



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS

CAPITULO 7.9 RUIDO



NOVIEMBRE 2024

Elaboró	Revisó y Aprobó	
Geocol Consultores	EDP Renewables	ISA Intercolombia

TABLA DE CONTENIDO

7	DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	1
7.9	RUIDO.....	2
7.9.1	Propagación de ruido.....	3
7.9.2	Descripción del proceso	4
7.9.3	Fuentes de emisión de ruido	6
7.9.3.1	Fuentes de emisión para la línea base	6
7.9.3.2	Fuentes de emisión para el escenario de construcción.....	10
7.9.3.2.1	Fuentes lineales de emisión	10
7.9.3.2.2	Fuentes puntuales de emisión	13
7.9.4	Datos de entrada para el cálculo del ruido de aeronaves (Enfoque AEDT)	25
7.9.5	Escenario de modelación	26
7.9.5.1	Línea base	27
7.9.5.2	Escenario de construcción	27
7.9.6	Metodología	27
7.9.7	Escala espacial de modelación.....	28
7.9.8	Escala temporal de modelación.....	28
7.9.9	Meteorología.....	29
7.9.10	Tipo de modelo.....	29
7.9.10.1	LimA 2023.....	29
7.9.10.2	Modelo ISO 9613 Ruido Industrial	30
7.9.10.3	CRTN Método de cálculo ruido de tráfico	34
7.9.10.4	NMPB –2008 Método de cálculo ruido de vías férreas.....	36
7.9.10.5	Aviation environmental design tool (AEDT)– Versión 3e.....	36
7.9.11	Receptores	39
7.9.12	Método de cálculo y reporte de resultados.....	44
7.9.13	Resultados	45
7.9.13.1	Resultados de los Escenarios de Modelación	45
7.9.13.1.1	Escenario Base.....	45
7.9.14	Análisis de correlación de datos simulados	48
7.9.14.1.1	Escenario 2: Construcción	54
7.9.14.1.2	Modelo de Propagación de Ruido del Escenario Constructivo.....	61
7.9.14.2	Receptores de Interés.....	63
7.9.14.3	Monitoreo de Ruido	70
7.9.15	Conclusiones.....	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 7-1	Permisos a solicitar para el desarrollo del proyecto	1
Tabla 7-2	Condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre	3
Tabla 7-3	Listado de fuente lineales de emisión para el modelo de propagación de ruido, Escenario 1. 6	
Tabla 7-4	Potencia acústica de las fuentes lineales contempladas para el escenario 1: Línea Base.	10
Tabla 7-5	Fuentes lineales de emisión contempladas en el escenario constructivo.....	10
Tabla 7-6	Potencia acústica de las fuentes lineales contempladas para el escenario 2: Construcción.	13
Tabla 7-7	Generalidades y ubicación de las fuentes puntuales de emisión en escenario de construcción para actividades de montaje de torres.....	14
Tabla 7-8	Generalidades y ubicación de las fuentes puntuales de emisión en escenario de construcción para actividades de ocupación de cauce.....	22
Tabla 7-9	Potencia acústica de las fuentes puntuales contempladas para el Escenario 2: Construcción.	23
Tabla 7-10	Generalidades y ubicación de las voladuras en el escenario de construcción.	23
Tabla 7-11	Potencia acústica de las voladuras en el escenario de construcción.	25
Tabla 7-12	Datos acústicos de AEDT para el Helicóptero Bell 212.	26
Tabla 7-13	Estaciones meteorológicas utilizadas en la Modelación.	29
Tabla 7-14	Coeficiente de atenuación atmosférico α para distintas bandas de octava de ruido	32
Tabla 7-15	Expresiones usadas en el cálculo de las contribuciones de atenuación por efecto del suelo A_s , A_r y A_m en bandas de octava.	34
Tabla 7-16	Tipos fuentes de emisión consideradas en AEDT.....	38
Tabla 7-17	Listado de nombres de los receptores discretos ingresados al modelo de propagación de ruido.....	39
Tabla 7-18	Listado de los sectores de ruido contemplados según la ubicación relativa del receptor de interés.....	41
Tabla 7-19	Conjunto de datos resultantes de las campañas de monitoreo de ruido ambiental en día hábil para período diurno	48
Tabla 7-20	Datos para análisis de correlación	50
Tabla 7-21	Objetivos de calidad para modelos de calidad del aire establecidos por la Unión Europea	53
Tabla 7-22	Resumen de resultados de los estadísticos de correlación para los resultados del modelo en línea base.....	53
Tabla 7-23	Niveles de presión sonora de los receptores de interés en los diferentes escenarios	64
Tabla 7-24	Niveles de presión sonora en los puntos de monitoreo para los diferentes escenarios.....	71

LISTA DE FIGURAS

Figura 7-1	Condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre.....	3
Figura 7-2	Localización general del Proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas.	5
Figura 7-3	Sonidos de voladura.....	25
Figura 7-4	Diferenciación de 3 regiones en la sinación de la atenuación por efecto del suelo.....	33
Figura 7-5	Esquema general AEDT 3e.	37
Figura 7-6	Receptores para simulación de propagación de ruido en PREDICTOR.	44
Figura 7-7	Métodos de cálculo y reporte de resultados.	45
Figura 7-8	Mapa de isófonas del proyecto Beta-Alpha- Cuestecitas para el Escenario Base en Horario Diurno.	46
Figura 7-9	Mapa de isófonas del proyecto -Beta Alpha -Cuestecitas para el Escenario Base en Horario Nocturno.....	47
Figura 7-10	Resultados gráficos de correlación de datos de ruido simulados y datos de ruido obtenidos en campo durante las campañas de monitoreo.....	51
Figura 7-11	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para transporte aéreo, operaciones de construcción y flujo vehicular existente.....	55
Figura 7-12	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de adecuación y/o construcción de accesos.....	56
Figura 7-13	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de transporte terrestre.....	57
Figura 7-14	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de maquinaria amarilla.....	58
Figura 7-15	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades que requieren ocupación de cauce.....	59
Figura 7-16	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de construcción de patios de almacenamiento.....	60
Figura 7-17	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de voladuras.....	61
Figura 7-18	Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2.....	62
Figura 7-19	Comportamientos de los niveles de presión sonora de los receptores de interés en los diferentes escenarios.....	70
Figura 7-20	Comportamientos de los niveles de presión sonora de los receptores que representan puntos de monitoreo en los diferentes escenarios.....	72

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

A continuación, se presenta la demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales, necesarios para el desarrollo del proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a la Subestación Cuestecitas. De acuerdo con las obras y actividades del proyecto, descrito en el capítulo 3 (Descripción del proyecto), los recursos naturales que se requerirán para la ejecución de las actividades objeto de la presente solicitud y en cumplimiento de la normatividad ambiental vigente se resumen a continuación en la **Tabla 7-1**.

PERMISO A SOLICITAR	ACTIVIDAD
Concesión de aguas superficiales	No se requiere permiso de concesión de aguas superficiales. Durante las etapas del proyecto se gestionará la demanda de agua mediante terceros autorizados (que cuenten con los permisos y/o licencias ambientales vigentes) o a través de la recirculación del agua tratada de la PTAR (etapa de construcción).
Concesión de aguas subterráneas	No se requiere concesión de aguas subterráneas. Durante las etapas del proyecto se gestionará la demanda de agua mediante terceros autorizados (que cuenten con los permisos y/o licencias ambientales vigentes) o a través de la recirculación del agua tratada de la PTAR (etapa de construcción).
Vertimientos	No se requiere permiso de vertimientos. Durante todas las etapas del proyecto se gestionará el manejo de las aguas residuales domésticas y no domésticas a través de terceros autorizados (que cuenten con los permisos y/o licencias ambientales vigentes) o a través de recirculación del efluente de la PTAR (etapa de construcción).
Ocupaciones de cauce	Se requiere el permiso de ocupación de cauce en una franja de 100 m, asociado a las obras hidráulicas que permiten el ingreso a los frentes de obra a través de los accesos licenciados que cruzan cuerpos de agua naturales de tipo permanente e intermitente. En total se solicitan 92 ocupaciones de cauce para el proyecto.
Aprovechamiento forestal	Se solicita el aprovechamiento forestal de un volumen aproximado de 7.977,79m ³ de madera.
Levantamiento de veda de flora silvestre (Vascular y no vascular)	Se solicita imposición de medidas de manejo para siete (7) especies vasculares y levantamiento de veda para 78 especies No vasculares.
Emisiones atmosféricas	No se requiere permiso de emisiones atmosféricas para la ejecución de las actividades del proyecto. Se presenta el modelo de emisiones atmosféricas.
Ruido	Se presenta el modelo de ruido
Materiales de construcción	Se requiere material de arrastre o cantera para la conformación de terraplenes para el derecho de vía, adecuación de las vías de acceso, material de afirmado y en las obras que involucran concreto.
Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	No aplica con base en la Circular Externa No. 0001 de 2022 de ANLA

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

A continuación, se presenta la caracterización de cada uno de los recursos naturales que demandará el proyecto y que serán utilizados, aprovechados y/o afectados durante las diferentes etapas de este.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

7.9 RUIDO

El campo de la acústica ambiental enfoca sus estudios en el desarrollo de métodos que permitan evaluar diferentes fuentes de ruido que afecten la calidad de vida y la estabilidad de las zonas inmersas en la servidumbre de este contaminante. El incremento exponencial de la industria y el desarrollo tecnológico en conjunto con una mala administración del uso de suelo asociados a la falta de planificación territorial dan lugar a entornos con niveles importantes de presión sonora, lo cual hace necesario el uso de herramientas como modelos de ruido, con la finalidad de obtener una muestra de la extensión de la huella de ruido a la cual podría estar expuesta una población en específico e implementar medidas de control sobre la fuente o receptor a fin de mitigar los efectos adversos del ruido en el ambiente.

Para el desarrollo de la modelación del impacto ocasionado por la generación de ruido en el área de influencia se plantea como objetivo principal Determinar los aportes de presión sonora promedio en dB(A) emitidos al medio ambiente y sobre los principales receptores por efecto de la operación normalizada de equipos durante las etapas de línea base y construcción para el proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas operada por la empresa EDP RENEWABLES ubicada en jurisdicción de los municipios de Uribia, Maicao y Albania, en el departamento de La Guajira, empleando el modelo descrito en el presente documento.

Este objetivo principal, viene acompañado de unos objetivos específicos definidos como el de obtener el descriptor de ruido acumulativo LD (i.e. Nivel de ruido día) y LN (i.e. Nivel de ruido noche) en el área del proyecto bajo condiciones de mayor emisión considerando diferentes escenarios proyectados; evaluar los impactos por ruido generados por la operación del proyecto sobre un área que cubre un rectángulo de 33Km X 74 Km; determinar el aporte de niveles sonoros en términos de dB(A) sobre los puntos evaluados en los monitoreos de ruido ambiental y en los receptores cercanos al área del proyecto a fin de identificar cual sería el aporte de ruido sobre el clima acústico de la zona a evaluar; formular e implementar, cuando sea pertinente, pruebas de control de calidad del modelo tales como análisis de sensibilidad y validación.

En este mismo sentido se debe establecer el alcance de las actividades, las cuales van encaminadas los análisis de las emisiones espectrales típicas para fuentes de los equipos y procesos del proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas de la Empresa EDP RENEWABLES ubicada en jurisdicción de los municipios de Uribia, Maicao y Albania, en el departamento de La Guajira, teniendo en cuenta la información técnica suministrada por EDP RENEWABLES (cantidades de obra para las actividades constructivas y flota vehicular del proyecto). La modelación acústica no tiene en cuenta la posible contribución de fuentes ajenas al funcionamiento del proyecto (i.e. industrias circundantes, fuegos artificiales, dispositivos altoparlantes, etc.). Además, no se incluye las fuentes de emisión como fauna local, actividades antrópicas o típicas de comunidades cercanas.

Junto a lo anterior se deben dejar claros las limitaciones de la modelación desarrollada, toda vez que se limita a informar acerca de la metodología y resultados obtenidos de la situación de ruido en horario diurno y nocturno asociados al proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas. Así mismo, la modelación pretende identificar los radios de propagación acústica (i.e. Isófonas) producto de la operación de las fuentes de ruido evaluadas en un entorno, la calificación de este y el grado de detalle que se puede tener en el diseño de la base de datos geográfica del modelo, son parámetros sensibles a los resultados, variando las situaciones de ruido en cualquier proyecto industrial, dado que se desconoce el detalle de este entorno, los resultados finales tendrán una incertidumbre asociada a la inexistencia de dicha información.

Debido a la etapa temprana en la que se encuentra el proyecto y la limitante del software de modelación respecto a las emisiones variables, se contempla la operación simultánea de toda la

maquinaria amarilla en las adecuaciones de vías en horarios diurnos (a pesar que en el capítulo 3 se aclaró que los tramos sujetos de mejoramiento serán definidos una vez se vaya a hacer uso de los accesos en la etapa de construcción) junto con las zonas destinadas para el montaje de torres eléctricas, tomando como base un factor de intensidad temporal relativa asociado a la operación de cada fuente incluyendo las actividades con explosivos. Para evaluar las emisiones provenientes de línea base del proyecto, se contempla la operación del tren de carga del cerrejón, para el cual se adopta una frecuencia de 6 viajes por día. Debido a la limitación del software LimA 2023 para modelar emisiones variables, se establece un escenario crítico en donde la maquinaria amarilla funciona simultáneamente alrededor de las zonas en donde se proyecta el montaje de la línea de interconexión. Finalmente se aclara que, para efectos de la simulación, la única Fuente de emisión considerada externas al área de influencia preliminar es la vía férrea del cerrejón y se considera como background. Las interacciones entre el ambiente acústico asociado a la vía férrea y otras fuentes solo se verán entonces dentro del AI del proyecto.

7.9.1 Propagación de ruido

El estándar técnico utilizado para la simulación de propagación de ruido es ISO 9613 – 2 – Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors, Part 2 General method of calculation. La propagación de ruido hacia puntos receptores en condiciones de propagación homogénea y favorable acorde al estándar ISO 9613 – 2: Atenuación del sonido en espacio abierto, se calcula de manera separada y tiene en cuenta la suma de las condiciones de atenuación existentes en la trayectoria fuente/receptor.

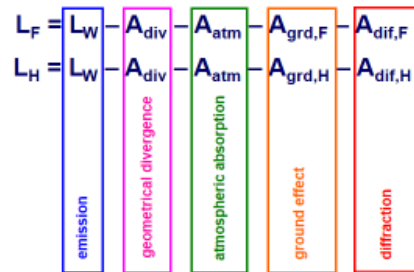
$$\begin{aligned}
 L_F &= L_W - A_{div} - A_{atm} - A_{grd,F} - A_{dif,F} \\
 L_H &= L_W - A_{div} - A_{atm} - A_{grd,H} - A_{dif,H}
 \end{aligned}$$


Figura 7-1 Condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre.

Fuente: International Organization for Standardization, 1996

En la resolución el documento mencionado, también se establece las condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre, las cuales son concernientes a la propagación a través de casas, bosques y sitios industriales y están dadas en el anexo A de esta ISO. Este método es aplicable en la práctica a una gran variedad de fuentes y ambientes de ruido. Es aplicable, directa o indirectamente, a muchas situaciones concernientes a tráfico rodado o de ferrocarriles, fuentes de ruido industrial, actividades de construcción y muchas otras fuentes de ruido. Esto no es aplicable a ruido de aviones en vuelo u ondas explosiones de la minería o militares u operaciones similares. Para aplicar el método de esta parte de ISO 9613, varios parámetros necesitan ser conocidos con respecto a la geometría de la fuente y del ambiente, las características de la superficie del suelo, y de la fuerza de la fuente en términos de niveles de presión sonora en bandas de octava para direcciones relevantes a la propagación.

Tabla 7-2 Condiciones de atenuación del sonido en el espacio libre.

Contaminante	Tiempo de exposición
P1 – Divergencia geométrica	Diferencia máx. GND+Difracción 1,0 dB.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

Contaminante	Tiempo de exposición
P2 – Absorción atmosférica	ISO 9613-1 Temperatura promedio 12°C, humedad relativa 86% y presión atmosférica 1015 mbar.
P3 – Perfil del terreno	Plano medio del perfil del terreno DGM.
P4 – Efecto del suelo	Función de coeficiente G adimensional del terreno – Zona absorbente = 0,9 (0 = abs 100%; 1 = abs 0%).
P5 – Reflexiones	Consideradas en efecto del suelo.
P6 – Difracciones	Dependiente de la longitud de onda y la diferencia de trayectoria.
P7 – Condición meteorológica	ISO 9613-1 Temperatura promedio 12°C, humedad relativa 86% y presión atmosférica 1015 mbar

FUENTE: International Organization for Standardization, 1996

La normatividad aplicable corresponde a:

- Resolución 627 del 2006 del MAVDT hoy MADS, por la cual se estipula la metodología de evaluación de emisión de ruido y ruido ambiental.
- Metodología general para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales adoptada mediante la Resolución 1402 de 2018 del MADS.
- Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA Proyectos de Sistemas de transmisión de energía eléctrica. TDR – 17 adoptados mediante la Resolución 0075 del 18 de enero de 2018 del MADS.

7.9.2 Descripción del proceso

En el marco del proceso de licenciamiento, las actividades de construcción que pueden generar alteraciones en la presión sonora son las siguientes: obras civiles para el montaje de torres de energía, movimiento de material y personal mediante vehículos terrestres y aéreos (helicópteros).

El proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas se ubica entre los municipios de Uribia, Maicao y Albania, en el departamento de La Guajira, a continuación se presenta una imagen satelital de la ubicación general del proyecto.

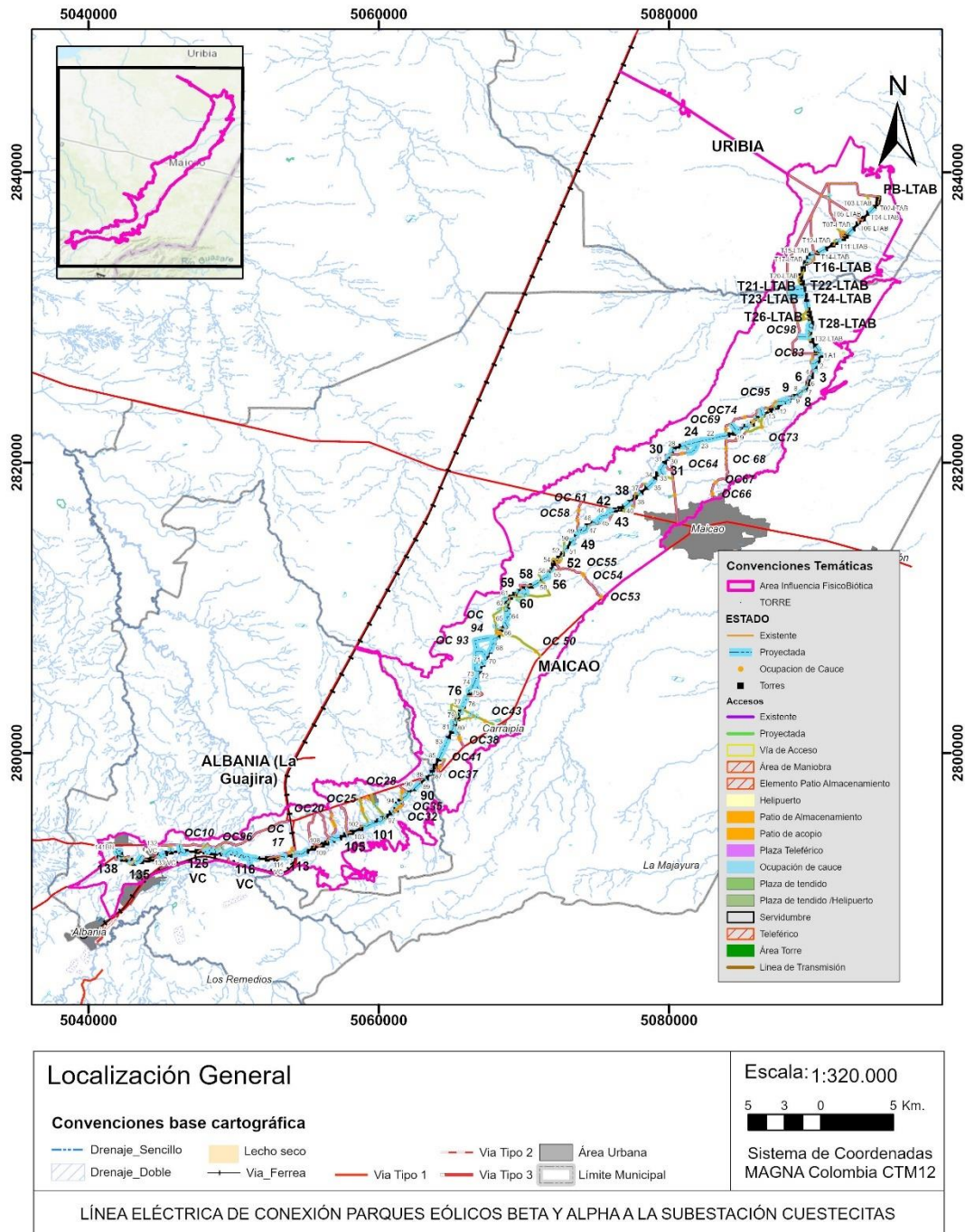


Figura 7-2 Localización general del Proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas.

7.9.3 Fuentes de emisión de ruido

Para el modelo de simulación de propagación de ruido se establecen 2 escenarios:

- Línea Base: Contempla las fuentes de ruido existentes asociadas a las vías nacionales e intermunicipales que se encuentran dentro de la zona del proyecto.
- Escenario Constructivo: Contempla las fuentes lineales existentes asociadas a vías nacionales e intermunicipales junto con los aportes de las fuentes de emisión proyectadas en la fase constructiva que incluye helicóptero para transporte de materiales y personal, maquinaria amarilla para la ejecución de obras civiles, flota vehicular del proyecto y detonación controlada de explosivos.

7.9.3.1 Fuentes de emisión para la línea base

Las fuentes de emisiones de ruido presentes en el área de influencia corresponden para el primer escenario de modelación a las fuentes lineales reportadas en los documentos de aforo vehicular (ver **Tabla 7-3**), los cuales se pueden consultar en el capítulo de descripción del proyecto del EIA *Línea eléctrica de conexión parques eólicos Beta y Alpha a subestación Cuestecitas*

Tabla 7-3 Listado de fuente lineales de emisión para el modelo de propagación de ruido, Escenario 1

UBICACIÓN	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO
Zona de operaciones proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO1	6
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO2	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO2	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2

UBICACIÓN	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO4	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO5	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO3	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2

UBICACIÓN	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO1	6	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO2	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO6	2	
VIA_TI				

UBICACIÓN	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO	ID	PUNTO DE AFORO ASOCIADO
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO4	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO7	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO6	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO5	2	VIA_TIPO7	2
	VIA_TIPO6	2		
	VIA_TIPO7	2		
	VIA_TIPO6	2		
	VIA_TIPO6	2		
	VIA_TIPO5	2		
	VIA_TIPO7	2		
	VIA_TIPO5	2		
	VIA_TIPO6	2		
	VIA_TIPO6	2		
	VIA_TIPO7	2		
	TREN_C	N/A		

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

De igual manera, a continuación, se muestran los valores de potencia sonora equivalentes para las vías que se contemplaron en el modelo en función de los datos de los siete aforos suministrados, calculados mediante el algoritmo presentado en las secciones de potencia acústica de la vía férrea.

Tabla 7-4 Potencia acústica de las fuentes lineales contempladas para el escenario 1: Línea Base.

Aforo ¹	Frecuencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Aforo 2	Lw Día	50.02	56.98	61.15	63.98	66.56	66.11	61.47	58.43	71.79
	Lw Noche	44.73	51.62	55.73	58.49	61.17	60.68	56.01	52.91	66.36
Aforo 6	Lw Día	66.18	71.04	74.52	76.69	80.20	79.45	74.41	70.88	85.11
	Lw Noche	61.41	65.93	69.25	71.20	75.00	74.16	69.00	65.29	79.82
Vía férrea ² Cerrejón	Lw Día (dBA/m)	67.8								
	Lw Noche (dBA/m)	67.8								

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.3.2 Fuentes de emisión para el escenario de construcción

Con el fin de establecer diferentes condiciones en el escenario de construcción, se hace necesario conocer las fuentes generadoras puntuales.

7.9.3.2.1 Fuentes lineales de emisión

Para el escenario constructivo, se contemplaron las mismas fuentes lineales presentes en el escenario 1; sin embargo, se toma en cuenta el aforo vehicular suministrado para las actividades de construcción (adecuación y uso de accesos) y se agregan fuentes lineales asociadas a las adecuaciones y construcción de accesos, las cuales son presentadas a continuación.

Tabla 7-5 Fuentes lineales de emisión contempladas en el escenario constructivo

Ubicación	Id	Operación	Id	Operación
Zona de operaciones proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas	AC_8801	Adecuación-Construcción	AC_RCZp1.5	Adecuación-Construcción
	AC_C1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp10.1	Adecuación-Construcción
	AC_C1.1a	Adecuación-Construcción	AC_RCZp11.1	Adecuación-Construcción
	AC_C1.1b	Adecuación-Construcción	AC_RCZp12.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_C1.1c	Adecuación-Construcción	AC_RCZp12.1.2	Adecuación-Construcción
	AC_CZ1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp12.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp13.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ3	Adecuación-Construcción	AC_RCZp14.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ4	Adecuación-Construcción	AC_RCZp18.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ4.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp19.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ4.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp19.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ4.3	Adecuación-Construcción	AC_RCZp2.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ5	Adecuación-Construcción	AC_RCZp2.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ6	Adecuación-Construcción	AC_RCZp2.1.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZ7	Adecuación-Construcción	AC_RCZp2.2	Adecuación-Construcción
	AC_CZC7.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp2.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZp1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp2.3.21	Adecuación-Construcción
	AC_CZp4.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp21.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZp4.2.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.1	Adecuación-Construcción
	AC_CZp5.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.2	Adecuación-Construcción
	AC_Cp1.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.3	Adecuación-Construcción

¹ Se toman en cuenta solo dos puntos de aforo vehicular, uno que represente las emisiones sonoras de las vías principales y otro para las emisiones sonoras de las vías secundarias. Estos puntos de aforo vehicular se escogieron a partir del mayor valor de TPD registrado para las dos categorías de vías aforadas

² Emisiones por operación de vía Férrea determinadas mediante el algoritmo NMPB - 2008 Método de cálculo ruido de vías férreas implementado mediante Predictor LIMA 2023.

Ubicación	Id	Operación	Id	Operación
	AC_Cp1.1.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.4	Adecuación-Construcción
	AC_Cp16	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.5	Adecuación-Construcción
	AC_Cp17	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.5.1	Adecuación-Construcción
	AC_Cp17.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.5a	Adecuación-Construcción
	AC_Cp2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp23.5b	Adecuación-Construcción
	AC_Cp2.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp3.1	Adecuación-Construcción
	AC_Cp3	Adecuación-Construcción	AC_RCZp3.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_Cz6.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp3.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_Cz6.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp3.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp4.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp4.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1.1.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp4.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp4.2	Adecuación-Construcción
	AC_R1.3a	Adecuación-Construcción	AC_RCZp5.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1.3b	Adecuación-Construcción	AC_RCZp5.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1.3c	Adecuación-Construcción	AC_RCZp5.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R10	Adecuación-Construcción	AC_RCZp5.2.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R11	Adecuación-Construcción	AC_RCZp5.2.1.2	Adecuación-Construcción
	AC_R12	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1	Adecuación-Construcción
	AC_R13b	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R14	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2	Adecuación-Construcción
	AC_R15	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_R18	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R19.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.2	Adecuación-Construcción
	AC_R19a	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.3	Adecuación-Construcción
	AC_R19b	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.4	Adecuación-Construcción
	AC_R19c	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.5	Adecuación-Construcción
	AC_R19d	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.6	Adecuación-Construcción
	AC_R19e	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.7	Adecuación-Construcción
	AC_R1_2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.7.1	Adecuación-Construcción
	AC_R1_T1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.1.2.7.2	Adecuación-Construcción
	AC_R2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.2	Adecuación-Construcción
	AC_R2.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_R2.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.2.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R2.3	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.2.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R20	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.3	Adecuación-Construcción
	AC_R21	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.3.1	Adecuación-Construcción
	AC_R22	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.3.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R22.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.4.1	Adecuación-Construcción
	AC_R23	Adecuación-Construcción	AC_RCZp6.4.2	Adecuación-Construcción
	AC_R23.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp7.1	Adecuación-Construcción
	AC_R3	Adecuación-Construcción	AC_RCZp7.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R3.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp7.2	Adecuación-Construcción
	AC_R3.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp7.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_R4	Adecuación-Construcción	AC_RCZp7.2.2	Adecuación-Construcción
	AC_R4.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp8.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R5	Adecuación-Construcción	AC_RCZp8.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R5.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZp9.1	Adecuación-Construcción
	AC_R5.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp9.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R5a	Adecuación-Construcción	AC_RCZpC14.1.4	Adecuación-Construcción
	AC_R5b	Adecuación-Construcción	AC_RCZpC19.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6.1	Adecuación-Construcción	AC_RCZpC23.5.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6.2	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.10	Adecuación-Construcción
	AC_R6.3	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.11	Adecuación-Construcción
	AC_R6.4	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.12	Adecuación-Construcción
	AC_R6.5	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.13	Adecuación-Construcción

Ubicación	Id	Operación	Id	Operación
	AC_R6a	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.6	Adecuación-Construcción
	AC_R6b	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.7	Adecuación-Construcción
	AC_R6c	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.8	Adecuación-Construcción
	AC_R6d	Adecuación-Construcción	AC_RCZp_1.9	Adecuación-Construcción
	AC_R6e	Adecuación-Construcción	AC_RCC5.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6f	Adecuación-Construcción	AC_RCP11.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6g	Adecuación-Construcción	AC_RCP18.1.3	Adecuación-Construcción
	AC_R6h	Adecuación-Construcción	AC_RCP22.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6i	Adecuación-Construcción	AC_RCP7.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6j	Adecuación-Construcción	AC_RCP18.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R6k	Adecuación-Construcción	AC_RCP18.1.2	Adecuación-Construcción
	AC_R7a	Adecuación-Construcción	AC_Rp1	Adecuación-Construcción
	AC_R7b	Adecuación-Construcción	AC_Rp1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R7c	Adecuación-Construcción	AC_Rp1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R7d	Adecuación-Construcción	AC_Rp1.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_R7e	Adecuación-Construcción	AC_Rp14.1	Adecuación-Construcción
	AC_R8.1	Adecuación-Construcción	AC_Rp14.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R8_1	Adecuación-Construcción	AC_Rp2	Adecuación-Construcción
	AC_R8_1a	Adecuación-Construcción	AC_Rp22.1	Adecuación-Construcción
	AC_R8_1b	Adecuación-Construcción	AC_Rp3	Adecuación-Construcción
	AC_R8_2	Adecuación-Construcción	AC_Rp6.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_R8_2a	Adecuación-Construcción	AC_Rp6.2.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R8_2b	Adecuación-Construcción	AC_RpC14.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R8_2c	Adecuación-Construcción	AC_RpC3.1	Adecuación-Construcción
	AC_R9	Adecuación-Construcción	AC_RpCZp1.1	Adecuación-Construcción
	AC_R9.1	Adecuación-Construcción	BA_R1	Adecuación-Construcción
	AC_RC13.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1	Adecuación-Construcción
	AC_RC13.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RC15.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RC15.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.1.1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RC18.2.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RC19.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.2	Adecuación-Construcción
	AC_RC19.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.2_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RC19.1.2a	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1.2_Cp1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RC19.1.2b	Adecuación-Construcción	BA_R1_C1_Cp2	Adecuación-Construcción
	AC_RC20.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C2	Adecuación-Construcción
	AC_RC20.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C2.1	Adecuación-Construcción
	AC_RC21.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C2.2	Adecuación-Construcción
	AC_RC22.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C5	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ1.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C5_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ1.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C5_Cp2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ1.2.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C5_Cp3	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ1.2.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C5_Cp4	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ1.3	Adecuación-Construcción	BA_R1_C6	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ12.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C6.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ12.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C6.2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ12.2.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C6.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ12.3	Adecuación-Construcción	BA_R1_C6.2.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ18.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C6.2.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C7	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_C7_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.2	Adecuación-Construcción	BA_R1_C7_Cp1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.3	Adecuación-Construcción	BA_R1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.3.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R1_Cp2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.3.1a	Adecuación-Construcción	BA_R2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ2.3.2	Adecuación-Construcción	BA_R2_C1	Adecuación-Construcción

Ubicación	Id	Operación	Id	Operación
	AC_RCZ2.3.3	Adecuación-Construcción	BA_R2_C1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ3.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C1.1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ3.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ4.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ4.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C3	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ5.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C3_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ5.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C4	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ5.1.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C4_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ5.2.1	Adecuación-Construcción	BA_R2_C4_Cp2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ6.5.1	Adecuación-Construcción	BA_R3	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ6.5.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R4	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ7.1	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZ8.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZC12.3.1	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZC12.3.2	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.1_Cp1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.1	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.2	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.1.1	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.2.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.2	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.2.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.2.1	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.2.1.1.1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.2.2	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.2.1.1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.2.3	Adecuación-Construcción	BA_R4_C1.2.1_Cp1	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.4	Adecuación-Construcción	AC_R13c	Adecuación-Construcción
	AC_RCZp1.4.1	Adecuación-Construcción	AC_R13a	Adecuación-Construcción
	VIA_TIPO5	Adecuación-Construcción	VIA_TIPO7	Adecuación-Construcción

De igual manera, a continuación, se muestran los valores de potencia sonora equivalentes para el aforo vehicular³ (teniendo en cuenta solo el horario diurno, debido a que las actividades de construcción solo se realizan en el día) y los tipos de maquinaria amarilla que se contemplaron en el modelo en función de los datos de las actividades de construcción que fueron suministradas.

Tabla 7-6 Potencia acústica de las fuentes lineales contempladas para el escenario 2: Construcción.

Aforo	Frecuencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Total
Aforo actividades de construcción ⁴	Lw Día dBA/m	80.03	88.13	90.63	97.03	105.23	94.43	89.23	80.13	111.21

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.3.2.2 Fuentes puntuales de emisión

Se contemplaron fuentes puntuales que corresponden a la maquinaria amarilla reportada en la información suministrada por EDP RENEWABLES las cuales son presentadas en la. (ver **Tabla 7-7**).

Además, como actividades constructivas para el Proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, se tienen en cuenta obras menores para ocupación de cauce.

³ Para le escenario de construcción se consideraron adecuación de accesos representados en el modelo como fuentes lineales

⁴ Emisiones de tráfico asociado a la flota vehicular del proyecto, determinadas mediante el algoritmo Dutch SRM2 SOURCE implementado mediante Predictor LIMA 2023

Tabla 7-7 Generalidades y ubicación de las fuentes puntuales de emisión en escenario de construcción para actividades de montaje de torres

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
Construcción del proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas	0	Bulldozer	5090443,76	2827396,06	451	Vibrocompactador	5059251,24	2795015,67
	1	Bulldozer	5090260,44	2826967,62	452	Vibrocompactador	5057277,54	2794184,75
	2	Bulldozer	5090258,7	2827562,13	453	Vibrocompactador	5056828,06	2793996,25
	3	Bulldozer	5090046,65	2826490,87	454	Vibrocompactador	5056399,17	2793822,98
	4	Bulldozer	5089805,31	2825950,97	455	Vibrocompactador	5055497,19	2793445,61
	5	Bulldozer	5089575,3	2825436,4	456	Vibrocompactador	5055026,89	2793241,07
	6	Bulldozer	5089405,9	2825068,44	457	Vibrocompactador	5054511,99	2793072,59
	7	Bulldozer	5089007,48	2824809,92	458	Vibrocompactador	5054035,38	2792986,26
	8	Bulldozer	5088605,69	2824554,56	459	Vibrocompactador	5052901,27	2792688,6
	9	Bulldozer	5088232,29	2824315,47	460	Vibrocompactador	5052312,83	2792726,83
	10	Bulldozer	5088012,1	2824177,3	461	Vibrocompactador	5051644,37	2792734,05
	11	Bulldozer	5086951,93	2823557,83	462	Vibrocompactador	5051110,26	2792802,31
	12	Bulldozer	5086439,05	2823297,35	463	Vibrocompactador	5050830,48	2792878,74
	13	Bulldozer	5086001,61	2823051,23	464	Vibrocompactador	5050508,87	2792970,1
	14	Bulldozer	5085730,98	2822651,83	465	Vibrocompactador	5050199,85	2793056,94
	15	Bulldozer	5085288,72	2822472,8	466	Vibrocompactador	5049936,23	2793128,28
	16	Bulldozer	5084801,03	2822272,43	467	Vibrocompactador	5049531,03	2793121,36
	17	Bulldozer	5084505,31	2822037,69	468	Vibrocompactador	5049243,03	2793070,29
	18	Bulldozer	5084045,85	2821920,71	469	Vibrocompactador	5048737,04	2793112,99
	19	Bulldozer	5083486,11	2821789,26	470	Vibrocompactador	5048440,8	2793142,01
	20	Bulldozer	5082974,56	2821669,11	471	Vibrocompactador	5048034,92	2793210,71
	21	Bulldozer	5082341,41	2821520,41	472	Vibrocompactador	5047483,61	2793221,12
	22	Bulldozer	5081771,73	2821386,61	473	Vibrocompactador	5046350,37	2793217,09
	23	Bulldozer	5081294,63	2821273,93	474	Vibrocompactador	5045697,26	2793211,23
	24	Bulldozer	5080830,99	2821127,74	475	Vibrocompactador	5045283,75	2793097,04
	25	Bulldozer	5080324,8	2820961,89	476	Vibrocompactador	5044880,59	2792986,51
	26	Bulldozer	5080153,85	2820702,52	477	Vibrocompactador	5044352,36	2792696,48
	27	Bulldozer	5079674,4	2819936,8	478	Vibrocompactador	5044083,05	2792632,72
	28	Bulldozer	5079424,57	2819539,74	479	Vibrocompactador	5043631,03	2792529,6
	29	Bulldozer	5079223,43	2819221,73	480	Vibrocompactador	5043119,14	2792418,78
	30	Bulldozer	5079000,47	2818865,72	481	Vibrocompactador	5042878,91	2792606,72
	31	Bulldozer	5078814,64	2818574,27	482	Vibrocompactador	5042347,52	2792691,16
	32	Bulldozer	5078484,25	2818291,95	483	Vibrocompactador	5042252,89	2792815,01
	33	Bulldozer	5078062,42	2817935,14	484	Vibrocompactador	5042169,06	2792941,61
	34	Bulldozer	5077258,51	2817251,67	485	Vibrocompactador	5042021,18	2792991,12
	35	Bulldozer	5076939,54	2816985,67	486	Vibrocompactador	5041913,28	2793230,44
	36	Bulldozer	5076584,68	2816818,6	487	Vibrocompactador	5042161,7	2793245,14
	37	Bulldozer	5077668,72	2817602,11	488	Vibrocompactador	5042197,64	2793015,75
	38	Bulldozer	5075948,44	2816547,6	489	Vibrocompactador	5094385,27	2838068,17
	39	Bulldozer	5076291,14	2816728,93	490	Vibrocompactador	5094362,38	2837847,64
	40	Bulldozer	5075650,25	2816392,1	491	Vibrocompactador	5094114,22	2837589,62
	41	Bulldozer	5075201,2	2816105,19	492	Vibrocompactador	5093733,77	2837205,51
	42	Bulldozer	5074789,76	2815881,22	493	Vibrocompactador	5093367,09	2836834,6
	43	Bulldozer	5074362,39	2815632,1	494	Vibrocompactador	5093004,04	2836466,69
	44	Bulldozer	5073899,39	2815365,27	495	Vibrocompactador	5092640,78	2836098,47
	45	Bulldozer	5073613,27	2814991,9	496	Vibrocompactador	5092334,57	2835791,01
	46	Bulldozer	5073275,68	2814547,88	497	Vibrocompactador	5091610,95	2835208,75
	47	Bulldozer	5072942,83	2814111,29	498	Vibrocompactador	5091261,26	2835012,28
	48	Bulldozer	5072638,67	2813712,32	499	Vibrocompactador	5090310,57	2834480,4
	49	Bulldozer	5072400,36	2813402,56	500	Vibrocompactador	5089595,65	2834096,36
	50	Bulldozer	5072039,02	2813079,68	501	Vibrocompactador	5089460,24	2831085,53
	51	Bulldozer	5071641,49	2812237,75	502	Vibrocompactador	5089551,63	2830682,32

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	52	Bulldozer	5071297,71	2811972,51	503	Vibrocompactador	5089637,28	2830304,36
	53	Bulldozer	5070955,2	2811713,09	504	Vibrocompactador	5089718,63	2829943,66
	54	Bulldozer	5070519	2811509,65	505	Vibrocompactador	5089792,21	2829605,79
	55	Bulldozer	5070052,83	2811301,13	506	Vibrocompactador	5089733,78	2829318,11
	56	Bulldozer	5069372,98	2810926,51	507	Vibrocompactador	5089673,9	2829008,33
	57	Bulldozer	5069080,83	2810716,34	508	Vibrocompactador	5089618,94	2828729,54
	58	Bulldozer	5068826	2810322,82	509	Vibrocompactador	5089811,4	2828437,34
	59	Bulldozer	5068874,18	2809853,16	510	Vibrocompactador	5090088,67	2828019,73
	60	Bulldozer	5068943,6	2809413,92	511	Vibrocompactador	5090266,22	2827748,74
	61	Bulldozer	5068708,25	2808977,01	512	Vibrocompactador	5090237,75	2827655,26
	62	Bulldozer	5068457,44	2808499,34	513	Vibrocompactador	5092202,44	2835639,8
	63	Bulldozer	5068202,34	2808024,98	514	Vibrocompactador	5092014,39	2835454,45
	64	Bulldozer	5067940,52	2807538,13	515	Vibrocompactador	5090786,85	2834745,66
	65	Bulldozer	5067658,19	2807013,15	516	Vibrocompactador	5089766,83	2834321,17
	66	Bulldozer	5067445,83	2806618,17	517	Vibrocompactador	5089373,29	2833775,84
	67	Bulldozer	5067172,66	2806109,35	518	Vibrocompactador	5089225,33	2833361,75
	68	Bulldozer	5066941,77	2805615,39	519	Vibrocompactador	5089064,36	2832867,37
	69	Bulldozer	5066724,58	2805149,66	520	Vibrocompactador	5089155,85	2832417,15
	70	Bulldozer	5066492,96	2804653,09	521	Vibrocompactador	5089255,79	2831986,63
	71	Bulldozer	5066034,19	2803669,43	522	Vibrocompactador	5089356,45	2831536,32
	72	Bulldozer	5065820,52	2803211,17	523	Vibrocompactador	5056104,34	2793698,68
	73	Bulldozer	5065629,06	2802800,79	524	Vibrocompactador	5061187,65	2796101,16
	74	Bulldozer	5065429,63	2802373,03	525	Vibrocompactador	5061253,02	2796492,42
	75	Bulldozer	5065236,98	2801959,98	526	Vibrocompactador	5042730,41	2792640,49
	76	Bulldozer	5065026,36	2801508,37	527	Vibrocompactador	5046717,02	2793219,09
	77	Bulldozer	5064790,09	2801001,79	528	Vibrocompactador	5057718,13	2794371,95
	78	Bulldozer	5064550,84	2800488,8	529	Vibrocompactador	5058134,39	2794543,88
	79	Bulldozer	5064331,12	2800017,72	530	Vibrocompactador	5058755,6	2794805,66
	80	Bulldozer	5064134,15	2799595,39	531	Vibrocompactador	5061432,33	2796684,57
	81	Bulldozer	5063897,64	2799088,31	532	Vibrocompactador	5062837,18	2797912,6
	82	Bulldozer	5063269,87	2798270,41	533	Vibrocompactador	5063674,21	2798663,99
	83	Bulldozer	5062465,49	2797553,9	534	Vibrocompactador	5066237,58	2804152,7
	84	Bulldozer	5061989,96	2797228,76	535	Vibrocompactador	5069642,56	2811129,88
	85	Bulldozer	5061683,14	2796913,68	536	Vibrocompactador	5071914,26	2812626,39
	86	Bulldozer	5060889,21	2795867,94	537	Vibrocompactador	5079899,65	2820335,46
	87	Bulldozer	5060514,22	2795633,92	538	Vibrocompactador	5053482,45	2792845,53
	88	Bulldozer	5060267,76	2795479,07	539	Vibrocompactador	5087443,51	2823841,24
	89	Bulldozer	5060003,17	2795312,77	540	Bulldozer	5090428,76	2827381,06
	90	Bulldozer	5059706,93	2795185,9	541	Bulldozer	5090245,44	2826952,62
	91	Bulldozer	5059266,24	2795000,67	542	Bulldozer	5090243,7	2827547,13
	92	Bulldozer	5057292,54	2794169,75	543	Bulldozer	5090031,65	2826475,87
	93	Bulldozer	5056843,06	2793981,25	544	Bulldozer	5089790,31	2825935,97
	94	Bulldozer	5056414,17	2793807,98	545	Bulldozer	5089560,3	2825421,4
	95	Bulldozer	5055512,19	2793430,61	546	Bulldozer	5089390,9	2825053,44
	96	Bulldozer	5055041,89	2793226,07	547	Bulldozer	5088992,48	2824794,92
	97	Bulldozer	5054526,99	2793057,59	548	Bulldozer	5088590,69	2824539,56
	98	Bulldozer	5054050,38	2792971,26	549	Bulldozer	5088217,29	2824300,47
	99	Bulldozer	5052916,27	2792673,6	550	Bulldozer	5087997,1	2824162,3
	100	Bulldozer	5052327,83	2792711,83	551	Bulldozer	5086936,93	2823542,83
	101	Bulldozer	5051659,37	2792719,05	552	Bulldozer	5086424,05	2823282,35
	102	Bulldozer	5051125,26	2792787,31	553	Bulldozer	5085986,61	2823036,23
	103	Bulldozer	5050845,48	2792863,74	554	Bulldozer	5085715,98	2822636,83
	104	Bulldozer	5050523,87	2792955,1	555	Bulldozer	5085273,72	2822457,8
	105	Bulldozer	5050214,85	2793041,94	556	Bulldozer	5084786,03	2822257,43

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	106	Bulldozer	5049951,23	2793113,28	557	Bulldozer	5084490,31	2822022,69
	107	Bulldozer	5049546,03	2793106,36	558	Bulldozer	5084030,85	2821905,71
	108	Bulldozer	5049258,03	2793055,29	559	Bulldozer	5083471,11	2821774,26
	109	Bulldozer	5048752,04	2793097,99	560	Bulldozer	5082959,56	2821654,11
	110	Bulldozer	5048455,8	2793127,01	561	Bulldozer	5082326,41	2821505,41
	111	Bulldozer	5048049,92	2793195,71	562	Bulldozer	5081756,73	2821371,61
	112	Bulldozer	5047498,61	2793206,12	563	Bulldozer	5081279,63	2821258,93
	113	Bulldozer	5046365,37	2793202,09	564	Bulldozer	5080815,99	2821112,74
	114	Bulldozer	5045712,26	2793196,23	565	Bulldozer	5080309,8	2820946,89
	115	Bulldozer	5045298,75	2793082,04	566	Bulldozer	5080138,85	2820687,52
	116	Bulldozer	5044895,59	2792971,51	567	Bulldozer	5079659,4	2819921,8
	117	Bulldozer	5044367,36	2792681,48	568	Bulldozer	5079409,57	2819524,74
	118	Bulldozer	5044098,05	2792617,72	569	Bulldozer	5079208,43	2819206,73
	119	Bulldozer	5043646,03	2792514,6	570	Bulldozer	5078985,47	2818850,72
	120	Bulldozer	5043134,14	2792403,78	571	Bulldozer	5078799,64	2818559,27
	121	Bulldozer	5042893,91	2792591,72	572	Bulldozer	5078469,25	2818276,95
	122	Bulldozer	5042362,52	2792676,16	573	Bulldozer	5078047,42	2817920,14
	123	Bulldozer	5042267,89	2792800,01	574	Bulldozer	5077243,51	2817236,67
	124	Bulldozer	5042184,06	2792926,61	575	Bulldozer	5076924,54	2816970,67
	125	Bulldozer	5042036,18	2792976,12	576	Bulldozer	5076569,68	2816803,6
	126	Bulldozer	5041928,28	2793215,44	577	Bulldozer	5077653,72	2817587,11
	127	Bulldozer	5042176,7	2793230,14	578	Bulldozer	5075933,44	2816532,6
	128	Bulldozer	5042212,64	2793000,75	579	Bulldozer	5076276,14	2816713,93
	129	Bulldozer	5094400,27	2838053,17	580	Bulldozer	5075635,25	2816377,1
	130	Bulldozer	5094377,38	2837832,64	581	Bulldozer	5075186,2	2816090,19
	131	Bulldozer	5094129,22	2837574,62	582	Bulldozer	5074774,76	2815866,22
	132	Bulldozer	5093748,77	2837190,51	583	Bulldozer	5074347,39	2815617,1
	133	Bulldozer	5093382,09	2836819,6	584	Bulldozer	5073884,39	2815350,27
	134	Bulldozer	5093019,04	2836451,69	585	Bulldozer	5073598,27	2814976,9
	135	Bulldozer	5092655,78	2836083,47	586	Bulldozer	5073260,68	2814532,88
	136	Bulldozer	5092349,57	2835776,01	587	Bulldozer	5072927,83	2814096,29
	137	Bulldozer	5091625,95	2835193,75	588	Bulldozer	5072623,67	2813697,32
	138	Bulldozer	5091276,26	2834997,28	589	Bulldozer	5072385,36	2813387,56
	139	Bulldozer	5090325,57	2834465,4	590	Bulldozer	5072024,02	2813064,68
	140	Bulldozer	5089610,65	2834081,36	591	Bulldozer	5071626,49	2812222,75
	141	Bulldozer	5089475,24	2831070,53	592	Bulldozer	5071282,71	2811957,51
	142	Bulldozer	5089566,63	2830667,32	593	Bulldozer	5070940,2	2811698,09
	143	Bulldozer	5089652,28	2830289,36	594	Bulldozer	5070504	2811494,65
	144	Bulldozer	5089733,63	2829928,66	595	Bulldozer	5070037,83	2811286,13
	145	Bulldozer	5089807,21	2829590,79	596	Bulldozer	5069357,98	2810911,51
	146	Bulldozer	5089748,78	2829303,11	597	Bulldozer	5069065,83	2810701,34
	147	Bulldozer	5089688,9	2828993,33	598	Bulldozer	5068811	2810307,82
	148	Bulldozer	5089633,94	2828714,54	599	Bulldozer	5068859,18	2809838,16
	149	Bulldozer	5089826,4	2828422,34	600	Bulldozer	5068928,6	2809398,92
	150	Bulldozer	5090103,67	2828004,73	601	Bulldozer	5068693,25	2808962,01
	151	Bulldozer	5090281,22	2827733,74	602	Bulldozer	5068442,44	2808484,34
	152	Bulldozer	5090252,75	2827640,26	603	Bulldozer	5068187,34	2808009,98
	153	Bulldozer	5092217,44	2835624,8	604	Bulldozer	5067925,52	2807523,13
	154	Bulldozer	5092029,39	2835439,45	605	Bulldozer	5067643,19	2806998,15
	155	Bulldozer	5090801,85	2834730,66	606	Bulldozer	5067430,83	2806603,17
	156	Bulldozer	5089781,83	2834306,17	607	Bulldozer	5067157,66	2806094,35
	157	Bulldozer	5089388,29	2833760,84	608	Bulldozer	5066926,77	2805600,39
	158	Bulldozer	5089240,33	2833346,75	609	Bulldozer	5066709,58	2805134,66
	159	Bulldozer	5089079,36	2832852,37	610	Bulldozer	5066477,96	2804638,09

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	160	Bulldozer	5089170,85	2832402,15	611	Bulldozer	5066019,19	2803654,43
	161	Bulldozer	5089270,79	2831971,63	612	Bulldozer	5065805,52	2803196,17
	162	Bulldozer	5089371,45	2831521,32	613	Bulldozer	5065614,06	2802785,79
	163	Bulldozer	5056119,34	2793683,68	614	Bulldozer	5065414,63	2802358,03
	164	Bulldozer	5061202,65	2796086,16	615	Bulldozer	5065221,98	2801944,98
	165	Bulldozer	5061268,02	2796477,42	616	Bulldozer	5065011,36	2801493,37
	166	Bulldozer	5042745,41	2792625,49	617	Bulldozer	5064775,09	2800986,79
	167	Bulldozer	5046732,02	2793204,09	618	Bulldozer	5064535,84	2800473,8
	168	Bulldozer	5057733,13	2794356,95	619	Bulldozer	5064316,12	2800002,72
	169	Bulldozer	5058149,39	2794528,88	620	Bulldozer	5064119,15	2799580,39
	170	Bulldozer	5058770,6	2794790,66	621	Bulldozer	5063882,64	2799073,31
	171	Bulldozer	5061447,33	2796669,57	622	Bulldozer	5063254,87	2798255,41
	172	Bulldozer	5062852,18	2797897,6	623	Bulldozer	5062450,49	2797538,9
	173	Bulldozer	5063689,21	2798648,99	624	Bulldozer	5061974,96	2797213,76
	174	Bulldozer	5066252,58	2804137,7	625	Bulldozer	5061668,14	2796898,68
	175	Bulldozer	5069657,56	281114,88	626	Bulldozer	5060874,21	2795852,94
	176	Bulldozer	5071929,26	2812611,39	627	Bulldozer	5060499,22	2795618,92
	177	Bulldozer	5079914,65	2820320,46	628	Bulldozer	5060252,76	2795464,07
	178	Bulldozer	5053497,45	2792830,53	629	Bulldozer	5059988,17	2795297,77
	179	Bulldozer	5087458,51	2823826,24	630	Bulldozer	5059691,93	2795170,9
	180	Excavadora	5090458,76	2827411,06	631	Bulldozer	5059251,24	2794985,67
	181	Excavadora	5090275,44	2826982,62	632	Bulldozer	5057277,54	2794154,75
	182	Excavadora	5090273,7	2827577,13	633	Bulldozer	5056828,06	2793966,25
	183	Excavadora	5090061,65	2826505,87	634	Bulldozer	5056399,17	2793792,98
	184	Excavadora	5089820,31	2825965,97	635	Bulldozer	5055497,19	2793415,61
	185	Excavadora	5089590,3	2825451,4	636	Bulldozer	5055026,89	2793211,07
	186	Excavadora	5089420,9	2825083,44	637	Bulldozer	5054511,99	2793042,59
	187	Excavadora	5089022,48	2824824,92	638	Bulldozer	5054035,38	2792956,26
	188	Excavadora	5088620,69	2824569,56	639	Bulldozer	5052901,27	2792658,6
	189	Excavadora	5088247,29	2824330,47	640	Bulldozer	5052312,83	2792696,83
	190	Excavadora	5088027,1	2824192,3	641	Bulldozer	5051644,37	2792704,05
	191	Excavadora	5086966,93	2823572,83	642	Bulldozer	5051110,26	2792772,31
	192	Excavadora	5086454,05	2823312,35	643	Bulldozer	5050830,48	2792848,74
	193	Excavadora	5086016,61	2823066,23	644	Bulldozer	5050508,87	2792940,1
	194	Excavadora	5085745,98	2822666,83	645	Bulldozer	5050199,85	2793026,94
	195	Excavadora	5085303,72	2822487,8	646	Bulldozer	5049936,23	2793098,28
	196	Excavadora	5084816,03	2822287,43	647	Bulldozer	5049531,03	2793091,36
	197	Excavadora	5084520,31	2822052,69	648	Bulldozer	5049243,03	2793040,29
	198	Excavadora	5084060,85	2821935,71	649	Bulldozer	5048737,04	2793082,99
	199	Excavadora	5083501,11	2821804,26	650	Bulldozer	5048440,8	2793112,01
	200	Excavadora	5082989,56	2821684,11	651	Bulldozer	5048034,92	2793180,71
	201	Excavadora	5082356,41	2821535,41	652	Bulldozer	5047483,61	2793191,12
	202	Excavadora	5081786,73	2821401,61	653	Bulldozer	5046350,37	2793187,09
	203	Excavadora	5081309,63	2821288,93	654	Bulldozer	5045697,26	2793181,23
	204	Excavadora	5080845,99	2821142,74	655	Bulldozer	5045283,75	2793067,04
	205	Excavadora	5080339,8	2820976,89	656	Bulldozer	5044880,59	2792956,51
	206	Excavadora	5080168,85	2820717,52	657	Bulldozer	5044352,36	2792666,48
	207	Excavadora	5079689,4	2819951,8	658	Bulldozer	5044083,05	2792602,72
	208	Excavadora	5079439,57	2819554,74	659	Bulldozer	5043631,03	2792499,6
	209	Excavadora	5079238,43	2819236,73	660	Bulldozer	5043119,14	2792388,78
	210	Excavadora	5079015,47	2818880,72	661	Bulldozer	5042878,91	2792576,72
	211	Excavadora	5078829,64	2818589,27	662	Bulldozer	5042347,52	2792661,16
	212	Excavadora	5078499,25	2818306,95	663	Bulldozer	5042252,89	2792785,01
	213	Excavadora	5078077,42	2817950,14	664	Bulldozer	5042169,06	2792911,61

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	214	Excavadora	5077273,51	2817266,67	665	Bulldozer	5042021,18	2792961,12
	215	Excavadora	5076954,54	2817000,67	666	Bulldozer	5041913,28	2793200,44
	216	Excavadora	5076599,68	2816833,6	667	Bulldozer	5042161,7	2793215,14
	217	Excavadora	5077683,72	2817617,11	668	Bulldozer	5042197,64	2792985,75
	218	Excavadora	5075963,44	2816562,6	669	Bulldozer	5094385,27	2838038,17
	219	Excavadora	5076306,14	2816743,93	670	Bulldozer	5094362,38	2837817,64
	220	Excavadora	5075665,25	2816407,1	671	Bulldozer	5094114,22	2837559,62
	221	Excavadora	5075216,2	2816120,19	672	Bulldozer	5093733,77	2837175,51
	222	Excavadora	5074804,76	2815896,22	673	Bulldozer	5093367,09	2836804,6
	223	Excavadora	5074377,39	2815647,1	674	Bulldozer	5093004,04	2836436,69
	224	Excavadora	5073914,39	2815380,27	675	Bulldozer	5092640,78	2836068,47
	225	Excavadora	5073628,27	2815006,9	676	Bulldozer	5092334,57	2835761,01
	226	Excavadora	5073290,68	2814562,88	677	Bulldozer	5091610,95	2835178,75
	227	Excavadora	5072957,83	2814126,29	678	Bulldozer	5091261,26	2834982,28
	228	Excavadora	5072653,67	2813727,32	679	Bulldozer	5090310,57	2834450,4
	229	Excavadora	5072415,36	2813417,56	680	Bulldozer	5089595,65	2834066,36
	230	Excavadora	5072054,02	2813094,68	681	Bulldozer	5089460,24	2831055,53
	231	Excavadora	5071656,49	2812252,75	682	Bulldozer	5089551,63	2830652,32
	232	Excavadora	5071312,71	2811987,51	683	Bulldozer	5089637,28	2830274,36
	233	Excavadora	5070970,2	2811728,09	684	Bulldozer	5089718,63	2829913,66
	234	Excavadora	5070534	2811524,65	685	Bulldozer	5089792,21	2829575,79
	235	Excavadora	5070067,83	2811316,13	686	Bulldozer	5089733,78	2829288,11
	236	Excavadora	5069387,98	2810941,51	687	Bulldozer	5089673,9	2828978,33
	237	Excavadora	5069095,83	2810731,34	688	Bulldozer	5089618,94	2828699,54
	238	Excavadora	5068841	2810337,82	689	Bulldozer	5089811,4	2828407,34
	239	Excavadora	5068889,18	2809868,16	690	Bulldozer	5090088,67	2827989,73
	240	Excavadora	5068958,6	2809428,92	691	Bulldozer	5090266,22	2827718,74
	241	Excavadora	5068723,25	2808992,01	692	Bulldozer	5090237,75	2827625,26
	242	Excavadora	5068472,44	2808514,34	693	Bulldozer	5092202,44	2835609,8
	243	Excavadora	5068217,34	2808039,98	694	Bulldozer	5092014,39	2835424,45
	244	Excavadora	5067955,52	2807553,13	695	Bulldozer	5090786,85	2834715,66
	245	Excavadora	5067673,19	2807028,15	696	Bulldozer	5089766,83	2834291,17
	246	Excavadora	5067460,83	2806633,17	697	Bulldozer	5089373,29	2833745,84
	247	Excavadora	5067187,66	2806124,35	698	Bulldozer	5089225,33	2833331,75
	248	Excavadora	5066956,77	2805630,39	699	Bulldozer	5089064,36	2832837,37
	249	Excavadora	5066739,58	2805164,66	700	Bulldozer	5089155,85	2832387,15
	250	Excavadora	5066507,96	2804668,09	701	Bulldozer	5089255,79	2831956,63
	251	Excavadora	5066049,19	2803684,43	702	Bulldozer	5089356,45	2831506,32
	252	Excavadora	5065835,52	2803226,17	703	Bulldozer	5056104,34	2793668,68
	253	Excavadora	5065644,06	2802815,79	704	Bulldozer	5061187,65	2796071,16
	254	Excavadora	5065444,63	2802388,03	705	Bulldozer	5061253,02	2796462,42
	255	Excavadora	5065251,98	2801974,98	706	Bulldozer	5042730,41	2792610,49
	256	Excavadora	5065041,36	2801523,37	707	Bulldozer	5046717,02	2793189,09
	257	Excavadora	5064805,09	2801016,79	708	Bulldozer	5057718,13	2794341,95
	258	Excavadora	5064565,84	2800503,8	709	Bulldozer	5058134,39	2794513,88
	259	Excavadora	5064346,12	2800032,72	710	Bulldozer	5058755,6	2794775,66
	260	Excavadora	5064149,15	2799610,39	711	Bulldozer	5061432,33	2796654,57
	261	Excavadora	5063912,64	2799103,31	712	Bulldozer	5062837,18	2797882,6
	262	Excavadora	5063284,87	2798285,41	713	Bulldozer	5063674,21	2798633,99
	263	Excavadora	5062480,49	2797568,9	714	Bulldozer	5066237,58	2804122,7
	264	Excavadora	5062004,96	2797243,76	715	Bulldozer	5069642,56	2811099,88
	265	Excavadora	5061698,14	2796928,68	716	Bulldozer	5071914,26	2812596,39
	266	Excavadora	5060904,21	2795882,94	717	Bulldozer	5079899,65	2820305,46
	267	Excavadora	5060529,22	2795648,92	718	Bulldozer	5053482,45	2792815,53

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	268	Excavadora	5060282,76	2795494,07	719	Bulldozer	5087443,51	2823811,24
	269	Excavadora	5060018,17	2795327,77	720	Excavadora	5090458,76	2827381,06
	270	Excavadora	5059721,93	2795200,9	721	Excavadora	5090275,44	2826952,62
	271	Excavadora	5059281,24	2795015,67	722	Excavadora	5090273,7	2827547,13
	272	Excavadora	5057307,54	2794184,75	723	Excavadora	5090061,65	2826475,87
	273	Excavadora	5056858,06	2793996,25	724	Excavadora	5089820,31	2825935,97
	274	Excavadora	5056429,17	2793822,98	725	Excavadora	5089590,3	2825421,4
	275	Excavadora	5055527,19	2793445,61	726	Excavadora	5089420,9	2825053,44
	276	Excavadora	5055056,89	2793241,07	727	Excavadora	5089022,48	2824794,92
	277	Excavadora	5054541,99	2793072,59	728	Excavadora	5088620,69	2824539,56
	278	Excavadora	5054065,38	2792986,26	729	Excavadora	5088247,29	2824300,47
	279	Excavadora	5052931,27	2792688,6	730	Excavadora	5088027,1	2824162,3
	280	Excavadora	5052342,83	2792726,83	731	Excavadora	5086966,93	2823542,83
	281	Excavadora	5051674,37	2792734,05	732	Excavadora	5086454,05	2823282,35
	282	Excavadora	5051140,26	2792802,31	733	Excavadora	5086016,61	2823036,23
	283	Excavadora	5050860,48	2792878,74	734	Excavadora	5085745,98	2822636,83
	284	Excavadora	5050538,87	2792970,1	735	Excavadora	5085303,72	2822457,8
	285	Excavadora	5050229,85	2793056,94	736	Excavadora	5084816,03	2822257,43
	286	Excavadora	5049966,23	2793128,28	737	Excavadora	5084520,31	2822022,69
	287	Excavadora	5049561,03	2793121,36	738	Excavadora	5084060,85	2821905,71
	288	Excavadora	5049273,03	2793070,29	739	Excavadora	5083501,1	2821774,26
	289	Excavadora	5048767,04	2793112,99	740	Excavadora	5082989,56	2821654,11
	290	Excavadora	5048470,8	2793142,01	741	Excavadora	5082356,41	2821505,41
	291	Excavadora	5048064,92	2793210,71	742	Excavadora	5081786,73	2821371,61
	292	Excavadora	5047513,61	2793221,12	743	Excavadora	5081309,63	2821258,93
	293	Excavadora	5046380,37	2793217,09	744	Excavadora	5080845,99	2821112,74
	294	Excavadora	5045727,26	2793211,23	745	Excavadora	5080339,8	2820946,89
	295	Excavadora	5045313,75	2793097,04	746	Excavadora	5080168,85	2820687,52
	296	Excavadora	5044910,59	2792986,51	747	Excavadora	5079689,4	2819921,8
	297	Excavadora	5044382,36	2792696,48	748	Excavadora	5079439,57	2819524,74
	298	Excavadora	5044113,05	2792632,72	749	Excavadora	5079238,43	2819206,73
	299	Excavadora	5043661,03	2792529,6	750	Excavadora	5079015,47	2818850,72
	300	Excavadora	5043149,14	2792418,78	751	Excavadora	5078829,64	2818559,27
	301	Excavadora	5042908,91	2792606,72	752	Excavadora	5078499,25	2818276,95
	302	Excavadora	5042377,52	2792691,16	753	Excavadora	5078077,42	2817920,14
	303	Excavadora	5042282,89	2792815,01	754	Excavadora	5077273,51	2817236,67
	304	Excavadora	5042199,06	2792941,61	755	Excavadora	5076954,54	2816970,67
	305	Excavadora	5042051,18	2792991,12	756	Excavadora	5076599,68	2816803,6
	306	Excavadora	5041943,28	2793230,44	757	Excavadora	5077683,72	2817587,11
	307	Excavadora	5042191,7	2793245,14	758	Excavadora	5075963,44	2816532,6
	308	Excavadora	5042227,64	2793015,75	759	Excavadora	5076306,14	2816713,93
	309	Excavadora	5094415,27	2838068,17	760	Excavadora	5075665,25	2816377,1
	310	Excavadora	5094392,38	2837847,64	761	Excavadora	5075216,2	2816090,19
	311	Excavadora	5094144,22	2837589,62	762	Excavadora	5074804,76	2815866,22
	312	Excavadora	5093763,77	2837205,51	763	Excavadora	5074377,39	2815617,1
	313	Excavadora	5093397,09	2836834,6	764	Excavadora	5073914,39	2815350,27
	314	Excavadora	5093034,04	2836466,69	765	Excavadora	5073628,27	2814976,9
	315	Excavadora	5092670,78	2836098,47	766	Excavadora	5073290,68	2814532,88
	316	Excavadora	5092364,57	2835791,01	767	Excavadora	5072957,83	2814096,29
	317	Excavadora	5091640,95	2835208,75	768	Excavadora	5072653,67	2813697,32
	318	Excavadora	5091291,26	2835012,28	769	Excavadora	5072415,36	2813387,56
	319	Excavadora	5090340,57	2834480,4	770	Excavadora	5072054,02	2813064,68
	320	Excavadora	5089625,65	2834096,36	771	Excavadora	5071656,49	2812222,75
	321	Excavadora	5089490,24	2831085,53	772	Excavadora	5071312,71	2811957,51

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	322	Excavadora	5089581,63	2830682,32	773	Excavadora	5070970,2	2811698,09
	323	Excavadora	5089667,28	2830304,36	774	Excavadora	5070534	2811494,65
	324	Excavadora	5089748,63	2829943,66	775	Excavadora	5070067,83	2811286,13
	325	Excavadora	5089822,21	2829605,79	776	Excavadora	5069387,98	2810911,51
	326	Excavadora	5089763,78	2829318,11	777	Excavadora	5069095,83	2810701,34
	327	Excavadora	5089703,9	2829008,33	778	Excavadora	5068841	2810307,82
	328	Excavadora	5089648,94	2828729,54	779	Excavadora	5068889,18	2809838,16
	329	Excavadora	5089841,4	2828437,34	780	Excavadora	5068958,6	2809398,92
	330	Excavadora	5090118,67	2828019,73	781	Excavadora	5068723,25	2808962,01
	331	Excavadora	5090296,22	2827748,74	782	Excavadora	5068472,44	2808484,34
	332	Excavadora	5090267,75	2827655,26	783	Excavadora	5068217,34	2808009,98
	333	Excavadora	5092232,44	2835639,8	784	Excavadora	5067955,52	2807523,13
	334	Excavadora	5092044,39	2835454,45	785	Excavadora	5067673,19	2806998,15
	335	Excavadora	5090816,85	2834745,66	786	Excavadora	5067460,83	2806603,17
	336	Excavadora	5089796,83	2834321,17	787	Excavadora	5067187,66	2806094,35
	337	Excavadora	5089403,29	2833775,84	788	Excavadora	5066956,77	2805600,39
	338	Excavadora	5089255,33	2833361,75	789	Excavadora	5066739,58	2805134,66
	339	Excavadora	5089094,36	2832867,37	790	Excavadora	5066507,96	2804638,09
	340	Excavadora	5089185,85	2832417,15	791	Excavadora	5066049,19	2803654,43
	341	Excavadora	5089285,79	2831986,63	792	Excavadora	5065835,52	2803196,17
	342	Excavadora	5089386,45	2831536,32	793	Excavadora	5065644,06	2802785,79
	343	Excavadora	5056134,34	2793698,68	794	Excavadora	5065444,63	2802358,03
	344	Excavadora	5061217,65	2796101,16	795	Excavadora	5065251,98	2801944,98
	345	Excavadora	5061283,02	2796492,42	796	Excavadora	5065041,36	2801493,37
	346	Excavadora	5042760,41	2792640,49	797	Excavadora	5064805,09	2800986,79
	347	Excavadora	5046747,02	2793219,09	798	Excavadora	5064565,84	2800473,8
	348	Excavadora	5057748,13	2794371,95	799	Excavadora	5064346,12	2800002,72
	349	Excavadora	5058164,39	2794543,88	800	Excavadora	5064149,15	2799580,39
	350	Excavadora	5058785,6	2794805,66	801	Excavadora	5063912,64	2799073,31
	351	Excavadora	5061462,33	2796684,57	802	Excavadora	5063284,87	2798255,41
	352	Excavadora	5062867,18	2797912,6	803	Excavadora	5062480,49	2797538,9
	353	Excavadora	5063704,21	2798663,99	804	Excavadora	5062004,96	2797213,76
	354	Excavadora	5066267,58	2804152,7	805	Excavadora	5061698,14	2796898,68
	355	Excavadora	5069672,56	2811129,88	806	Excavadora	5060904,21	2795852,94
	356	Excavadora	5071944,26	2812626,39	807	Excavadora	5060529,22	2795618,92
	357	Excavadora	5079929,65	2820335,46	808	Excavadora	5060282,76	2795464,07
	358	Excavadora	5053512,45	2792845,53	809	Excavadora	5060018,17	2795297,77
	359	Excavadora	5087473,51	2823841,24	810	Excavadora	5059721,93	2795170,9
	360	Vibrocompactador	5090428,76	2827411,06	811	Excavadora	5059281,24	2794985,67
	361	Vibrocompactador	5090245,44	2826982,62	812	Excavadora	5057307,54	2794154,75
	362	Vibrocompactador	5090243,7	2827577,13	813	Excavadora	5056858,06	2793966,25
	363	Vibrocompactador	5090031,65	2826505,87	814	Excavadora	5056429,17	2793792,98
	364	Vibrocompactador	5089790,31	2825965,97	815	Excavadora	5055527,19	2793415,61
	365	Vibrocompactador	5089560,3	2825451,4	816	Excavadora	5055056,89	2793211,07
	366	Vibrocompactador	5089390,9	2825083,44	817	Excavadora	5054541,99	2793042,59
	367	Vibrocompactador	5088992,48	2824824,92	818	Excavadora	5054065,38	2792956,26
	368	Vibrocompactador	5088590,69	2824569,56	819	Excavadora	5052931,27	2792658,6
	369	Vibrocompactador	5088217,29	2824330,47	820	Excavadora	5052342,83	2792696,83
	370	Vibrocompactador	5087997,1	2824192,3	821	Excavadora	5051674,37	2792704,05
	371	Vibrocompactador	5086936,93	2823572,83	822	Excavadora	5051140,26	2792772,31
	372	Vibrocompactador	5086424,05	2823312,35	823	Excavadora	5050860,48	2792848,74
	373	Vibrocompactador	5085986,61	2823066,23	824	Excavadora	5050538,87	2792940,1
	374	Vibrocompactador	5085715,98	2822666,83	825	Excavadora	5050229,85	2793026,94
	375	Vibrocompactador	5085273,72	2822487,8	826	Excavadora	5049966,23	2793098,28

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	376	Vibrocompactador	5084786,03	2822287,43	827	Excavadora	5049561,03	2793091,36
	377	Vibrocompactador	5084490,31	2822052,69	828	Excavadora	5049273,03	2793040,29
	378	Vibrocompactador	5084030,85	2821935,71	829	Excavadora	5048767,04	2793082,99
	379	Vibrocompactador	5083471,11	2821804,26	830	Excavadora	5048470,8	2793112,01
	380	Vibrocompactador	5082959,56	2821684,11	831	Excavadora	5048064,92	2793180,71
	381	Vibrocompactador	5082326,41	2821535,41	832	Excavadora	5047513,61	2793191,12
	382	Vibrocompactador	5081756,73	2821401,61	833	Excavadora	5046380,37	2793187,09
	383	Vibrocompactador	5081279,63	2821288,93	834	Excavadora	5045727,26	2793181,23
	384	Vibrocompactador	5080815,99	2821142,74	835	Excavadora	5045313,75	2793067,04
	385	Vibrocompactador	5080309,8	2820976,89	836	Excavadora	5044910,59	2792956,51
	386	Vibrocompactador	5080138,85	2820717,52	837	Excavadora	5044382,36	2792666,48
	387	Vibrocompactador	5079659,4	2819951,8	838	Excavadora	5044113,05	2792602,72
	388	Vibrocompactador	5079409,57	2819554,74	839	Excavadora	5043661,03	2792499,6
	389	Vibrocompactador	5079208,43	2819236,73	840	Excavadora	5043149,14	2792388,78
	390	Vibrocompactador	5078985,47	2818880,72	841	Excavadora	5042908,91	2792576,72
	391	Vibrocompactador	5078799,64	2818589,27	842	Excavadora	5042377,52	2792661,16
	392	Vibrocompactador	5078469,25	2818306,95	843	Excavadora	5042282,89	2792785,01
	393	Vibrocompactador	5078047,42	2817950,14	844	Excavadora	5042199,06	2792911,61
	394	Vibrocompactador	5077243,51	2817266,67	845	Excavadora	5042051,18	2792961,12
	395	Vibrocompactador	5076924,54	2817000,67	846	Excavadora	5041943,28	2793200,44
	396	Vibrocompactador	5076569,68	2816833,6	847	Excavadora	5042191,7	2793215,14
	397	Vibrocompactador	5077653,72	2817617,11	848	Excavadora	5042227,64	2792985,75
	398	Vibrocompactador	5075933,44	2816562,6	849	Excavadora	5094415,27	2838038,17
	399	Vibrocompactador	5076276,14	2816743,93	850	Excavadora	5094392,38	2837817,64
	400	Vibrocompactador	5075635,25	2816407,1	851	Excavadora	5094144,22	2837559,62
	401	Vibrocompactador	5075186,2	2816120,19	852	Excavadora	5093763,77	2837175,51
	402	Vibrocompactador	5074774,76	2815896,22	853	Excavadora	5093397,09	2836804,6
	403	Vibrocompactador	5074347,39	2815647,1	854	Excavadora	5093034,04	2836436,69
	404	Vibrocompactador	5073884,39	2815380,27	855	Excavadora	5092670,78	2836068,47
	405	Vibrocompactador	5073598,27	2815006,9	856	Excavadora	5092364,57	2835761,01
	406	Vibrocompactador	5073260,68	2814562,88	857	Excavadora	5091640,95	2835178,75
	407	Vibrocompactador	5072927,83	2814126,29	858	Excavadora	5091291,26	2834982,28
	408	Vibrocompactador	5072623,67	2813727,32	859	Excavadora	5090340,57	2834450,4
	409	Vibrocompactador	5072385,36	2813417,56	860	Excavadora	5089625,65	2834066,36
	410	Vibrocompactador	5072024,02	2813094,68	861	Excavadora	5089490,24	2831055,53
	411	Vibrocompactador	5071626,49	2812252,75	862	Excavadora	5089581,63	2830652,32
	412	Vibrocompactador	5071282,71	2811987,51	863	Excavadora	5089667,28	2830274,36
	413	Vibrocompactador	5070940,2	2811728,09	864	Excavadora	5089748,63	2829913,66
	414	Vibrocompactador	5070504	2811524,65	865	Excavadora	5089822,21	2829575,79
	415	Vibrocompactador	5070037,83	2811316,13	866	Excavadora	5089763,78	2829288,11
	416	Vibrocompactador	5069357,98	2810941,51	867	Excavadora	5089703,9	2828978,33
	417	Vibrocompactador	5069065,83	2810731,34	868	Excavadora	5089648,94	2828699,54
	418	Vibrocompactador	5068811	2810337,82	869	Excavadora	5089841,4	2828407,34
	419	Vibrocompactador	5068859,18	2809868,16	870	Excavadora	5090118,67	2827989,73
	420	Vibrocompactador	5068928,6	2809428,92	871	Excavadora	5090296,22	2827718,74
	421	Vibrocompactador	5068693,25	2808992,01	872	Excavadora	5090267,75	2827625,26
	422	Vibrocompactador	5068442,44	2808514,34	873	Excavadora	5092232,44	2835609,8
	423	Vibrocompactador	5068187,34	2808039,98	874	Excavadora	5092044,39	2835424,45
	424	Vibrocompactador	5067925,52	2807553,13	875	Excavadora	5090816,85	2834715,66
	425	Vibrocompactador	5067643,19	2807028,15	876	Excavadora	5089796,83	2834291,17
	426	Vibrocompactador	5067430,83	2806633,17	877	Excavadora	5089403,29	2833745,84
	427	Vibrocompactador	5067157,66	2806124,35	878	Excavadora	5089255,33	2833331,75
	428	Vibrocompactador	5066926,77	2805630,39	879	Excavadora	5089094,36	2832837,37
	429	Vibrocompactador	5066709,58	2805164,66	880	Excavadora	5089185,85	2832387,15

Ubicación	ID LimA	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Equipo	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
	430	Vibrocompactador	5066477,96	2804668,09	881	Excavadora	5089285,79	2831956,63
	431	Vibrocompactador	5066019,19	2803684,43	882	Excavadora	5089386,45	2831506,32
	432	Vibrocompactador	5065805,52	2803226,17	883	Excavadora	5056134,34	2793668,68
	433	Vibrocompactador	5065614,06	2802815,79	884	Excavadora	5061217,65	2796071,16
	434	Vibrocompactador	5065414,63	2802388,03	885	Excavadora	5061283,02	2796462,42
	435	Vibrocompactador	5065221,98	2801974,98	886	Excavadora	5042760,41	2792610,49
	436	Vibrocompactador	5065011,36	2801523,37	887	Excavadora	5046747,02	2793189,09
	437	Vibrocompactador	5064775,09	2801016,79	888	Excavadora	5057748,13	2794341,95
	438	Vibrocompactador	5064535,84	2800503,8	889	Excavadora	5058164,39	2794513,88
	439	Vibrocompactador	5064316,12	2800032,72	890	Excavadora	5058785,6	2794775,66
	440	Vibrocompactador	5064119,15	2799610,39	891	Excavadora	5061462,33	2796654,57
	441	Vibrocompactador	5063882,64	2799103,31	892	Excavadora	5062867,18	2797882,6
	442	Vibrocompactador	5063254,87	2798285,41	893	Excavadora	5063704,21	2798633,99
	443	Vibrocompactador	5062450,49	2797568,9	894	Excavadora	5066267,58	2804122,7
	444	Vibrocompactador	5061974,96	2797243,76	895	Excavadora	5069672,56	2811099,88
	445	Vibrocompactador	5061668,14	2796928,68	896	Excavadora	5071944,26	2812596,39
	446	Vibrocompactador	5060874,21	2795882,94	897	Excavadora	5079929,65	2820305,46
	447	Vibrocompactador	5060499,22	2795648,92	898	Excavadora	5053512,45	2792815,53
	448	Vibrocompactador	5060252,76	2795494,07	899	Excavadora	5087473,51	2823811,24
	449	Vibrocompactador	5059988,17	2795327,77				
	450	Vibrocompactador	5059691,93	2795200,9				

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Tabla 7-8 Generalidades y ubicación de las fuentes puntuales de emisión en escenario de construcción para actividades de ocupación de cauce⁵.

Ubicación	ID LimA	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
		Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)
Construcción del proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas	OC 91	5045652,61	2793464,85	OC81	5089910,41	2826654,86
	OC2	5042870,12	2792395,71	OC83	5089847,21	2827061,72
	OC3	5043067,29	2792455,22	OC 68	5083932,71	2820949,66
	OC4	5043183,4	2792485,81	OC62	5077183,66	2817161,53
	OC5	5043274,08	2792510,28	OC64	5080876,4	2820630,68
	OC6	5043582,54	2792784,15	OC66	5082998,65	2817839,21
	OC17	5053888,69	2793155,05	OC67	5083230,47	2818638,48
	OC16	5054049,96	2793401,45	OC69	5083924,68	2822278,32
	OC 26	5058872,14	2796063,08	OC70	5084440,5	2822441,17
	OC 86	5061284,5	2796172,17	OC71	5085629,52	2822569,72
	OC 87	5061162,22	2796001,63	OC 90	5089640,4	2828513,03
	OC18	5054341,7	2793053,59	OC43	5067336,26	2802187,28
	OC19	5054694,81	2793018,44	OC46	5066303,62	2802446,51
	OC20	5056765,68	2795679,11	OC47	5066376,14	2802659,56
	OC21	5056824,69	2795282,21	OC49	5066638,55	2804938,11
	OC22	5056933,57	2795083,03	OC37	5064207,03	2799030,99
	OC23	5056988,57	2794958,79	OC38	5065609,22	2800896,53
	OC24	5056831,23	2794394,66	OC39	5065538,24	2801059,39
	OC25	5058866,68	2796153,08	OC40	5064705,17	2800774,87
	OC27	5059131,15	2794951,82	OC41	5064461,59	2800252,35
	OC28	5061605,9	2797361,45	OC42	5064382,68	2800080,46
	OC29	5061620,21	2797256,32	OC36	5062652,2	2797721,53

⁵ Para fines de la modelación, las ocupaciones de cauce se consideran como fuentes puntuales que operan con una potencia acústica de un Bulldozer

Ubicación	ID LimA	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)		ID LimA	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
		Este (m)	Norte (m)		Este (m)	Norte (m)
	OC30	5061620,45	2797030,14	OC 85	5091988,76	2835874,45
	OC31	5061614,39	2796852,26	OC12	5047962,01	2793451,06
	OC32	5061524,74	2796298,27	OC13	5049339	2793228,3
	OC34	5061780,18	2796956,36	OC14	5050051,79	2793176,81
	OC35	5061883,06	2797024,39	OC15	5050389,62	2793263,77
	OC33	5061350,42	2796231,31	OC9	5046303,19	2793426,64
	OC 93	5066735	2807246,41	OC10	5048132,42	2793627,89
	OC 94	5067617,51	2807913,95	OC11	5048026,13	2793594,64
	OC52	5068101,77	2808110,01	OC8	5046267,67	2793613,39
	OC56	5072492,17	2813230,56	OC78	5087990,12	2824358,75
	OC57	5072499,44	2813308,9	OC51	5068338,33	2808265,48
	OC58	5073688,66	2816018,53	OC53	5075329,57	2810753,68
	OC60	5073774,7	2816671,23	OC54	5074131,68	2812235,93
	OC 80	5089938,19	2826630,13	OC55	5074080,97	2812311,48
	OC 82	5089936,51	2826822,64	OC 50	5070836,73	2806988,13
	OC 88	5086432	2823197,14	OC95	5087362,27	2824168,5
	OC 89	5088074,47	2824364,89	OC96	5048982,41	2793398
	OC72	5085796,33	2822855,89	OC97	5086331	2823632,74
	OC73	5086404,19	2822441,4	OC98	5089293,18	2828659,23
	OC74	5085214,65	2823115,97	OC100	5043565,9	2792682,35
	OC75	5086339,59	2823548,25	OC101	5080398,87	2817761,5
	OC76	5087221,04	2823930,44	OC99	5042882,41	2792398,8
	OC77	5087699,55	2824286,4	OC 1	5042794,53	2792755,8
	OC 61	5073778,44	2816741,01			

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Tabla 7-9 Potencia acústica de las fuentes puntuales contempladas para el Escenario 2: Construcción.

Equipo ⁶	Frecuencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Retroexcavadora	Lw	76	79	75	75	76	73	70	65
Bulldozer	Lw	77	86	75	75	82	80	73	67
Compactador	Lw	76	78	74	77	77	77	73	70

Fuente: Cnossos (EU), adaptado Gestión y Medio Ambiente S.A.S. (2023)

Finalmente, para la modelación del escenario constructivo, se tuvieron en cuenta las voladuras descritas en la **Tabla 7-10**. Este material explosivo se usa en las obras civiles para perforar, siendo una voladura suficiente para cada torre y su emisión de presión sonora se considera como un ruido impulsivo.

Para poder homologar los datos de bandas de octava generados por estas voladuras en el software LimA 2023, se tomó como referencia el método de dosificación para voladuras elaborado por (Hiroyuk, Yasumori, Motoharu, & Sunao, 2003. Con base en lo descrito en la **Figura 7-3** se tomaron los datos de bandas de octava a 30 metros para modelar la potencia acústica de cada una de las operaciones de voladura utilizando las herramientas de cálculo en el software (**Figura 7-3**).

Tabla 7-10 Generalidades y ubicación de las voladuras en el escenario de construcción.

⁶ Las potencias sonoras de los equipos son obtenidas mediante la biblioteca de LimA

Ubicación	ID Lima	Equipos	Coordenadas Origen Único Nacional (CTM12)	
			Este (m)	Norte (m)
Zona de operaciones proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas	1	Voladura 102	5058768,93	2794791,65
	2	Voladura 103	5058150,01	2794531,52
	3	Voladura 104	5057739,102	2794358,817
	4	Voladura 105	5057299,426	2794174,021
	5	Voladura 106	5056842,019	2793981,774
	6	Voladura 107	5056422,529	2793805,463
	7	Voladura 109	5055512,135	2793430,653
	8	Voladura 110	5055042,133	2793225,292
	9	Voladura 111	5054528,713	2793060,6
	10	Voladura 112	5054050,233	2792971,782
	11	Voladura 113	5053496,68	2792830,47
	12	Voladura 114 VC	5052916,54	2792670,87
	13	Voladura 115 VC	5052327,808	2792712,283
	14	Voladura 116 VC	5051659,31	2792718,09
	15	Voladura 117 VC	5051125,02	2792786,135
	16	Voladura 118 VC	5050844,68	2792864,93
	17	Voladura 119 VC	5050523,87	2792955,1
	18	Voladura 120 VC	5050214,85	2793041,94
	19	Voladura 121 VC	5049951,864	2793115,862
	20	Voladura 122 VC	5049545	2793108,99
	21	Voladura 123 VC	5049243,11	2793050,98
	22	Voladura 124 VC	5048752,072	2793098,004
	23	Voladura 125 VC	5048455,72	2793126,39
	24	Voladura 126 VC	5048050,038	2793196,969
	25	Voladura 127 VC	5047498,61	2793206,28
	26	Voladura 128 VC	5046732,02	2793204,09
	27	Voladura 129 VC	5046363,454	2793203,053
	28	Voladura 130 VC	5045699,84	2793201,16
	29	Voladura 131 VC	5045298,81	2793081,83
	30	Voladura 132 VC	5044894,84	2792973,36
	31	Voladura 133 VC	5044368,19	2792679,32
	32	Voladura 133	5044098,051	2792617,722
	33	Voladura 134	5043646,014	2792514,639
	34	Voladura 135	5043133,056	2792397,664
	35	Voladura 138 A1	5042267,893	2792800,013
	36	Voladura 139	5042184,417	2792920,219
	37	Voladura 140A	5042215,137	2793001,299
	38	Voladura 140B	5042031,638	2792971,206
	39	Voladura 141BN	5041928,277	2793215,437
	40	Voladura 142B	5042176,646	2793230,066
	41	Voladura 108	5056118,9	2793684,54

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

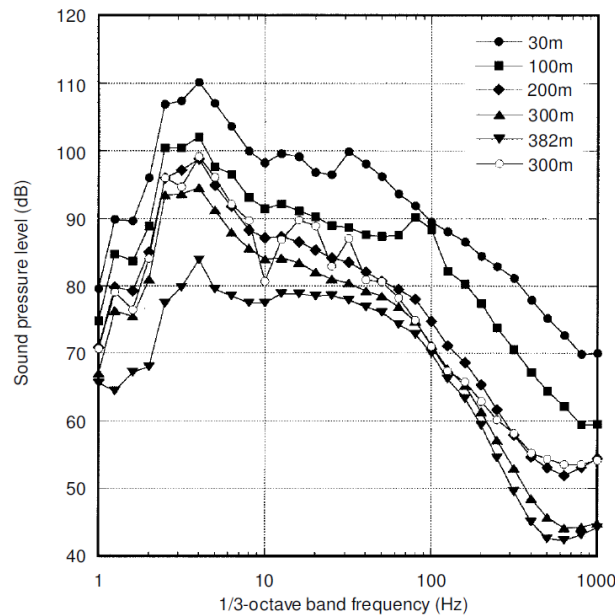


Figura 7-3 Sonidos de voladura.

Fuente: (Hiroyuk, Yasumori, Motoharu, & Sunao, 2003)
GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024

Tabla 7-11 Potencia acústica de las voladuras en el escenario de construcción.

Equipo	Frecuencia	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Voladura	Lw	116	113	106	98	98	98	98	98

Fuente: GEOCOL CONSULTORES S.A., 2024

7.9.4 Datos de entrada para el cálculo del ruido de aeronaves (Enfoque AEDT)

Las emisiones acústicas de aeronaves, así como la propagación de ruido asociada se realiza utilizando el Software AEDT 3 de la Administración Federal de Aviación de los estados Unidos FAA. La base de datos de la flota AEDT contiene datos acústicos de ruido versus potencia versus distancia (o ruido versus datos operativos) datos de modo versus distancia para helicópteros, alimentados por una base de datos de características espectrales (conocida como clases espectrales) y datos adicionales específicos de la aeronave para respaldar varios ajustes de ruido disponibles en AEDT.

Los datos acústicos de ruido versus potencia versus distancia (o ruido versus modo operativo versus datos de distancia para helicópteros) en AEDT, también conocidos como datos NPD, representan el nivel de ruido de origen de la aeronave para un determinado modo operativo y ajuste de potencia en un rango de distancias inclinadas desde la aeronave para tener en cuenta la propagación acústica a través de una atmósfera estándar. Hay dos tipos de NPD en AEDT: Ala fija NPD de aviones (para todos los aviones comerciales y militares de ala fija) y NPD de helicópteros.

Los datos del NPD para las aeronaves de ala fija constan de un conjunto de niveles de decibelios (dB) para varias combinaciones de condiciones operativas de la aeronave, modos, ajustes de potencia del motor, distancias inclinadas desde la aeronave al receptor y métricas de ruido base que son asociadas con un motor de avión específico. Los datos NPD para helicópteros constan de

un conjunto de niveles de decibeles, para diversas combinaciones de modos operativos de aeronaves, distancias inclinadas desde la aeronave al receptor, y métricas de ruido base que están asociadas con un motor de helicóptero específico. Estos datos generalmente se obtienen de la base de datos de AEDT Fleet,

Los datos del DNP también son consistentes con la base de datos de la ANP de EUROCONTROL. Una suposición subyacente es que los datos NPD representan una aeronave que avanza a lo largo de una trayectoria de vuelo recta de longitud infinita y paralela al suelo a través de una atmósfera estándar. Diferencias de estos supuestos, como trayectorias de vuelo curvas y perfiles de vuelo ascendentes/descendentes, se tienen en cuenta por ajustes a los NPD.

Los NPD representan la fuente de ruido de una aeronave específica. Un nivel de decibelios en un NPD incluye el ruido generado por la estructura del avión y todos los motores. Para los helicópteros, los NPD también incluyen el ruido del rotor.

Los NPD con diferentes configuraciones de potencia representan los diferentes tipos de ruido generados por esos ajustes de energía. La configuración de potencia del motor se expresa por motor en una variedad de unidades, como se enumera en Diferentes modos operativos generan diferentes tipos de ruido. Normalmente, las operaciones de salida pueden ser dominado por el ruido del motor, mientras que las operaciones de aproximación pueden estar dominadas por el ruido del fuselaje.

La estructura de datos NPD permiten obtener las emisiones acústicas de las aeronaves en cada una de las fases operacionales basándose en la combinación de los diferentes modos operacionales de la aeronave con datos particulares de cada aeronave obtenidas de las bases de datos Soporte de AEDT.

Tabla 7-12 Datos acústicos de AEDT para el Helicóptero Bell 212.

Tipo de ruido	Modo de operación	L dB(C) para las distancias tabuladas en la base de datos AEDT									
		L_200	L_400	L_630	L_1000	L_2000	L_4000	L_6300	L_10000	L_16000	L_25000
S	A	93,9	90,6	88,4	85,9	82	77,3	73,8	69,5	65,7	61,6
S	A	97,5	94,3	92,1	89,7	85,9	81,4	77,8	73,4	69,5	65,3
S	A	97,8	94,5	92,2	89,7	85,4	80,1	75,8	70,3	65,6	60,4
S	D	93,4	90,1	87,8	85,2	80,9	75,6	71,4	66,2	61,7	56,7
S	D	92,1	88,8	86,4	83,9	79,7	74,7	70,9	66,5	62,5	58,2
S	D	95,5	92,3	89,8	87,3	82,9	77,5	73,2	67,9	63,3	58,2
M	G	70,6	63,4	58,6	53,8	46,6	39,4	34,6	29,8	25	20,2
M	I	87,7	80,5	75,7	70,9	63,7	56,5	51,7	46,9	42,1	37,3
S	L	95,1	91,7	89,3	86,6	82,1	76,7	72,5	67,7	63,3	58,6
S	L	95,7	92,3	90	87,5	83,4	78,7	74,9	70,4	66,4	62
S	L	97,3	93,8	91,3	88,5	83,8	78,1	73,8	68,9	64,4	59,6

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.5 Escenario de modelación

La simulación de propagación de ruido asume 2 escenarios.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

7.9.5.1 Línea base

Este escenario consideró como aporte las fuentes de emisión correspondientes al tráfico vehicular base que circula por las vías de interés en la zona del proyecto, en estas se incluyen vías principales, un conjunto de vías secundarias y la vía férrea por la cual opera el tren de carga del Cerrejón. La flota vehicular que transita por estas es clasificada en diferentes tipos de vehículos (liviano, pesado, moto y bus) y cuyos datos de flujo diario TPD son obtenidos de estudios de tráfico vehicular realizado. Finalmente, las características acústicas del tren se obtienen de la biblioteca de Lima para el método de cálculo LIMA-NMPB-2008-rail.

7.9.5.2 Escenario de construcción

Este escenario consideró como aporte las emisiones de presión acústica asociadas a fuentes de emisión correspondientes a obras civiles para el mejoramiento de vías y la construcción y montaje de torres, uso de explosivos y transporte Helicoportados de material desde helipuertos a torres. Además de contemplar una flota vehicular del proyecto clasificada en diferentes tipos de vehículo (liviano y pesado), en este escenario se contempla la maquinaria amarilla que opera a lo largo de los tramos de las vías dispuestos a intervenir y de las áreas de montaje de las líneas de interconexión y obras de ocupación de cauce, cuyos datos son obtenidos a partir de la información técnica suministrada por EDP RENEWABLES para los equipos/procesos reportados. Las características sonoras de estas fuentes se toman a partir de la información técnica suministrada e información disponible en la biblioteca del Software Lima 2023. Finalmente, se consideran las rutas para el transporte aéreo de personal y materiales mediante un helicóptero Bell 212 durante la jornada laboral con 40 viajes diarios. Las características acústicas del helicóptero durante las rutas y el aterrizaje en los diferentes helipuertos propuestos por EDP RENEWABLES se obtienen mediante el software AEDT 3e.

Por otro lado, se considera en este escenario los aportes de las emisiones de potencia acústica correspondiente a las voladuras (material explosivo) usados durante la construcción del Proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas

7.9.6 Metodología

A continuación, se presenta un breve resumen de las actividades realizadas y la secuencia metodológica implementada para el modelo de dispersión de ruido del Proyecto *Línea eléctrica de conexión parques eólicos Beta y Alpha a subestación Cuestecitas*.

- ✓ Listado de fuentes lineales existentes en la zona de estudio (vías municipales, accesos y vía férrea)
- ✓ Listado de equipos utilizados en la fase de construcción del Proyecto *Línea eléctrica de conexión parques eólicos Beta y Alpha a subestación Cuestecitas*
- ✓ Análisis de la información de proceso suministrada por *Eolos Energía S.A.S. E.S.P.*
- ✓ Formulación del escenario actual y futuro (Construcción).
- ✓ Recolección de información meteorológica de carácter secundario para la modelación.
- ✓ Determinación de receptores.
- ✓ Modelamiento de ruido mediante el software PREDICTOR-LIMA 2022 y AEDT 3e para los escenarios planteados.
- ✓ Integración de resultados Predictor LIMA- AEDT3
- ✓ Análisis de resultados.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

- ✓ Elaboración de concepto técnico final.

La metodología establece los algoritmos de cálculo establecidos en la ISO 9613-2 titulada “Attenuation of Sound during propagation outdoors – Part 2: General Method of Calculation”, que proyectan niveles de ruido y su propagación a partir de diferentes fenómenos de atenuación, donde se requiere contar con el nivel de potencia sonora de las fuentes, para ello establece dos metodologías de cálculo contenidas en la ISO 8297 y la ISO 3744/3746, debido a la naturaleza de la medición de éstos niveles y de la fuente en sí. De igual manera se establece metodología de cálculo para vías férreas mediante el algoritmo LimA–NMPB–2008 rail, el cual se basa en el método francés NF S 31-133 (febrero de 2011).

7.9.7 Escala espacial de modelación

Las escalas espaciales de medición pueden ser globales, regionales, locales–globales o locales entre otras, dependiendo del alcance y magnitud de los contaminantes, su relación con la atmósfera y sus condiciones.

Debido a la naturaleza de la propagación del ruido emitido por fuentes móviles, su ubicación relativa, el área del proyecto y la dirección predominante del viento, se considera una escala de modelación local, considerando que el área de influencia del proyecto se define a distancias cortas con respecto al trazado de la línea de transmisión, caso en el cual la influencia de las emisiones podrá trascender a zonas cercanas. El dominio de modelación cubriría espacialmente la extensión del proyecto Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas.

7.9.8 Escala temporal de modelación

Para la actual modelación se presentan los resultados de horario diurno y nocturno de acuerdo con las definiciones establecidas por la Resolución 627 de 2006 del MADS, según la cual el horario diurno se define entre las 7:01 y las 21:00, mientras que el horario nocturno se define entre las 21:01 y las 7:00. Por otro lado, para las fuentes de emisión simuladas, se asignan horarios en función de la frecuencia de operación en cada una de las etapas de la siguiente forma:

- Las emisiones de ruido provenientes del tráfico vehicular existente para los diferentes escenarios se reparten en el software de acuerdo con los datos de aforo vehicular reportados para el día y la noche para el Tráfico Promedio Horario.
- Las emisiones de ruido provenientes del tren de carga del cerrejón se establecen para el día y la noche, adoptando una velocidad de 80Km/h y 3 viajes para cada periodo respectivamente (6 viajes por día).
- Las emisiones de ruido para la maquinaria amarilla se contemplan solamente para periodos diurnos.
- La operación para el transporte helicoportado se realizan únicamente en horario diurno
- Las emisiones de ruido para las voladuras se contemplan solo para períodos diurnos, durante 3 segundo, una vez por día⁷

Los resultados de modelación obtenidos son representativos para las fuentes de emisión de ruido a corto plazo para horarios diurno y nocturno.

⁷ El valor de tres segundos corresponde al mínimo tiempo que predictor LIMA permite establecer como duración de una fuente puntual de ruido. Se considera que, en la realidad, el impulso de la detonación tiene una duración mucho menor, considerando que por definición” velocidad de propagación del frente de llama es superior a la velocidad del sonido” alcanzando velocidades que pueden oscilar entre 4000 m/s y 10000 m/s dependiendo el tipo de explosivos

7.9.9 Meteorología

La información meteorológica utilizada para el modelo de propagación de ruido se tomó de las bases de datos de las estaciones IDEAM cercanas e información WRF, las cuales fueron seleccionadas para la caracterización climática de la zona.

Tabla 7-13 Estaciones meteorológicas utilizadas en la Modelación.

Estaciones	Altitud (m)	Departamento	Categoría	Variable consultada
ESCUELA AGRÍCOLA CARRAIPA - AUT [15085030]		La Guajira	Automática	Nubosidad, humedad relativa, temperatura
CUESTECITA [15060020]	93	La Guajira	Pluviométrica	Precipitación, días lluvia
Apto. Almirante Padilla [15065010]	4	La Guajira	-	Radiación

7.9.10 Tipo de modelo

A continuación, se realiza una breve discusión de las bases conceptuales del modelo ISO 9613 y el sistema de simulación LimA, el cual fue implementado para el desarrollo de la simulación de propagación de ruido objeto del presente informe.

7.9.10.1 LimA 2023

El paquete de software LimA_5 V2023 es un completo sistema de modelado acústico, el cual permite manipular y ver el efecto de cambiar el entorno físico antes de que se tomen contingencias o mediciones reales costosas.

El programa calcula el nivel de ruido en ubicaciones específicas de fuentes especificadas, propagado a través de obstáculos intermedios y medios, según estándares nacionales e internacionales. Las consecuencias de las medidas de reducción del ruido pueden evaluarse rápidamente y es posible comparar los valores calculados, medidos y permitidos. Los usos típicos de LimA son:

- Si una fuente de ruido no se puede medir a la distancia deseada.
- Predicción de niveles de presión sonora en el transcurso de nuevos desarrollos.
- Evaluar el impacto en el tiempo.
- Evaluación de planes alternativos.

LimA es un sistema de previsión. Los resultados que produce solo pueden ser tan buenos como el método de cálculo de ruido ambiental que se utiliza. Sin embargo, LimA le permite especificar las propiedades acústicas de las entidades del modelo (elementos) en un alto grado, dando así resultados realistas. Los datos del modelo se mantienen en proyectos bajo el control total del software. Los cambios en los datos se guardan automáticamente. Los tipos de elementos en un modelo incluyen fuentes de sonido, objetos y puntos de cálculo.

Cada elemento tiene información de posición, que lo relaciona con el área base en términos tridimensionales. El área base generalmente se superpone a un mapa topográfico en 2D, que se

utiliza para alinear cada elemento del modelo en relación con un levantamiento real del área en estudio.

Los modelos del proyecto se pueden calcular para predecir los niveles de presión sonora en los puntos de cálculo. Para mostrar, imprimir o trazar los resultados de su predicción, hay una amplia variedad de opciones, como listas selectivas, contornos llenos de color, contornos, etc.

7.9.10.2 Modelo ISO 9613 Ruido Industrial

El modelo es un tipo de propagación total equivalente de intensidad de sonido, las ecuaciones fundamentales para ruido se detallan a continuación.

Ecuación 1. Nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, LAT.

$$L_{AT} = 10 \log \left\{ \frac{\left[\frac{1}{T} \int_0^T p_A^2(t) dt \right]}{p_0^2} \right\} dB$$

Donde $p_A(t)$: Presión sonora instantánea en filtro de ponderación A, en Pascales [Pa].

P_0 : Presión sonora de referencia ($=2 \times 10^{-6}$ Pa)

T: Intervalo de tiempo específico, en segundos [s]

Ecuación 2. Nivel de Presión sonora continuo equivalente de banda de octava a favor del viento.

$$L_{fT}(DW) = 10 \log \left\{ \frac{\left[\frac{1}{T} \int_0^T p_f^2(t) dt \right]}{p_0^2} \right\} dB$$

Donde $p_f(t)$: Presión sonora instantánea en banda de octava a favor del viento, donde la f representa la media banda de frecuencia del filtro por banda de octava, en Pascales [Pa].

De manera análoga esta variable puede calcularse tomando la siguiente ecuación:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_c - A$$

Donde L_W es el nivel de potencia sonora de la banda de octava

D_c es la corrección por directividad, en decibeles, esto describe la extensión por la cual el nivel de presión sonora continuo equivalente a partir de una fuente puntual desvía en una dirección específica a partir del nivel de una fuente sonora puntual omnidireccional produciendo un nivel de potencia sonora L_w , D_c es igual al índice de directividad D_1 de una fuente puntual más un índice D_0 .

acorde con la propagación de sonido en ángulos sólidos menores que 4π estereorradianes; para una fuente puntual omnidireccional radiando en el espacio libre, $D_c = 0\text{dB}$;

A es la atenuación por bandas de octava, en decibeles, esta ocurre durante la propagación desde una fuente sonora puntual hasta el receptor. Además, la atenuación es un compendio de diversos factores, cada factor afecta la atenuación total usada en la ecuación, cada factor de atenuación tiene una ecuación que se enunciará después, sin embargo, la atenuación total es descrita mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 3. Atenuación Total como superposición de términos de atenuación.

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

Donde

A_{div} es la atenuación por divergencia geométrica,

A_{atm} es la atenuación por absorción atmosférica,

A_{gr} es la atenuación por efecto del suelo o del terreno,

A_{bar} es la atenuación por barreras y;

A_{misc} es la atenuación por otros varios efectos.

Ecuación 4. Nivel de presión sonora equivalente continuo en filtro de ponderación A downwind, $L_{AT}(DW)$.

$$\checkmark L_{AT}(DW) = 10 \log \left\{ \sum_{i=1}^n \left\{ \sum_{j=1}^8 10^{0.1[L_{fT}(ij) + A_f(j)]} \right\} \right\} \text{ dB}$$

n es el número de contribuciones i (fuentes y caminos);

j es un índice que indica en franjas de octava frecuencia central desde 63 Hz hasta 8KHz;

A_f denota la ponderación A estandarizada (ver IEC 651).

Además de esto,

Ecuación 5. Nivel de presión sonora promedio en período extendido, $L_{AT}(LT)$.

$$L_{AT}(LT) = L_{AT}(DW) - C_{met}$$

Los términos de atenuación se calculan como sigue:

Ecuación 6. Divergencia Geométrica, A_{div} :

$$A_{div} = \left[20 \log \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 \right] \text{ dB}$$

Donde d es la distancia desde la fuente al receptor, en metros;

d_0 es la distancia de referencia ($=1\text{ m}$).

La divergencia geométrica ocurre para propagación esférica en el espacio libre desde una fuente sonora puntual, haciendo la atenuación, en decibeles.

Ecuación 7. Absorción Atmosférica

$$A_{div} = \left[\frac{\alpha d}{100} \right] \text{ dB}$$

La atenuación debido a la absorción atmosférica A_{atm} , en decibeles, durante la propagación a través de una distancia d , en metros.

Donde α es el coeficiente de atenuación atmosférica, en decibeles por kilómetro, para cada banda de octava en la frecuencia central, este coeficiente está dado para condiciones específicas de Temperatura y humedad, para valores distintos a los descritos en esta parte de la ISO, será necesario remitirse a la ISO 9613 – 1

Tabla 7-14 Coeficiente de atenuación atmosférico α para distintas bandas de octava de ruido

Temperature °C	Relative humidity %	Atmospheric attenuation coefficient α , dB/km							
		Nominal midband frequency, Hz							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
10	70	0,1	0,4	1,0	1,9	3,7	9,7	32,8	117
20	70	0,1	0,3	1,1	2,8	5,0	9,0	22,9	76,6
30	70	0,1	0,3	1,0	3,1	7,4	12,7	23,1	59,3
15	20	0,3	0,6	1,2	2,7	8,2	28,2	88,8	202
15	50	0,1	0,5	1,2	2,2	4,2	10,8	36,2	129
15	80	0,1	0,3	1,1	2,4	4,1	8,3	23,7	82,8

Fuente: ISO 9613 – 2.

Ecuación 8. Efecto del Suelo

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m$$

La atenuación, A_{gr} , es principalmente el resultado del sonido reflejado por la superficie del suelo que interfiere con la propagación de sonido directamente desde la fuente al receptor.

El camino de propagación downwind-curving, asegura que esta atenuación es determinada principalmente por la superficie del suelo cercana a la fuente y cerca al receptor. Este método de cálculo del efecto del suelo es aplicable solamente al suelo que es aproximadamente plano, u

horizontalmente con una pendiente constante. Se especifican tres distintas regiones para la atenuación de sonido.

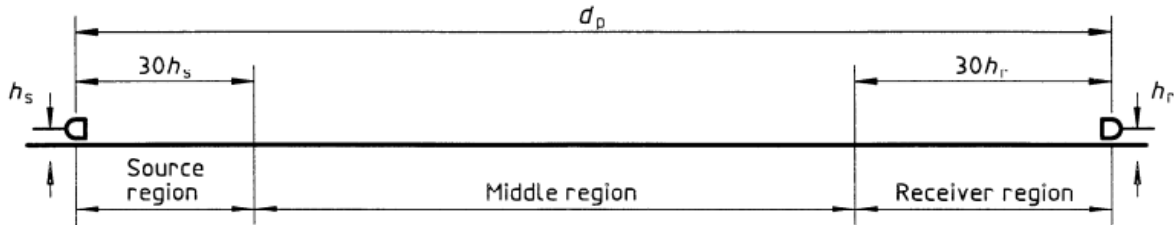


Figura 7-4 Diferenciación de 3 regiones en la sinación de la atenuación por efecto del suelo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

a) Región de la fuente, extendida sobre una distancia desde la fuente hacia el receptor de $30h_s$, con un máximo de distancia de d_p (h_s es la altura de la fuente, y d_p la distancia desde la fuente al receptor, como proyectado sobre el plano).

b) Región del receptor, extendida sobre la distancia desde el receptor hacia la fuente de $30h_r$, con un máximo de distancia de d_p (h_r es la altura del receptor).

c) Región media, extendida sobre la distancia entre la región de la fuente y del receptor. Si $d_p < (30h_s + 30h_r)$, las regiones de fuente y receptor están sobre estimadas y no existe región media.

De acuerdo con este esquema, la atenuación del suelo no se incrementa con el tamaño de la región media, pero es más dependiente de las propiedades de las regiones de fuente y receptor.

Las propiedades acústicas de cada región de suelo son tomadas en cuenta a través de un factor G . Se especifican tres categorías de superficies reflectantes, estas son:

a) Suelo duro, incluye pavimentos, agua hielo, concreto y otros tipos de superficie que tengan baja porosidad. Mezclas de suelo, como generalmente ocurre en sitios industriales, pueden ser considerados duros. Para suelos duros $G = 0$.

b) Suelo poroso, incluye suelo cubierto por pasto, árboles u otro tipo de vegetación, y todo tipo de suelo adecuado para el crecimiento de vegetación, tal como las tierras de cultivo. Para suelos porosos $G = 1$.

c) Suelo mixto, si la superficie consiste en suelos duros y porosos, entonces G toma en valor entre 0 y 1, siendo este valor la fracción de la región porosa.

Para calcular la atenuación del suelo para una banda de octava específica (Ecuación 8. Efecto del Suelo), primero se calcula el componente de atenuación A_s para la región fuente especificada por el factor G_s (para esta región), A_r para la región del receptor especificada por el factor G_r , y A_m para la región media entre especificada por el factor G_m , usando las expresiones de la Tabla 9.

Tabla 7-15 Expresiones usadas en el cálculo de las contribuciones de atenuación por efecto del suelo A_s , A_r y A_m en bandas de octava.

Nominal midband frequency Hz	A_s or A_r ¹⁾ dB	A_m dB
63	- 1,5	- 3q ²⁾
125	- 1,5 + $G \times a'(h)$	- 3q(1 - G_m)
250	- 1,5 + $G \times b'(h)$	
500	- 1,5 + $G \times c'(h)$	
1 000	- 1,5 + $G \times d'(h)$	
2 000	- 1,5(1 - G)	
4 000	- 1,5(1 - G)	
8 000	- 1,5(1 - G)	
NOTES $a'(h) = 1,5 + 3,0 \times e^{-0,12(h-5)^2} (1 - e^{-d_p/50}) + 5,7 \times e^{-0,09h^2} (1 - e^{-2,8 \times 10^{-6} \times d_p^2})$ $b'(h) = 1,5 + 8,6 \times e^{-0,09h^2} (1 - e^{-d_p/50})$ $c'(h) = 1,5 + 14,0 \times e^{-0,46h^2} (1 - e^{-d_p/50})$ $d'(h) = 1,5 + 5,0 \times e^{-0,9h^2} (1 - e^{-d_p/50})$ 1) For calculating A_s, take $G = G_s$ and $h = h_s$. For calculating A_r, take $G = G_r$ and $h = h_r$. See 7.3.1 for values of G for various ground surfaces. 2) $q = 0$ when $d_p \leq 30(h_s + h_r)$ $q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p} \quad \text{when } d_p > 30(h_s + h_r)$ where d_p is the source-to-receiver distance, in metres, projected onto the ground planes.		

Fuente: ISO 9613 – 2.

7.9.10.3 CRTN Método de cálculo ruido de tráfico

Para la propagación del ruido generado por fuentes lineales, como las vías de tráfico, se implementa el método de cálculo CRTN (Calculation of Road Traffic Noise). Este modelo permite determinar los niveles de presión sonora en receptores a partir de datos específicos de tráfico y características geométricas de la carretera. CRTN calcula las emisiones de ruido como niveles de potencia sonora o directamente como niveles de presión sonora, integrando parámetros como el número de vehículos, velocidad promedio y condiciones del entorno.

El modelo CRTN clasifica el tráfico en categorías generales y utiliza estos datos para determinar las emisiones acústicas de cada segmento vial. Los parámetros principales para las emisiones son:

- Volumen de tráfico: Promedio de vehículos por hora, incluyendo diferenciación entre tráfico diurno y nocturno.
- Velocidad media del tráfico: En kilómetros por hora (km/h)
- Condiciones de superficie: Tipos de pavimento que afectan la reflexión y propagación del ruido.

- Pendiente: Ajuste según la inclinación de la vía en porcentaje⁸ (%).

La emisión sonora se determina a través de fórmulas que relacionan estos parámetros con niveles de potencia sonora (L_w) para cada segmento. El cálculo incluye correcciones por tipo de superficie y pendientes:

$$L_w = 10 \log \left(\frac{Q}{V} \right) + s + b * V + C_{wh}$$

$$C_{wh} = \max(C_w, C_h)$$

$$C_h = 5 \log(ph) - 1.5$$

Donde

- L_w : Potencia sonora por unidad de longitud de la vía en dB(A).
- Q : Volumen promedio de tráfico (vehículos/hora).
- V : Velocidad media en km/h.
- a : Componente independiente de la velocidad para la emisión de un vehículo en dB(A).
- b : Componente dependiente de la velocidad en dB(A)·h/km.
- C_{wh} : Corrección combinada por superficie y pendiente en dB.
- C_w : Corrección por superficie en dB.
- C_h : Corrección por pendiente en dB.
- Ph : Pendiente en porcentaje (%).

Para calcular los niveles de presión sonora en los receptores, el método CRTN divide la vía en una serie de fuentes puntuales distribuidas en función del ángulo de visión y la distancia al receptor. La propagación incluye factores de atenuación como:

- Dispersión geométrica: Reducción del nivel sonoro por distancia.
- Absorción atmosférica: Influencia de las condiciones climáticas y atmosféricas en la propagación.
- Barreras y obstáculos: Impacto de elementos como muros, edificaciones o topografía.

La atenuación total entre la carretera y los receptores se calcula sumando las contribuciones de todas las fuentes puntuales, y este valor se resta de la emisión total para determinar el nivel de presión sonora esperado en cada receptor.

Este método es ampliamente utilizado para la evaluación de impacto ambiental en proyectos de infraestructura vial, proporcionando resultados confiables y consistentes con los estándares internacionales.

⁸ Estimada automáticamente por el modelo mediante el cargue de información de terreno

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

7.9.10.4 NMPB –2008 Método de cálculo ruido de vías férreas

Para el cálculo del ruido emitido por la circulación de trenes, LimA tiene integrado dentro de sus algoritmos de cálculo el Lima NMPB–2008, el cual se basa en la norma francesa NF S 31–133 de febrero de 2011 y la metodología descrita en el documento *Méthode et données d’émission sonore pour la réalisation des études prévisionnelles du bruit des infrastructures de trans–port ferroviaire dans l’environnement* (SNCF, 21 octubre 2012), el cual se basa en la siguiente ecuación:

$$L = L_0 + 30 \log \frac{V}{V_0}$$

En donde L es la emisión en dB para una velocidad dada V en Km/h en relación con el nivel Lo en dB establecido en para una velocidad Vo en Km/h. La anterior expresión es válida para rangos de velocidad de 40 a 320 Km/h en donde el ruido por rodadura es la principal fuente de ruido.

7.9.10.5 Aviation environmental design tool (AEDT)– Versión 3e

La Herramienta de Diseño Ambiental de Aviación (AEDT, por sus siglas en inglés) es un programa computacional desarrollado y actualizado por entidades gubernamentales de Estados Unidos, enfocado para la evaluación en espacio y tiempo de ruido, consumo de combustible y dispersión de emisiones en aeropuertos, con el fin de analizar las consecuencias en la calidad del aire, con capacidad escalable en simulaciones locales, nacionales e internacionales.

AEDT integra las capacidades computacionales del Modelo Integrado de Ruido (INM, por sus siglas en inglés) y el Sistema de Modelación de Emisiones y Dispersión (EDMS, por sus siglas en inglés), unificando las capacidades de computaciones de ambos modelos. Asimismo, AEDT permite la computación a través de la conexión a la base de datos BADA 3 y BADA 4 (enfocada en la modelación de inventario de emisiones y dispersión de contaminantes) y la base de datos ANP (empleada para simulaciones de ruido y potencia acústica) reguladas por la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL). En ese orden de ideas, la resumen en general la estructuración de estudios para la simulación de ruido y emisiones en aeropuertos con el programa AEDT.



Figura 7-5 Esquema general AEDT 3e.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

El modelo AEDT, permite integrar las diferentes etapas operacionales en aeropuertos para equipos aéreos de ala fija (aviones, avionetas y similares) y eje rotatorio (helicópteros). Para operaciones en tierra, se incluyen elementos de apoyo en tierra (GSE, por sus siglas en inglés), entre las cuales figuran las pistas (runways), entradas (gates), terminales (terminal), edificaciones (buildings), calles de rodaje (taxiways y taxipaths) y helipuertos (helipads). Adicionalmente, AEDT posee la capacidad de incluir estudios para inventario y dispersión de emisiones de automotores circundantes al aeropuerto, cuantificando así, los aportes de movilidad terrestre ajenos a las operaciones internas del aeropuerto dentro del estudio.

Las operaciones en aire son desarrolladas a través de rutas de vuelo para diferentes operaciones de vuelo, constituidas por rutas de despegue, aterrizaje, rutas de circuito y sobrevuelo. El análisis de operaciones aéreas es efectuado mediante “anualizaciones” de las operaciones de vuelo comercial o militar, a través del promedio de vuelos registrados en el aeropuerto / aeródromo en estudio.

La computación de ruido en AEDT corresponde a la acumulación de eventos individuales por las operaciones aeronáuticas (tanto en tierra como en aire) en un solo evento. El procedimiento para simulaciones de ruido contempla los siguientes pasos:

1. Especificación de información aeronáutica (equipos, potencia acústica, posición e información operacional) e información específica del estudio (climatología, terreno y/o información ambiental).
2. Determinación de valores de ruido sin ajuste en los receptores.
3. Ajuste de ruido por efecto ambiental, meteorológico, operacional y posicional.

4. Computación de métricas base en eventos individuales.
5. Repetición de los pasos 1 a 4 para cada evento individual.
6. Acumulación de salida de ruido y computación de métricas de ruido apropiadas.
7. Resultados de ruido anualizados.

La computación de ruido en operaciones aéreas (perfiles de vuelo y recorridos de vuelo), son fundamentadas en los documentos técnicos Doc 9911 (2 edición) “Recommended Method for Computing Noise Contours Around Airports”, autoría de la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO, por sus siglas en inglés), y el documento Doc 29 (4 edición), “Report on Standard Method For Computing Noise Contours around Civil Airports”, autoría de la Conferencia Europea de Aviación Civil (ECAC, por sus siglas en inglés).

La atenuación de ruido por efecto de la meteorología es efectuada por medio de las guías internacionales SAE-ARP-886^a (incluye los efectos de temperatura y humedad relativa) o SAE-ARP-5534 (incluye los efectos por temperatura, humedad relativa y presión atmosférica). En general, las métricas disponibles por AEDT para simulación de ruido son las presentadas a continuación.

Tabla 7-16 Tipos fuentes de emisión consideradas en AEDT

Tipo de métrica	Abreviatura AEDT	Definición / Nombre completo
Métricas de ruido en dBA		
Exposición	SEL	Nivel de exposición sonora
	DNL	Nivel sonoro promedio en día – noche
	CNEL	Nivel sonoro equivalente en comunidad
	LAEQ	Nivel sonoro equivalente
	LAEQD	Nivel sonoro promedio diurno
	LAEQN	Nivel sonoro promedio nocturno
Nivel máximo	LAMAX	Nivel sonoro máximo
Tiempo de exceso a exposiciones	TALA	Tiempo de exceso a una exposición de nivel en dBA
	TALASC	Tiempo de exceso a una exposición de nivel en dBA con compresión estadística
Tiempo audible	TAUD	Tiempo audible
	TAUDSC	Tiempo audible con el Método de Sobreposición de Eventos (Compresión estadística)
	TAUDP	Porcentaje del tiempo audible
	TAUDPSC	Porcentaje de tiempo audible con el Método de Sobreposición de Eventos (Compresión estadística)
Métricas de ruido en dBC		
Exposición	CEXP	Nivel de exposición sonora
	CDNL	Nivel sonoro promedio en día – noche
Nivel máximo	LCMAX	Nivel sonoro máximo
Tiempo de exceso a exposiciones	TALC	Tiempo de exceso a una exposición de nivel en dBC
	TALCSC	Tiempo de exceso a una exposición de nivel en dBC con compresión estadística
Métricas de ruido para tonos corregidos percibidos		
Exposiciones	EPNL	Nivel de ruido efectivo percibido
	NEF	Nivel de exposición proyectado
	WECPNL	Nivel de ruido continuo equivalente ponderado percibido
Nivel máximo	PNLTM	Nivel de ruido máximo percibido con corrección de tono
Tiempo de exceso a exposiciones	TAPNL	Tiempo de exceso a exposición de nivel de ruido percibido

Tipo de métrica	Abreviatura AEDT	Definición / Nombre completo
	TAPNLSC	Tiempo de exceso a exposición de nivel de ruido percibido con compresión estadística
Métrica de número de excedencia de niveles ruido		
Número de eventos de excedencia de nivel ruido	NANL	Número de eventos de excedencia de nivel ruido

Fuente: Federal Aviation Administration (2023).

7.9.11 Receptores

A continuación, se realiza una descripción de los receptores dentro del dominio de simulación, estableciendo los siguientes:

- ✓ 20 receptores discretos que representan los puntos de monitoreo de ruido ambiental establecidos durante las campañas de monitoreo para el proyecto.
- ✓ 219 receptores discretos que permiten observar el efecto de las fuentes de emisión de ruido consideradas en diferentes puntos del área de modelación, los cuales presentan la siguiente nomenclatura

Tabla 7-17 Listado de nombres de los receptores discretos ingresados al modelo de propagación de ruido

ID Asignado	Nombre Común	Coordenadas Origen Único Nacional CTM-12		ID Asignado	Nombre Común	Coordenadas Origen Único Nacional CTM-12	
		Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
39923	CASA AUTKASUTOT	5068730.01	2810927.43	40073	Finca los Seis Hermanos	5063736.56	2798600.87
39924	CASA AUTKASUTOT	5068730.01	2810927.43	40074	Finca los Seis Hermanos	5063736.56	2798600.87
39927	Cementerio	5089252.43	2832826.18	40079	Hotel Waya Guajira	5045164.89	2792489.13
39928	Cementerio	5087220.46	2833356.52	40080	Hotel Waya Guajira	5045164.89	2792489.13
39929	Cementerio	5087177.00	2833333.23	40081	Iglesia 1	5098561.66	2839107.15
39931	Cementerio	5091082.08	2832084.73	40082	Iglesia 1	5098561.66	2839107.15
39934	CEMENTERIO	5089882.02	2835003.75	40083	Iglesia 10	5093062.95	2840992.89
39935	Cementerio	5089252.43	2832826.18	40084	Iglesia 10	5093062.95	2840992.89
39936	Cementerio	5087220.46	2833356.52	40085	Iglesia 2	5100144.11	2834340.58
39937	Cementerio	5087177.00	2833333.23	40086	Iglesia 2	5100144.11	2834340.58
39938	Cementerio	5091082.08	2832084.73	40089	Iglesia 5	5095530.58	2841062.11
39939	CEMENTERIO	5089882.02	2835003.75	40090	Iglesia 5	5095530.58	2841062.11
39940	Cementerio 1	5098610.38	2839155.41	40091	Iglesia 6	5095516.54	2839886.72
39941	Cementerio 1	5098610.38	2839155.41	40092	Iglesia 6	5095516.54	2839886.72
39942	Cementerio 11	5093836.82	2835087.25	40093	Iglesia 7	5093738.22	2835670.62
39943	Cementerio 11	5093836.82	2835087.25	40094	Iglesia 7	5093738.22	2835670.62
39944	Cementerio 12	5092542.58	2835786.14	40095	Iglesia 8	5093715.51	2835679.85
39945	Cementerio 12	5092542.58	2835786.14	40096	Iglesia 8	5093715.51	2835679.85
39946	Cementerio 13	5091541.90	2834139.46	40097	Iglesia 9	5095434.43	2835680.70
39947	Cementerio 13	5091541.90	2834139.46	40098	Iglesia 9	5095434.43	2835680.70
39948	Cementerio 14	5090662.79	2835791.44	40099	Iglesia Mapuachon	5095434.43	2835680.70
39949	Cementerio 14	5090662.79	2835791.44	40101	Iglesia_Toloir	5094490.00	2828225.08
39950	Cementerio 15	5091448.76	2835929.72	40102	Iglesia_Toloir	5094490.00	2828225.08

ID Asignado	Nombre Común	Coordenadas Origen Único Nacional CTM-12		ID Asignado	Nombre Común	Coordenadas Origen Único Nacional CTM-12	
		Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
39951	Cementerio 15	5091448.76	2835929.72	40103	Reservorio de agua Sukuluwou	5092248.97	2835199.37
39952	Cementerio 17	5092741.14	2834194.88	40106	Vivienda 3	5089375.47	2832854.87
39953	Cementerio 17	5092741.14	2834194.88	40107	Vivienda 4	5088187.22	2833246.04
39954	Cementerio 18	5093303.60	2841944.40	40108	Vivienda 5	5087004.74	2832596.18
39955	Cementerio 18	5093303.60	2841944.40	40110	Vivienda 7	5086636.99	2828952.03
39956	Cementerio 19	5089246.38	2837775.33	40112	Vivienda 9	5094960.42	2831581.47
39957	Cementerio 19	5089246.38	2837775.33	40113	Vivienda 10	5086934.52	2824931.38
39958	Cementerio 2	5098092.55	2839375.83	40114	Vivienda 11	5087609.32	2824762.29
39959	Cementerio 2	5098092.55	2839375.83	40115	Vivienda 12	5088081.16	2823248.01
39960	Cementerio 20	5087458.30	2839804.66	40121	Vivienda 18	5092016.17	2829944.82
39961	Cementerio 20	5087458.30	2839804.66	40122	Vivienda 19	5092006.32	2829959.39
39962	Cementerio 21	5077048.26	2845113.57	40123	Vivienda 20	5092022.44	2829960.52
39963	Cementerio 21	5077048.26	2845113.57	40124	Vivienda 21	5092030.97	2829945.42
39964	Cementerio 23	5077345.58	2847618.54	40125	Vivienda 22	5092081.28	2830008.53
39965	Cementerio 23	5077345.58	2847618.54	40126	Vivienda 23	5092010.81	2830029.67
39966	Cementerio 26	5076847.10	2845105.81	40127	Vivienda 24	5091990.83	2830021.68
39967	Cementerio 26	5076847.10	2845105.81	40128	Vivienda 25	5091997.61	2830034.47
39968	Cementerio 3	5098044.37	2839146.55	40129	Vivienda 26	5091972.06	2830019.56
39969	Cementerio 3	5098044.37	2839146.55	40130	Vivienda 27	5091989.72	2829847.41
39973	Cementerio 7	5094496.79	2841037.27	40135	Vivienda 32	5087721.53	2827869.82
39974	Cementerio 7	5094496.79	2841037.27	40136	Vivienda 33	5086660.94	2828955.87
39977	Cementerio Araparen	5090606.12	2826103.36	40137	Vivienda 34	5086710.51	2829117.70
39979	Cementerio Centro poblado Carraipi	5068337.88	2801544.21	40138	Vivienda 35	5086788.24	2829197.41
39980	Cementerio Comunidad Araparen	5091339.83	2828079.26	40140	Vivienda 37	5087026.14	2832235.84
39981	Cementerio Comunidad Iruaru	5072222.99	2814337.81	40141	Vivienda 38	5087029.93	2832260.14
39982	Cementerio Comunidad Iruaru	5072222.99	2814337.81	40142	Vivienda 39	5088959.86	2833329.53
39983	Cementerio Comunidad Kapuchirain	5089247.24	2832828.00	40143	Vivienda 40	5089546.14	2832900.66
39984	Cementerio Comunidad Mapuachon	5093836.82	2835087.25	40144	Vivienda 41	5089567.78	2832893.05
39985	Cementerio Comunidad Orrotchon	5090662.79	2835791.44	40145	Vivienda 42	5089566.17	2833033.93
39986	Cementerio Comunidad Sukuluwou	5092542.58	2835786.14	40146	Vivienda 43	5089783.97	2833012.46
39987	Cementerio Comunidad Walirumana	5089871.72	2834106.80	40147	Vivienda 44	5089809.98	2833216.53
39990	Cementerio Indígena	5080554.62	2818754.21	40148	Vivienda 45	5089864.72	2833121.65
39993	Cementerio Indígena	5080554.62	2818754.21	40149	Vivienda 46	5090021.60	2833225.72
40002	Cementerio Kapuchirain	5089247.24	2832828.00	40150	Vivienda 47	5090001.37	2833242.61
40003	Cementerio Kashatain	5089882.02	2835003.75	40151	Vivienda 48	5090055.95	2833252.55
40004	Cementerio Kashatain	5089882.02	2835003.75	40152	Vivienda 49	5090662.36	2830650.51
40008	Cementerio Mapuachon	5095557.12	2835973.18	40153	Vivienda 50	5090742.32	2830472.80
40011	Cementerio Orrotchon	5090320.88	2835405.18	40154	Vivienda 51	5091052.29	2830445.07
40012	CEMENTERIO PALASUMANA	5072222.99	2814337.81	40155	Vivienda 52	5092559.69	2831453.39
40013	CEMENTERIO PALASUMANA	5072222.99	2814337.81	40156	Vivienda 53	5092339.85	2831332.82
40015	Cementerio Sulukuwou	5092542.58	2835786.14	40157	Vivienda 54	5095012.39	2831477.89
40018	Cementerio Walirumana	5089871.72	2834106.80	40158	Vivienda 55	5087613.10	2824747.17
40020	Cementerio_Araparen	5090739.42	2828968.29	40159	Vivienda 56	5086925.49	2824951.82
40021	Cementerio_Araparen	5090739.42	2828968.29	40160	Vivienda 57	5089375.47	2832854.87
40022	Cementerio_Franeelamana_2_Toloir	5091580.81	2828039.08	40161	Vivienda 58	5088187.22	2833246.04
40023	Cementerio_Franeelamana_2_Toloir	5091580.81	2828039.08	40162	Vivienda 59	5087004.74	2832596.18
40024	Cementerio_Toloir	5093322.19	2828667.25	40163	Vivienda 60	5086636.99	2828952.03
40025	Cementerio_Toloir	5093322.19	2828667.25	40164	Vivienda 61	5094960.42	2831581.47
40026	Cementerio1_Araparen	5090695.54	2828947.28	40165	Vivienda 62	5086934.52	2824931.38
40027	Cementerio1_Araparen	5090695.54	2828947.28	40166	Vivienda 63	5087609.32	2824762.29
40029	Escuela 1 Araparen	5090059.57	2828747.16	40167	Vivienda 64	5088081.16	2823248.01
40030	Escuela 10	5092247.14	2835205.96	40168	Vivienda 65	5092016.17	2829944.82
40031	Escuela 10	5092247.14	2835205.96	40169	Vivienda 66	5092006.32	2829959.39
40032	Escuela 11	5093216.74	2840884.86	40170	Vivienda 67	5092022.44	2829960.52
40033	Escuela 11	5093216.74	2840884.86	40171	Vivienda 68	5092030.97	2829945.42
40034	Escuela 12	5086944.47	2840031.18	40172	Vivienda 69	5092081.28	2830008.53

ID Asignado	Nombre Común	Coordenadas Origen Único Nacional CTM-12		ID Asignado	Nombre Común	Coordenadas Origen Único Nacional CTM-12	
		Este (m)	Norte (m)			Este (m)	Norte (m)
40035	Escuela 12	5086944.47	2840031.18	40173	Vivienda 70	5092010.81	2830029.67
40036	Escuela 14	5077071.12	2845096.01	40174	Vivienda 71	5091990.83	2830021.68
40037	Escuela 14	5077071.12	2845096.01	40175	Vivienda 72	5091997.61	2830034.47
40039	Escuela 3	5100301.00	2834296.36	40176	Vivienda 73	5091972.06	2830019.56
40040	Escuela 3	5100301.00	2834296.36	40177	Vivienda 74	5091989.72	2829847.41
40041	Escuela 4	5100296.99	2834347.24	40178	Vivienda 75	5087721.53	2827869.82
40042	Escuela 4	5100296.99	2834347.24	40179	Vivienda 76	5086660.94	2828955.87
40045	Escuela 7	5093663.12	2835746.62	40180	Vivienda 77	5086710.51	2829117.70
40046	Escuela 7	5093663.12	2835746.62	40181	Vivienda 78	5086788.24	2829197.41
40047	Escuela 8	5093625.32	2835728.45	40182	Vivienda 79	5087026.14	2832235.84
40048	Escuela 8	5093625.32	2835728.45	40183	Vivienda 80	5087029.93	2832260.14
40049	Escuela 9	5094645.90	2835086.76	40184	Vivienda 81	5088959.86	2833329.53
40050	Escuela 9	5094645.90	2835086.76	40185	Vivienda 82	5089546.14	2832900.66
40051	Escuela Atnamana	5076002.56	2811127.06	40186	Vivienda 83	5089567.78	2832893.05
40052	Escuela Atnamana	5076002.56	2811127.06	40187	Vivienda 84	5089566.17	2833033.93
40055	Escuela Limoncito	5083890.76	2819296.94	40188	Vivienda 85	5089783.97	2833012.46
40056	Escuela Limoncito	5083890.76	2819296.94	40189	Vivienda 86	5089809.98	2833216.53
40057	Escuela Mapuachon	5094646.56	2835083.47	40190	Vivienda 87	5089864.72	2833121.65
40059	Escuela Sukuluwou	5093636.40	2835693.87	40191	Vivienda 88	5090021.60	2833225.72
40060	Escuela Swriuara	5077533.27	2816571.18	40192	Vivienda 89	5090001.37	2833242.61
40061	Escuela Swriuara	5077533.27	2816571.18	40193	Vivienda 90	5090055.95	2833252.55
40062	Escuela_Tolaira	5094431.42	2828381.32	40194	Vivienda 91	5090662.36	2830650.51
40063	Escuela_Tolaira	5094431.42	2828381.32	40195	Vivienda 92	5090742.32	2830472.80
40064	Escuela1_Araparen	5090059.57	2828747.16	40196	Vivienda 93	5091052.29	2830445.07
40065	Escuela1_Araparen	5090059.57	2828747.16	40197	Vivienda 94	5092559.69	2831453.39
40066	Escuela2_Araparen	5090065.27	2828732.65	40198	Vivienda 95	5092339.85	2831332.82
40067	Escuela2_Araparen	5090065.27	2828732.65	40199	Vivienda 96	5095012.39	2831477.89
40069	Finca El Naranjal	5046587.69	2791836.06	40201	Vivienda 98	5087613.10	2824747.17
40070	Finca El Naranjal	5046587.69	2791836.06	40202	Vivienda 99	5086925.49	2824951.82
40071	Finca La Holandesa	5049326.63	2791765.01	40205	Vivienda_CI_Ara	5091217.54	2830015.00
40072	Finca La Holandesa	5049326.63	2791765.01	40206	Vivienda_CI_Ara	5091217.54	2830015.00

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Según la ubicación de los receptores de interés, se tienen los siguientes sectores de ruido según la Resolución 627 de 2006.

Tabla 7-18 Listado de los sectores de ruido contemplados según la ubicación relativa del receptor de interés

ID Asignado	Nombre Común	Sector de Ruido	ID Asignado	Nombre Común	Sector de Ruido
39923	CASA AUTKASUTOT	D	40073	Finca los Seis Hermanos	D
39924	CASA AUTKASUTOT	D	40074	Finca los Seis Hermanos	D
39927	Cementerio	D	40079	Hotel Waya Guajira	C
39928	Cementerio	D	40080	Hotel Waya Guajira	C
39929	Cementerio	D	40081	Iglesia 1	D
39931	Cementerio	D	40082	Iglesia 1	D
39934	CEMENTERIO	D	40083	Iglesia 10	D
39935	Cementerio	D	40084	Iglesia 10	D
39936	Cementerio	D	40085	Iglesia 2	D
39937	Cementerio	D	40086	Iglesia 2	D
39938	Cementerio	D	40089	Iglesia 5	D
39939	CEMENTERIO	D	40090	Iglesia 5	D
39940	Cementerio1	D	40091	Iglesia 6	D

ID Asignado	Nombre Común	Sector de Ruido	ID Asignado	Nombre Común	Sector de Ruido
39941	Cementerio 1	D	40092	Iglesia 6	D
39942	Cementerio 11	D	40093	Iglesia 7	D
39943	Cementerio 11	D	40094	Iglesia 7	D
39944	Cementerio 12	D	40095	Iglesia 8	D
39945	Cementerio 12	D	40096	Iglesia 8	D
39946	Cementerio 13	D	40097	Iglesia 9	D
39947	Cementerio 13	D	40098	Iglesia 9	D
39948	Cementerio 14	D	40099	Iglesia Mapuachon	D
39949	Cementerio 14	D	40101	Iglesia_ Toloirá	D
39950	Cementerio 15	D	40102	Iglesia_ Toloirá	D
39951	Cementerio 15	D	40103	Reservorio de agua Sukuluwou	D
39952	Cementerio 17	D	40106	Vivienda 3	D
39953	Cementerio 17	D	40107	Vivienda 4	D
39954	Cementerio 18	D	40108	Vivienda 5	D
39955	Cementerio 18	D	40110	Vivienda 7	D
39956	Cementerio 19	D	40112	Vivienda 9	D
39957	Cementerio 19	D	40113	Vivienda 10	D
39958	Cementerio 2	D	40114	Vivienda 11	D
39959	Cementerio 2	D	40115	Vivienda 12	D
39960	Cementerio 20	D	40121	Vivienda 18	D
39961	Cementerio 20	D	40122	Vivienda 19	D
39962	Cementerio 21	D	40123	Vivienda 20	D
39963	Cementerio 21	D	40124	Vivienda 21	D
39964	Cementerio 23	D	40125	Vivienda 22	D
39965	Cementerio 23	D	40126	Vivienda 23	D
39966	Cementerio 26	D	40127	Vivienda 24	D
39967	Cementerio 26	D	40128	Vivienda 25	D
39968	Cementerio 3	D	40129	Vivienda 26	D
39969	Cementerio 3	D	40130	Vivienda 27	D
39973	Cementerio 7	D	40135	Vivienda 32	D
39974	Cementerio 7	D	40136	Vivienda 33	D
39977	Cementerio Araparen	D	40137	Vivienda 34	D
39979	Cementerio Centro poblado Carraipí	D	40138	Vivienda 35	D
39980	Cementerio Comunidad Araparen	D	40140	Vivienda 37	D
39981	Cementerio Comunidad Iruaru	D	40141	Vivienda 38	D
39982	Cementerio Comunidad Iruaru	D	40142	Vivienda 39	D
39983	Cementerio Comunidad Kapuchirrain	D	40143	Vivienda 40	D
39984	Cementerio Comunidad Mapuachon	D	40144	Vivienda 41	D
39985	Cementerio Comunidad Orrotchon	D	40145	Vivienda 42	D
39986	Cementerio Comunidad Sukuluwou	D	40146	Vivienda 43	D
39987	Cementerio Comunidad Walirumana	D	40147	Vivienda 44	D
39990	Cementerio Indígena	D	40148	Vivienda 45	D
39993	Cementerio Indígena	D	40149	Vivienda 46	D
40002	Cementerio Kapuchirrain	D	40150	Vivienda 47	D
40003	Cementerio Kashatain	D	40151	Vivienda 48	D
40004	Cementerio Kashatain	D	40152	Vivienda 49	D
40008	Cementerio Mapuachon	D	40153	Vivienda 50	D
40011	Cementerio Orrotchon	D	40154	Vivienda 51	D
40012	CEMENTERIO PALASUMANA	D	40155	Vivienda 52	D
40013	CEMENTERIO PALASUMANA	D	40156	Vivienda 53	D
40015	Cementerio Sulukuwou	D	40157	Vivienda 54	D
40018	Cementerio Walirumana	D	40158	Vivienda 55	D
40020	Cementerio_ Araparen	D	40159	Vivienda 56	D
40021	Cementerio_ Araparen	D	40160	Vivienda 57	D
40022	Cementerio_ Franeelamana_ 2_ Toloirá	D	40161	Vivienda 58	D
40023	Cementerio_ Franeelamana_ 2_ Toloirá	D	40162	Vivienda 59	D
40024	Cementerio_ Toloirá	D	40163	Vivienda 60	D

ID Asignado	Nombre Común	Sector de Ruido	ID Asignado	Nombre Común	Sector de Ruido
40025	Cementerio_Toloiira	D	40164	Vivienda 61	D
40026	Cementerio1_Araparen	D	40165	Vivienda 62	D
40027	Cementerio1_Araparen	D	40166	Vivienda 63	D
40029	Escuela 1 Araparen	D	40167	Vivienda 64	D
40030	Escuela 10	D	40168	Vivienda 65	D
40031	Escuela 10	D	40169	Vivienda 66	D
40032	Escuela 11	D	40170	Vivienda 67	D
40033	Escuela 11	D	40171	Vivienda 68	D
40034	Escuela 12	D	40172	Vivienda 69	D
40035	Escuela 12	D	40173	Vivienda 70	D
40036	Escuela 14	D	40174	Vivienda 71	D
40037	Escuela 14	D	40175	Vivienda 72	D
40039	Escuela 3	D	40176	Vivienda 73	D
40040	Escuela 3	D	40177	Vivienda 74	D
40041	Escuela 4	D	40178	Vivienda 75	D
40042	Escuela 4	D	40179	Vivienda 76	D
40045	Escuela 7	D	40180	Vivienda 77	D
40046	Escuela 7	D	40181	Vivienda 78	D
40047	Escuela 8	D	40182	Vivienda 79	D
40048	Escuela 8	D	40183	Vivienda 80	D
40049	Escuela 9	D	40184	Vivienda 81	D
40050	Escuela 9	D	40185	Vivienda 82	D
40051	Escuela Atnamana	D	40186	Vivienda 83	D
40052	Escuela Atnamana	D	40187	Vivienda 84	D
40055	Escuela Limoncito	D	40188	Vivienda 85	D
40056	Escuela Limoncito	D	40189	Vivienda 86	D
40057	Escuela Mapuachon	D	40190	Vivienda 87	D
40059	Escuela Sukuluwou	D	40191	Vivienda 88	D
40060	Escuela Swriuara	D	40192	Vivienda 89	D
40061	Escuela Swriuara	D	40193	Vivienda 90	D
40062	Escuela_Toloiira	D	40194	Vivienda 91	D
40063	Escuela_Toloiira	D	40195	Vivienda 92	D
40064	Escuela1_Araparen	D	40196	Vivienda 93	D
40065	Escuela1_Araparen	D	40197	Vivienda 94	D
40066	Escuela2_Araparen	D	40198	Vivienda 95	D
40067	Escuela2_Araparen	D	40199	Vivienda 96	D
40069	Finca El Naranjal	C	40201	Vivienda 98	D
40070	Finca El Naranjal	C	40202	Vivienda 99	D
40071	Finca La Holandesa	C	40205	Vivienda_CI_Ara	D
40072	Finca La Holandesa	C	40206	Vivienda_CI_Ara	D

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Por otra parte, **Figura 7-6** presenta la malla de receptores, y el dominio de modelación superpuestos mediante la interfaz gráfica de LimA:

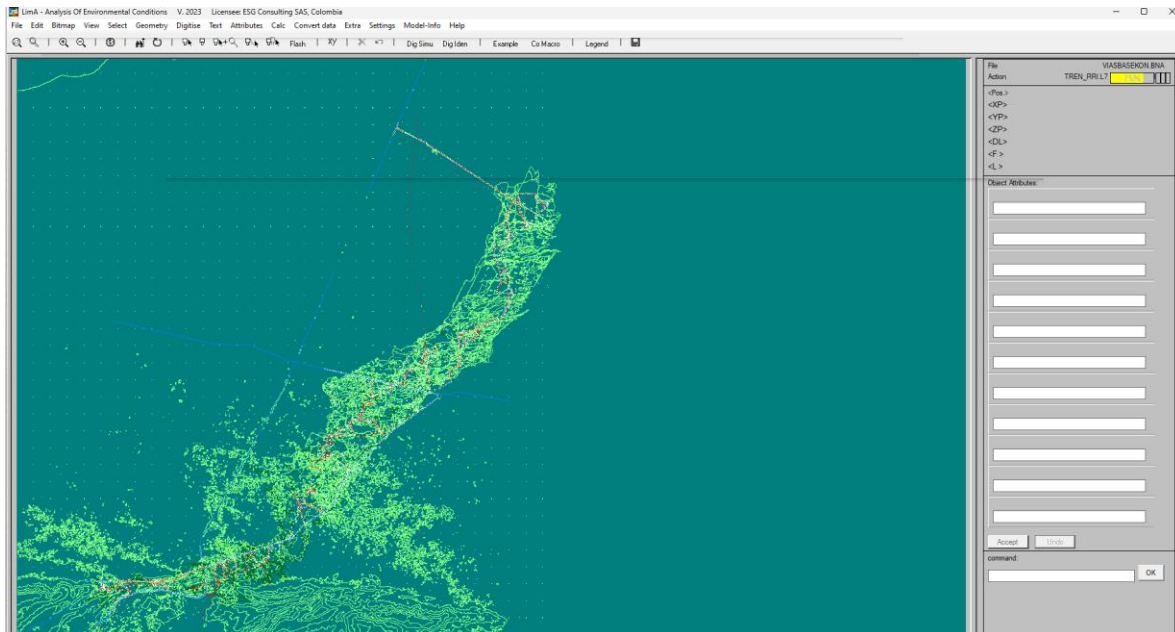


Figura 7-6 Receptores para simulación de propagación de ruido en PREDICTOR.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.12 Método de cálculo y reporte de resultados

Finalmente, el LimA 2023 integra los algoritmos de cálculo de niveles de potencia sonora desde una fuente a un receptor, en este módulo es necesario agregar valores meteorológicos como el coeficiente de atenuación meteorológico local, temperatura y humedad relativa media de la zona, así como las coordenadas de fuentes y receptores y realizar la modelación con dichos algoritmos, teniendo en cuenta todos los parámetros de atenuación descritos en ISO 9613 – 2 integrando a la grilla topográfica. Este procedimiento se realiza para cada fuente de ruido sobre cada receptor, limitando el radio de cálculo mediante la opción Radius for utilising contour lines. Por otro lado, se realiza la configuración de los periodos de cálculo de acuerdo con los establecidos por la Resolución 627 de 2006 del MADS. Finalmente se configuran los resultados del modelo de tal forma que consideren la presión acústica generada por las fuentes acústicas industriales sumadas a un modelo de fondo (background) tomado como las vías o la presión acústica base de los centros poblados según sea el caso. La presentación de las isófonas se configura de acuerdo con la nomenclatura establecida por la Resolución 627 de 2006 del MADS. La figura a continuación presenta las diferentes opciones seleccionadas en la configuración de los métodos de cálculo, la definición de periodos y la presentación de resultados.

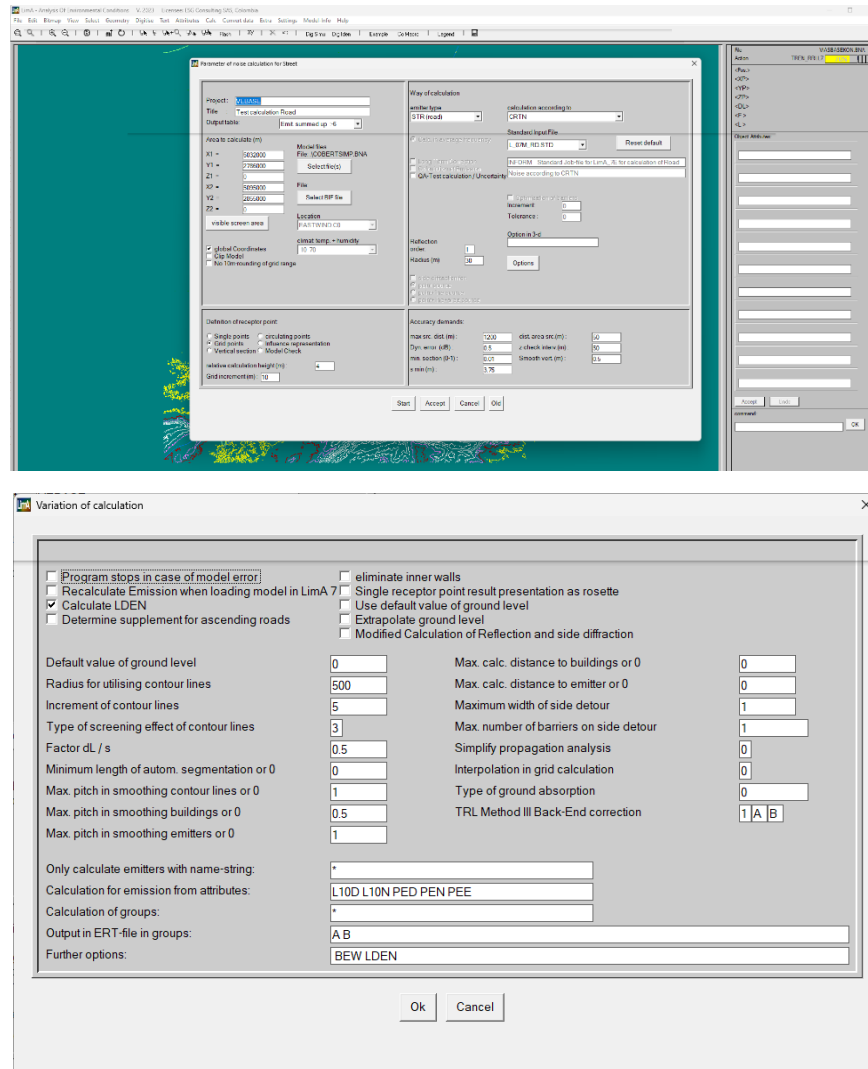


Figura 7-7 Métodos de cálculo y reporte de resultados.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.13 Resultados

7.9.13.1 Resultados de los Escenarios de Modelación

A continuación, se presentan los resultados para el escenario de modelación, cuyos datos fueron obtenidos mediante el software Predictor-LimA V2023, estos se presentan mediante mapas de isófonas siguiendo la combinación de colores para representaciones gráficas cada 5 dB(A), establecidas en la Resolución 0627 de 2006.

7.9.13.1.1 Escenario Base

En este escenario se verificó la magnitud del aporte en los niveles de presión acústica de las vías existentes (autopistas y vías secundarias) en la zona de estudio del proyecto incluyendo la actividad del tren del cerrejón que actualmente se encuentra operativo.

Modelo de Propagación de Ruido del Escenario Base en Horario Diurno

La **Figura 7-8** representa la distribución del ruido ambiental en la zona del proyecto mediante mapas de isófonas para el escenario base en horario diurno, como se puede observar, la propagación de ruido se genera en torno a las vías principales y secundarias que se encuentran dentro del área de interés del proyecto al igual que en las cercanías de la línea férrea del cerrejón. En las áreas con aforos vehiculares más altos, se evidencian los rangos de presión sonora más altos, representados por las tonalidades anaranjadas, que corresponde al rango de los 60 a 65 dB. Por otro lado, la tonalidad más clara de color verde representa los niveles más bajos de presión sonora, es decir, los niveles por debajo de los 35 dB, los cuales abarcan las zonas alejadas de las vías; además, se puede observar cómo aumentan los niveles de presión sonora conforme se acercan a las vías.

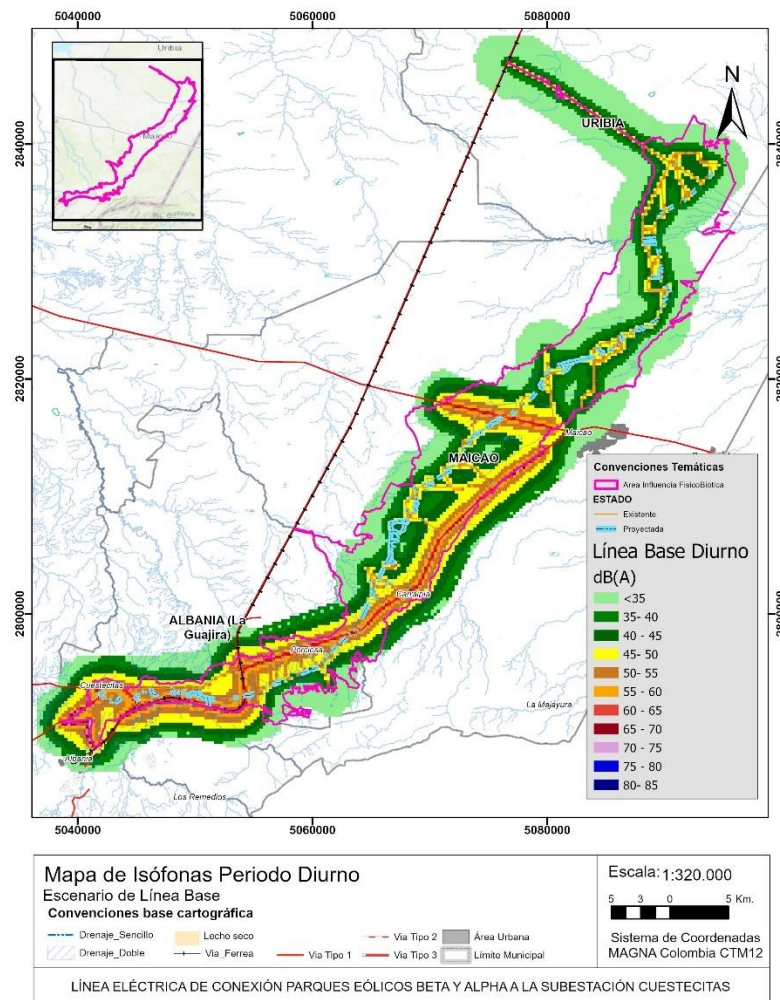


Figura 7-8 Mapa de isófonas del proyecto Beta-Alpha- Cuestecitas para el Escenario Base en Horario Diurno.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Al realizar un acercamiento en la figura se pueden observar isófonas de hasta 60 dB en puntos donde se encuentran ubicados una gran parte de los receptores de interés para el periodo diurno, esto se debe a la operación de la línea férrea en conjunto con el tráfico vehicular de las vías principales dentro del área de influencia del proyecto, lo cual indica que se presentan niveles de presión sonora elevados en la zona sin que haya una intervención

Modelo de Propagación de Ruido del Escenario Base en Horario Nocturno

La **Figura 7-9** presenta las isófonas obtenidas para el escenario base en horario nocturno, en este se puede observar que las isófonas asociadas a las emisiones de ruido provenientes de las vías existente presentan una reducción en sus magnitudes de presión sonora debido a que el flujo vehicular disminuye en la noche.

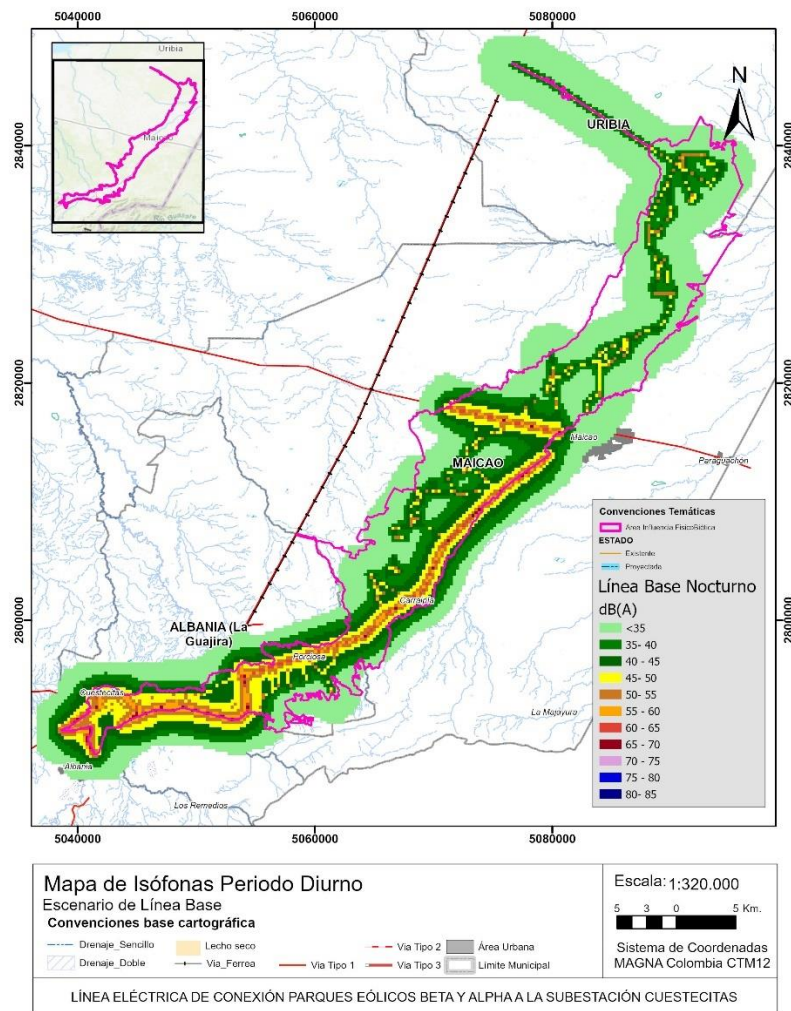


Figura 7-9 Mapa de isófonas del proyecto -Beta Alpha -Cuestecitas para el Escenario Base en Horario Nocturno.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

No obstante, se puede seguir observando niveles elevados de presión sonora debido al flujo vehicular y a la actividad del tren, logrando valores de hasta 65dB en los receptores localizados en

las cercanías de las vías principales del municipio de Albania y el municipio de Maicao junto con las zonas en donde pasa el tren del cerrejón, el resto de los receptores cercanos a las fuentes de emisión logran valores más bajos en general, llegando hasta los 50 dB Con base en lo anterior, se tiene que ya hay una afectación en los niveles de presión sonora de la zona de estudio por parte de las fuentes de emisión existentes y sin que haya una intervención por parte de EDP RENEWABLES. Finalmente, dentro de las consideraciones para la operación del tren abarca una parte del periodo nocturno 6am-7am y de 9pm-10pm según la información de la página del tren del cerrejón, esto influye en los resultados de los mapas de isófonas dando la impresión de que el tren opera en la noche, no obstante, su operación después de las 10pm se suspende hasta el día siguiente.

7.9.14 Análisis de correlación de datos simulados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en el modelo de propagación de ruido para la línea base en conjunto con los datos obtenidos en los monitoreos de ruido ambiental, esto es con la finalidad de establecer la correlación entre los datos simulados y los datos observados.

Tabla 7-19 Conjunto de datos resultantes de las campañas de monitoreo de ruido ambiental en día hábil para periodo diurno⁹

Punto de Monitoreo	Valor dB(A)	Incertidumbre dB(A)	Observación
RA01	77.2	1.1	Estación descartada para el análisis debido a los valores atípicos presentados, en donde se evidencia la presencia de una o varias fuentes de ruido que interfieren en los resultados.
RA02	53.8	0,3	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base.
RA03	36.2	1	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base.
RA04	59.09	2	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base.
RA05	75.1	0.3	Estación de monitoreo descartada, puesto que se encuentra ubicada en zona urbana, lo que hace que otras fuentes interfieran dentro de la medición.
RA06	71.0	0,4	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base.
RA07	41.8	1,2	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base.
RA08	76.3	0.3	Estación descartada para el análisis debido a los valores atípicos presentados, en donde se evidencia la presencia de una o varias fuentes de ruido que interfieren en los resultados.

⁹ Para el presente análisis de correlación solamente se toma en cuenta el periodo diurno, puesto que es el de mayor interés para el modelo que tiene en cuenta en escenarios futuros solamente operación en periodos diurnos.

Punto de Monitoreo	Valor dB(A)	Incertidumbre dB(A)	Observación
RA09	56.6	0,7	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base
RA10	70.0	0.3	Estación descartada para el análisis debido a los valores atípicos presentados, en donde se evidencia la presencia de una o varias fuentes de ruido que interfieren en los resultados.
RA11	56.1	1,1	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base
RA12	46.4	0,2	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base
RA13	51.5	1,2	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base
RA14	51.7	0,8	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base
RA15	61.7	3.1	Estación descartada para el análisis debido a los valores atípicos presentados, en donde se evidencia la presencia de una o varias fuentes de ruido que interfieren en los resultados.
RA18	64.4	0.8	Estación descartada para el análisis debido a los valores atípicos presentados, en donde se evidencia la presencia de una o varias fuentes de ruido que interfieren en los resultados.
RA19	56.5	0.4	Estación seleccionada para análisis de correlación debido a la cercanía a las vías, las cuales fueron junto con la vía férrea, las únicas fuentes de emisión modeladas para línea base

Fuente: Gestión y Medio Ambiente (2023)

Como se observa, se han resaltado en color rojo las estaciones descartadas del análisis de correlación debido a su localización específica y/o a la presencia de valores atípicos, los cuales evidencian la interferencia de otras fuentes de emisión de ruido distintas al tráfico vehicular o al tren del Cerrejón. Además, se destaca la naturaleza del monitoreo de ruido ambiental, que consiste en una muestra puntual que refleja características específicas de un espacio y tiempo determinados. Por esta razón, es esperable que el modelo no reproduzca exactamente los datos obtenidos durante los monitoreos, ya que este se basa en la simulación de fuentes lineales existentes (como el tren del Cerrejón y las vías públicas). Esto ocurre incluso cuando se incorpora el concepto de ruido de fondo, que se detalla más adelante.

Debido al alcance del modelo, no se incluyeron otras fuentes de ruido distintas a las vías existentes y al tren del Cerrejón. Para complementar el análisis, se integró un valor representativo de ruido de fondo utilizando los datos de la estación MR3A. Esta estación fue seleccionada considerando los valores más bajos registrados entre todas las estaciones de monitoreo, bajo el supuesto de que dichos valores reflejan los niveles mínimos de ruido ambiental no caracterizado. Por lo tanto, se asume que todos los elementos de ruido no modelados ni caracterizados quedan incorporados en esta suma, permitiendo una aproximación más realista al entorno acústico general.

Por otra parte, para fines del análisis, se realiza la conversión de dB(A) a presión acústica (Pa). A continuación, se presenta los resultados de modelación en los puntos que representan las estaciones de ruido seleccionadas.

Tabla 7-20 Datos para análisis de correlación

Punto de Monitoreo	Resultados Modelo (Ruido de Fondo Incluido)		Resultados de Monitoreo de Ruido Ambiental	
	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa
RA02	45,81	0,04	53,84	0,10
RA03	46,80	0,04	36,24	0,01
RA04	57,23	0,15	59,09	0,18
RA06	66,71	0,43	71,05	0,71
RA07	41,59	0,02	41,84	0,02
RA09	52,02	0,08	56,58	0,13
RA11	56,94	0,14	56,10	0,13
RA12	54,66	0,11	46,45	0,04
RA13	47,35	0,05	51,54	0,08
RA14	55,06	0,11	51,68	0,08
RA19	40,46	0,02	56,45	0,13

Fuente: Gestión y Medio Ambiente (2023)

Una vez se tienen los valores de presión acústica, se elabora una gráfica de ajuste exponencial el cual arroja resultados de correlación aceptables, tal y como se observa a continuación

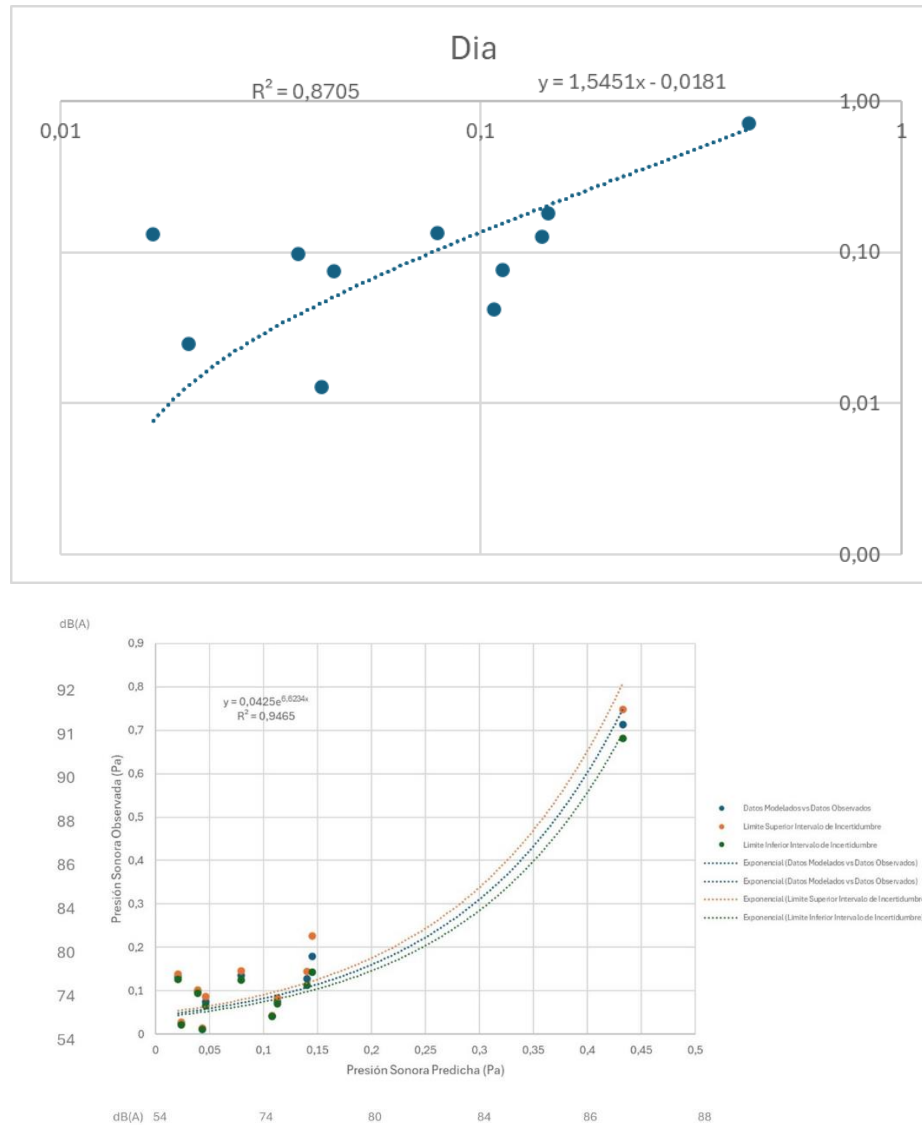


Figura 7-10 Resultados gráficos de correlación de datos de ruido simulados y datos de ruido obtenidos en campo durante las campañas de monitoreo

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Finalmente, con el fin de complementar el análisis de correlación de datos, se adopta los siguientes estadísticos propuestos por (Chang & Hanna, 2004).

- Error cuadrático medio normalizado (NMSE):

El error cuadrático promedio normalizado, es la variable principal analítica del presente modelo, teniendo en cuenta que mientras menor sea el valor de dicho error, mejor será la calidad de las concentraciones modeladas y ayuda a estimar las desviaciones entre los valores previstos (modelado) y los datos medidos mediante una campaña de monitoreo. A continuación, se presenta la fórmula de cálculo:

$$NMSE = \frac{\overline{(C_o - C_p)^2}}{\overline{C_o} \overline{C_p}},$$

En donde C_o corresponde a los a los datos observados (monitoreo) y C_p a los datos estimados (modelados).

De acuerdo con Chang y Hanna (2004)¹⁰ el modelo es perfecto cuanto los valores de NMSE, son iguales a cero (0), lo que quiere decir que los datos modelados versus los monitoreados son consecuentes, y entre mayor sea este valor peor será la predicción. Como criterio de desempeño, los mismos autores proponen una $NMSE < 4$.

- Sesgo fraccional (FB)

Las medidas de Sesgo Fraccional son útiles para regular la complejidad de un modelo, cuando se logra establecer fielmente un modelo, la diferencia entre los datos reales (monitoreo) y los datos estimados presentan pequeñas variaciones. La fórmula implementada para el cálculo del sesgo absoluto se presenta a continuación:

$$FB = \frac{(\overline{C_o} - \overline{C_p})}{0.5(\overline{C_o} + \overline{C_p})},$$

En donde C_{Pi} corresponde a los datos observados en un punto en específico (monitoreo), CO_i son los datos estimados en dicho punto. Como criterio de buen desempeño del modelo de calidad del aire se consideran valores de $IFBI < 0,3$ (Chang & Hanna, 2004).

- Fracción de datos que satisfacen (FAC2)

Se define como la fracción de datos que satisfacen el intervalo definido por:

$$0.5 \leq \frac{C_p}{C_o} \leq 2.0$$

¹⁰ Chang, C.J. y R.S. Hanna, Air quality model performance evaluation, doi:10.1007/s00703-003-0070-7 Meteorol, Atmos. Phys. 87, 167-196 (2004)

Donde:

Cp: Datos predichos por el modelo;

Co: Datos observados.

El valor típico observado en modelos de calidad del aire con buen desempeño se encuentra por encima del 50%. (Chang & Hanna, 2004). Este mismo criterio ha sido propuesto por la Unión Europea como criterio de desempeño de los modelos de calidad del aire en las medias diarias de concentración de contaminantes criterio (European Union, 1999)

Tabla 7-21 Objetivos de calidad para modelos de calidad del aire establecidos por la Unión Europea

Pollutant	Quality Indicator	Quality Objective	Directive
SO ₂ , NO ₂ , NO _x	Hourly mean	50-60%	1999/30/EC
	Daily mean	50%	
	Annual mean	30%	
PM, Pb	Annual mean	50%	2000/69/EC
CO	8-hour mean	50%	
Benzene	Annual mean	50%	

Fuente: (European Union, 1999), (Borrego, Schatzmann, & Galmarini, 2003)

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la estimación de estadísticos de correlación:

Tabla 7-22 Resumen de resultados de los estadísticos de correlación para los resultados del modelo en línea base

Estadístico	Valor
Sesgo fraccional	0,047
Sesgo geométrico promedio	1,035
Error cuadrático medio normalizado	0,048
Fracción de datos que satisfacen	100%

Fuente: *Gestión y Medio Ambiente (2023)*

Los valores resultantes de la aplicación de estadísticos de correlación indican lo siguiente:

- Sesgo fraccional: El sesgo fraccional mide la diferencia promedio entre los valores predichos y los valores observados en relación con su magnitud. Un valor cercano a 0 indica que no hay un sesgo sistemático significativo, es decir, que el modelo no tiende a sobrestimar o subestimar los valores.
- Sesgo geométrico promedio: El sesgo geométrico promedio es un indicador de la tendencia del modelo a sobrestimar o subestimar. Un valor igual a 1 indica que no hay sesgo en los datos, mientras que un valor mayor que 1 sugiere una ligera sobrestimación y un valor menor que 1 indicaría subestimación, en este caso, el valor sugiere una ligera sobreestimación, pero esta es mínima.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

- Error cuadrático medio normalizado: Este estadístico evalúa la diferencia cuadrática media entre los valores predichos y observados, normalizada en función del valor promedio de los datos observados. Este estadístico ayuda a entender la precisión del modelo, en este caso el valor es mínimo, lo que sugiere que las predicciones del modelo se pueden considerar precisas respecto a los valores reales y por ende, un indicador positivo de la calidad en el ajuste del modelo.
- Fracción de datos que satisfacen: Este estadístico se adopta para el modelo de propagación de ruido con base a los criterios de la unión europea para evaluar el desempeño de modelos de calidad del aire, en este caso, la condición es que el 50% de los datos se encuentran dentro del rango permitido establecido. Los resultados indican que el modelo cumple con la condición en la totalidad de puntos seleccionados para el análisis.

Finalmente, en los anexos de modelación se pueden consultar las declaraciones de conformidad para los diferentes modelos empelados por Predictor Lima para la simulación (ISO-9613 Y RMR 1996), estos son suministrados por Stapelfeldt, los desarrolladores y distribuidores del software de modelación.

7.9.14.1.1 Escenario 2: Construcción

Para este escenario se verifican los aportes de las emisiones presentes durante la fase constructiva del proyecto; sin embargo, debido a que en la línea base se presentan niveles elevados de presión sonora, se hace necesario presentar los aportes de los diferentes componentes: operaciones de construcción, transporte aéreo mediante helicóptero, flota vehicular del proyecto y voladuras, esto es con el fin de evaluar si dichos aportes impactan de manera significativa o no a la zona de estudio sin tener en cuenta los niveles de presión sonora obtenidos en el escenario de línea base del proyecto. El total de los resultados del modelo en horario diurno para el escenario de construcción se presentan uniendo todos los grupos de fuentes de ruido que incluyen: actividades de construcción, flota vehicular del proyecto, transporte helicoportado y voladuras, así como los aportes de flota vehicular de la línea base.

Se debe considerar que las actividades de construcción solo se realizarán en horario diurno, razón por la cual no se presentan resultados de simulación para el horario nocturno. En este sentido se puede entender que, para el escenario de construcción, los niveles de presión sonora nocturno serán los mismos que los reportados para la línea base en horario nocturno.

7.9.14.1.1.1 *Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de Transporte Aéreo*

A continuación se representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de la Línea Eléctrica de Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario diurno para actividades de transporte aéreo. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera en torno a las zonas en donde se contemplan rutas, en donde se producen los niveles de presión sonora entre los 45 a 50 dB, mientras que en los puntos donde se encuentran localizados los helipuertos se presentan los niveles más altos de 60 a 70dB.

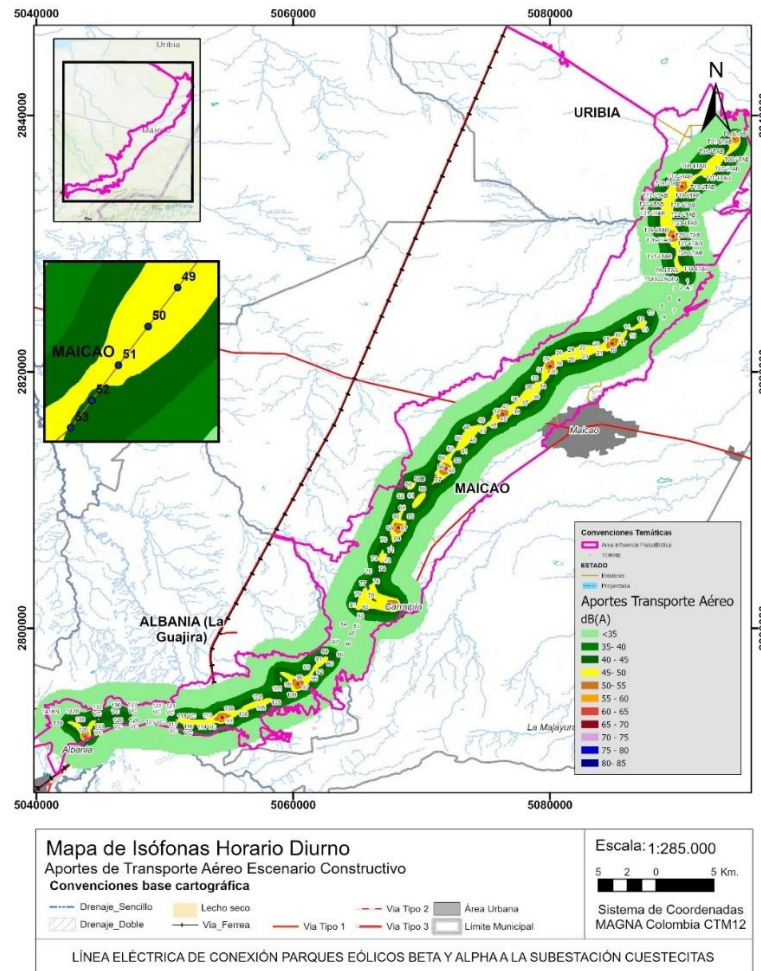


Figura 7-11 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para transporte aéreo, operaciones de construcción y flujo vehicular existente.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.14.1.1.2 *Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de Adecuación y/o Construcción de Accesos a áreas de Torre*

La siguiente figura representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de Línea Eléctrica de la Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera de forma uniforme en toda el área de interés, pero en las zonas en donde se encuentran las fuentes lineales asociadas a la construcción y/o adecuación de accesos a las áreas de torres se presentan los niveles más altos de 50dB(A), esto indica que los aportes son mínimos respecto a las actividades proyectadas en este apartado.

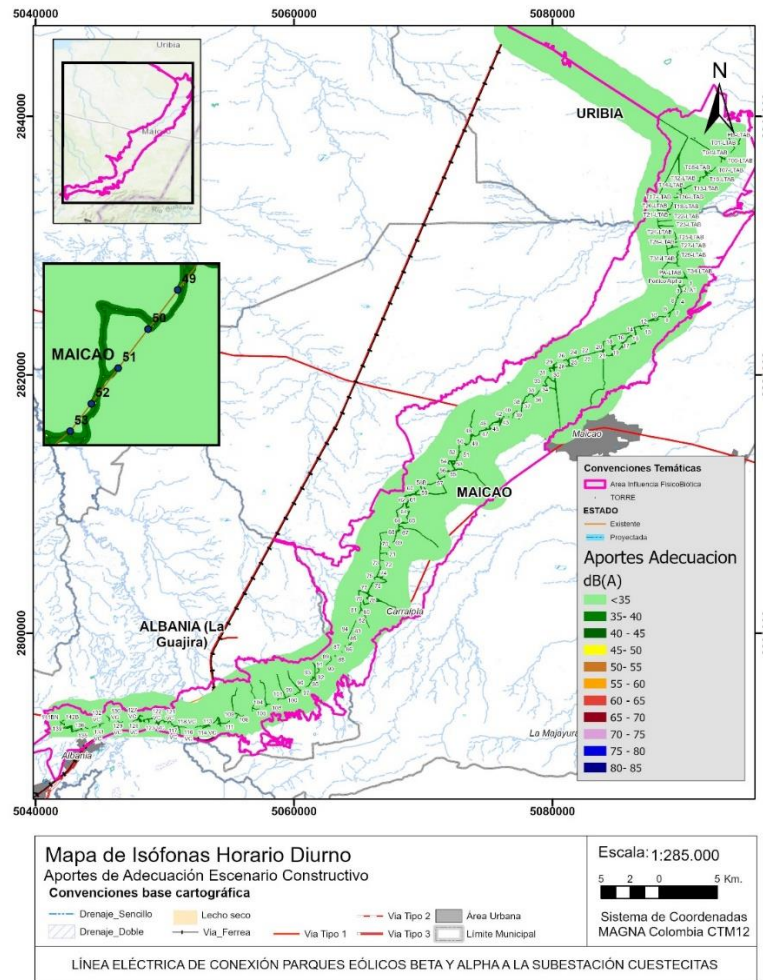


Figura 7-12 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de adecuación y/o construcción de accesos.
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.14.1.1.3 Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de Transporte Terrestre

La siguiente figura representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de Línea Eléctrica de la Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario diurno. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera de forma uniforme en toda el área de interés, pero en las zonas en donde se encuentran las fuentes lineales asociadas al transporte terrestre presentan los niveles más altos de 60dB(A), esto indica que los aportes de flota vehicular del proyecto es uno de los más significativos dentro del escenario constructivo.

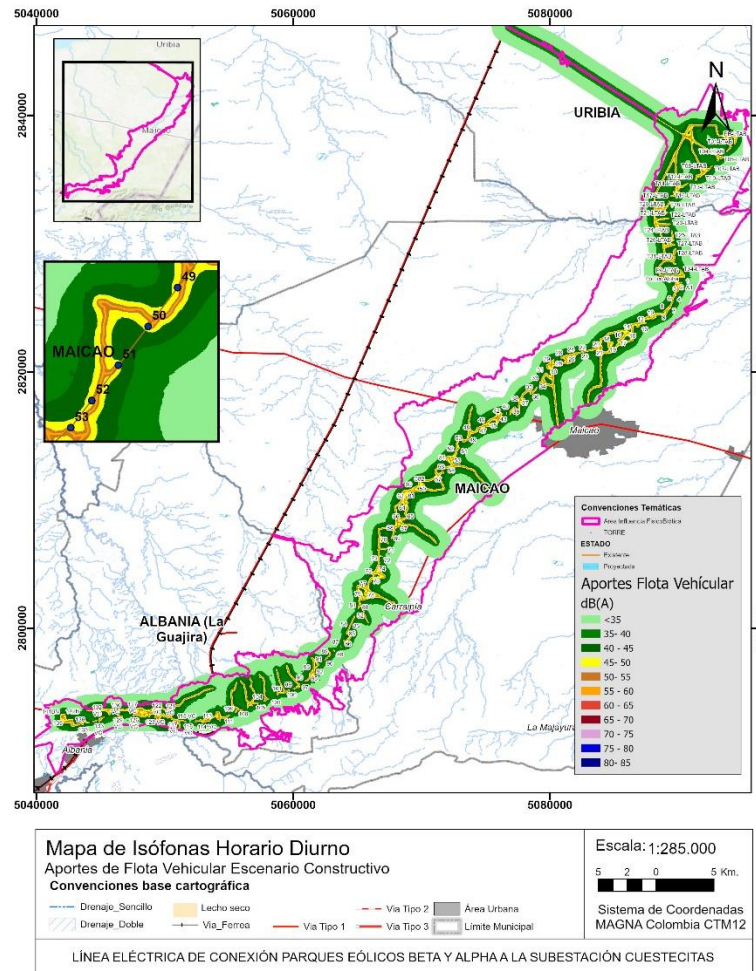


Figura 7-13 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de transporte terrestre.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.14.1.1.4 Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de Maquinaria Amarilla

La **Figura 7-14** representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de Línea Eléctrica de la Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario diurno para las actividades que involucran operación de maquinaria amarilla en la construcción y montaje de torres. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera en forma de circunferencia en torno a las áreas de torre, en cuyo centro se producen los niveles más altos de presión sonora, encontrándose entre los 50 y 65 dB, no obstante, estos valores disminuyen progresivamente a medida que se aleja de las zonas de intervención, llegando hasta el valor de 45dB.

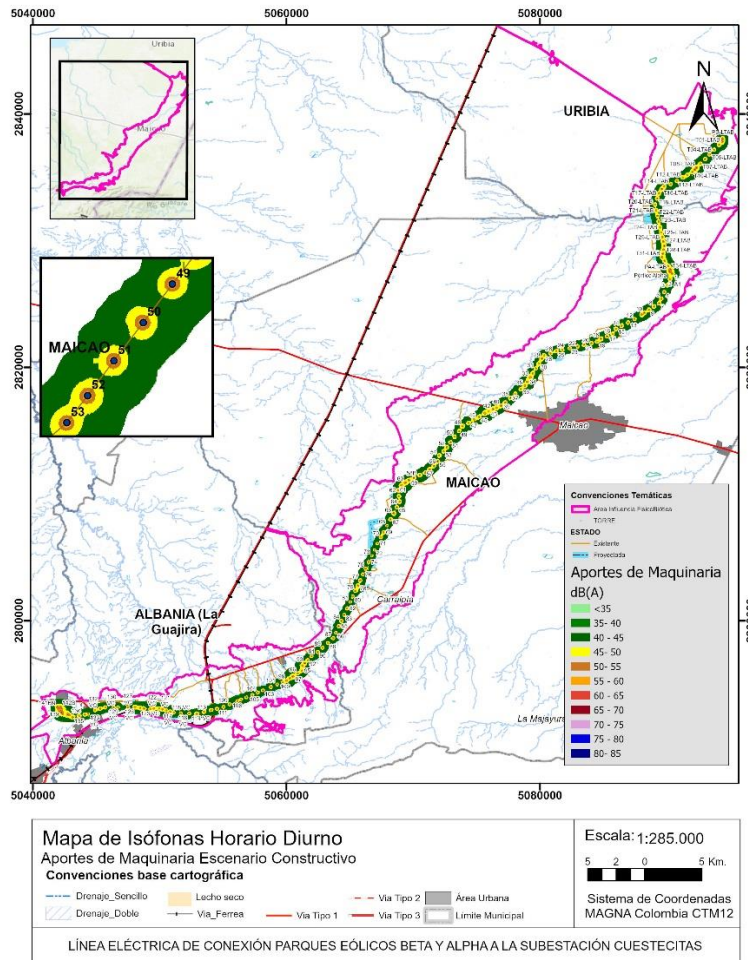


Figura 7-14 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de maquinaria amarilla.
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.14.1.1.5 *Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de ocupación de Cauce*

La **Figura 7-15** representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de Línea Eléctrica de la Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario diurno para las actividades de construcción que requieren ocupación de cauce. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera en forma de circunferencia en torno a las áreas de intervención distribuidas en el área de interés, en cuyo centro se producen los niveles más altos de presión sonora, encontrándose entre los 50 y 65 dB, no obstante, a medida que se aleja de la zona de intervención los niveles de ruido disminuyen a los 45dB.

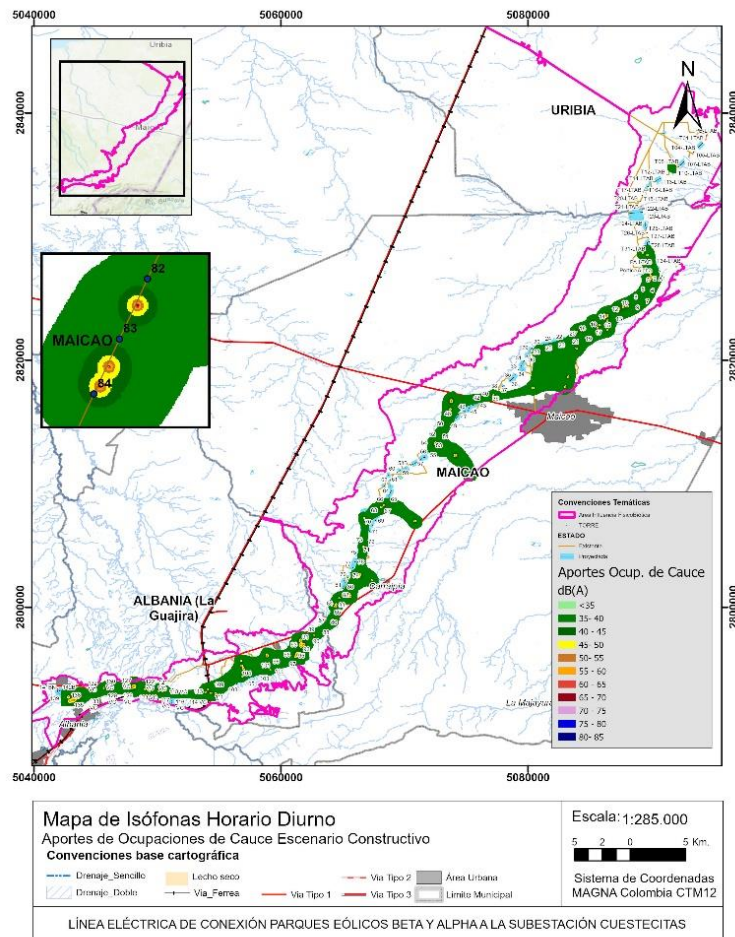


Figura 7-15 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades que requieren ocupación de cauce.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.14.1.1.6 *Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de Construcción de Patios de Almacenamiento*

La **Figura 7-16** representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de Línea Eléctrica de la Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario diurno para actividades de construcción de patios de almacenamiento. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera en forma de circunferencias, en cuyo centro se producen los niveles más altos de presión sonora, encontrándose entre los 50 y 65 dB, no obstante, a medida que se aleja de la zona de intervención los niveles de ruido disminuyen a los 45dB.

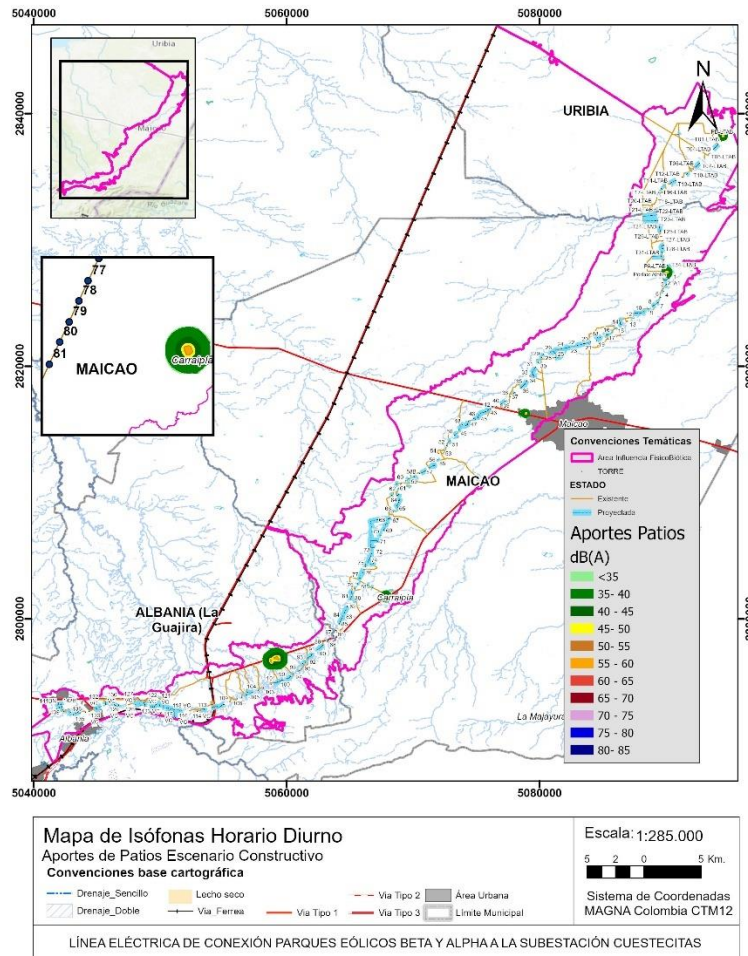


Figura 7-16 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2, aporte de actividades de construcción de patios de almacenamiento.
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

7.9.14.1.1.7 Modelo de Propagación de Ruido del Aporte de las Actividades de Voladuras

La **Figura 7-17** representa la distribución del ruido ambiental y el aporte de las emisiones sonoras en la zona de Línea Eléctrica de la Conexión Parques Eólicos Beta y Alpha a Subestación Cuestecitas, mediante mapas de isófonas para el escenario 2 en horario diurno para actividades de manejo de explosivos. Como se puede observar, la propagación de ruido se genera de forma de circunferencia en todas las zonas de intervención, cuyo centro se concentran los valores más altos entre los 50 y 65 dB, que una vez se aleja espacialmente de dichas zonas de intervención, los valores bajan a 45dB. Estas actividades de voladuras solamente se contemplan en la zona sur del proyecto.

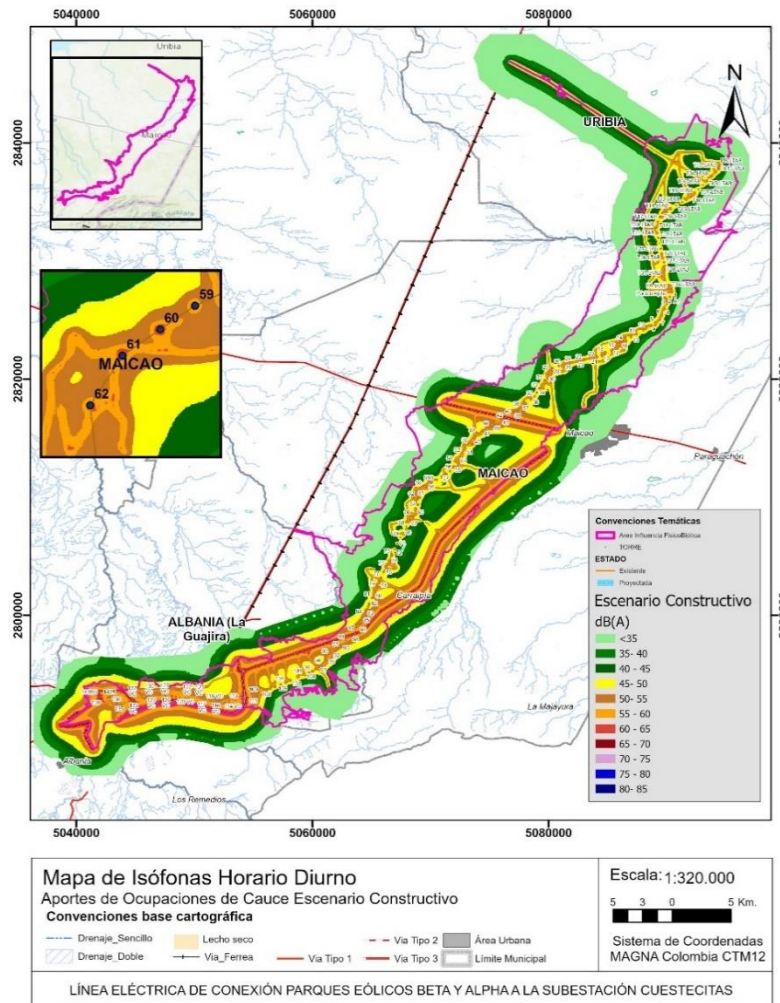


Figura 7-18 Mapa de isófonas del proyecto Alpha-Beta-Cuestecitas para el Escenario 2.
FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Teniendo en cuenta que la figura anterior representa los resultados obtenidos en la modelación de transporte aéreo, operaciones de construcción, actividades con voladuras, transporte terrestre y flujo vehicular existente en horario diurno en la etapa constructiva del proyecto, a partir de la ubicación de los receptores de interés, se pueden observar que, debido al tránsito de la vía férrea, hay un aumento de la presión sonora para esa zona y para las zonas de flujo vehicular.

Muchas de las zonas con alta concentración de receptores están cercanas a las vías y puntos de construcción, por lo tanto, se evidencia mayor concentración de presión sonora en estas zonas. La zona C que se encuentra ubicada hacia la parte baja del área de influencia del proyecto, cuenta con un espacio de zona industrial, a partir de la ubicación de los receptores en la zona norte del proyecto entre Maicao y Uribia, es zona de clasificación D, donde los niveles de presión sonora del proyecto podrían presentar excedencias, pero esto debido a lo anteriormente mencionado, los aportes de construcción del proyecto no son tan significativos en términos de presión sonora, respecto a los

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

aportes existentes por el flujo vehicular ya que son los que presentan dicho aumento en el área de influencia

7.9.14.2 **Receptores de Interés**

A continuación, se muestra una tabla comparativa de los resultados obtenidos para cada escenario de modelación con el fin de identificar los impactos sonoros de cada grupo o conjunto de grupos¹¹ en los receptores de interés, en donde se distinguen lo siguiente (**Tabla 7-23**).

¹¹ Según los grupos presentados en la sección 5.2 del presente informe

Tabla 7-23 Niveles de presión sonora de los receptores de interés en los diferentes escenarios

Receptor	Escenario Base			Adecuación	Maquinaria	Transporte Terrestre	Transporte Aereo	Patios	Ocupacion de Cauce	Voladuras	Escenario 2		
	Valor	Límite Normativo	Cumplimiento	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Límite Normativo	Cumplimiento
	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
CASA AUTKASUTOT	48,0	55,0	Si	30,0	40,3	42,0	43,7	--	--	--	51,4	55,0	Si
CASA AUTKASUTOT	48,0	55,0	Si	30,0	40,3	42,0	43,7	--	--	--	51,4	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
CEMENTERIO	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
CEMENTERIO	47,0	55,0	Si	30,0	45,1	43,0	48,1	--	--	--	48,7	55,0	Si
Cementerio 11	29,0	55,0	Si	15,0	--	--	34,5	--	--	--	29,1	55,0	Si
Cementerio 11	29,0	55,0	Si	15,0	--	--	34,5	--	--	--	29,1	55,0	Si
Cementerio 12	42,0	55,0	Si	30,0	46,4	43,0	48,0	--	--	--	47,6	55,0	Si
Cementerio 12	42,0	55,0	Si	30,0	46,4	43,0	48,0	--	--	--	47,6	55,0	Si
Cementerio 13	33,0	55,0	Si	21,0	--	29,0	37,7	--	--	--	33,4	55,0	Si
Cementerio 13	33,0	55,0	Si	21,0	--	29,0	37,7	--	--	--	33,4	55,0	Si
Cementerio 14	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	37,7	--	--	--	39,2	55,0	Si
Cementerio 14	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	37,7	--	--	--	39,2	55,0	Si
Cementerio 15	47,0	55,0	Si	29,0	--	41,0	40,9	--	--	--	46,1	55,0	Si
Cementerio 15	47,0	55,0	Si	29,0	--	41,0	40,9	--	--	--	46,1	55,0	Si
Cementerio 17	29,0	55,0	Si	15,0	--	--	33,7	--	--	--	29,0	55,0	Si
Cementerio 17	29,0	55,0	Si	15,0	--	--	33,7	--	--	--	29,0	55,0	Si
Cementerio 18	11,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--		55,0	Si
Cementerio 18	11,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--		55,0	Si
Cementerio 19	38,0	55,0	Si	24,0	--	33,0	--	--	--	--	38,3	55,0	Si
Cementerio 19	38,0	55,0	Si	24,0	--	33,0	--	--	--	--	38,3	55,0	Si
Cementerio 20	40,0	55,0	Si	26,0	--	34,0	--	--	--	--	40,7	55,0	Si
Cementerio 20	40,0	55,0	Si	26,0	--	34,0	--	--	--	--	40,7	55,0	Si
Cementerio 21	30,0	55,0	Si	17,0	--	--	--	--	--	--	30,2	55,0	Si
Cementerio 21	30,0	55,0	Si	17,0	--	--	--	--	--	--	30,2	55,0	Si
Cementerio 23	33,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	32,8	55,0	Si
Cementerio 23	33,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	32,8	55,0	Si
Cementerio 26	29,0	55,0	Si	16,0	--	--	--	--	--	--	29,3	55,0	Si
Cementerio 26	29,0	55,0	Si	16,0	--	--	--	--	--	--	29,3	55,0	Si

Receptor	Escenario Base			Adecuación	Maquinaria	Transporte Terrestre	Transporte Aereo	Patios	Ocupacion de Cauce	Voladuras	Escenario 2		
	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento
	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
Cementerio 7	14,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	14,8	55,0	Si
Cementerio 7	14,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	14,8	55,0	Si
Cementerio Araparen	36,0	55,0	Si	23,0	--	33,0	27,6	--	--	--	38,7	55,0	Si
Cementerio Centro poblado Carraipí	55,0	55,0	No	20,0	--	31,0	43,4	--	--	--	54,7	55,0	Si
Cementerio Comunidad Araparen	33,0	55,0	Si	19,0	--	27,0	34,5	--	--	--	32,9	55,0	Si
Cementerio Comunidad Iruaru	40,0	55,0	Si	26,0	--	37,0	39,9	--	--	--	40,1	55,0	Si
Cementerio Comunidad Iruaru	40,0	55,0	Si	26,0	--	37,0	39,9	--	--	--	40,1	55,0	Si
Cementerio Comunidad Kapuchirrain	47,0	55,0	Si	30,0	45,3	43,0	48,1	--	--	--	48,8	55,0	Si
Cementerio Comunidad Mapuachon	29,0	55,0	Si	15,0	--	--	34,5	--	--	--	29,1	55,0	Si
Cementerio Comunidad Orrotchon	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	37,7	--	--	--	39,2	55,0	Si
Cementerio Comunidad Sukuluwou	42,0	55,0	Si	30,0	46,4	43,0	48,0	--	--	--	47,6	55,0	Si
Cementerio Comunidad Walirumana	49,0	55,0	Si	34,0	46,0	47,0	50,3	--	--	--	50,7	55,0	Si
Cementerio Indígena	44,0	55,0	Si	29,0	--	41,0	34,5	--	--	--	44,3	55,0	Si
Cementerio Indígena	44,0	55,0	Si	29,0	--	41,0	34,5	--	--	--	44,3	55,0	Si
Cementerio Kapuchirrain	47,0	55,0	Si	30,0	45,3	43,0	48,1	--	--	--	48,8	55,0	Si
Cementerio Kashatain	50,0	55,0	Si	43,0	--	57,0	41,7	--	--	--	58,6	55,0	No
Cementerio Kashatain	50,0	55,0	Si	43,0	--	57,0	41,7	--	--	--	58,6	55,0	No
Cementerio Mapuachon	24,0	55,0	Si	--	--	--	28,7	--	--	--	24,0	55,0	Si
Cementerio Orrotchon	41,0	55,0	Si	26,0	--	37,0	39,6	--	--	--	40,9	55,0	Si
CEMENTERIO PALASUMANA	40,0	55,0	Si	26,0	--	37,0	39,9	--	--	--	40,1	55,0	Si
CEMENTERIO PALASUMANA	40,0	55,0	Si	26,0	--	37,0	39,9	--	--	--	40,1	55,0	Si
Cementerio Sulukuwou	42,0	55,0	Si	30,0	46,4	43,0	48,0	--	--	--	47,6	55,0	Si
Cementerio Walirumana	49,0	55,0	Si	34,0	46,0	47,0	50,3	--	--	--	50,7	55,0	Si
Cementerio_Araparen	36,0	55,0	Si	22,0	--	30,0	38,0	--	--	--	35,7	55,0	Si
Cementerio_Araparen	36,0	55,0	Si	22,0	--	30,0	38,0	--	--	--	35,7	55,0	Si
Cementerio_Franeelamana_2_Toloira	31,0	55,0	Si	17,0	--	--	32,3	--	--	--	31,1	55,0	Si
Cementerio_Franeelamana_2_Toloira	31,0	55,0	Si	17,0	--	--	32,3	--	--	--	31,1	55,0	Si
Cementerio1_Araparen	36,0	55,0	Si	22,0	--	30,0	38,4	--	--	--	36,0	55,0	Si
Cementerio1_Araparen	36,0	55,0	Si	22,0	--	30,0	38,4	--	--	--	36,0	55,0	Si
Escuela 1 Araparen	43,0	55,0	Si	27,0	42,7	38,0	44,3	--	--	--	46,0	55,0	Si
Escuela 10	41,0	55,0	Si	26,0	42,7	39,0	45,6	--	--	--	45,0	55,0	Si
Escuela 10	41,0	55,0	Si	26,0	42,7	39,0	45,6	--	--	--	45,0	55,0	Si
Escuela 11	27,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,7	55,0	Si
Escuela 11	27,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,7	55,0	Si
Escuela 12	38,0	55,0	Si	25,0	--	33,0	--	--	--	--	39,5	55,0	Si
Escuela 12	38,0	55,0	Si	25,0	--	33,0	--	--	--	--	39,5	55,0	Si
Escuela 14	30,0	55,0	Si	17,0	--	--	--	--	--	--	30,2	55,0	Si

Receptor	Escenario Base			Adecuación	Maquinaria	Transporte Terrestre	Transporte Aereo	Patios	Ocupacion de Cauce	Voladuras	Escenario 2		
	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento
	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
Escuela 14	30,0	55,0	Si	17,0	--	--	--	--	--	--	30,2	55,0	Si
Escuela 7	33,0	55,0	Si	20,0	--	28,0	38,9	--	--	--	33,3	55,0	Si
Escuela 7	33,0	55,0	Si	20,0	--	28,0	38,9	--	--	--	33,3	55,0	Si
Escuela 8	33,0	55,0	Si	20,0	--	29,0	39,2	--	--	--	33,3	55,0	Si
Escuela 8	33,0	55,0	Si	20,0	--	29,0	39,2	--	--	--	33,3	55,0	Si
Escuela 9	23,0	55,0	Si	--	--	--	30,5	--	--	--	23,0	55,0	Si
Escuela 9	23,0	55,0	Si	--	--	--	30,5	--	--	--	23,0	55,0	Si
Escuela Atnamana	63,0	55,0	No	18,0	--	29,0	--	--	--	--	65,7	55,0	No
Escuela Atnamana	63,0	55,0	No	18,0	--	29,0	--	--	--	--	65,7	55,0	No
Escuela Limoncito	47,0	55,0	Si	30,0	--	44,0	29,9	--	--	--	47,4	55,0	Si
Escuela Limoncito	47,0	55,0	Si	30,0	--	44,0	29,9	--	--	--	47,4	55,0	Si
Escuela Mapuachon	23,0	55,0	Si	--	--	--	30,5	--	--	--	23,0	55,0	Si
Escuela Sukuluwou	33,0	55,0	Si	20,0	--	28,0	38,9	--	--	--	33,1	55,0	Si
Escuela Swriurara	66,0	55,0	No	29,0	--	42,0	39,2	--	--	--	64,2	55,0	No
Escuela Swriurara	66,0	55,0	No	29,0	--	42,0	39,2	--	--	--	64,2	55,0	No
Escuela1_Araparen	43,0	55,0	Si	27,0	42,7	38,0	44,3	--	--	--	46,0	55,0	Si
Escuela1_Araparen	43,0	55,0	Si	27,0	42,7	38,0	44,3	--	--	--	46,0	55,0	Si
Escuela2_Araparen	43,0	55,0	Si	27,0	42,6	38,0	44,3	--	--	--	45,9	55,0	Si
Escuela2_Araparen	43,0	55,0	Si	27,0	42,6	38,0	44,3	--	--	--	45,9	55,0	Si
Finca El Naranjal	55,0	55,0	No	--	--	--	30,7	--	--	--	54,8	55,0	Si
Finca El Naranjal	55,0	55,0	No	--	--	--	30,7	--	--	--	54,8	55,0	Si
Finca La Holandesa	53,0	55,0	Si	--	--	--	25,3	--	--	--	52,9	55,0	Si
Finca La Holandesa	53,0	55,0	Si	--	--	--	25,3	--	--	--	52,9	55,0	Si
Finca los Seis Hermanos	66,0	55,0	No	34,0	52,3	48,0	29,1	--	--	--	63,6	55,0	No
Finca los Seis Hermanos	66,0	55,0	No	34,0	52,3	48,0	29,1	--	--	--	63,6	55,0	No
Hotel Waya Guajira	64,0	55,0	No	24,0	--	35,0	37,7	--	--	--	62,0	55,0	No
Hotel Waya Guajira	64,0	55,0	No	24,0	--	35,0	37,7	--	--	--	62,0	55,0	No
Iglesia 10	26,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,0	55,0	Si
Iglesia 10	26,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,0	55,0	Si
Iglesia 6	24,0	55,0	Si	--	--	--	26,5	--	--	--	24,1	55,0	Si
Iglesia 6	24,0	55,0	Si	--	--	--	26,5	--	--	--	24,1	55,0	Si
Iglesia 7	32,0	55,0	Si	19,0	--	26,0	37,9	--	--	--	32,5	55,0	Si
Iglesia 7	32,0	55,0	Si	19,0	--	26,0	37,9	--	--	--	32,5	55,0	Si
Iglesia 8	32,0	55,0	Si	19,0	--	27,0	38,2	--	--	--	32,7	55,0	Si
Iglesia 8	32,0	55,0	Si	19,0	--	27,0	38,2	--	--	--	32,7	55,0	Si
Iglesia 9	22,0	55,0	Si	--	--	--	28,7	--	--	--	22,8	55,0	Si
Iglesia 9	22,0	55,0	Si	--	--	--	28,7	--	--	--	22,8	55,0	Si

Receptor	Escenario Base			Adecuación	Maquinaria	Transporte Terrestre	Transporte Aereo	Patios	Ocupacion de Cauce	Voladuras	Escenario 2		
	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento
	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
Iglesia Mapuachon	22,0	55,0	Si	--	--	--	28,7	--	--	--	22,8	55,0	Si
Reservorio de agua Sukuluwou	41,0	55,0	Si	26,0	42,6	39,0	45,5	--	--	--	45,0	55,0	Si
Vivienda 3	44,0	55,0	Si	28,0	42,1	40,0	47,7	--	--	--	46,1	55,0	Si
Vivienda 4	46,0	55,0	Si	35,0	--	50,0	39,3	--	--	--	53,4	55,0	Si
Vivienda 5	33,0	55,0	Si	20,0	--	26,0	31,3	--	--	--	33,3	55,0	Si
Vivienda 7	26,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,1	55,0	Si
Vivienda 10	36,0	55,0	Si	22,0	--	32,0	34,6	--	--	--	35,9	55,0	Si
Vivienda 11	40,0	55,0	Si	26,0	--	38,0	37,6	--	--	--	41,2	55,0	Si
Vivienda 12	36,0	55,0	Si	23,0	--	32,0	36,2	--	--	--	35,7	55,0	Si
Vivienda 18	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,5	55,0	Si
Vivienda 19	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,7	55,0	Si
Vivienda 20	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,4	55,0	Si
Vivienda 21	17,0	55,0	Si	--	--	--	29,9	--	--	--	19,3	55,0	Si
Vivienda 22	15,0	55,0	Si	--	--	--	29,8	--	--	--	16,4	55,0	Si
Vivienda 23	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,7	55,0	Si
Vivienda 24	19,0	55,0	Si	--	--	--	30,1	--	--	--	20,1	55,0	Si
Vivienda 25	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,1	--	--	--	20,0	55,0	Si
Vivienda 26	19,0	55,0	Si	--	--	--	30,2	--	--	--	20,3	55,0	Si
Vivienda 27	20,0	55,0	Si	--	--	--	30,1	--	--	--	21,2	55,0	Si
Vivienda 32	35,0	55,0	Si	21,0	--	31,0	28,8	--	--	--	35,5	55,0	Si
Vivienda 33	26,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,3	55,0	Si
Vivienda 34	27,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	27,0	55,0	Si
Vivienda 35	28,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	27,5	55,0	Si
Vivienda 37	33,0	55,0	Si	20,0	--	26,0	31,5	--	--	--	33,5	55,0	Si
Vivienda 38	33,0	55,0	Si	21,0	--	26,0	31,5	--	--	--	33,5	55,0	Si
Vivienda 39	43,0	55,0	Si	28,0	42,2	39,6	47,8	--	--	--	45,8	55,0	Si
Vivienda 40	41,0	55,0	Si	27,0	40,1	38,0	46,1	--	--	--	43,8	55,0	Si
Vivienda 41	41,0	55,0	Si	26,0	40,1	37,0	45,9	--	--	--	43,7	55,0	Si
Vivienda 42	42,0	55,0	Si	27,0	40,1	38,0	46,2	--	--	--	44,0	55,0	Si
Vivienda 43	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	43,8	--	--	--	39,2	55,0	Si
Vivienda 44	40,0	55,0	Si	26,0	--	36,0	44,0	--	--	--	40,0	55,0	Si
Vivienda 45	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	43,3	--	--	--	39,0	55,0	Si
Vivienda 46	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	42,1	--	--	--	38,6	55,0	Si
Vivienda 47	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	42,3	--	--	--	38,8	55,0	Si
Vivienda 48	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	41,9	--	--	--	38,5	55,0	Si
Vivienda 49	32,0	55,0	Si	20,0	--	26,0	36,8	--	--	--	32,5	55,0	Si
Vivienda 50	32,0	55,0	Si	20,0	--	23,0	36,4	--	--	--	32,4	55,0	Si

Receptor	Escenario Base			Adecuación	Maquinaria	Transporte Terrestre	Transporte Aereo	Patios	Ocupacion de Cauce	Voladuras	Escenario 2		
	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento
	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
Vivienda 51	30,0	55,0	Si	16,0	--	--	34,4	--	--	--	30,3	55,0	Si
Vivienda 55	40,0	55,0	Si	26,0	--	38,0	37,8	--	--	--	41,4	55,0	Si
Vivienda 56	36,0	55,0	Si	22,0	--	31,0	34,4	--	--	--	35,7	55,0	Si
Vivienda 57	44,0	55,0	Si	28,0	42,1	40,0	47,7	--	--	--	46,1	55,0	Si
Vivienda 58	46,0	55,0	Si	35,0	--	50,0	39,3	--	--	--	53,4	55,0	Si
Vivienda 59	33,0	55,0	Si	20,0	--	26,0	31,3	--	--	--	33,3	55,0	Si
Vivienda 60	26,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,1	55,0	Si
Vivienda 62	36,0	55,0	Si	22,0	--	32,0	34,6	--	--	--	35,9	55,0	Si
Vivienda 63	40,0	55,0	Si	26,0	--	38,0	37,6	--	--	--	41,2	55,0	Si
Vivienda 64	36,0	55,0	Si	23,0	--	32,0	36,2	--	--	--	35,7	55,0	Si
Vivienda 65	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,5	55,0	Si
Vivienda 66	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,7	55,0	Si
Vivienda 67	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,4	55,0	Si
Vivienda 68	17,0	55,0	Si	--	--	--	29,9	--	--	--	19,3	55,0	Si
Vivienda 69	15,0	55,0	Si	--	--	--	29,8	--	--	--	16,4	55,0	Si
Vivienda 70	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,0	--	--	--	19,7	55,0	Si
Vivienda 71	19,0	55,0	Si	--	--	--	30,1	--	--	--	20,1	55,0	Si
Vivienda 72	18,0	55,0	Si	--	--	--	30,1	--	--	--	20,0	55,0	Si
Vivienda 73	19,0	55,0	Si	--	--	--	30,2	--	--	--	20,3	55,0	Si
Vivienda 74	20,0	55,0	Si	--	--	--	30,1	--	--	--	21,2	55,0	Si
Vivienda 75	35,0	55,0	Si	21,0	--	31,0	28,8	--	--	--	35,5	55,0	Si
Vivienda 76	26,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	26,3	55,0	Si
Vivienda 77	27,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	27,0	55,0	Si
Vivienda 78	28,0	55,0	Si	--	--	--	--	--	--	--	27,5	55,0	Si
Vivienda 79	33,0	55,0	Si	20,0	--	26,0	31,5	--	--	--	33,5	55,0	Si
Vivienda 80	33,0	55,0	Si	21,0	--	26,0	31,5	--	--	--	33,5	55,0	Si
Vivienda 81	43,0	55,0	Si	28,0	42,2	39,6	47,8	--	--	--	45,8	55,0	Si
Vivienda 82	41,0	55,0	Si	27,0	40,1	38,0	46,1	--	--	--	43,8	55,0	Si
Vivienda 83	41,0	55,0	Si	26,0	40,1	37,0	45,9	--	--	--	43,7	55,0	Si
Vivienda 84	42,0	55,0	Si	27,0	40,1	38,0	46,2	--	--	--	44,0	55,0	Si
Vivienda 85	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	43,8	--	--	--	39,2	55,0	Si
Vivienda 86	40,0	55,0	Si	26,0	--	36,0	44,0	--	--	--	40,0	55,0	Si
Vivienda 87	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	43,3	--	--	--	39,0	55,0	Si
Vivienda 88	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	42,1	--	--	--	38,6	55,0	Si
Vivienda 89	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	42,3	--	--	--	38,8	55,0	Si
Vivienda 90	39,0	55,0	Si	25,0	--	35,0	41,9	--	--	--	38,5	55,0	Si
Vivienda 91	32,0	55,0	Si	20,0	--	26,0	36,8	--	--	--	32,5	55,0	Si

Receptor	Escenario Base			Adecuación	Maquinaria	Transporte Terrestre	Transporte Aereo	Patios	Ocupacion de Cauce	Voladuras	Escenario 2		
	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Limite Normativo	Cumplimiento
	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	
Vivienda 92	32,0	55,0	Si	20,0	--	23,0	36,4	--	--	--	32,4	55,0	Si
Vivienda 93	30,0	55,0	Si	16,0	--	--	34,4	--	--	--	30,3	55,0	Si
Vivienda 98	40,0	55,0	Si	26,0	--	38,0	37,8	--	--	--	41,4	55,0	Si
Vivienda 99	36,0	55,0	Si	22,0	--	31,0	34,4	--	--	--	35,7	55,0	Si
Vivienda_Cl_Ara	30,0	55,0	Si	16,0	--	--	33,8	--	--	--	30,1	55,0	Si
Vivienda_Cl_Ara	30,0	55,0	Si	16,0	--	--	33,8	--	--	--	30,1	55,0	Si

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

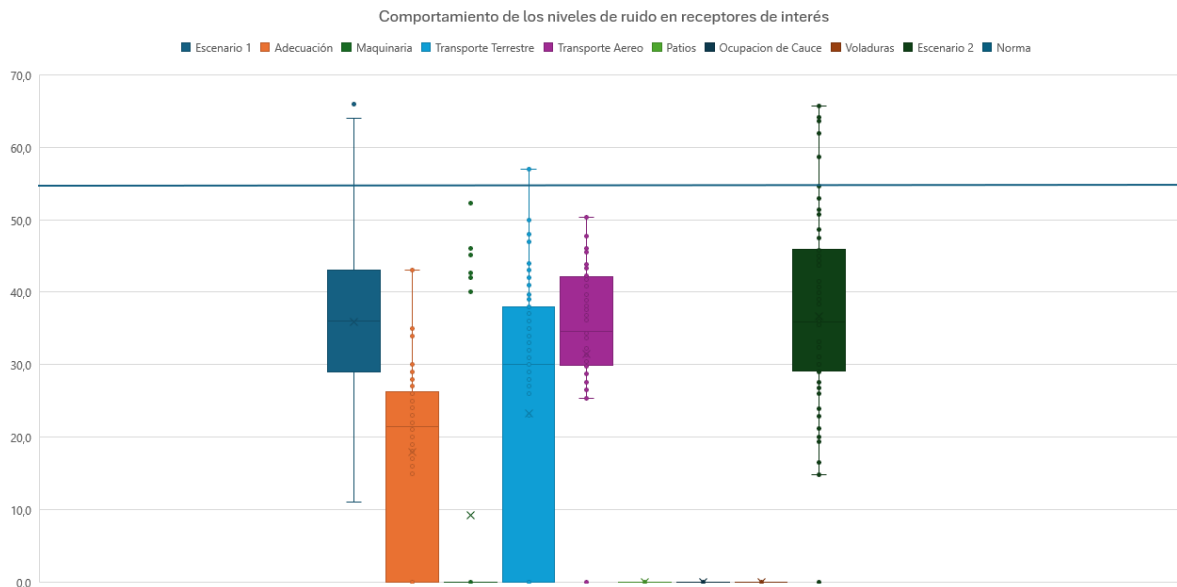


Figura 7-19 Comportamientos de los niveles de presión sonora de los receptores de interés en los diferentes escenarios.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Según lo evidenciado en la **Tabla 7-23** y la **Figura 7-19**, se tiene un aumento en la medida de tendencia central de los niveles de presión sonora en los receptores, pues si bien en el escenario base hay excedencias normativas en algunos receptores, en los aportes del escenario 2 se presentan con más frecuencia, esto es debido principalmente a la cercanía de estos receptores a las zonas de construcción, no obstante, la distribución de la mayoría de los receptores se mantiene por debajo del límite normativo, concordando con la distribución espacial de las isófonas presentadas en la sección anterior.

7.9.14.3 Monitoreo de Ruido

Finalmente, se realiza una breve comparación de los resultados del modelo en los diferentes escenarios y los datos de monitoreo de ruido ambiental obtenidos durante las campañas realizadas por Gestión y Medio Ambiente S.A.S. Para todos aquellos puntos en los cuales se superan los niveles máximo-admisibles para ruido ambiental definidos por la Resolución 627 de 2006 del MADS sin que haya presencia de actividad antrópica, se debe entender que no existe condición de incumplimiento de acuerdo con lo establecido en el artículo 17, parágrafo 2 de la citada resolución.

Tabla 7-24 Niveles de presión sonora en los puntos de monitoreo para los diferentes escenarios

PUNTO DE MONITOREO	MONITOREO			E BASE			APORTES 1			APORTES 2			APORTES 3		
	Valor	Norma	Cumple	Valor	Norma	Cumple	Valor	Norma	Cumple	Valor	Norma	Cumple	Valor	Norma	Cumple
MR_1	79,7	55	NO	29,3	55	SI	50,00	55	SI	50	55	SI	50	55	SI
MR_2	70,5	55	NO	48,4	55	SI	0	55	SI	40	55	SI	43,01	55	SI
MR_4	63,4	55	NO	54,3	55	SI	50,00	55	SI	53,01	55	SI	54,77	55	SI
MR_5	92,2	55	NO	61,7	55	NO	30,01	55	SI	30,01	55	SI	60	55	NO
MR_6	93,3	55	NO	64,5	55	NO	53,01	55	SI	53,01	55	SI	60,79	55	NO
MR_7	71	55	NO	36,8	55	SI	50,41	55	SI	50,41	55	SI	50,45	55	SI
MR_8	92,6	55	NO	51,6	55	SI	0	55	SI	0	55	SI	50	55	SI
MR_9	73,3	55	NO	49,3	55	SI	40,00	55	SI	50,41	55	SI	53,22	55	SI
MR_10	86,5	55	NO	56,2	55	NO	60,00	55	NO	60,04	55	NO	60,45	55	NO
MR_11	68,9	55	NO	53,4	55	SI	53,01	55	SI	53,03	55	SI	54,78	55	SI
MR_12	66	55	NO	54,6	55	SI	60,04	55	NO	60,45	55	NO	60,82	55	NO
MR_13	66,6	55	NO	47	55	SI	0,00	55	SI	40	55	SI	43,01	55	SI
MR_14	67,4	55	NO	48,3	55	SI	60,09	55	NO	60,12	55	NO	60,17	55	NO
MR_15	68,8	55	NO	44,7	55	SI	0	55	SI	0	55	SI	40	55	SI
MR_18	77,9	55	NO	50,7	55	SI	0	55	SI	40	55	SI	50,41	55	SI
MR_19	76,1	55	NO	40,7	55	SI	0	55	SI	30,01	55	SI	30,49	55	SI

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

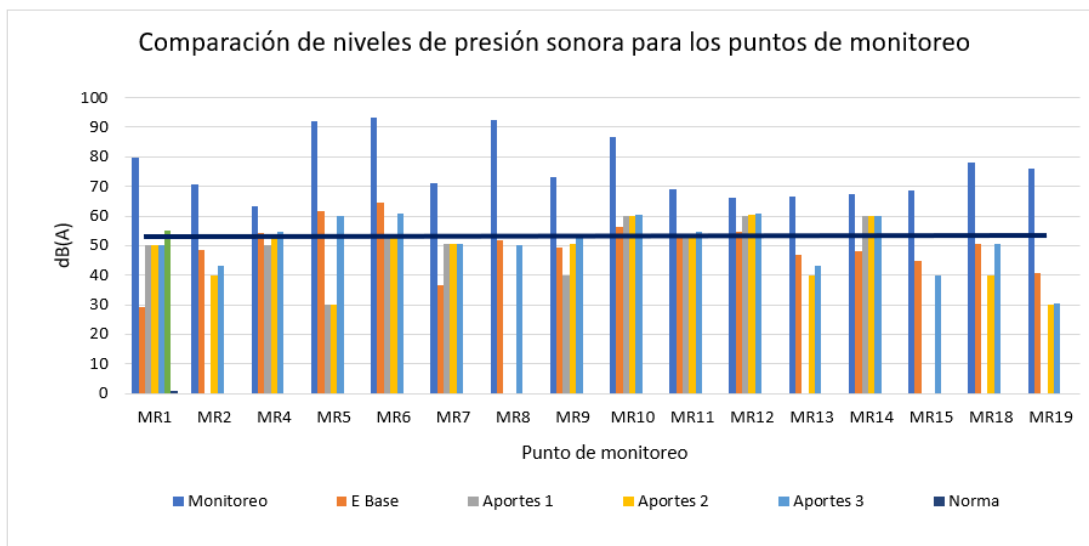


Figura 7-20 Comportamientos de los niveles de presión sonora de los receptores que representan puntos de monitoreo en los diferentes escenarios.

FUENTE: GEOCOL CONSULTORES S.A. 2024

Como se puede observar en la **Figura 7-20**, existe una diferencia entre los resultados obtenidos en la campaña de monitoreo y los resultados generados por el modelo, esto se debe principalmente a factores que ocurrieron durante el monitoreo (actividades humanas y fauna silvestre local), los cuales se constituyen como ruido residual que no es simulado por el modelo, considerando que el alcance de dicho modelo es maquinaria industrial o de construcción, transporte helicoporado, movilización de maquinaria/equipos y uso de explosivos.

7.9.15 Conclusiones

La simulación indica que, en condiciones de línea base, las fuentes de emisión existentes tales como autopistas, vías de acceso y línea férrea, tienen un impacto considerable en los receptores sensibles (viviendas cercanas) sin tener en cuenta alguna actividad asociada al proyecto de *Línea eléctrica de conexión parques eólicos Beta y Alpha a subestación Cuestecitas*, por lo que se debe tener presente esta condición a la hora de evaluar los impactos futuros en términos de presión sonora que se tendrán al momento de ejecutar dicho proyecto. Además, se debe tener en cuenta que las autopistas son grandes fuentes emisoras de ruido y su control no está relacionado con el alcance del proyecto.

En términos de ruido ambiental sobre receptores sensibles la simulación establece que, en el aporte de los escenarios evaluados podrá someter a una fracción del 28,2% de los receptores sensibles evaluados a niveles de presión sonora equivalentes por encima de los estándares máximos permisibles de ruido ambiental establecidos por la Resolución 627 de 2006 del MAVDT (hoy MADS), para Sector D Zona Suburbana o Rural de tranquilidad y Ruido Moderado, esto es con base en los niveles de ruido obtenidos en la modelación del proyecto. El escenario base solo muestra un 3,6% de receptores sensibles en condición de incumplimiento normativo. Los impactos acústicos se hacen evidentes en el Noreste del área de influencia, donde existe gran densidad de receptores sensibles en las cercanías de áreas de intervención.

En términos de área, los resultados de la modelación indican que los aportes de ruido provenientes de las actividades de construcción y el transporte aéreo mediante helicópteros son mínimos, presentando niveles de presión sonora superiores a los 55 dB solamente en las cercanías de los

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA ELÉCTRICA DE CONEXIÓN PARQUES EÓLICOS BETA Y ALPHA A SUBESTACIÓN CUESTECITAS	
Versión 2	Noviembre 2024	

puntos en donde se planean ejecutar montajes de torres, por lo que en el resto de la zona de modelación se mantienen los niveles por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 627 de 2006.

La modelación predictiva sólo incluye equipos proyectados (maquinaria amarilla, voladuras, flota vehicular y transporte aéreo por helicóptero) y emisiones existentes (vías secundarias, rutas nacionales y vías férreas), los cuales se consideran como fuentes de ruido molestas para la población. La simulación no considera presión sonora aportada por actividades domésticas que se presentan en el área de estudio. En este sentido, la presión sonora background se encuentra subestimada dado que no es menester de los estudios de ruido ambiental o de los modelos de simulación caracterizar ruido de fuentes domésticas o naturales. De igual forma la simulación no considera emisiones de actividades comerciales o recreativas cuya caracterización detallada y particular se encuentra fuera de los alcances de la simulación de ruido del proyecto.

Según los resultados de la modelación se permite afirmar que los equipos contemplados en el proyecto para las actividades constructivas no suponen un incremento sustancial en los niveles de presión sonora existentes en la zona de estudio, los niveles de presión sonora incrementan respecto a los que actualmente se presentan en la zona de estudio, esto se debe principalmente a los valores de ruido ambiental existentes en la línea base del proyecto.

Los modelos muestran que los impactos acústicos se centrarán en las cercanías a las áreas de instalación de torres y tendido de líneas. Así mismo se observa que si bien la simulación se realiza considerando una flota vehicular importante, el nivel de tráfico en línea base es tal que no se observan grandes diferencias en el ambiente acústico por efecto de la flota vehicular del proyecto.

La Resolución 627 de 2006 establece que, sobre las vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales calcificadas como “Sector C. Ruido Intermedio Restringido”, subsector “Zonas con otros usos relacionados”, el límite máximo admisible de ruido ambiental es de 80 dB(A) y 70 dB(A) Para horarios diurno y nocturno respectivamente. En este sentido, la afectación existente por el flujo vehicular en vías Nacionales, departamentales o privadas de alto flujo es una condición ya contemplada previamente por la Norma Nacional de Ruido Ambiental, la cual está reproducida en términos de los modelos de propagación de ruido. Naturalmente, el hecho de que exista un nivel de presión Sonora alto sobre las vías de alto flujo vehicular implica que haya una distancia lateral de propagación y de atenuación que requerirá unas distancias importantes para el descenso de la presión Sonora a nivel de 55 dB(A) esperable y deseable para el sector tipo D. Esta condición se presentará sobre las vías principales siempre independientemente de que se ejecute o no el proyecto, razón por la cual se considera que el aporte de vías es un impacto ajeno al proyecto, y la existencia de zonas tipo D con niveles superiores a 55 dB(A) es un efecto de la inmersión de dichas vías sobre dichos sectores. Se debe recordar que la Resolución 627 de 2006 del MADS en su artículo 9. Parágrafo 3° establece en todo caso que “Las vías troncales, autopistas, vías arterias y vías principales, en áreas urbanas o cercanas a poblados o asentamientos humanos, no se consideran como subsectores inmersos en otras zonas o subsectores”.

Los modelos muestran que aun en escenario base existen potenciales conflictos asociados a impactos acústicos en el sector suroeste, en particular, en cercanías del municipio de Albania donde existe afectación por flujo vehicular, vía férrea, además de ser un sector ubicado sobre título minero de acuerdo con información registrada en el EOT. En la actualidad existen diferentes tipos de usos del suelo incluyendo residencial suburbano con límites máximos de 55 y 45 dB(A) en horarios diurno y nocturno respectivamente, en un área donde se desarrollan múltiples actividades comerciales e industriales.