



ANEXO 6 MODELACION DE RUIDO

DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL SISTEMA DE TRANSPORTE DE CALIZA Y CAL

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	OBJETIVOS	1
3.	ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1
3.1.	Línea Base de ruido	1
3.2.	Identificación de factores de impacto por ruido	2
4.	METODOLOGÍA.....	3
4.1.	Normativa utilizada.....	3
4.2.	Software de modelación: CadnaA versión 3.7	4
4.3.	Puntos de evaluación.....	4
4.4.	Mapa de los puntos receptores	5
5.	MODELACION DE RUIDO.....	8
5.1.	Fuentes de ruido	8
6.	RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO.....	9
6.1.	Fase de Construcción	9
6.2.	Fase de Operación	11
7.	CONCLUSIONES.....	12

APÉNDICE A – METODOLOGÍA MEDICIÓN LINEA DE BASE

APÉNDICE B – MAPAS DE RUIDO FASE DE CONSTRUCCION

APÉNDICE C – MAPAS DE RUIDO FASE DE OPERACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la modelación de ruido para el proyecto Sistema de Transporte de Caliza y Cal que tiene por objetivo proveer estos insumos a la Planta de Procesamiento Pascua Lama. El Proyecto involucra la construcción y operación de un camino que se desarrolla por el valle del río Potrerillo desde la quebrada Las Talas hasta el límite con la República de Argentina, en la Región de Atacama.

Este informe ha sido desarrollado por la empresa Acuambiente, cuyo equipo profesional se conforma por Mariette Almarza, Ingeniero Acústico, quien se desempeña como Jefe de Proyecto, y María José Marsano, Ingeniero Civil en Sonido y Acústica, quien se desempeña como Ingeniero en Modelación.

2. OBJETIVOS

Los objetivos desarrollados en el presente informe son:

- Realizar una modelación del ruido generado en las fases de construcción y operación del proyecto “Sistema de Transporte de Caliza y Cal”.
- Comparar los resultados obtenidos con el criterio EPA asociado a efectos del ruido en la fauna silvestre, documento “Effects of Noise on Wildlife and Other Animals”, 1971. United States Environmental Protection Agency

3. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

3.1. Línea Base de ruido

Durante los días 12 y 13 de marzo de 2008, se realizó una campaña de Línea Base en la que se caracterizó acústicamente, un punto ubicado en el sector del río Potrerillo cercano a la quebrada Las Talas. En Apéndice A se presenta la metodología de medición.

En la siguiente Tabla N°1 se muestra la ubicación, descripción, fecha y valores obtenidos en dicho punto.

Tabla N°1. Descripción del punto de Línea Base P1.

Punto	Descripción y ubicación	UTM Datum WGS84	Período	Día hora	LA _{eq} [dBA]	LA _{max} [dBA]	LA _{min} [dBA]	Fuentes sonoras
P1	Sector del Río Potrerillos cercano a la Quebrada Las Talas	E 391720 N 6738854	Diurno	13-Mar-2008 13:03	50,0	64,0	35,1	Viento

3.2. Identificación de factores de impacto por ruido

Se consideraron las siguientes fuentes de ruido significativas para las fases de construcción y operación presentadas en la Tabla N° 2:

Tabla N° 2. Fuentes de ruido en fases de construcción y operación del proyecto.

Fase	Tipo de Maquinaria	Unidades
Construcción	Planta seleccionadora	2
	Bulldozer tipo Caterpillar D-8	2
	Cargadores Frontales tipo Caterpillar 966 G	2
	Retroexcavadora tipo Komatsu PC - 300	2
	Camiones Tolva (15 m ³)	8
	Motoniveladoras tipo CAT 14 - G	3
	Rodillos Vibratorios tipo Dynapac CA -35	2
	Camiones Aljibe (10.000 l)	2
	Camión combustible	1
	Generador	2
	Compresor	1
	Tronaduras	5
Operación	Flujo: 11 veh/h Camiones de 27 ton	

En la tabla que se presenta a continuación se indican las coordenadas de los puntos donde se realizarán las tronaduras, los que se pueden observar en la Figura N°2.

Tabla N° 3. Coordenadas de las tronaduras.

Tronadura	UTM (Datum PSAD56)	
	Este	Norte
Tronadura 01	398009.09	6738850.99
Tronadura 02	402189.36	6741215.64
Tronadura 03	402226.70	6741658.36
Tronadura 04	403199.93	6743034.47
Tronadura 05	404798.81	6744306.63

4. METODOLOGÍA

4.1. Normativa utilizada

4.1.1. United States Environmental Protection Agency “Effects of Noise on Wildlife and Other Animals”, 1971

Puesto que no existen normativas nacionales que evalúen el comportamiento de la fauna en función a la exposición de ruido, utilizaremos como referencia el criterio norteamericano de la EPA, contenido en el documento técnico “Effects of Noise on Wildlife and Other Animals” (1971).

Este reporte técnico de la Agencia de protección ambiental de EEUU, es una recopilación de los estudios más relevantes sobre los efectos del ruido sobre la vida silvestre. En este documento se evalúa el efecto de la exposición al ruido sobre la fauna en tres grandes grupos: animales de laboratorio, animales domésticos y animales silvestres.

La EPA-1971 no establece límites de ruido, si no que provee de algunos criterios de exposición al ruido y los efectos esperados.

Según los estudios en los cuales se basa este documento, las aves podrían sufrir algún tipo de alteración o efecto permanente en su audición, si se les somete a niveles sobre 95 dBA durante al menos 40 días.

Además, se estima que la exposición a niveles de ruido sobre 85 dBA podría producir trastornos en el comportamiento de aves silvestres, llegando incluso a generar migraciones a otros sectores con menos intervención humana.

4.1.2. Modelo de propagación sonora utilizado

El método de predicción de la propagación de las ondas sonoras utilizado considera las leyes de propagación del sonido en el aire contenidas en la Norma ISO 9613-2: “Aoustic – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation”.

Esta norma especifica un método de ingeniería para calcular la atenuación del sonido durante la propagación al aire libre con el fin de predecir los niveles de ruido de una serie de fuentes a cierta distancia.

4.2. Software de modelación: CadnaA versión 3.7

Este es un software de origen Alemán para cálculo, gestión y predicción de la exposición al ruido. Este software incorpora todas las variables físicas de geomorfología y forma de las fuentes sonoras. Además, permite importar y exportar cartografía en sus diversos formatos.

Considerando el tipo y la cantidad de fuentes a utilizar en la Fase de Construcción, así como la emisión de ruido durante la Fase de Operación, se ha implementado el modelo ISO 9613-2 en el software de modelación CadnaA, a fin de elaborar mapas de ruido que permitan estimar niveles de inmisión acústica sobre los puntos potencialmente sensibles.

Los resultados se presentan a través de mapas de ruido que contienen líneas isofónicas que expresan cada una, un rango de 5 dB(A). Además se entregan en tablas, los resultados de inmisión para cada punto receptor específico.

4.3. Puntos de evaluación

Los puntos receptores de ruido considerados en esta evaluación se sitúan en las vegas, ecosistemas asociados a la fauna silvestre.

En la Tabla N° 4 se indican las coordenadas de dichos puntos, y también se señalan los frentes de trabajo que afectan a cada conjunto de puntos receptores.

Tabla N° 4. Ubicación de los Puntos Receptores

	Punto Receptor VG=Vega	Coordenadas (Datum PSAD56)		
		Este	Norte	Altitud
		(m)	(m)	(m.s.n.m.)
Frente Trabajo A	VG1	395067.39	6738332.46	3295.59
	VG2	395337.14	6738584.83	3309.19
	VG3	395609.31	6738326.10	3309.17
Frente Trabajo B	VG4	397879.44	6738966.90	3442.87
	VG5	397996.79	6739118.91	3462.80
	VG6	398372.95	6739257.40	3489.47
	VG7	398589.67	6739312.84	3483.72
	VG8	398740.88	6739432.12	3500.51
	VG9	399187.77	6739484.20	3521.50
Frente Trabajo C	VG10	399584.25	6739537.96	3551.50
	VG11	399772.42	6739627.00	3560.55
	VG12	400177.58	6739711.89	3571.50
	VG13	400366.93	6739855.90	3579.63
	VG14	400532.28	6740010.58	3594.46
Frente Trabajo D	VG15	401628.51	6740610.59	3663.04
	VG16	401964.55	6741079.99	3737.49
	VG17	402047.23	6741266.68	3751.50
	VG18	402095.24	6741469.37	3769.70
	VG19	402111.32	6741625.40	3781.50
	VG20	402231.98	6742008.54	3816.43
Frente Trabajo E	VG21	404780.13	6744589.63	4081.50

4.4. Mapa de los puntos receptores

En la Figura N° 1 y N° 2 se muestra la ubicación general de los puntos receptores, que corresponden a las vegas, y la ubicación de las fuentes generadoras de ruido.

Figura N° 1. Mapa con ubicación general de los puntos receptores y frentes de trabajo.

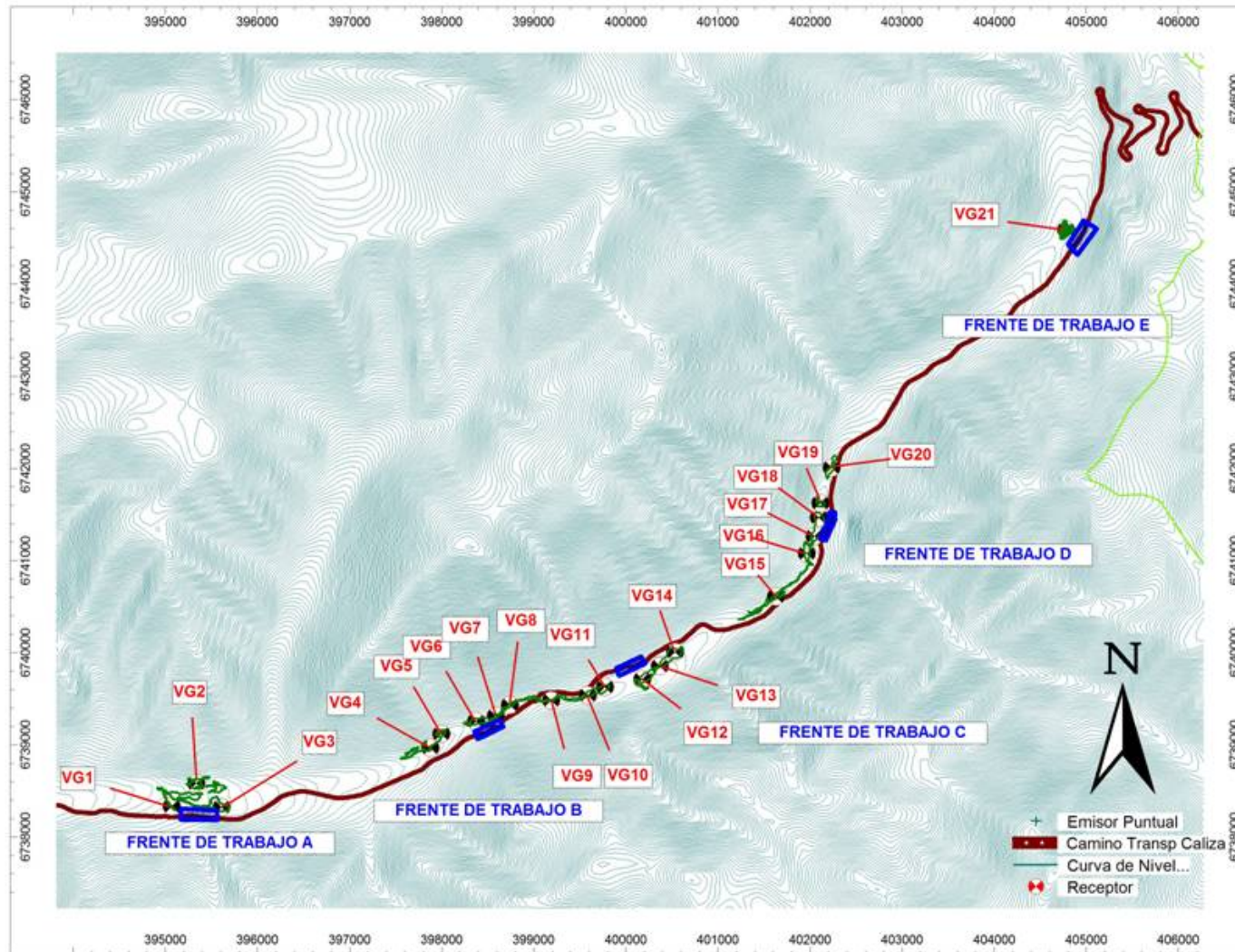
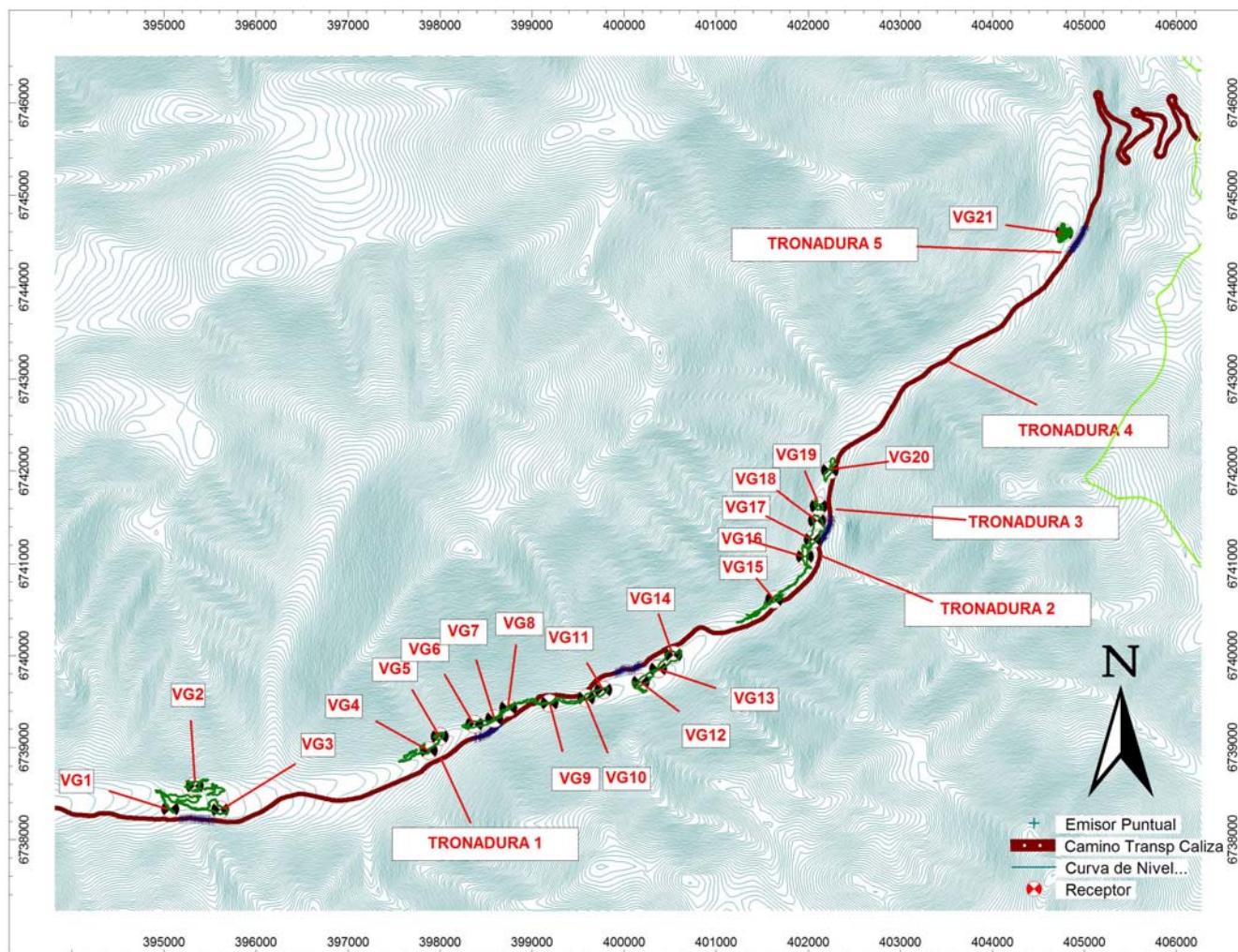


Figura N° 2. Mapa con ubicación de los puntos receptores y tronaduras.



5. MODELACION DE RUIDO

5.1. Fuentes de ruido

5.1.1. Fuentes de ruido en Fase de Construcción

Maquinaria de Construcción

Para efectuar la predicción de niveles durante la Fase de Construcción, se han utilizado los niveles de potencia acústica L_w en dBA presentados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla N° 5. Nivel de potencia acústica L_w por Frente de Trabajo

Tipo de Maquinaria	Unidades	Potencia Acústica por fuente L_w [dBA]
Planta seleccionadora	2	114,2
Bulldozer tipo Caterpillar D-8	2	92
Cargadores Frontales tipo Caterpillar 966 G	2	92
Retroexcavadora tipo Komatsu PC - 300	2	110
Camiones Tolva (15 m ³)	8	110
Motoniveladoras tipo CAT 14 - G	3	112
Rodillos Vibratorios tipo Dynapac CA -35	2	109,0
Camiones Aljibe (10.000 l)	2	110
Camión combustible	1	110
Generador	2	124,5
Compresor	1	100

Fuente: BS 5228: Part 1: 1984 "Noise control on construction and open sites"

Para la modelación en fase de construcción se consideraron 5 frentes de trabajo simultáneos. En cada frente de trabajo se ubica el conjunto de maquinarias expresadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tronaduras

Se consideró en forma no simultánea a los frentes de trabajo, tronaduras en cinco puntos. Para efectos de esta modelación se ha considerado una potencia acústica de 145 dBA, por tronadura.

La emisión de cada tronadura se avaluó en forma separada ya que ocurrirán en forma serial. La duración de cada tronadura es de 0.5 segundos.

5.1.2. Fuentes de ruido en Fase de Operación.

Para esta condición se ingresa al programa CandaA el flujo de 11 veh/h, que corresponde a la actividad a realizar durante la operación del camino. Esto corresponde a una fuente lineal de ruido.

6. RESULTADOS Y EVALUACIÓN DE IMPACTO ACÚSTICO**6.1. Fase de Construcción**

Los resultados obtenidos en la modelación acústica para cada frente de trabajo, se sitúan en un rango de niveles de ruido entre los 47 y los 75,5 dB(A).

El nivel de ruido obtenido en cada punto receptor, por frente de trabajo, se presenta en la tabla siguiente:

Tabla N° 6. Resultados modelación acústica. Fase de Construcción por frentes de trabajo.

	Punto	Nivel Leq	Referencia criterio EPA - aves
		(dBA)	<i>supera 85 dB(A)</i>
Frente Trabajo A	VG1	65,3	NO
	VG2	67,4	NO
	VG3	72,5	NO
Frente Trabajo B	VG4	49,2	NO
	VG5	61,0	NO
	VG6	74,5	NO
	VG7	75,5	NO
	VG8	68,0	NO
	VG9	50,0	NO
Frente Trabajo C	VG10	62,8	NO
	VG11	66,5	NO
	VG12	73,5	NO
	VG13	69,3	NO
	VG14	55,3	NO
Frente Trabajo D	VG15	47,0	NO
	VG16	68,0	NO
	VG17	74,0	NO
	VG18	73,5	NO
	VG19	68,0	NO
	VG20	49,7	NO
Frente Trabajo E	VG21	73,2	NO

Los mapas de ruido obtenidos para los cinco frentes de trabajo evaluados, se incorporan en el Apéndice B.

Tabla N° 7. Resultados modelación acústica. Fase de Construcción por tronadura

	RECEPTOR	Nivel Leq dB(A)	Referencia criterio EPA - aves
			<i>supera 85 dB(A)</i>
Tronadura 1	VG4	76.0	no supera
	VG5	71.8	no supera
	VG6	63.8	no supera
	VG7	48.2	no supera
	VG8	46.5	no supera
Tronadura 2	VG16	71.9	no supera
	VG17	77.4	no supera
	VG18	71.7	no supera
Tronadura 3	VG17	66.5	no supera
	VG18	73.2	no supera
	VG19	79.5	no supera
	VG20	58.5	no supera
Tronadura 4	VG19	25.9	no supera
	VG20	31.2	no supera
Tronadura 5	VG21	71.1	no supera

Al analizar éstos resultados se observa que la tronadura, cuya duración en general es inferior a 1 minuto, provocará niveles de inmisión de ruido entre 25,9 y 79,5 dB(A). Este último nivel se proyecta en el punto VG19, correspondiente a la vega más cercana al punto de tronadura 3.

Los mapas de ruido obtenidos para las cinco tronaduras evaluadas, se incorporan en el Apéndice B.

6.2. Fase de Operación

En la siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se evalúan el cumplimiento del criterio de referencia para la fase de operación del proyecto.

Tabla N° 8. Resultados modelación acústica. Fase de Operación

PUNTO RECEPTOR	Nivel Leq diurno dB(A)	Referencia criterio EPA - aves
		<i>supera 85 dB(A)</i>
VG1	50.2	NO
VG2	43.8	NO
VG3	50.3	NO
VG4	47.9	NO
VG5	46.2	NO
VG6	48.6	NO
VG7	50.5	NO
VG8	50.6	NO
VG9	50.7	NO
VG10	51.5	NO
VG11	49.0	NO
VG12	47.6	NO
VG13	49.2	NO
VG14	51.1	NO
VG15	50.1	NO
VG16	47.0	NO
VG17	46.2	NO
VG18	48.7	NO
VG19	49.3	NO
VG20	51.4	NO
VG21	47.4	NO

Los resultados obtenidos se encuentran en el rango de los 43,8 y los 51,5 dB(A).

Si se considera el valor de ruido basal en este sector, que es de 50 dB(A), se puede concluir que el incremento relativo máximo será de 1,5 dB(A) durante la fase de operación del camino.

Los mapas de ruido obtenidos para la condición de operación del camino, se incorporan en el Apéndice C.

7. CONCLUSIONES

- Durante la fase de construcción del proyecto "Sistema de Transporte de Caliza y Cal", los niveles de inmisión de ruido se encuentran en el rango de los 47 y los 75,5 dB(A) en las vegas cercanas al Proyecto. Esta condición permite concluir que el Proyecto no superará los 85 dB(A) en los ecosistemas asociados a la fauna silvestre local.
- En la fase de operación de este proyecto los niveles de ruido proyectados para la actividad de circulación de camiones se encuentran en el rango de los 43,8 y los 51,5 dB(A). Esto permite concluir que la fauna aviar no será perturbada, y que los niveles de ruido serán muy semejantes a los niveles de ruido existentes antes del proyecto, ya que la línea base del sector es de 50 dB(A).

APÉNDICE A METODOLOGÍA MEDICIÓN LINEA DE BASE

La medición de ruido fue ejecutada por la empresa Acuambiente y se realizó bajo las condiciones definidas en el D.S. N°146/97, en lo que respecta a tiempos de cada medición, configuración y ubicación del equipo de medición.

Las mediciones fueron realizadas en período diurno. El rango horario comprende entre las 7:00 y las 21:00 horas.

El equipo de profesionales a cargo de desarrollar el estudio fueron:

- Jefe de Proyecto: Daniel Valenzuela Lillo, Ingeniero Civil en Sonido y Acústica.
- Ing. en terreno: María José Marsano, Ingeniero Civil en Sonido y Acústica.

Los instrumentos utilizados en las mediciones fueron:

- | | |
|---|---------------------|
| • Sonómetro Integrador Tipo 2 RION modelo NL-21. | N° serie: 01231185. |
| • Preamplificador de micrófono RION modelo NH-21. | N° serie: 09684. |
| • Micrófono de campo libre RION modelo UC-52. | N° serie: 93731. |
| • Calibrador RION modelo NC-73. | N° serie: 10417657 |
| • Termo -Anemómetro, Higrómetro Extech modelo 45158 | N° serie: 11087. |

En relación a la configuración del sonómetro, se utilizó el filtro de ponderación A, y la respuesta lenta del equipo (slow).

Para la obtención del nivel sonoro continuo equivalente (L_{Aeq}) se tomaron lecturas del sonómetro en tiempos de integración de 5, 10, 15, 20 y hasta 30 minutos sin resetear el instrumento. El valor representativo es aquel cuyo valor no difiere en más de 2 dB del valor obtenido en la lectura anterior.

El sonómetro se ubicó a 1.5 metros sobre el nivel del suelo y a más de 3.5 metros de superficies reflectantes.

Los parámetros utilizados para caracterizar el ruido medido son los siguientes:

a) Nivel de presión sonora continuo equivalente (L_{Aeq}):

Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A (dBA), que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido.

b) Nivel de presión sonora máximo (L_{Amax}):

Nivel de presión sonora máximo presente durante el período de medición. Este valor es importante por el impacto psicológico sobre las personas.

c) Nivel de presión sonora mínimo (L_{Amin}):

Nivel de presión sonora mínimo presente durante el período de medición. Es posible considerarlo como el nivel de ruido de fondo, en ausencia de eventos sonoros.

d) Niveles percentiles (L_5 , L_{10} , L_{50} , L_{90} , L_{95} y L_{99}):

El nivel percentil L_n se define como el nivel de presión sonora que es sobrepasado el $n\%$ del tiempo de observación. Se calculan a partir de la función de distribución acumulada.

Los más utilizados son:

- **L10:** Nivel sobrepasado solo durante el 10% del intervalo de observación. Es un descriptor del nivel peak de la señal acústica monitoreada.
- **L50:** Nivel sobrepasado durante la mitad del tiempo de medida. Utilizado para calcular algunos descriptores de ruido de tráfico.
- **L90 a L99:** Indicativos de ruido de fondo de la señal.

Tabla A1. Niveles percentiles por punto de medición. Valores en dBA.

Período	día	hora	L5	L10	L50	L90	L95
Diurno	13-Mar	13:03	55.8	53.7	46.2	39.5	38.0

En el punto de medición, se obtuvo:

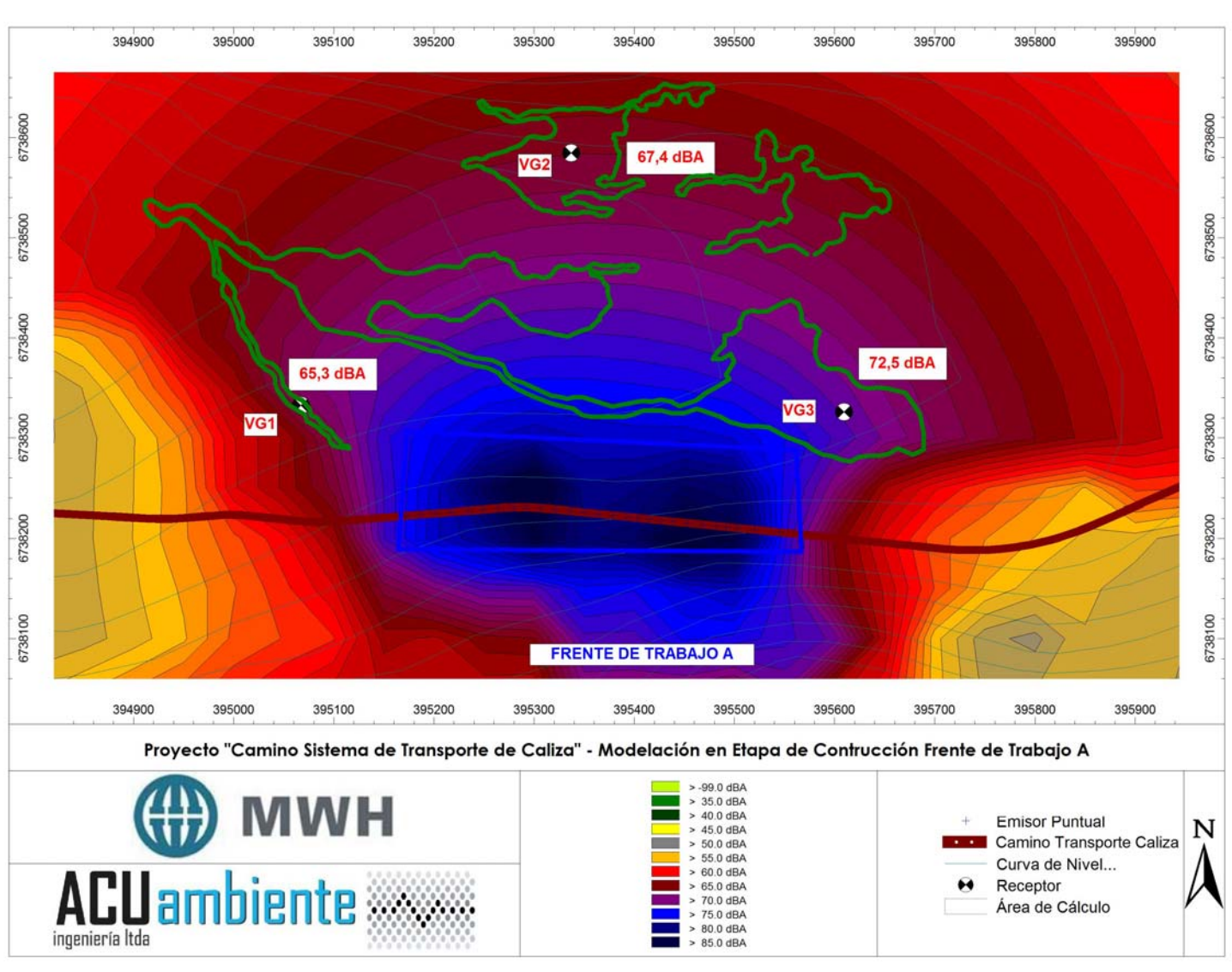
- Velocidad del viento máxima [m/s]
- Temperatura [°C]
- Humedad relativa del aire [%]

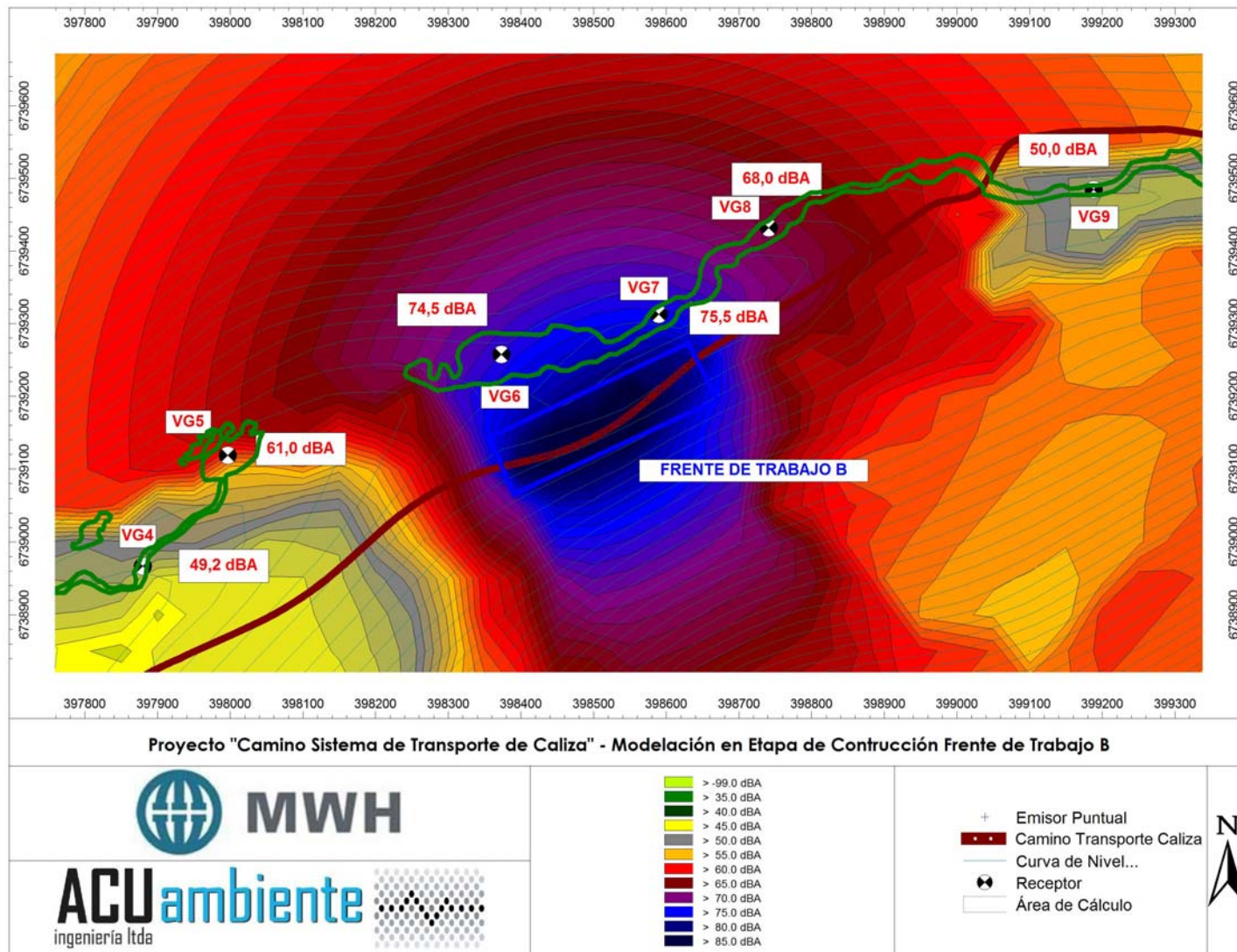
Estos parámetros se obtuvieron para asegurar que el sonómetro trabaje en condiciones atmosféricas normales, de modo que los valores de ruido obtenidos sean válidos.

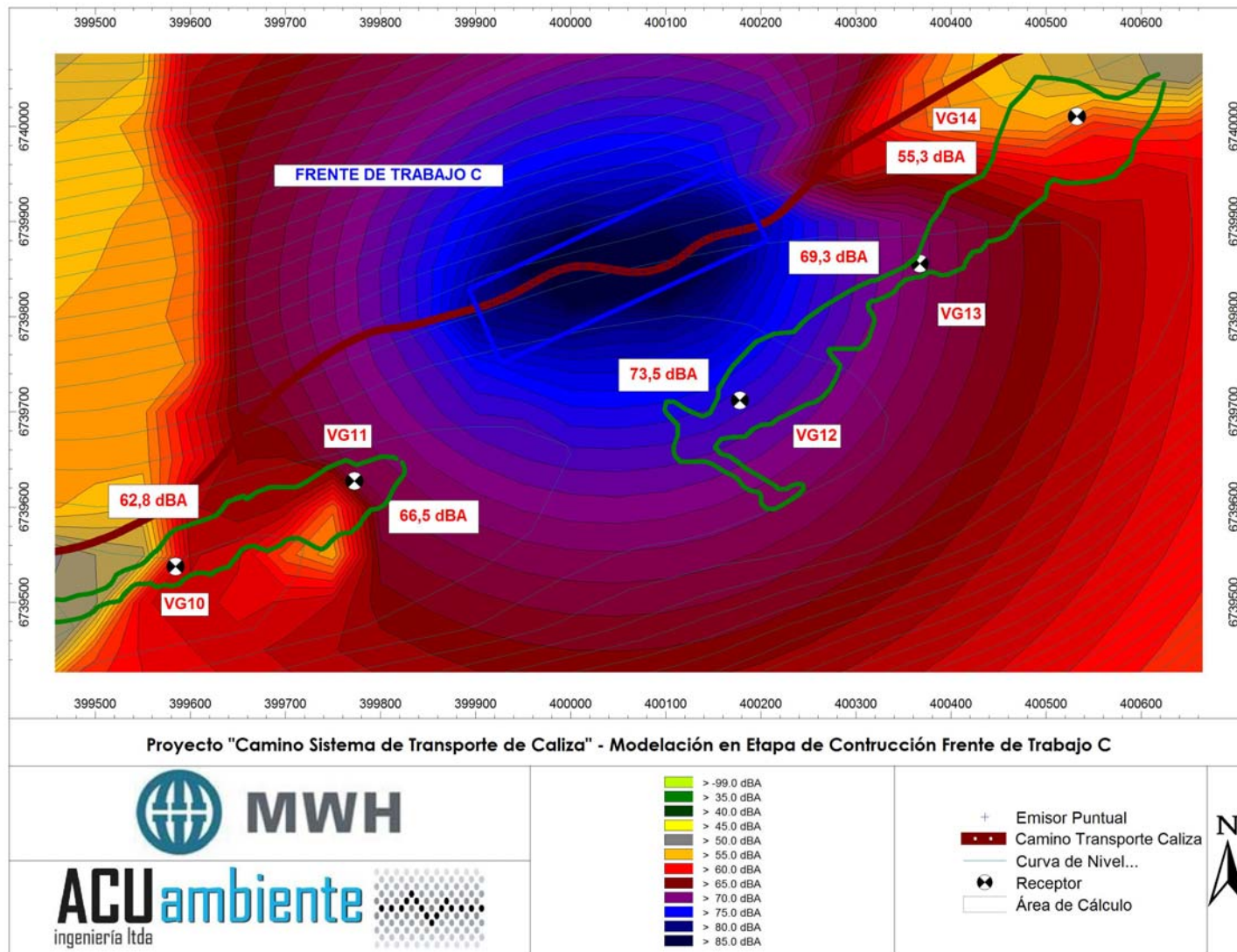
Tabla B1. Valores atmosféricos por punto de medición.

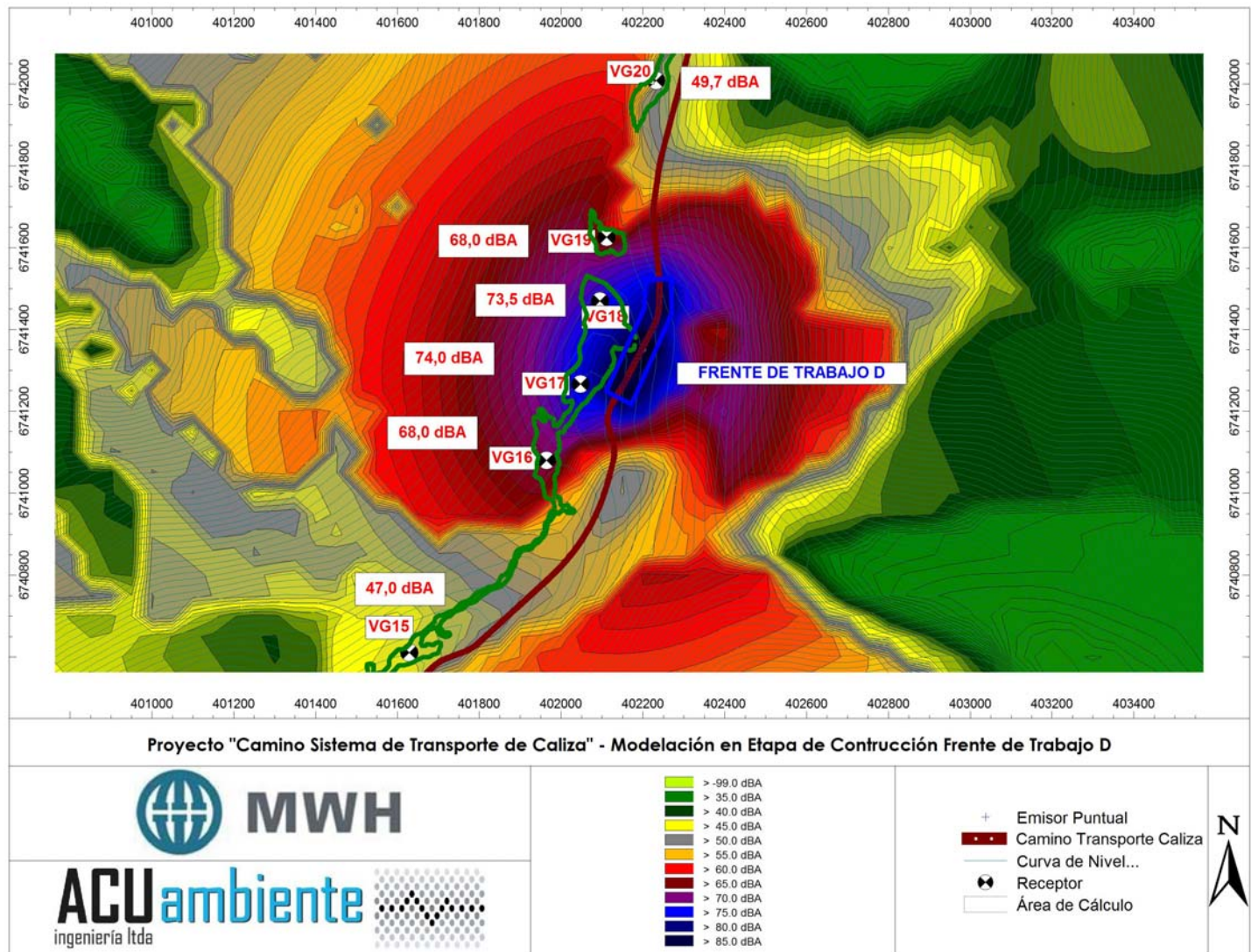
Período	día	hora	Velocidad del viento máxima m/s	T °C	HR %
Diurno	13-Mar 2008	13:03	10,3	24,1	11,3

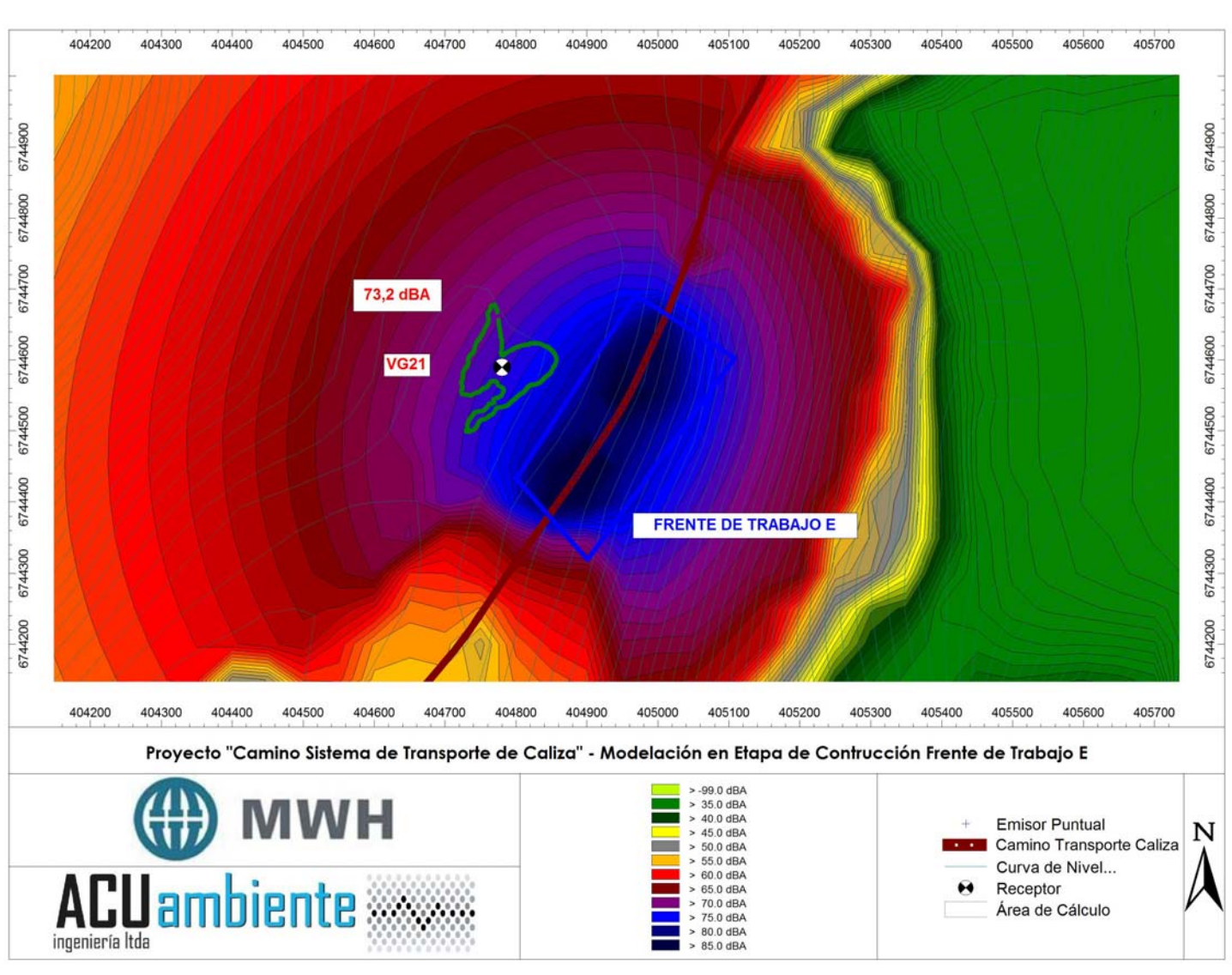
APÉNDICE B
MAPAS DE RUIDO FASE DE CONSTRUCCION











APÉNDICE C

MAPAS DE RUIDO FASE DE OPERACIÓN

