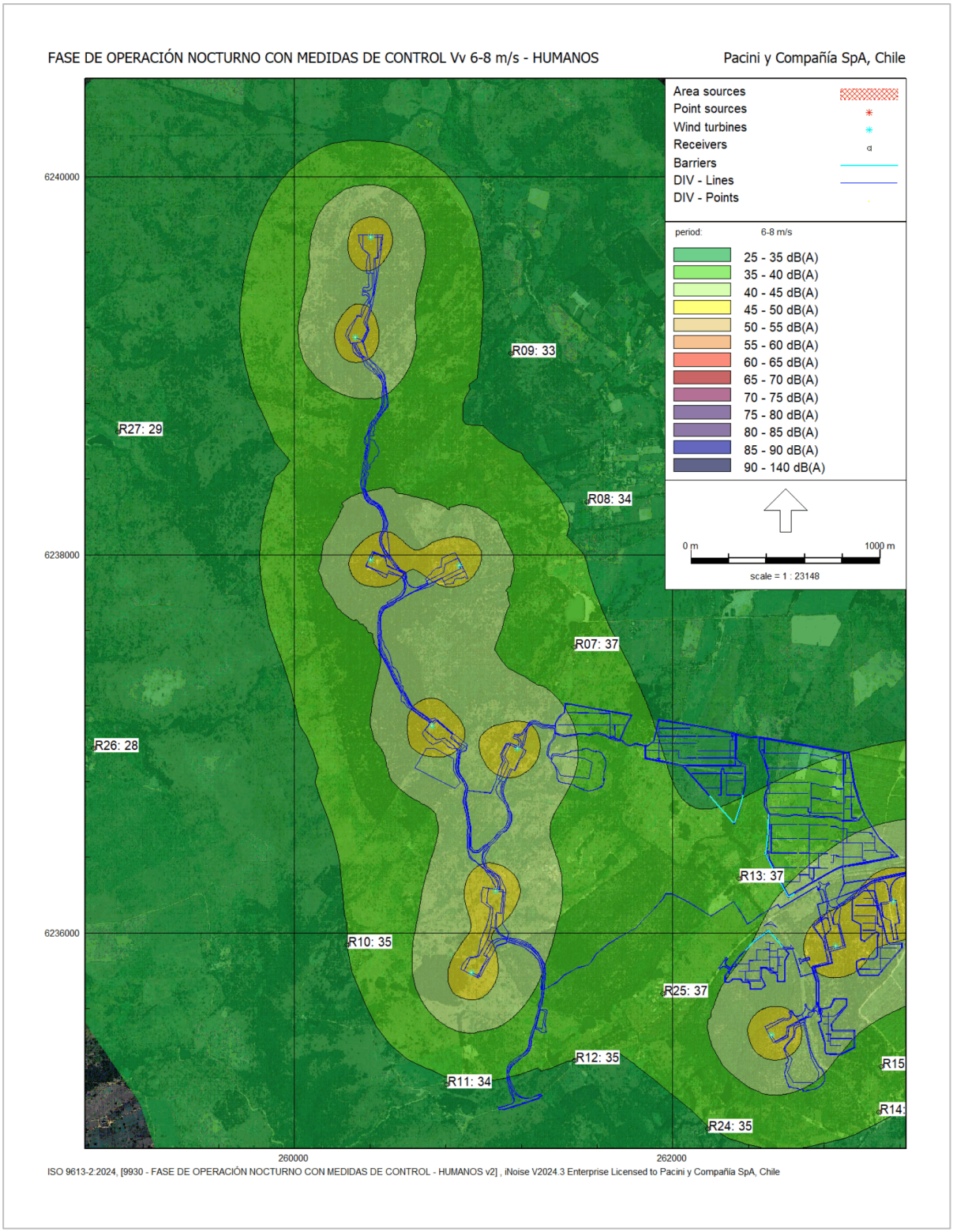
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 85. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Diurno



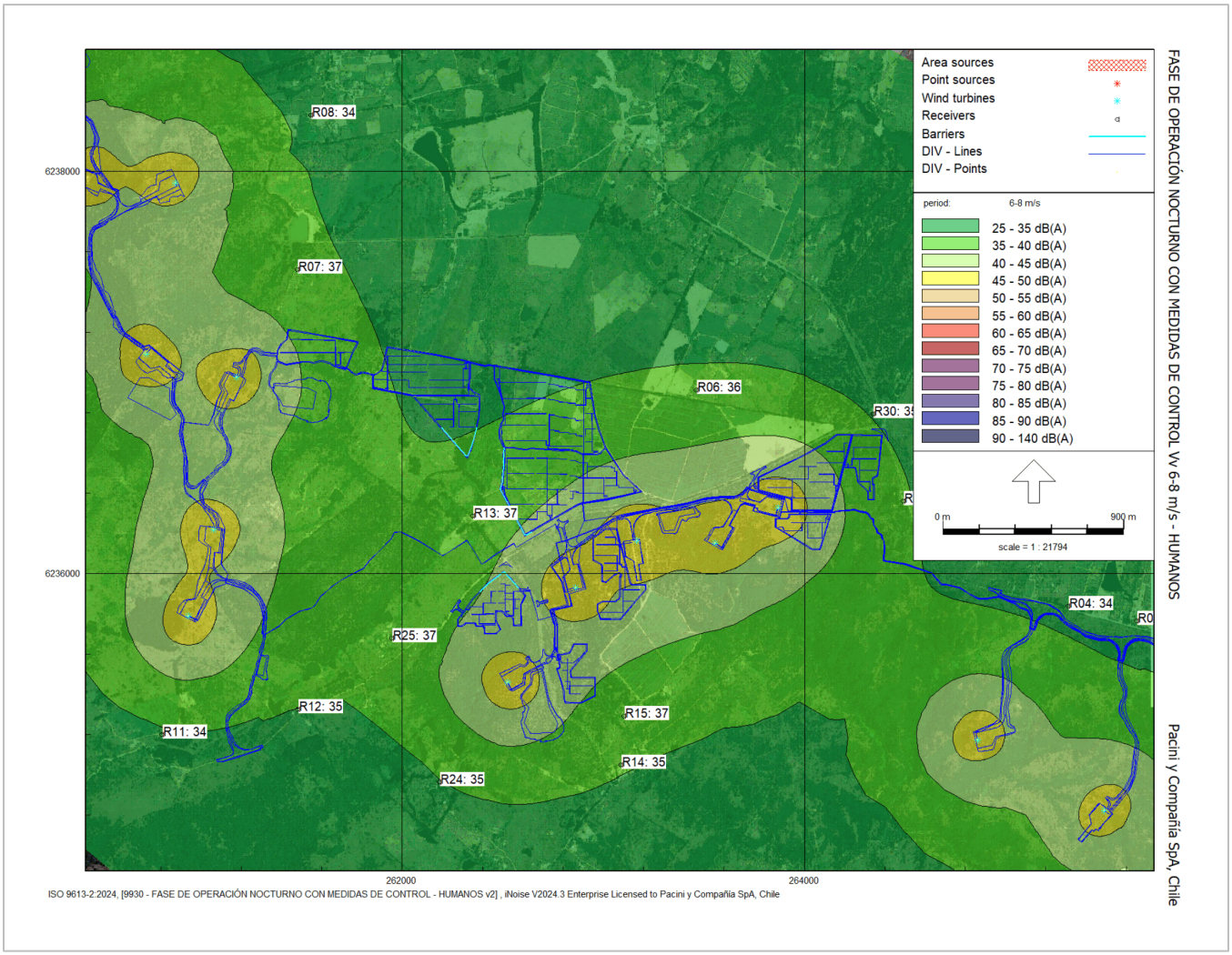
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 86. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Nocturno



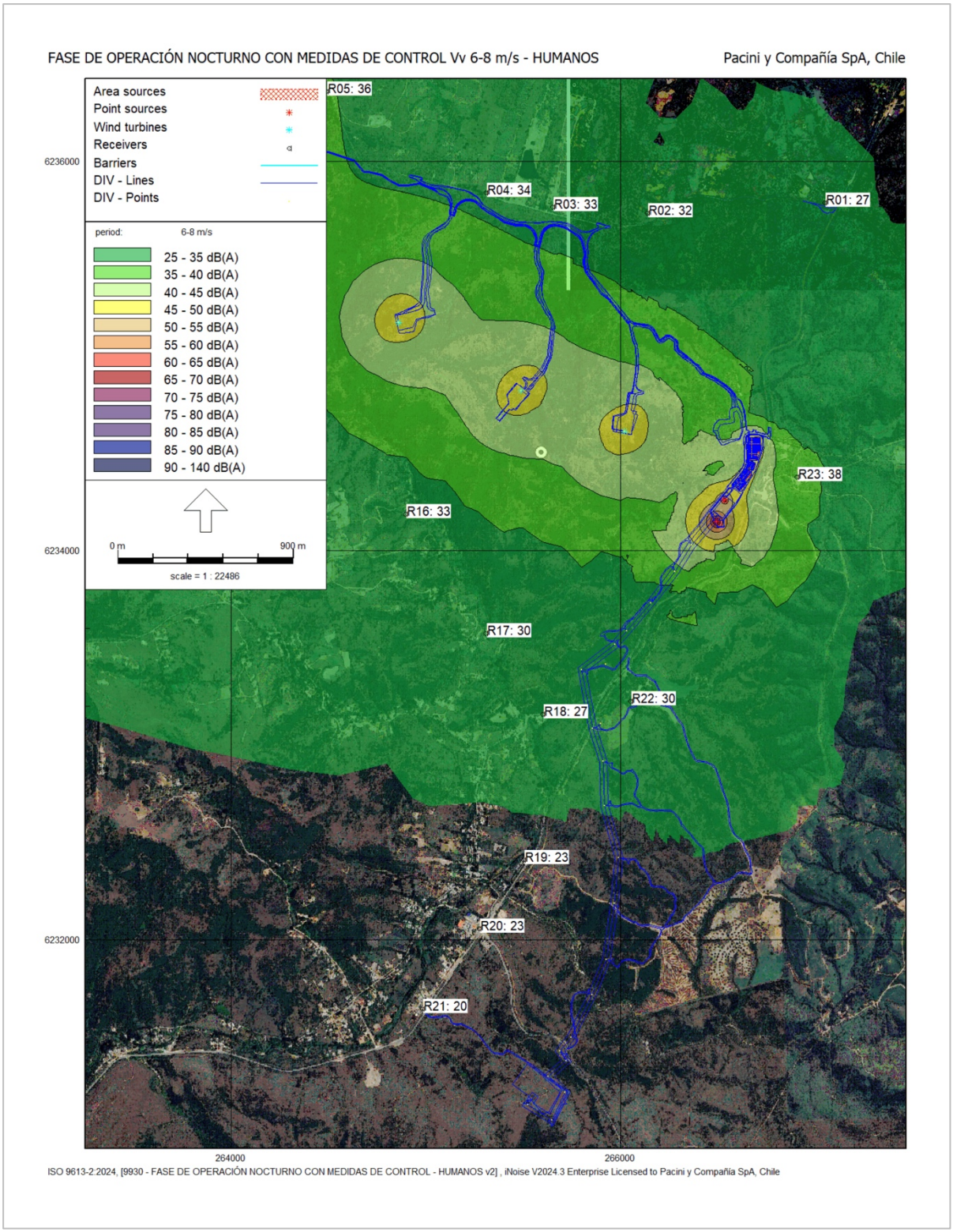
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 87. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Nocturno



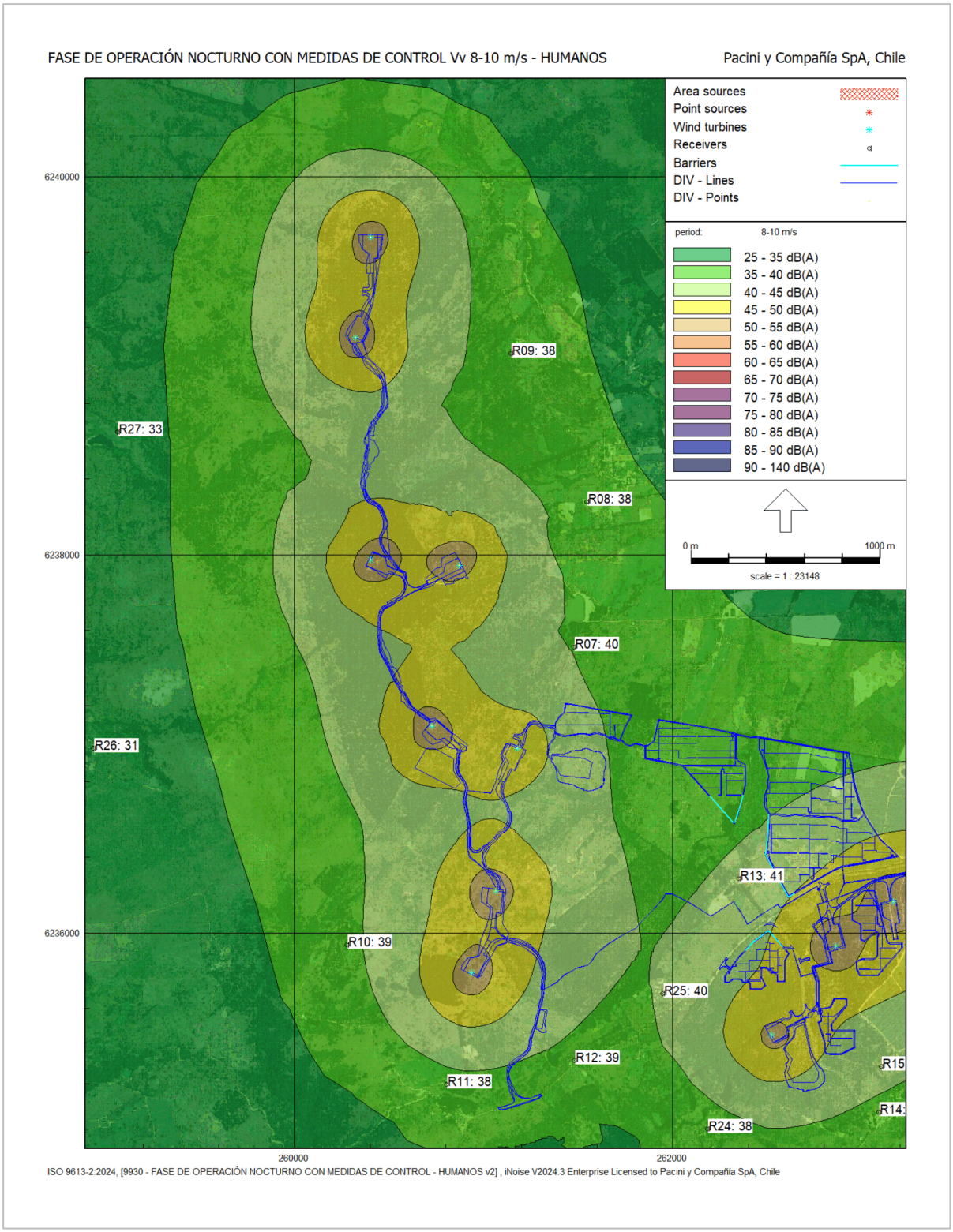
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 88. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 6-8 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Nocturno



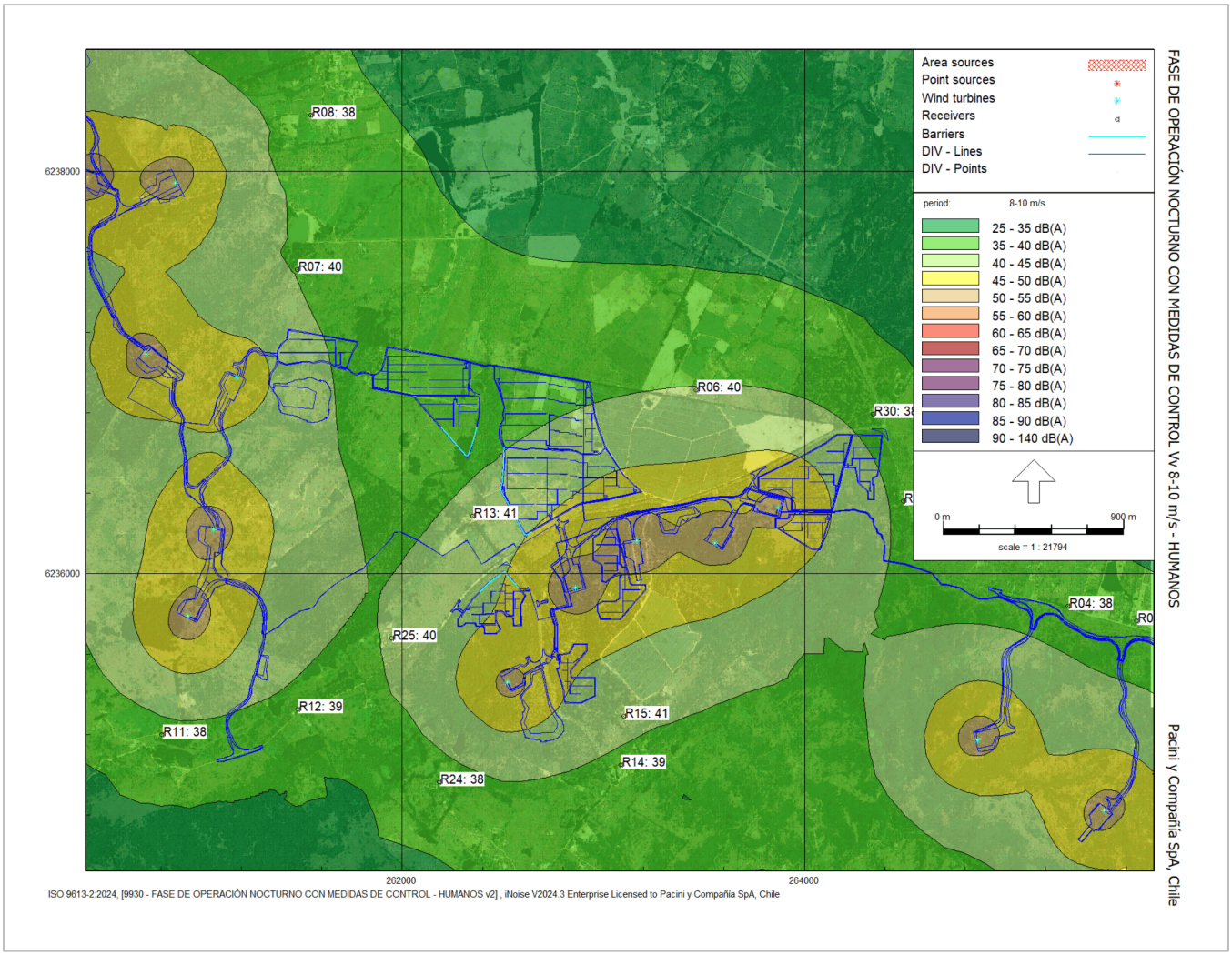
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 89. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Nocturno



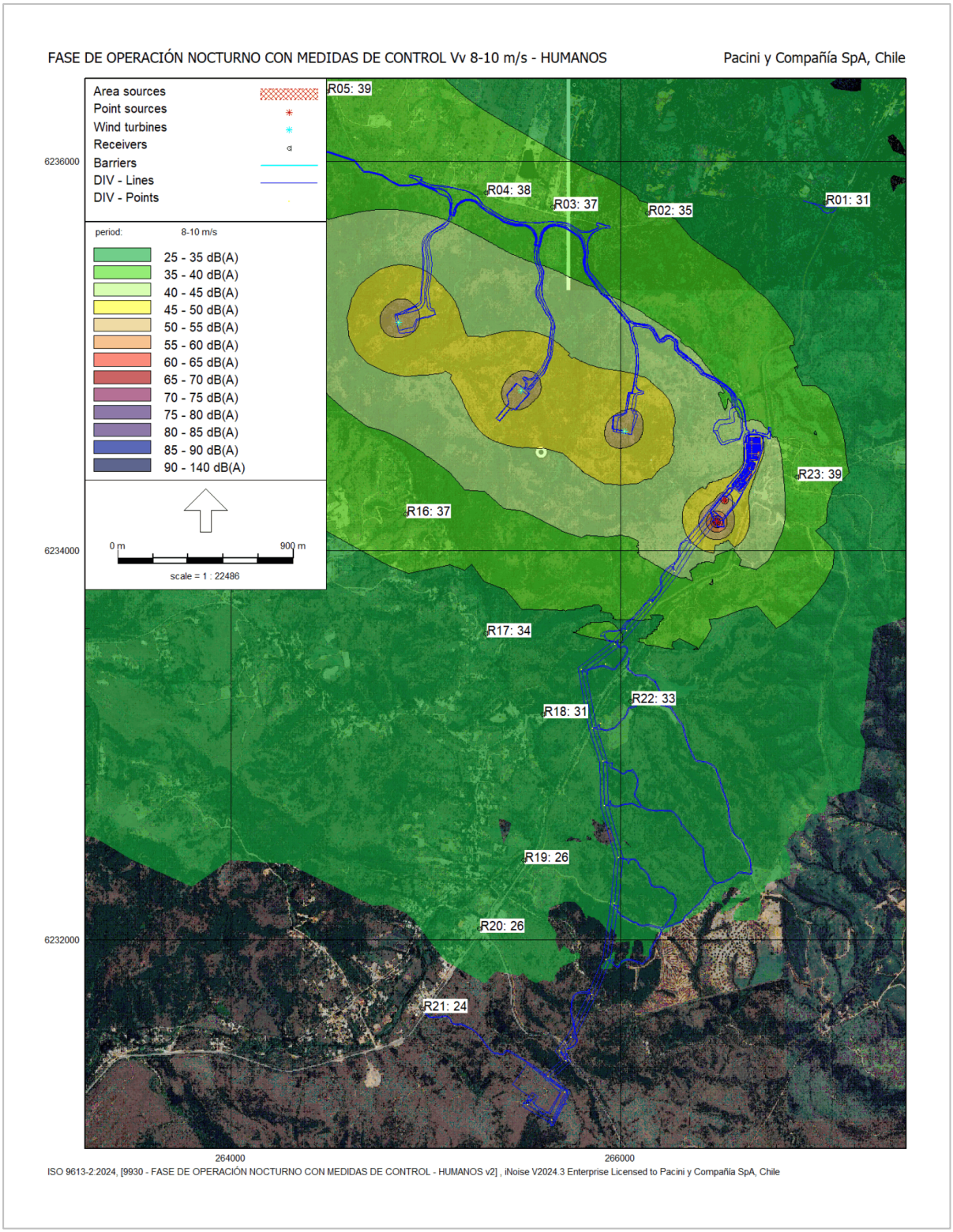
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 90. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Nocturno



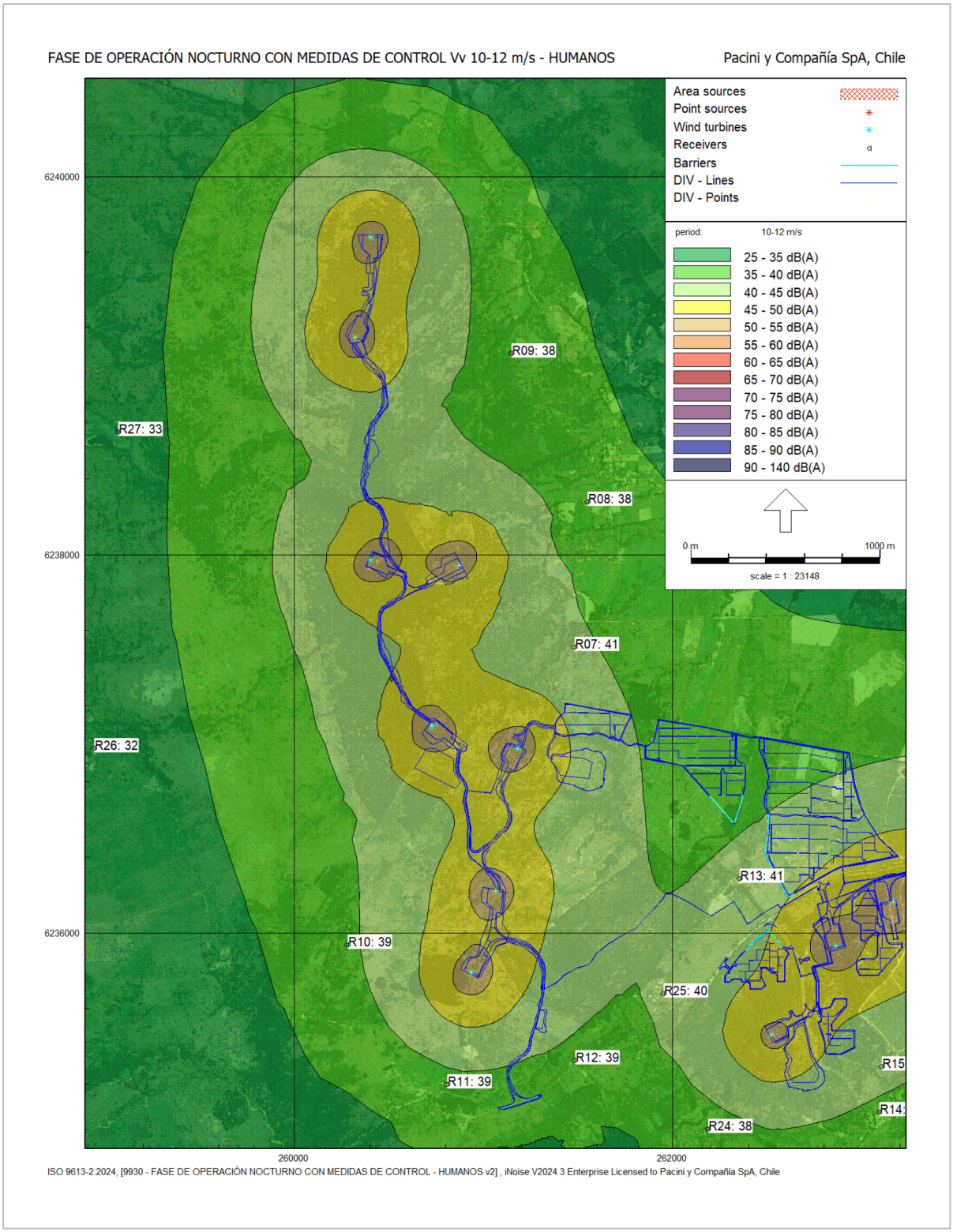
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 91. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 8-10 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Nocturno



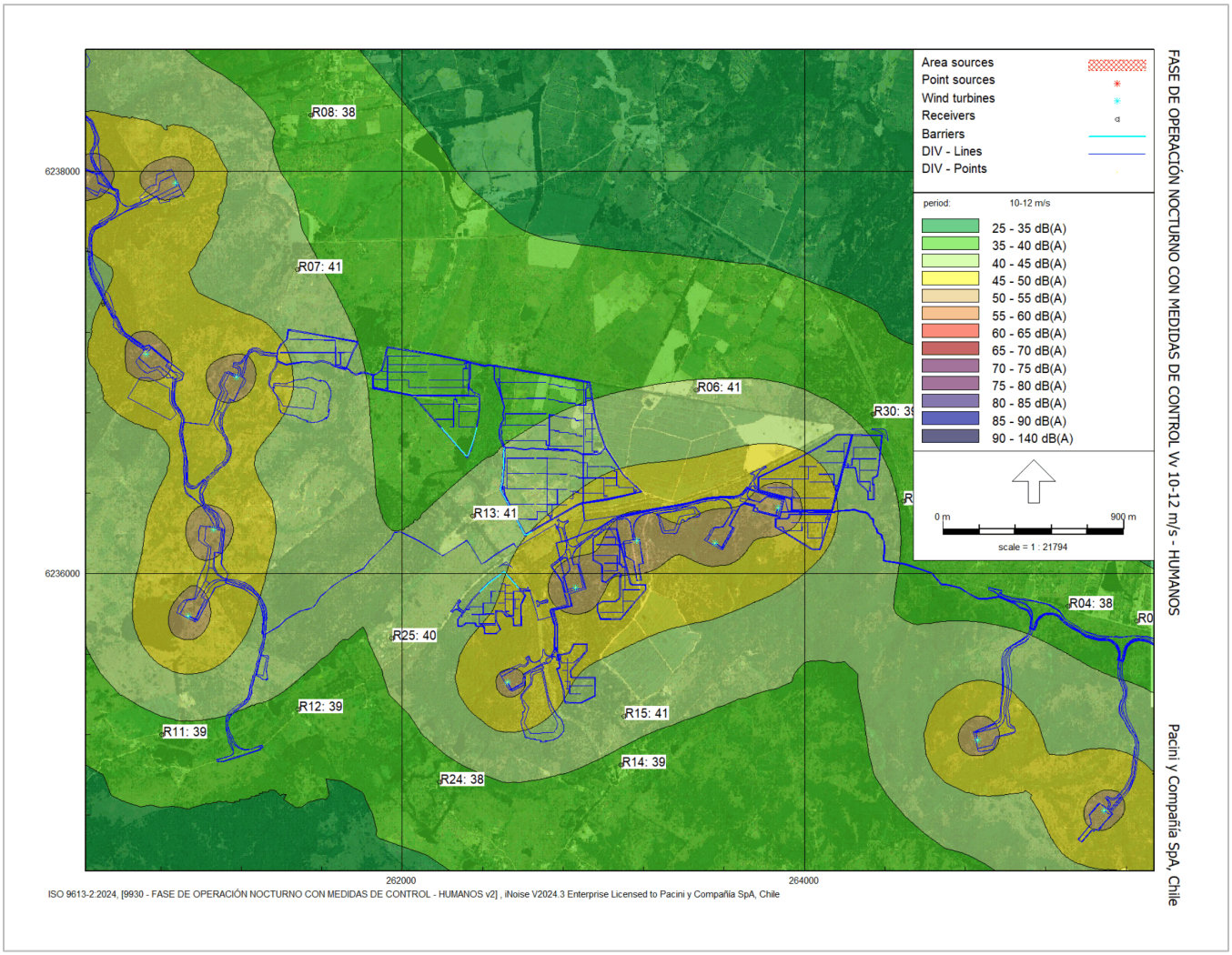
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 92. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (1 de 3) – Fase de operación Nocturno



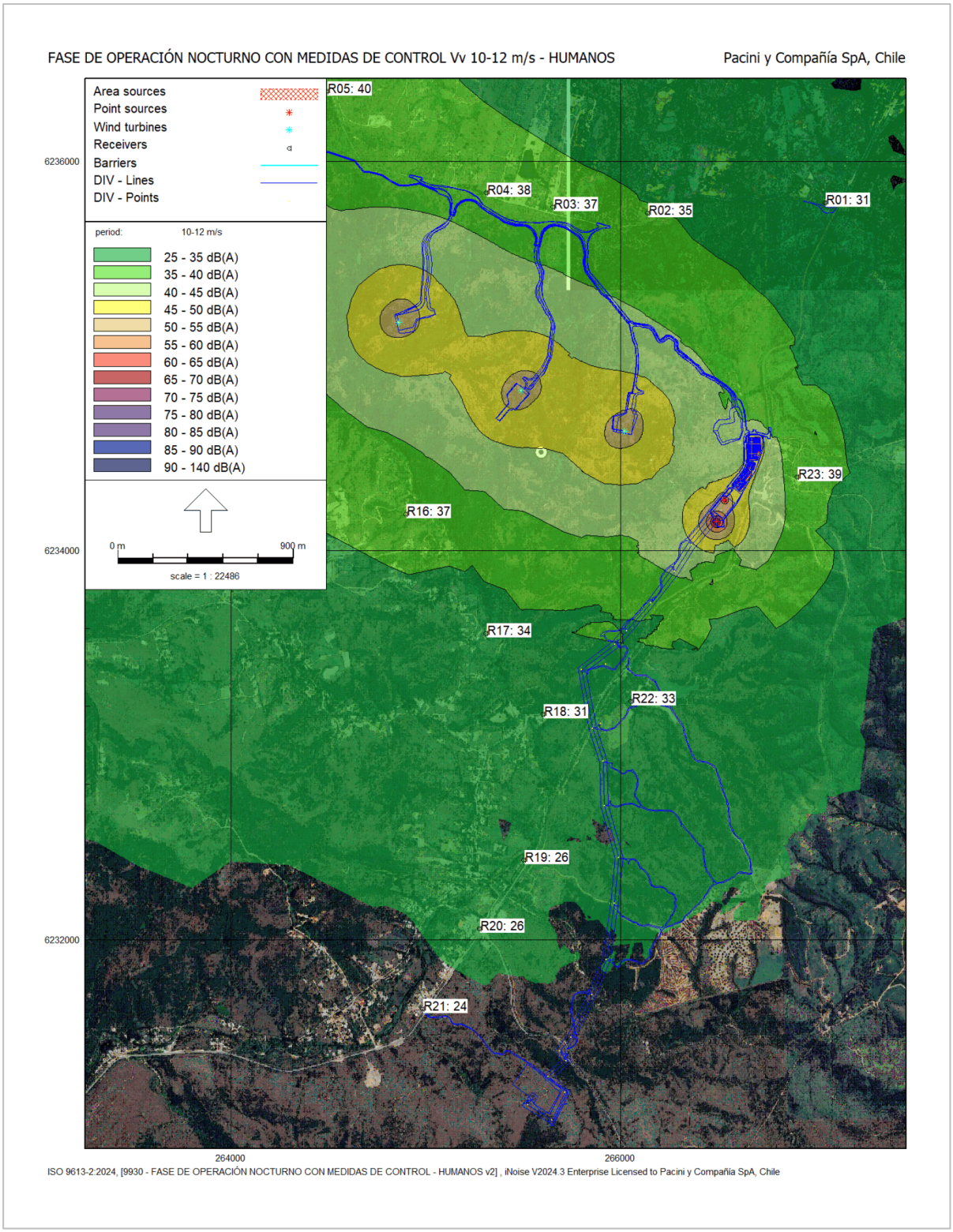
Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 93. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (2 de 3) – Fase de operación Nocturno



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

Figura 94. Mapa de ruido y Niveles de Presión Sonora Estimados Vv 10-12 m/s con Medidas de Control (3 de 3) – Fase de operación Nocturno



Fuente. Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2024.

En las siguientes tablas se presentan los Niveles de Presión Sonora (NPS) estimados en los receptores en evaluación, considerando la operación del parque híbrido y las medidas de control propuestas, sin incluir los niveles de ruido por efecto corona de la Línea de Alta Tensión, comparado con los límites máximos permisibles de operación del Proyecto.

Tabla 65. Comparación niveles de ruido estimados en receptores con Medidas de Control, periodo diurno – Fase de Operación

Punto Receptor	NPS Estimados [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]		
	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]
R01	27	31	31	43	44	45
R02	32	35	35	43	44	45
R03	33	37	37	43	44	45
R04	34	38	38	43	44	45
R05	40	42	42	43	44	45
R06	38	40	40	43	44	45
R07	39	42	42	43	45	51
R08	35	38	38	43	45	51
R09	33	38	38	43	45	51
R10	35	39	39	41	42	42
R11	34	38	38	41	42	42
R12	35	39	39	42	42	43
R13	42	42	42	42	42	43
R14	37	38	38	42	42	43
R15	40	41	41	42	42	43
R16	33	37	37	42	42	43
R17	30	34	34	42	42	43
R18	27	30	30	42	42	43
R19	23	26	26	42	42	43
R20	23	26	26	42	42	43
R21	20	24	24	42	42	43
R22	30	32	32	42	42	43
R23	38	39	39	43	44	45
R24	35	37	37	42	42	43
R25	38	40	40	42	42	43
R26	28	32	32	41	42	42
R27	29	33	33	41	42	42
R30	40	42	42	43	44	45

Fuente: Elaboración propia en base a Modelación software Inoise 2024.

Tabla 66. Comparación niveles de ruido estimados en receptores con Medidas de Control, periodo nocturno – Fase de Operación

Punto Receptor	NPS Estimados [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]		
	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]	6-8 [m/s]	8-10 [m/s]	10-12 [m/s]
R01	27	31	31	40	40	42
R02	32	35	35	40	40	42
R03	33	37	37	40	40	42
R04	34	38	38	40	40	42
R05	36	39	40	40	40	42
R06	36	40	41	40	40	42
R07	37	40	41	40	40	41
R08	34	38	38	40	40	41
R09	33	38	38	40	40	41
R10	35	39	39	40	40	40
R11	34	38	39	40	40	40
R12	35	39	39	41	41	41
R13	37	41	41	41	41	41
R14	35	39	39	41	41	41
R15	37	41	41	41	41	41
R16	33	37	37	41	41	41
R17	30	34	34	41	41	41
R18	27	31	31	41	41	41
R19	23	26	26	41	41	41
R20	23	26	26	41	41	41
R21	20	24	24	41	41	41
R22	30	33	33	41	41	41
R23	38	39	39	40	40	42
R24	35	38	38	41	41	41
R25	37	40	40	41	41	41
R26	28	31	32	40	40	40
R27	29	33	33	40	40	40
R30	35	38	39	40	40	42

Fuente: Elaboración Propia en base a modelación software Inoise 2024.

Se puede observar que durante la fase de operación del proyecto los niveles se encontrarían por debajo de los límites permisibles en todo momento, con la correcta aplicación de las medidas de control propuestas.

8 EVALUACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Asentamientos Humanos

8.1.1 Ruido por Maquinaria y Equipos

8.1.1.1 Fase de Construcción y Cierre

En la siguiente tabla se evalúan los niveles de ruido estimados para la fase de construcción y cierre durante periodos diurno y nocturno, considerando las medidas de control propuestas.

Tabla 67. Evaluación de resultados con medidas de control – Fase de construcción y Cierre Periodo Diurno

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]	Evaluación
R01	1,5	**55**	57	Cumple
R02	1,5	**41**	48	Cumple
R03	1,5	**47**	47	Cumple
R04	1,5	**44**	47	Cumple
R05	1,5	**45**	45	Cumple
R06	1,5	**42**	47	Cumple
R07	1,5	**44**	47	Cumple
R08	1,5	**34**	47	Cumple
R09	1,5	**36**	53	Cumple
R10	1,5	**37**	51	Cumple
R11	1,5	**36**	51	Cumple
R12	1,5	**46**	57	Cumple
R13	1,5	**43**	57	Cumple
R14	1,5	**42**	52	Cumple
R15	1,5	**47**	47	Cumple
R16	1,5	**35**	49	Cumple
R17	1,5	**36**	47	Cumple
R18	1,5	**46**	46	Cumple
R19	1,5	**38**	47	Cumple
R20	1,5	**32**	52	Cumple
R21	1,5	**32**	52	Cumple
R22	1,5	**47**	52	Cumple
R23	1,5	**46**	46	Cumple
R24	1,5	**42**	47	Cumple
R25	1,5	**43**	52	Cumple
R26	1,5	**31**	49	Cumple
R27	1,5	**33**	49	Cumple
R30	1,5	**44**	46	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68. Evaluación de resultados – Fase de construcción y Cierre Periodo Nocturno

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]	Evaluación
R01	1,5	29	45	Cumple
R02	1,5	35	43	Cumple
R03	1,5	37	41	Cumple

Punto Receptor	Altura [m]	NPS Estimados [dB(A)]	Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]	Evaluación
R04	1,5	40	41	Cumple
R05	1,5	41	42	Cumple
R06	1,5	40	50	Cumple
R07	1,5	41	41	Cumple
R08	1,5	35	41	Cumple
R09	1,5	39	41	Cumple
R10	1,5	40	49	Cumple
R11	1,5	34	46	Cumple
R12	1,5	40	47	Cumple
R13	1,5	42	48	Cumple
R14	1,5	38	47	Cumple
R15	1,5	39	45	Cumple
R16	1,5	37	44	Cumple
R17	1,5	34	44	Cumple
R18	1,5	30	45	Cumple
R19	1,5	26	47	Cumple
R20	1,5	24	49	Cumple
R21	1,5	22	48	Cumple
R22	1,5	30	45	Cumple
R23	1,5	35	45	Cumple
R24	1,5	42	44	Cumple
R25	1,5	39	47	Cumple
R26	1,5	29	41	Cumple
R27	1,5	33	44	Cumple
R30	1,5	40	44	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que los niveles de ruido estimados para la fase de construcción y cierre durante periodos diurno y nocturno cumplen con los límites máximos permisibles.

8.1.1.2 Fase de Operación

A partir de los resultados obtenidos de la operación del proyecto debido a sus distintos sectores, en las siguientes tablas se presenta la evaluación normativa de los niveles de ruido estimados asociados al funcionamiento del parque híbrido, con las medidas de control establecidas.

Tabla 69. Evaluación de resultados con medidas de control, periodo diurno – Fase de Operación

Punto Receptor	NPS Operación Parque Híbrido Diurno [dB(A)]			NPS LAT [dB(A)]	NPS Total Diurno [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Diurno [dB(A)]			Evaluación DS38 Diurno		
	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s		6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s
R01	28	31	31	24	**29**	**32**	**32**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R02	32	36	36	25	**33**	**36**	**36**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R03	34	37	37	24	**34**	**37**	**37**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R04	35	38	38	24	**35**	**38**	**38**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R05	40	42	42	22	**40**	**42**	**42**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R06	39	41	41	21	**39**	**41**	**41**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R07	39	42	42	19	**39**	**42**	**42**	43	45	51	Cumple	Cumple	Cumple
R08	35	38	38	19	**35**	**38**	**38**	43	45	51	Cumple	Cumple	Cumple
R09	34	38	38	18	**34**	**38**	**38**	43	45	51	Cumple	Cumple	Cumple
R10	35	39	39	19	**35**	**39**	**39**	41	42	42	Cumple	Cumple	Cumple
R11	35	39	39	19	**35**	**39**	**39**	41	42	42	Cumple	Cumple	Cumple
R12	36	39	39	20	**36**	**39**	**39**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R13	42	42	42	20	**42**	**42**	**42**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R14	38	39	39	22	**38**	**39**	**39**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R15	40	41	41	22	**40**	**41**	**41**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R16	34	37	37	26	**35**	**37**	**37**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R17	31	34	34	29	**33**	**35**	**35**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R18	29	32	32	33	**34**	**36**	**36**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R19	25	28	28	30	**31**	**32**	**32**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R20	23	26	26	28	**29**	**30**	**30**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R21	22	24	24	28	**29**	**29**	**29**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R22	30	33	33	33	**35**	**36**	**36**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R23	38	39	39	30	**39**	**40**	**40**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple
R24	36	37	37	21	**36**	**37**	**37**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R25	39	40	40	20	**39**	**40**	**40**	42	42	43	Cumple	Cumple	Cumple
R26	28	32	32	18	**28**	**32**	**32**	41	42	42	Cumple	Cumple	Cumple
R27	29	33	33	17	**29**	**33**	**33**	41	42	42	Cumple	Cumple	Cumple
R30	41	42	42	21	**41**	**42**	**42**	43	44	45	Cumple	Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 70. Evaluación de resultados con medidas de control, periodo nocturno – Fase de Operación

Punto Receptor	NPS Operación Parque Híbrido Nocturno [dB(A)]			NPS LAT [dB(A)]	NPS Total Nocturno [dB(A)]			Límites Máximos Permisibles Nocturno [dB(A)]			Evaluación DS38 Nocturno		
	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s		6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s	6-8 m/s	8-10 m/s	10-12 m/s
R01	28	31	31	24	**29**	**32**	**32**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R02	32	35	35	25	**33**	**35**	**35**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R03	33	37	37	24	**34**	**37**	**37**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R04	34	38	38	24	**34**	**38**	**38**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R05	36	39	40	22	**36**	**39**	**40**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R06	36	40	41	21	**36**	**40**	**41**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R07	37	40	41	19	**37**	**40**	**41**	40	40	41	Cumple	Cumple	Cumple
R08	34	38	38	19	**34**	**38**	**38**	40	40	41	Cumple	Cumple	Cumple
R09	34	38	38	18	**34**	**38**	**38**	40	40	41	Cumple	Cumple	Cumple
R10	35	39	39	19	**35**	**39**	**39**	40	40	40	Cumple	Cumple	Cumple
R11	35	39	39	19	**35**	**39**	**39**	40	40	40	Cumple	Cumple	Cumple
R12	35	39	39	20	**35**	**39**	**39**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R13	37	41	41	20	**37**	**41**	**41**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R14	35	39	39	22	**35**	**39**	**39**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R15	38	41	41	22	**38**	**41**	**41**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R16	33	37	37	26	**34**	**37**	**37**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R17	31	34	34	29	**33**	**35**	**35**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R18	29	32	32	33	**34**	**36**	**36**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R19	25	28	28	30	**31**	**32**	**32**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R20	23	26	26	28	**29**	**30**	**30**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R21	21	25	25	28	**29**	**30**	**30**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R22	30	33	33	33	**35**	**36**	**36**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R23	38	39	39	30	**39**	**40**	**40**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple
R24	35	39	39	21	**35**	**39**	**39**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R25	37	40	40	20	**37**	**40**	**40**	41	41	41	Cumple	Cumple	Cumple
R26	28	32	32	18	**28**	**32**	**32**	40	40	40	Cumple	Cumple	Cumple
R27	29	33	33	17	**29**	**33**	**33**	40	40	40	Cumple	Cumple	Cumple
R30	35	38	39	21	**35**	**38**	**39**	40	40	42	Cumple	Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que los niveles de ruido estimados para la fase de operación durante el periodo diurno y nocturno cumplen con los límites máximos permisibles.

8.1.2 Vibración

8.1.2.1 Fase de Construcción y Cierre

En las siguientes tablas se presenta la evaluación de las Velocidades Peak de partículas (PPV) para daño estructural y los Niveles de Vibración (Lv) para molestia en el escenario más desfavorable.

Tabla 71. Evaluación de daño estructural por vibraciones – Fase de construcción y Cierre

Punto	PPV Estimado [pulgadas/s]	PPV Límite [pulgadas/s]	Evaluación
	Rodillo Compactador		
R01	**0,024**	0,2	Cumple
R02	**0,002**	0,2	Cumple
R03	**0,007**	0,2	Cumple
R04	**0,011**	0,2	Cumple
R05	**0,003**	0,2	Cumple
R06	**0,000**	0,2	Cumple
R07	**0,001**	0,2	Cumple
R08	**0,000**	0,2	Cumple
R09	**0,000**	0,2	Cumple
R10	**0,000**	0,2	Cumple
R11	**0,001**	0,2	Cumple
R12	**0,001**	0,2	Cumple
R13	**0,005**	0,2	Cumple
R14	**0,001**	0,2	Cumple
R15	**0,002**	0,2	Cumple
R16	**0,000**	0,2	Cumple
R17	**0,000**	0,2	Cumple
R18	**0,001**	0,2	Cumple
R19	**0,000**	0,2	Cumple
R20	**0,000**	0,2	Cumple
R21	**0,000**	0,2	Cumple
R22	**0,001**	0,2	Cumple
R23	**0,001**	0,2	Cumple
R24	**0,000**	0,2	Cumple
R25	**0,001**	0,2	Cumple
R26	**0,000**	0,2	Cumple
R27	**0,000**	0,2	Cumple
R30	**0,007**	0,2	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Evaluación de molestia por vibraciones – Fase de construcción

Punto	Lv Estimado [VdB]	Lv Límite [VdB]	Evaluación
	Rodillo compactador		
R01	**72**	72	Cumple
R02	**49**	72	Cumple
R03	**61**	72	Cumple
R04	**65**	72	Cumple
R05	**55**	75	Cumple
R06	**36**	72	Cumple
R07	**43**	72	Cumple
R08	**32**	72	Cumple
R09	**33**	72	Cumple
R10	**34**	72	Cumple
R11	**43**	72	Cumple
R12	**47**	72	Cumple
R13	**59**	75	Cumple
R14	**41**	72	Cumple
R15	**50**	72	Cumple
R16	**33**	72	Cumple
R17	**37**	75	Cumple
R18	**46**	72	Cumple
R19	**36**	72	Cumple
R20	**33**	75	Cumple
R21	**31**	72	Cumple
R22	**46**	75	Cumple
R23	**47**	75	Cumple
R24	**37**	72	Cumple
R25	**42**	72	Cumple
R26	**22**	72	Cumple
R27	**24**	75	Cumple
R30	**61**	72	Cumple

Fuente: Elaboración propia

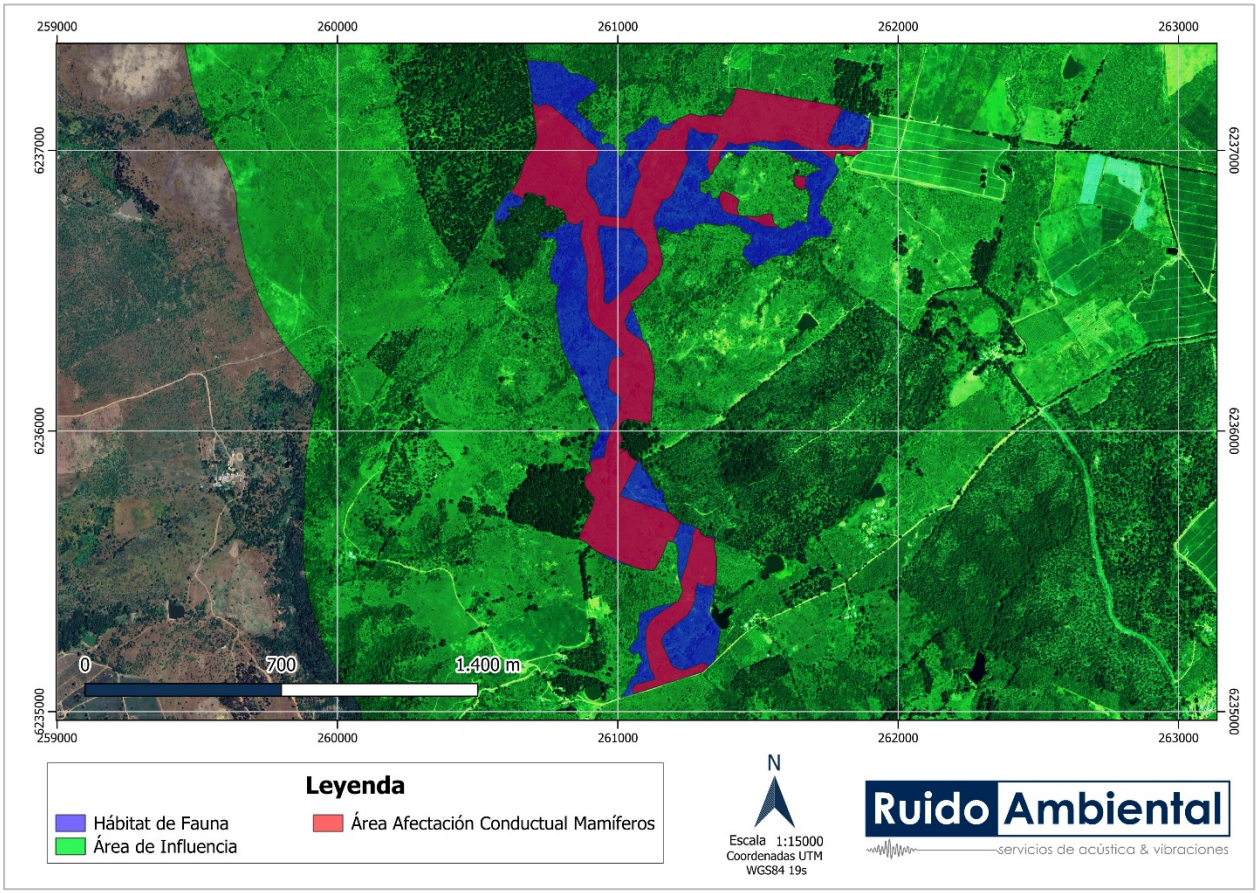
Se puede observar que tanto las Velocidades Peak de Partículas (PPV) como los Niveles de Vibración (Lv) se encuentran por debajo de los criterios de referencia toda la fase de construcción y cierre del Proyecto.

8.1 Fauna

8.1.1 Fase de Construcción y Cierre

En la siguiente figura se muestran las áreas del hábitat de fauna que presentarían intersección con el área de afectación conductual de mamíferos en la fase de construcción del proyecto.

Figura 95. Cruce Áreas de Afectación Mamíferos con Hábitat de Fauna – Fase de construcción



Fuente: Elaboración Propia en Base a Software INOISE 2026.

Según el análisis de intersección entre las áreas de afectación conductual y los hábitats de fauna relevantes de mamíferos, se observa que, existen porciones del hábitats de fauna con afectación conductual para especies de Mamíferos, asociados a los frentes de construcción y cierre del Proyecto. Se debe tener en cuenta que, considerando el avance secuencial de los frentes de trabajos, las afectaciones se irán produciendo por sectores y no todo al mismo tiempo. Además, teniendo en cuenta la alta movilidad de la especie, de manera natural será ahuyentada con la presencia de maquinarias y personas por lo que se descarta su presencia dentro de las áreas de afectación cuando se ejecuten trabajos lo que implica que en la práctica no se producirá el efecto conductual que describe el umbral utilizado como referencia.

8.1.2 Fase de Operación

En las siguientes tablas se presenta la evaluación de los Niveles de Presión Sonora estimados para la fase de operación en los hábitats de fauna.

Tabla 73. Evaluación de Niveles de Ruido estimados en hábitats de fauna, en dB(A) – Fase de Operación

Hábitat de Fauna	Punto Evaluación	NPS Estimado Fase Operación [dB(A)]	Umbral de referencia Conductual Mamíferos [dB(A)]	Comparación umbral de referencia	Evaluación
Área Avistamiento Guiña	PEF01	**52**	68	No Excede	Sin Afectación
	PEF02	**52**	68	No Excede	Sin Afectación
	PEF03	**52**	68	No Excede	Sin Afectación
	PEF04	**56**	68	No Excede	Sin Afectación
	PEF05	**52**	68	No Excede	Sin Afectación

Fuente: Elaboración Propia.

Se puede observar que los Niveles de Ruido estimados se encuentran bajo los umbrales de afectación conductual de las especies en evaluación, por lo cual no generan afectación sobre la fauna del sector.

9 CONCLUSIONES

- Se presentan los resultados asociados a la ejecución del Proyecto Parque Híbrido Las Quintas, considerando un modelo de aerogenerador con una altura de buje de 160 [m].
- Se identificaron veintiocho (28) puntos receptores asociados a asentamientos humanos y un (1) hábitat relevante para fauna en sectores aledaños al Proyecto, los cuales representan un escenario desfavorable de acuerdo con su cercanía con el trazado del proyecto, sus fuentes de ruido y aerogeneradores.
- Se realizaron modelaciones acústicas y estimaciones de vibración configurando escenarios lo más desfavorables posibles para las fases de construcción, operación y cierre.
- Se estimaron los niveles de ruido asociados a la ejecución de las fases de construcción y cierre del Proyecto, en escenarios desfavorables, cuyos valores se encuentran bajo los límites máximos permisibles, con la correcta implementación de las medidas de control indicadas en el Apartado 7 , correspondientes a barreras acústicas modulares y restricción de maquinaria.
- Se estimaron los niveles de ruido asociados a la fase de operación del Proyecto, en escenarios desfavorables, cuyos valores se encuentran bajo los límites máximos permisibles, con la correcta implementación de las medidas de control indicadas en el Apartado 7 , correspondientes a barreras acústicas perimetrales y modos de operación restringidos para los aerogeneradores AG-04, AG-07, AG-08 y AG-11.
- Por otra parte, se estimaron y evaluaron las Velocidades Peak de Partículas (PPV) y los Niveles de Vibración (Lv) asociados a la ejecución del Proyecto, cuyos valores, cumplen con el criterio de referencia internacional para la evaluación de daño estructural y molestia.
- Según el análisis de intersección entre las áreas de afectación conductual y los hábitats de fauna relevantes de mamíferos, se observa que, existen porciones del hábitats de fauna con afectación conductual para especies de Mamíferos, asociados a los frentes de construcción y cierre del Proyecto. Se debe tener en cuenta que, considerando el avance secuencial de los frentes de trabajos, las afectaciones se irán produciendo por sectores y no todo al mismo tiempo. Además, teniendo en cuenta la alta movilidad de la especie, de manera natural será ahuyentada con la presencia de maquinarias y personas por lo que se descarta su presencia dentro de las áreas de afectación cuando se ejecuten trabajos lo que implica que en la práctica no se producirá el efecto conductual que describe el umbral utilizado como referencia.
- Se estimaron los niveles de ruido asociados a la fase de operación del Proyecto sobre hábitats de fauna, donde los niveles de ruido estimados se encuentran bajo los umbrales de afectación conductual de las especies en evaluación, por lo cual no generan afectación sobre la fauna del sector.
- Si bien el Proyecto tiene asociada la emisión de Ruido y Vibraciones, de acuerdo con los antecedentes presentados en este estudio y los resultados obtenidos, es posible concluir que dichas emisiones, bajo las condiciones más desfavorables y considerando las medidas de control y modos operacionales de los aerogeneradores incorporados en el diseño del Proyecto, no superarán los valores establecidos por la

normativa vigente o normativas de referencia según corresponda para las Fases de Construcción, Operación y Cierre del Proyecto.

- **Por lo tanto, el Proyecto no genera riesgo para la salud de la población ni afectación sobre la fauna nativa en virtud de lo definido en los Artículos 5 y 6 del Reglamento del SEIA (D.S. N°40/2012, modificado por el D.S. 30/2023 del MMA).**

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guía para la Predicción y Evaluación de Impactos por Ruido y Vibración en el SEIA, Servicio Evaluación Impacto Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente (2019).
- Decreto Supremo N°38/2011 del Ministerio de Medio Ambiente - Norma de Emisión de Ruidos Generados por fuentes que indica.
- "Guía Para La Aplicación Del D.S. N°38/11 Del MMA para Proyectos de Parques Eólicos en el SEIA", 2020, Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Chile.
- Transit Noise and Vibration Impact Assessment, Federal Transit Administration, 2018, EEUU.
- Criterio de evaluación en el SEIA: Evaluación de Impactos por Ruido sobre Fauna Nativa, SEA, enero 2023.
- Decreto Supremo N°40/2012 del Ministerio de Medio Ambiente - Reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.
- Decreto Supremo N°30/2023 del Ministerio de Medio Ambiente - Modificación al decreto supremo N°40, de 2012, del ministerio del medio ambiente, que establece el reglamento del sistema de evaluación de impacto ambiental.

11 Anexos

Anexo 1 – Fichas técnicas de fuentes utilizadas como referencia

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA: MOTONIVELADORA.

Características fuente:	Marca: Volvo Modelo: G940
Condición operativa fuente:	Fija en aceleración.
Descriptor acústico:	NPSeq
Tiempo de medición:	3 minutos por punto.
Distancia Fuente-Sonómetro:	5 metros a cada punto.



Medición realizada en la parte frontal de la motoniveladora de manera de registrar el ruido de la maquinaria.

Niveles de presión sonora:

Frecuencia en Hz, niveles en dB								
63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dBA
78	74	69	61	61	58	54	48	67



Medición realizada en la parte trasera de la motoniveladora de manera de registrar el ruido del motor acelerado y el tubo de escape.

Niveles de presión sonora:

Frecuencia en Hz, niveles en dB								
63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dBA
78	81	73	65	66	62	55	50	71



Medición realizada en la parte lateral de la motoniveladora de manera de registrar el ruido en general del funcionamiento de la maquinaria acelerada.

Niveles de presión sonora:

Frecuencia en Hz, niveles en dB								
63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dBA
84	72	66	55	56	54	48	44	64

Condiciones meteorológicas **Temperatura: 16C°** **Velocidad del viento: 4km/h** **Humedad: 54%**	**Fecha de medición: 23-06-2015**	**Equipo de medición: Larson Davis Lxt2, Tipo 2, año fabricación 2013.**
Notas: medición normal, con motoniveladora acelerada sobre superficie de tierra. Fuente de ruido de características estables.		Ruido Ambiental Servicios de acústica & vibraciones www.ruidoambiental.cl (56 2) 2891 0290

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA:

Grúa Horquilla

Características fuente:	Grúa Horquilla cargando camión
Condición operativa fuente:	Ubicados al interior de Planta CCU – comuna de Renca, Operación normal de Grúa Horquilla y camión en ralentí.
Descriptor acústico:	NPSeq, NPS por Banda de Frecuencia entre 63 Hz y 8 KHz
Tiempo de medición:	1 minuto (momento de mayor emisión)
Distancia Fuente-Sonómetro:	10 m





Frecuencia [Hz], NPS [dB]								NPSeq [dBA]
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
75	66	67	63	59	59	52	46	66

Condiciones meteorológicas **Temperatura:** 14 C° **Velocidad del viento:** 3km/h **Humedad:** 50%	**Fecha de medición:** 18 de Agosto de 2013	**Equipo de medición:** Marca: Delta Ohm modelo HD 2010 Año fabricación: 2012).
Notas: Nivel estable, sin interferencia de otras fuentes de la planta ni de ruido de fondo.		

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA: Planta de Hormigón

Características fuente:	Planta de Hormigón
Condición operativa fuente:	Operación normal
Descriptor acústico:	NPSeq
Tiempo de medición:	Promedio de 3 muestras de 1 minuto
Distancia Fuente-Sonómetro:	15 metros



Medición realizada en la parte frontal de la planta de hormigón en momentos en que se cargaba camión mixer de manera de registrar situación más desfavorable.

Niveles de presión sonora:

Frecuencia [Hz], NPS [dB]								NPSeq @15m.
63	*125*	*250*	*500*	*1k*	*2k*	*4k*	*8k*	[dBA]
70	68	67	67	71	64	61	55	**72**

Condiciones meteorológicas
Temperatura: 15ºC
Velocidad del viento: 2 m/s
Humedad: 65%

Fecha de medición:
Diciembre de 2015

Equipo de medición: Larson Davis Modelo LxT2 Tipo 2, año fabricación 2014.

Notas:

Ruido Ambiental
Servicios de acústica & vibraciones
www.ruidoambiental.cl (56 2) 2891 0250

Huiche de Tendido y Freno:	
Medido como parte de Monitoreo De Ruido Ambiental Proyecto "Línea Ancoa – Alto Jahuel 2 X 500 KV". (Torre 122-1) Distancia a la fuente aproximada: 10 m Equipo en operación normal Nivel obtenido corresponde al descriptor NPSeq con ponderación Slow y Curva A, de aproximadamente 1 min de duración. El espectro en frecuencias y resultado final es el indicado en la siguiente tabla.	

Frente de Trabajo Tendido Electrico	Frecuencia en Hertz, Nivel en dB								NPS @ 10 m
	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	dB(A)
Huinche de Tendido y freno	53	59	58	51	51	45	39	28	**55**

CARACTERIZACIÓN ACÚSTICA: Tractor + Tolva

Características fuente:	Tractor con tolva
Condición operativa fuente:	En ralentí, descargando material
Descriptor acústico:	NPSeq
Tiempo de medición:	1 minuto
Distancia Fuente-Sonómetro:	10 metros



Medición realizada con el tractor en ralentí mientras levanta la tolva y descarga el material.

Niveles de presión sonora:

Frecuencia en Hz, niveles en dB								dBA
63	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**	
75	68	62	60	61	61	60	52	**67**

Condiciones meteorológicas
Temperatura: 22ºC
Velocidad del viento: 1 km/h
Humedad: 46%

Fecha de medición:
06 de septiembre de 2018

Equipo de medición:
Larson Davis Modelo LxT2

Notas:
Tractor con tolva descargando material (tierra) en terreno baldío.

Ruido Ambiental
Servicios de acústica & vibraciones
www.ruidoambiental.cl (56 2) 2891 0250

Grupos Electrógenos

CGC
Advanced Tecnology

Modelo	TK-GS11000 + ATS
Alarma Nivel de Aceite	Si
Alternador	Cobre
ATS	Si
Capacidad de Aceite	1.65L
Capacidad de Combustible	27L
Cilindrada	634 CC
DC Output	12V/8.3A
Diámetro de Carrera	86*72
Dimensiones	1050*700*860(mm)
Enchufes Salida AC	2
Factor de Potencia	0.8
Fases	Trifásica
Frecuencia	50(Hz)
Funcionamiento Continuo	11H
Garantia	1 Año
Grado de Aislación	(F)
Marca	TOYAKI
Modo Exitación	AVR
Motor	HR198FA
Nivel de Ruido	75(dB)
Partida	Eléctrica
Peso	223Kg
Potencia Máxima	10Kva
Potencia Nominal	9,3Kva
Tipo de Aceite	SAE15W40
Tipo de Motor	1-Cylinder, 4-Tiempos, enfriado por aire, vertical
Velocidad de Giro	3000 RPM
Voltajes	220/380V
Voltímetro	Si





TOYAKI
industrial japan

Lureye
Soluciones que Entregan Valor

• Ficha del Generador
Modelo: PCY-150



• Especificaciones del Generador

Referencia Modelo	
Referencia Motor	6BTAA5.9G2
Referencia Alternador	SLG274E
Combustible	DIESEL

Potencias					
Tensiones	STD-BY		PRIME		Amperes Stb-By
	kWe	kVA	kWe	kVA	
415/240	120	150	108,8	136	209
400/230	120	150	109	136	217
380/220	120	150	108,8	136	228
220/127	120	150	108,8	136	394

Descripción
Regulacion Electrónica
Chasis de acero con soportes antivibrantes
Disyuntor de Potencia - Manual
Radiador con ventilador mecánico, temperatura ambiente máxima de 48°/50°C
Rejilla de protección del ventilador y partes giratorias para seguridad del operador
Silenciador de gases de escape - RESIDENCIAL
Motor de arranque y alternador de carga 24 Vdc
Se suministra con aceite y liquido de refrigeración

Características Generales	
Frecuencia (Hz)	50
Tensión (V)	400 / 230
Panel Estándar	IL-NT AMF20
Panel Opcional	IL-NT AMF25





Dimensiones y peso		
Dimensiones	Abierto	Insonorizado
Longitud (mm)	2.350	3200
Ancho (mm)	950	1.100
Altura (mm)	1.400	1.470
Peso neto (kg)	1.280	1.700
Capacidad del depósito (L)	230	230
Nivel de presión acústica @7m en dB(A)	-	70
Tipo de insonorización	-	Cápsula de acero con tratamiento intemperie

Lureye.cl

ENERGEN POWER SOLUTIONS

Ficha Técnica

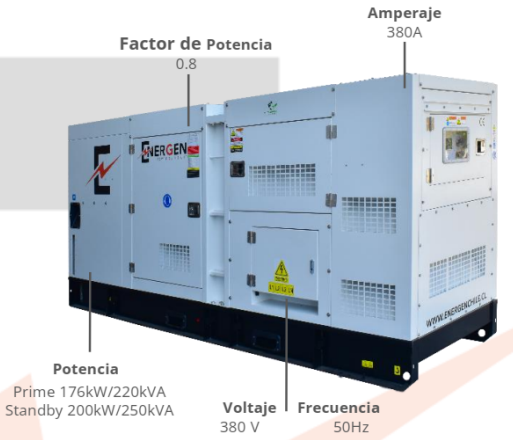
GRUPO ELECTRÓGENO E250-C

QSB6.7-G31 / 220kVA - 176kW

Grupo Electrógeno

Modelo:	E250-C
Motor:	Cummins QSB6.7-G31
Alternador:	Leroy Somer TAL-A46-C
Módulo de Control:	ComAp AMF8
Tanque de Combustible:	450L
Sistema Eléctrico:	24V
Frecuencia:	50Hz
Temperatura gases de escape:	485°C

Nivel de Ruido GE Insonorizado @7m	Máximo	Ambiente
	76 +/- 2 dBA	58 dBA



Motor

Número de Cilindros:	6 en Línea
Sistema de Gobernación:	ECU
Ciclo:	4 tiempos
Aspiración:	Turbocargado
Combustible:	Diesel
Sistema de enfriamiento:	Agua - Aire
Diámetro pistón:	107.00 mm
Desplazamiento pistón:	124.00 mm
Capacidad:	6700cc
Relación Compresión:	18.5 : 1
Cap. Sist. Lubricación Total:	19.50L
Cap. Sist. Refrigeración Motor:	10.00L



Alternador

Aislamiento:	Clase "H"
Sistema de excitación:	PMG
Tarjeta reguladora de voltaje:	AVR ± 1.0%
Grado de Protección:	IP 23

(*) La empresa se reserva el derecho a realizar cambios en los modelos, especificaciones técnicas, equipamientos y accesorios sin previo aviso.

Normas Técnicas

Motor:	ISO 3046, BS 5514, DIN6271, **DS38**
Alternador:	BS 5000, VDE 0530, IEC 34, NEMA
	MG1-32, CSA C22.2-100, AS 1359
Grupo Electrógeno:	ISO 8528, ISO 9001, NCh2369

Consumo Combustible L/h

Velocidad del Motor	Potencia			
	110%	100%	75%	50%
1500 RPM	53.50	48.80	37.00	27.50

CONTÁCTANOS: www.energenchile.cl | +56 9 6632 7400 | contacto@energenchile.cl

Motor Tracker PFV

Performance data

6

3000 min⁻¹ (2 pole)

P_N kW (hp)	n min⁻¹	Type		I_N 230 V A	I_N 400 V A	I_N 690 V A	η 1.0 P_N / 0.75 P_N / 0.5 P_N	Cos Ø 1.0 P_N / 0.75 P_N / 0.5 P_N	M_N Nm	M_A/M_N	I_A/I_N	M_K/M_N	M_S/M_N	M_A/M_N Y	I_A/I_N Y	M_S/M_N Y	J kgm²	L_{PA} dB(A)
0.75 (1.0)	2890	WP-DF80MM [1]	IE3	2.7	1.55	-	80.7 / 81.0 / 77.0	0.86 / 0.80 / 0.68	2.5	3.3	7.7	3.1	2.5	–	–	–	0.0013	64
1.1 (1.5)	2885	WP-DF80MS [1]	IE3	3.95	2.30	-	83.5 / 84.8 / 83.5	0.84 / 0.78 / 0.66	3.6	3.5	7.7	3.1	2.8	–	–	–	0.0012	64
1.5 (2.0)	2880	WP-DF90LMX [1]	IE3	5.25	3.00	-	84.2 / 84.5 / 82.0	0.86 / 0.81 / 0.70	5.0	3.4	8.2	3.6	2.8	–	–	–	0.0014	64
2.2 (3.0)	2895	WP-DF90LSX [1]	IE3	7.9	4.6	-	85.9 / 85.9 / 84.2	0.81 / 0.73 / 0.59	7.3	3.8	8.5	4.1	3.6	–	–	–	0.0016	64
3.0 (4.0)	2880	WP-DF100LMF [1]	IE3	9.3	5.3	-	87.1 / 88.7 / 88.7	0.93 / 0.90 / 0.84	10	3.0	8.2	3.3	2.8	–	–	–	0.0058	60
4.0 (5.5)	2895	WP-DF112MR [1]	IE3	-	7.3	4.2	88.5 / 89.2 / 88.5	0.90 / 0.85 / 0.74	13.2	3.9	10	4.8	3.8	1.2	3.1	1.2	0.0064	60
5.5 (7.5)	2930	WP-DF132SGX [1]	IE3	-	10.6	6.1	90.5 / 90.5 / 88.8	0.83 / 0.76 / 0.63	17.9	3.9	10	4.8	3.6	1.2	3.1	1.1	0.015	66
7.5 (10)	2930	WP-DF132SMX [1]	IE3	-	13.7	7.9	91.0 / 91.2 / 90.3	0.87 / 0.81 / 0.70	24.5	3.6	9.6	4.3	3.3	1.1	3.0	1.0	0.018	66
11 (15)	2945	WP-DF160MJ [1]	IE3	-	19.6	11.3	92.2 / 92.5 / 91.5	0.88 / 0.85 / 0.77	35.7	3.6	7.6	3.6	1.8	1.1	2.4	0.6	0.045	68
15 (20)	2940	WP-DF160MR [1]	IE3	-	26.0	15.0	93.0 / 93.3 / 93.1	0.90 / 0.87 / 0.79	48.7	2.2	8.6	3.7	1.9	0.7	2.7	0.6	0.056	68
18.5 (25)	2955	WP-DF160LT [1]	IE3	-	32.5	18.8	93.3 / 93.4 / 92.5	0.88 / 0.84 / 0.75	59.8	2.7	9.0	4.0	2.2	0.84	2.8	0.7	0.063	68
22 (30)	2950	WP-DF180MF [1]	IE3	-	38.1	22.1	93.6 / 93.6 / 93.1	0.89 / 0.85 / 0.77	71.3	2.4	9.5	4.0	2.1	0.75	3.0	0.66	0.089	68
30 (40)	2950	WP-UDF200LNX [2] WP-DF200LNX [3]	IE3	-	53.0	30.5	93.3 / 93.3 / 93.0	0.88 / 0.85 / 0.78	97.2	2.8	9.0	3.0	2.4	0.88	2.8	0.75	0.15	73
37 (50)	2945	WP-UDF200LNX [2] WP-DF200LNX [3]	IE3	-	65.0	37.5	93.7 / 93.7 / 93.3	0.88 / 0.85 / 0.78	120	2.7	7.8	2.9	2.3	0.75	2.5	0.60	0.18	73
45 (60)	2960	WP-UDF225MP [2] WP-DF225MP [3]	IE3	-	77.0	44.5	94.3 / 94.3 / 93.3	0.90 / 0.88 / 0.83	145	2.3	7.8	2.8	1.9	0.65	2.5	0.50	0.38	75
55 (75)	2955	WP-UDF250MNE [2] WP-DF250SN [3]	IE3	-	92	53	94.6 / 94.6 / 94.5	0.92 / 0.91 / 0.86	178	2.3	7.8	2.8	1.9	0.72	2.5	0.50	0.56	75

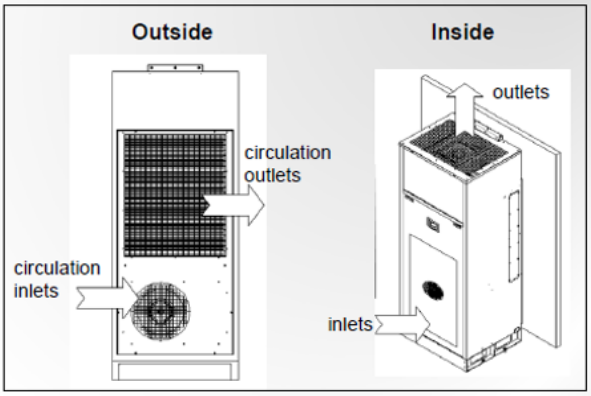
[1] European and BS frame reference
[2] European frame reference
[3] BS frame reference

For performance curves and notes - see page 20

Ventilación de Baterías BESS

Thermal Management System

Model	AC			LZBD-16GHT-C/J
AC	Cooling capacity		kW	16.0
	Heating capacity			6.0
	Power	Cooling		7.9
		Heating		7.63
	Refrigerant	Model		R407C
		Filling quantity	kg	3.4
	Cooling ambient temperature		℃	-35 ~ 50
	Compressor Type			Rotary
	Size	L(A)	mm	800
		W(B)	mm	650
		H(C)	mm	1850
	Noise		dB(A)	69
	Source			3~200-230V/60Hz +PE
	IP level			IP54



- **Cooling testing:**
  - Indoor ambient: temperature 30℃.
  - Outdoor ambient: temperature 35℃.
- **Heating testing:**
  - Indoor temperature 20℃.

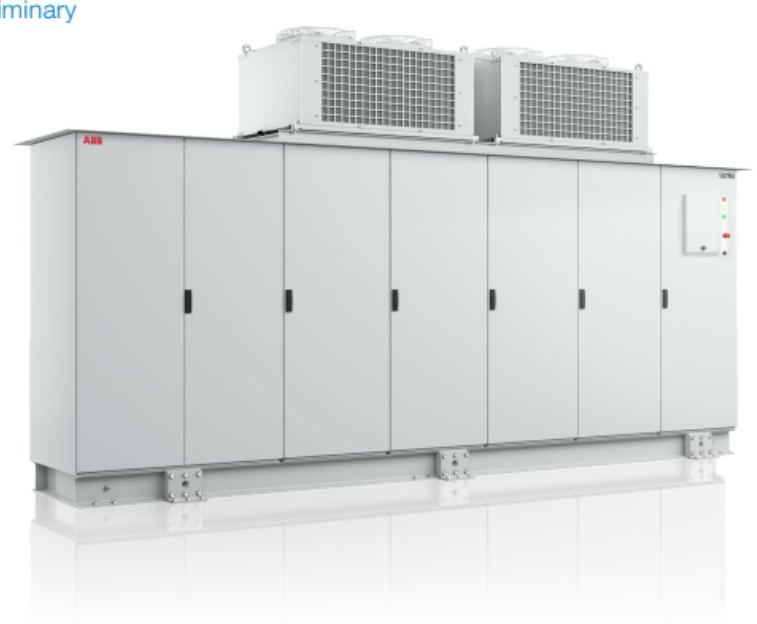
Narada

Inversores

Solar inverters

ABB central inverters
ULTRA-1500.0-TL OUTD*
1560 kW

*Preliminary



ABB's ULTRA utility-scale inverters optimize energy harvesting across a wide array of operating conditions with their industry-leading power conversion efficiencies of up to 98.7% combined with their high-speed Maximum Power Point Tracking (MPPT) channels.

The largest solar power inverter in the ABB product range, the new ULTRA-1500.0 unit is designed with large utility-grade installations in mind.

This large inverter system significantly reduces the wiring requirements and on-site testing thanks to the presence of separated and dedicated compartments for DC and AC.

Up to four independent MPPT input channels for maximum flexibility and energy harvesting

Up to four, independent Maximum Power Point Tracking (MPPT) input channels offer maximum flexibility and energy harvesting.

This liquid-cooled, high-powered inverter is the largest photovoltaic inverter available on the market.

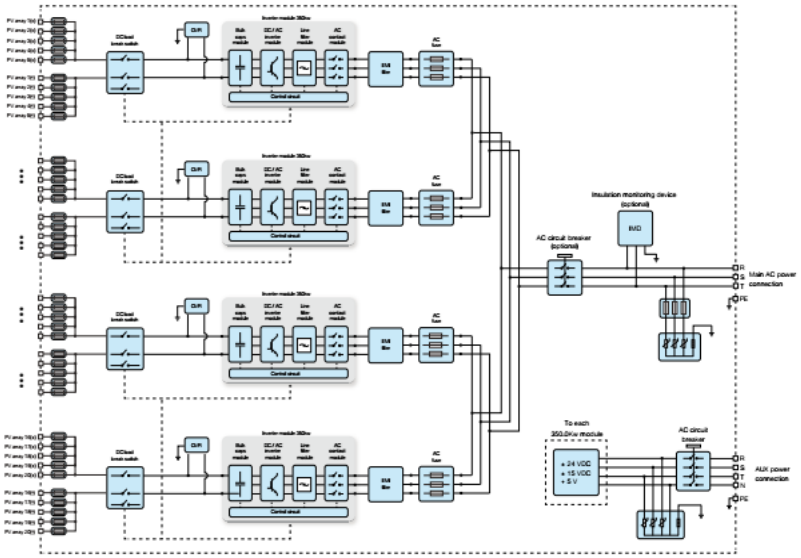
The compact chassis gives maximum power for the minimum footprint and the outdoor enclosure enables unrestricted use under any environmental condition.

Highlights

- Maximum DC input voltage up to 1000 V, high design flexibility and reduced DC distribution losses for large-scale PV plants
- Reduced susceptibility to a single fault; in case of a component failure, a maximum of 350 kW will be lost
- Integrated DC and AC distribution and protection; fully equipped for connection, additional accessories not required
- Direct transformerless conversion to the 690 Vac output reduces AC distribution cost
- Extended MPPT input voltage range

Power and productivity for a better world™

Block diagram of ULTRA-1500.0-TL



Technical data and types

Type code	ULTRA-1500.0-TL
Operating performance	
Maximum efficiency (η_{max})	98.7% [3]
Weighted efficiency (η_{EURO} / η_{SSC})	98.2% / 98.0% [3]
Stand-by consumption/night-time power loss	< 180 W
AC auxiliary supply	3 x 400 Vac +N, 50/60 Hz
Auxiliary supply consumption	< 0.50% of P_{acr}
Auxiliary supply consumption without cooling	< 0.05% of P_{acr}
Inverter switching frequency	9 kHz
Communication	
Wired local monitoring	PVI-USB-RS232_485 (opt.)
Remote monitoring	PVI-AEC-EVO (opt.), VSN700 Data Logger (opt.)
String combiner	PVI-STRINGCOMB (opt.)
User interface	TFT LCD 5.7"
Environmental	
Ambient temperature range	-20...+ 60°C/-4...140°F with derating above 50°C/122°F
Relative humidity	0...100% condensing
Noise emission	< 78 dB(A) @ 1 m
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft
Physical	
Environmental protection rating	IP 54
Cooling	Passive liquid
Required air cooling flow	Not applicable
Dimension (H x W x D)	2591 mm x 4770 mm x 1046 mm 102.0" x 187.80" x 41.18"
Weight	< 4000 Kg / 8818 lbs
Weight of the module	< 55 kg / 121 lbs
Safety	
Transformer	No
Marking	CE (50 Hz only)
Safety and EMC standard	EN 50178, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, EN61000-6-2, EN61000-6-4
Grid standard (check your sales channel for availability)	CEI-0-16, BDEW, P.O.12.3, Ordinul 30/2013

[1] The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard
[2] The Frequency range may vary depending on specific country grid standard
[3] Power consumption of the auxiliary services not included
Remark. Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product
For the available options refer to the configuration module and verify with ABB technical support

Product flyer for ULTRA-1500.0-TL I ABB solar inverters 3

Transformador SE

ABB

TEST REPORT

Sound Level

Report No. 2XTH919011-A

Page 20 of 58

Serial No.: 2XTH919011-A

Test Condition:	100% Excitation (ONAF)		
Applied Standard for Test:	IEC 60076	**Cooling Condition:**	ONAF
Number of Pumps:	0	**Measured Sound Pressure Level:**	66.24 dB(A)
Number of Fans:	6	**Measured Sound Power Level:**	89.85 dB(A)
Frequency:	50 Hz	**Guaranteed Sound Pressure Level:**	84.00 dB(A)
Average Ambient Temperature:	32.0 °C	**Guaranteed Sound Power Level:**	-
Environmental Correction Factor:	6.95 dB(A)	**Background Sound Pressure Level:**	51.02 dB(A)
Measurement Type:	A-Weighted Sound Pressure Level		

1st Terminals:	H1-H2-H3-H0	**Tap:**	11
2nd Terminals:	X1-X2-X3	**Tap:**	-
3rd Terminals:		**Tap:**	

Measuring Point Number	At 1/3 Before Meas. (dB(A))	At 2/3 Before Meas. (dB(A))	At 1/3 Measured (dB(A))	At 2/3 Measured (dB(A))	At 1/3 After Meas. (dB(A))	At 2/3 After Meas. (dB(A))
1	51.1	51.3	71.7	74.0	50.5	50.7
2	-	-	73.5	74.3	-	-
3	-	-	74.1	73.6	-	-
4	51.2	51.1	74.4	74.7	50.2	50.5
5	-	-	74.6	75.0	-	-
6	-	-	74.6	76.0	-	-
7	-	-	75.5	75.3	-	-
8	51.3	51.5	75.6	75.6	50.4	50.4
9	-	-	73.9	73.5	-	-
10	-	-	74.0	74.0	-	-
11	-	-	73.8	74.4	-	-
12	51.1	51.6	74.5	74.5	50.3	50.7
13	-	-	74.4	74.4	-	-
14	-	-	73.0	74.8	-	-
15	-	-	74.0	72.9	-	-
16	51.7	51.4	72.3	73.3	50.3	50.6
17	-	-	73.1	73.0	-	-
18	-	-	72.6	72.8	-	-
19	-	-	72.0	72.9	-	-
20	51.8	51.6	72.4	74.1	50.8	50.5
21	-	-	72.2	71.8	-	-
22	-	-	71.7	71.8	-	-
23	-	-	70.7	71.1	-	-
24	51.5	51.8	71.0	71.3	50.6	50.5
25	-	-	70.3	70.3	-	-
26	-	-	71.3	70.0	-	-
27	-	-	71.0	71.1	-	-
28	51.6	51.7	72.2	71.2	50.7	50.5
29	-	-	70.7	71.1	-	-
30	-	-	73.5	72.7	-	-
31	-	-	73.0	72.5	-	-
32	51.4	51.7	73.2	73.4	50.6	50.5
33	-	-	72.1	72.7	-	-
34	-	-	72.5	72.6	-	-
35	-	-	72.9	71.7	-	-
36	51.5	51.3	71.7	72.2	50.5	50.4
37	-	-	73.1	71.6	-	-
38	-	-	72.9	72.6	-	-
39	-	-	73.1	73.1	-	-

Test Date:	Test Engineer:	Test Department:
21-Mar-2020	Atit Jantapornsom	TD/TPT

AEROGENERADOR

Full list of Application Modes

Application mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Grid Connection Capability Document	Power De-rating Document
AM 0	7.0	106.5	D5245568	D5262534	D4068401	D5223316
AM-1	6.8	106.5	D5245569	D5262536		
AM-2	6.6	106.5	D5245569	D5262537		

List of NRS Modes

NRS Mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document
N1	6650	105.4	D5273938	D5262558
N2	5530	102.6	D5273938	D5262560
N3	5110	101.6	D5273938	D5262562
N4	4690	100.6	D5273938	D5262564
N5	4200	99.2	D5273938	D5262565
N6	3710	98.2	D5273938	D5262567

Typical Sound Power Levels

The sound power levels are presented with reference to the code IEC 61400-11 ed. 3.1 (2018) based on hub height. The sound power levels (LWA) presented are valid for the corresponding wind speeds referenced to the hub height.

Wind speed [m/s]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up to cut-out
AM 0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	96.0	98.9	102.3	105.2	106.5	106.5	106.5	106.5	106.5

Table 1: Acoustic emission, LWA [dB(A) re 1 pW] (10 Hz to 10 kHz)

Wind speed [m/s]	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Up to cut-out
N1	96	96	96	98,9	102,3	105,2	105,4	105,4	105,4	105,4	105,4
N2	96	96	96	98,9	102,3	102,6	102,6	102,6	102,6	102,6	102,6
N3	96	96	96	98,9	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6	101,6
N4	96	96	96	98,9	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6	100,6
N5	96	96	96	98,9	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2	99,2
N6	96	96	96	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2	98,2

Typical Sound Power Frequency Distribution

The information contained in the tables below is contained here for information purpose only. To the extent permitted by law, SGRE does not provide any warranty of any type, either express or implied, with respect to the information provided in this section. In no event will SGRE be liable for damages, including any general, special, incidental or consequential damages, arising out of the information contained in this section.

Typical spectra for LWA in dB(A) re 1 pW for the corresponding centre frequencies are tabulated below for 6, 7, 8, 9,10, 11 and 12 m/s referenced to hub height.

Wind speed [m/s]	1/1 octave band center frequencies							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
6	80.8	86.3	89.8	88.7	91.6	94.5	91.0	75.5
7	84.2	89.7	93.2	92.1	95.0	97.9	94.4	78.9
8	87.1	92.6	96.1	95.0	97.9	100.8	97.3	81.8
9	88.4	93.9	97.4	96.3	99.2	102.1	98.6	83.1
10	88.4	93.9	97.4	96.3	99.2	102.1	98.6	83.1
11	88.4	93.9	97.4	96.3	99.2	102.1	98.6	83.1
12	88.4	93.9	97.4	96.3	99.2	102.1	98.6	83.1

Table 2 Typical 1/1 octave band spectrum for 63 Hz to 8 kHz for AM 0 setting

Anexo 2 (Adjunto) – Archivos Kmz

Este informe ha sido elaborado bajo los controles establecidos por el Sistema de Gestión de Calidad de Ruido Ambiental SpA., certificado por Bureau Veritas Certification conforme con la norma ISO 9001:2015. Número de Certificado Serie: BVCSG9620.