

## ESTUDIO DE CONTROL DE RUIDO

### PLANTA UNIFRUTTI SAN FELIPE

Informe preparado para:  
**Unifrutti Traders Ltda.**

VERSIÓN	DESCRIPCIÓN	ELABORACIÓN	REVISAR	APRUEBA
1	Elaboración inicial	CAG	PSM	JTZ

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
2.1. Objetivo General	4
2.2. Objetivos Específicos	4
<b>3. ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
3.1. Descripción de la actividad evaluada	5
3.2. Puntos de Evaluación	6
3.3. Normativa aplicable	7
3.3.1. Ruido	7
<b>4. METODOLOGÍA</b>	<b>10</b>
4.1. Mediciones	10
4.1.1. Puntos evaluados y condiciones de evaluación	10
4.1.2. Instrumental utilizado	10
4.2. Caracterización acústica de fuentes de ruido	10
4.3. Proyecciones	12
4.4. Modelo de propagación sonora para fuentes fijas	12
4.4.1. Fuentes puntuales de ruido	13
4.4.2. Caracterizaciones de las fuentes de ruido	14
<b>5. MODELO ACÚSTICO</b>	<b>21</b>
5.1. Niveles de ruido máximo permisibles	23
5.2. PROYECCIONES	23
<b>6. MEDIDAS DE CONTROL</b>	<b>25</b>
6.1. Niveles proyectados con medidas de control de ruido aplicadas	26
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>27</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>28</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio referente al estudio de control de ruido del sector oeste de la Planta Unifrutti San Felipe, ubicada en la comuna de San Felipe, Región de Valparaíso, y tiene por objetivo determinar el ruido ambiente y definir, mediante el uso de modelos matemáticos preestablecidos, el impacto acústico en el entorno cercano a consecuencia de la operación de la planta.

Como parte del desarrollo de este estudio, se realizó una campaña de medición con la finalidad de realizar un diagnóstico en términos normativos y verificar el estado de cumplimiento de la actividad evaluada. Esta campaña se efectuó el 22 de febrero del 2022, registrando niveles de ruido para los receptores cercanos y caracterizaciones de los equipos en funcionamiento.

Para estimar el comportamiento acústico de la planta, en la misma fecha se realizaron caracterizaciones acústicas de las principales fuentes de ruido de la planta, y luego se realizó un modelamiento acústico a través de software especializado SoundPLAN v8.1.

Las proyecciones obtenidas a partir de las modelaciones del ruido para cada punto de evaluación se compararon con los niveles máximos permitidos por el Decreto Supremo N° 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente (D.S. N° 38/2011 del MMA), según el uso de suelo de cada potencial receptor de manera de verificar el cumplimiento de este.

Una vez realizadas las evaluaciones de los niveles de ruido, se recomiendan medidas de control, y se verifica su efectividad a través del modelo mencionado, con tal de dar cumplimiento a las normativas, garantizando que la planta alcance los objetivos de protección deseados para la comunidad ubicada dentro de su área de influencia.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

- ✓ Realizar un estudio para definir la existencia excedencia normativa en materia de ruido ocasionados por la operación de la planta en receptores cercanos al proyecto evaluado, y en caso de incumplimiento, proponer las medidas de control para dar cumplimiento a las respectivas normas vigentes en la materia.

### 2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una medición de ruido en receptores cercanos para verificar el estado del cumplimiento normativo actual.
- ✓ Realizar una caracterización acústica de las principales fuentes de ruido al interior de la planta evaluada mediante mediciones discretas.
- ✓ Determinar límites de cumplimiento en receptores más expuestos, de acuerdo con las indicaciones de las normas de aplicación.
- ✓ Proyectar los niveles de inmisión de ruido mediante un modelo predictivo en receptores sensibles para comprobar el aporte por fuente en cada receptor.
- ✓ Proponer y diseñar medidas de control para garantizar el cumplimiento normativo.
- ✓ Evaluar el cumplimiento normativo en los receptores más cercanos al proyecto.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. Descripción de la actividad evaluada

La Planta San Felipe de Unifrutti, ubicada en la comuna de San Felipe, en la región de Valparaíso, se dedica principalmente al proceso de uvas, peras, mandarinas, paltas, entre otros frutos, comprendiendo así su área de producción a toda la Quinta región.

Las principales fuentes y procesos identificados como emisores de ruido dentro de la planta, se encuentran ubicados en el sector oeste de esta, y corresponden a turbinas, generadores eléctricos, equipos de enfriamiento, y compresores.

Figura 3.1: Vista general de la ubicación de la planta



Fuente: Elaboración en base a Google Earth.

Tabla 3.1: Coordenadas centro emplazamiento de Unifrutti San Felipe

Coordenadas Datum WGS84 Huso 19 H		
Vértice	UTM Este	UTM Norte
Centro Planta	339107	6374251



### 3.2. Puntos de Evaluación

Según el Artículo 6° del D.S. N°38/11 del MMA, se define receptor como “toda persona que habite, resida o permanezca en un recinto, ya sea en un domicilio particular o en un lugar de trabajo, que esté o pueda estar expuesta al ruido generado por una fuente emisora de ruido externa”.

El criterio de selección de los puntos corresponde a receptores futuros más cercanos, emplazados al suroeste de la planta, identificado como el más conflictivo en términos acústicos ya que se realizará la ocupación de un complejo habitacional,

En las siguientes imágenes se puede apreciar la ubicación de los puntos seleccionados para evaluar el ruido emitido por las principales fuentes de ruido asociadas a la operación de la planta, y posteriormente una tabla con las coordenadas de referencia.

Figura 3.2 Puntos de Evaluación



Tabla 3.2: Georreferenciación de receptores sensibles.

Coordenadas UTM Datum WGS84 Huso 19 H			
Receptor	Coordenada Este	Coordenada Norte	Zonificación
R1	339046	6374246	Zona II
R2	339043	6374237	Zona II
R3	339040	6374228	Zona II
R4	339037	6374219	Zona II
R5	339034	6374209	Zona II

### 3.3. Normativa aplicable

#### 3.3.1. Ruido

##### 3.3.1.1. Decreto Supremo N°38/11 del Ministerio de Medio Ambiente

Para los actuales proyectos, referentes a declaraciones de impacto ambiental, se debe utilizar la metodología indicada en el Decreto Supremo N° 38, el cual indica las consideraciones que se deben tomar para realizar las mediciones, zonificación del sector a evaluar y niveles máximos permisibles de acuerdo a cada tipo zona.

De acuerdo al D.S. N° 38/11 del MMA se clasifican las siguientes zonas de acuerdo al uso de los suelos:

- **Zona I:** Aquella zona definida en el instrumento de Planificación Territorial Respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite exclusivamente uso de suelo Residencial o bien este uso de suelo y alguno de los siguientes usos de suelo: Espacio Público y/o Área Verde.
- **Zona II:** Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona I, equipamiento de cualquier escala.
- **Zona III:** Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite además de los usos de suelo de la Zona II, Actividades Productivas y/o de infraestructura.
- **Zona IV:** Aquella zona definida en el Instrumento de Planificación Territorial respectivo y ubicada dentro del límite urbano, que permite sólo usos de suelo de actividades Productivas y/o de Infraestructura.
- **Zona Rural:** Aquella ubicada al exterior del límite urbano establecido en el instrumento de planificación territorial respectivo.

Los niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos de acuerdo a este instrumento legal están establecidos en función del tipo de zona donde se encuentre el receptor y del horario del día en que se evalúe la molestia, dividiendo el día en dos períodos: el diurno, entre las 7:00 y las 21:00 horas, y el nocturno entre las 21:00 y las 7:00 horas.

**Tabla 3.3:** Niveles máximos permisibles de presión sonora corregidos (NPC).

Zonas de aplicación	Horario diurno 07:00 – 21:00 horas	Horario nocturno 21:00 – 07:00 horas
Zona I	55 dB(A)	45 dB(A)
Zona II	60 dB(A)	45 dB(A)
Zona III	65 dB(A)	50 dB(A)
Zona IV	70 dB(A)	70 dB(A)
Zona Rural	Menor valor entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido de Fondo + 10 dB(A).</li> <li>• Límite de Zona III (65 dB(A)).</li> </ul>	Menor valor entre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruido de Fondo + 10 dB(A).</li> <li>• Límite de Zona III (50 dB(A)).</li> </ul>

Fuente: D.S. 38/2011 del Ministerio del Medio Ambiente

### 3.3.1.2. Resolución Exenta N°491/16 de la Superintendencia del Medio Ambiente

La Resolución Exenta N°491 “Instrucción de Carácter General sobre Criterios para Homologación de Zonas del Decreto Supremo N°38, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente” indica y modifica los criterios de homologación de zonas definidas en el D.S. N°38/11 del MMA, la cual considera los siguientes criterios.

- ✓ **Criterio para espacio público:** Cuando los espacios públicos y áreas verdes conformen cada uno por sí solo o combinados entre ellos una zona definida en un Instrumento de Planificación Territorial (IPT), ésta deberá homologarse a Zona I. Por otra parte, si los usos espacio público y áreas verdes se encuentran combinados con otros tipos de uso, esto no afectará la zonificación que por sí solos estos últimos puedan tener.
- ✓ **Criterio para infraestructuras:** Se considera como infraestructura las edificaciones o instalaciones señaladas en cada zona y no así su subclasificación de redes o trazados, admitidas en todos los usos de suelo. En aquellos casos en que el IPT señale que se permite este uso, sin aclarar que corresponde a una u otra subclasificación, entonces se entenderá como permitido en dicha zona y será considerado para efectos de definir la zona de la Norma de Emisión.
- ✓ **Criterio para zonas de equipamiento exclusivo:** Aquellas zonas definidas en los IPT respectivos, en que se permita exclusivamente el tipo de uso equipamiento, deberán ser homologadas a Zona II de la Norma de Emisión.
- ✓ **Criterio para equipamiento con condiciones de instalación:** Para efectos de homologación únicamente, se entenderá como permitido el tipo de uso de suelo “Equipamiento” en una zona, independiente de las condiciones que se establezcan en éstas.
- ✓ **Criterio para actividades productivas inofensivas:** Según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) las actividades productivas pueden clasificarse como inofensivas, molestas, insalubres, contaminantes o peligrosas. De las inofensivas se señala que pueden ser asimiladas al tipo de uso Equipamiento de clase comercio o servicios. Dado lo anterior para efectos de homologación y cuando expresamente se señalen como permitidas las Actividades Productivas Inofensivas, éstas deberán entenderse como uso de tipo Equipamiento. No obstante, cuando no se establezca en el IPT vigente y correspondiente, la calificación de la Actividad Productiva, dicho uso se entenderá como permitido en la zona que se esté homologando.
- ✓ **Criterio para zonas industriales con usos residenciales o equipamientos:** Para efectos de homologación, una zona que permita los usos de suelo Actividades Productivas y/o Infraestructuras, combinadas ya sea con los tipos de uso Residencial o Equipamiento, deberá homologarse a Zona III de la Norma de Emisión.



**Tabla 3.4:** Resumen de combinaciones de usos de suelo Residencial (R), Equipamiento (Eq), Actividades Productivas (AP), Infraestructura (Inf), Área Verde (AV) y Espacio Público (EP) propuestas en la R.E. N° 491/16

Zona D.S.N°38/11 del MMA	Combinaciones de usos de suelo
Zona I	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R</li> <li>- R+ EP + AV</li> <li>- R + EP</li> <li>- R + AV</li> <li>- EP + AV</li> <li>- EP</li> <li>- AV</li> </ul>
Zona II	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R + Eq</li> <li>- R + Eq + EP + AV</li> <li>- R + Eq + EP</li> <li>- R + Eq + AV</li> <li>- Eq</li> <li>- Eq + EP + AV</li> <li>- Eq + EP</li> <li>- Eq + AV</li> </ul>
Zona III	<ul style="list-style-type: none"> <li>- R + Eq + AP</li> <li>- R + Eq + EP + AV + AP</li> <li>- R + Eq + EP + AP</li> <li>- R + Eq + AV + AP</li> <li>- Eq + AP</li> <li>- Eq + EP + AV + AP</li> <li>- Eq + EP + AP</li> <li>- Eq + AV + AP</li> <li>- R + Eq + Inf</li> <li>- R + Eq + EP + AV + Inf</li> <li>- R + Eq + AV + Inf</li> <li>- Eq + Inf</li> <li>- Eq + EP + AV + Inf</li> <li>- Eq + EP + Inf</li> <li>- Eq + AV + Inf</li> <li>- R + Eq + AP + Inf</li> <li>- R + Eq + EP + AV + AP + Inf</li> <li>- R + Eq + EP + AP + Inf</li> <li>- R + Eq + AV + AP + Inf</li> <li>- Eq + AP + Inf</li> <li>- Eq + AP + Inf</li> <li>- Eq + EP + AV + AP + Inf</li> <li>- Eq + EP + AP + Inf</li> <li>- Eq + AV + AP + Inf</li> </ul>
Zona IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AP</li> <li>- AP + EP</li> <li>- AP + EP + AV</li> <li>- Inf</li> <li>- Inf + EP</li> <li>- Inf + EP + AV</li> <li>- AP + Inf</li> <li>- AP + Inf + EP</li> <li>- AP + Inf + EP + AV</li> </ul>

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Mediciones

A continuación, se presenta el procedimiento por el cual se realiza la caracterización de la situación basal de ruido

#### 4.1.1. Puntos evaluados y condiciones de evaluación

Las mediciones de ruido se llevaron a cabo el día 22 de febrero de 2022. Todas las mediciones se efectuaron en condiciones climáticas dentro de los rangos de comportamiento normal de la propagación sonora en ambiente exterior.

#### 4.1.2. Instrumental utilizado

El instrumental utilizado para la medición de ruido cuenta con calibración periódica vigente en Laboratorio del Instituto de Salud Pública (ISP), bajo estándar de calidad ISO 17.025. A continuación, se detallan los equipos utilizados:

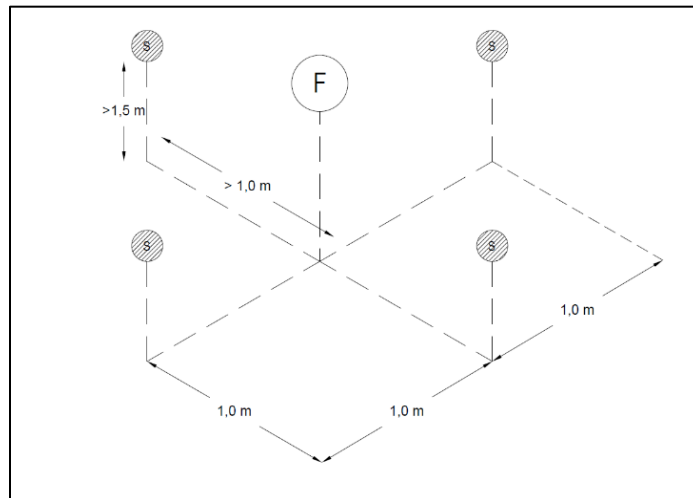
- Instrumento de Medición: Sonómetro analizador de espectros, integrador-promediador marca CESVA, modelo SC420, utilizado en modo sonómetro, clase 1, cumpliendo con la norma IEC 61672/1:2002, con calibración periódica vigente.
- Calibrador Acústico: Marca CESVA, modelo CB006, clase 1, cumpliendo con la norma IEC 60942:2003, con calibración periódica vigente.

### 4.2. Caracterización acústica de fuentes de ruido

Se realizan mediciones en terreno a modo de caracterizar las fuentes de ruido presentes al interior del recinto. La caracterización de las fuentes de ruido se realizó bajo la siguiente metodología:

- Se configuró el equipo de medición para registrar nivel de presión sonora sin ponderación en frecuencia y con ponderación temporal slow.
- Se ubicó el instrumental de medición a una distancia entre 0,5 m a 1,0 m de la cara radiante de la fuente sonora. El tiempo de medición dependerá de la fuente sonora caracterizada, sin embargo, en general se realizó el registro durante el tiempo necesario para que el nivel presión sonora equivalente se estabilice (fluctuaciones de no más de 0,1 dB por segundo) tomando en cuenta la ausencia de cualquier otra fuente de ruido.
- Se midió 1 punto de medición por fuente sonora, dada las condiciones de dimensiones de los equipos, como también del espacio donde se encuentran emplazados. En condiciones ideales de espacio, la caracterización acústica debe realizar con más de 1 punto de medición, de modo de abarcar la mayor cobertura de direcciones de propagación, tal como muestra la **Figura 4.1**, donde: "S" (sonómetro) son los puntos dispuestos y "F" es la fuente sonora a caracterizar.

**Figura 4.1:** Vista isométrica de ubicación de puntos de medición para caracterización de una fuente sonora.



- Finalmente, para estimar el nivel de ruido en receptor se tomaron en cuenta aquellas fuentes de ruido más considerables en la operación de la planta. Los niveles de presión sonora emitidos por los equipos necesarios para la predicción son obtenidos de la medición en terreno en la cual se realiza una caracterización de las fuentes más considerables. Luego dichos niveles son convertidos a potencia acústica mediante la ecuación 4.4 ingresando el radio a la cual fueron medidas las fuentes de ruido.

### 4.3. Proyecciones

Para estimar de manera precisa el nivel de emisión e inmisión de agentes contaminantes físicos que serán generados por las distintas actividades que se desarrollan al interior de la planta, se realiza un levantamiento de información que incluye factores tales como las condiciones climáticas, características geográficas del terreno, ubicación de fuentes, planimetría del proyecto, distancias entre emisor y receptores, etc. Luego, esta información es ingresada a los respectivos modelos de cálculo predictivo, los cuales mediante procedimientos matemáticos estandarizados realizan proyecciones de niveles de inmisión en receptores de interés.

A continuación, se presenta el procedimiento por el cual se realizan las diferentes estimaciones de emisiones de realizadas para el desarrollo del presente estudio.

### 4.4. Modelo de propagación sonora para fuentes fijas

El modelo matemático de referencia para la proyección de propagación de ruido y niveles en los puntos de inmisión, se remite al establecido en la normativa ISO 9613 Parte 1 y 2 "Attenuation of sound during propagation outdoors", utilizando los principios de atenuación divergente junto a atenuaciones extras producidas por obstáculos físicos y el aire. El modelo señalado a continuación constituye la herramienta de soporte para la proyección realizada en el software SoundPLAN, donde el procedimiento de cálculo utilizado corresponde a la norma ISO 9613-2 1996, el cual consiste en un algoritmo de banda de octava de frecuencia que proyecta la propagación del sonido en ambiente exterior a partir de fuentes de ruido, el modelo considera los siguientes efectos físicos.

- Divergencia geométrica.
- Absorción atmosférica.
- Efecto de suelo.
- Reflexiones de superficie.
- Apantallamiento por obstáculos.

La expresión general que determina el nivel continuo equivalente ( $L_{eq}$ ) en cada punto receptor se define mediante la **Ecuación 4.1** indicada a continuación.

$$L_{ft(DW)} = L_w + D_c + A$$

Ecuación 4.1

Donde:

$L_w$ : Nivel de potencia sonora por banda de octava en dB, emitido por una fuente sonora puntual.

$D_c$ : Corrección por directividad que describe la extensión en la cual el nivel de presión sonora continuo equivalente de una fuente sonora puntual se desvía en una dirección específica del nivel de una fuente puntual omnidireccional que produce un nivel de potencia sonora.

$A$ : Atenuación que ocurre en la propagación desde la fuente sonora al receptor.

La corrección por directividad se define mediante la siguiente expresión.

$$D_c = D_l + D_\Omega$$

Ecuación 4.2

Donde:

$D_l$ : Índice de directividad

$D_\Omega$ : Índice que da cuenta de la propagación sonora dentro de un ángulo sólido menor a  $4 \cdot \pi$

Por otra parte, la atenuación se define mediante:

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

Ecuación 4.3

Donde:

$A_{div}$ : Atenuación debido a la divergencia.

$A_{atm}$ : Atenuación debido a la absorción atmosférica.

$A_{gr}$ : Atenuación debido al efecto de suelo.

$A_{bar}$ : Atenuación debido a la presencia de obstáculos o barreras.

$A_{misc}$ : Atenuación debido a otros efectos misceláneos.

Para calcular el nivel de ruido en cada receptor se establecen las condiciones meteorológicas más desfavorables para los receptores, respecto a la propagación del sonido; estas condiciones son 20° Celsius de Temperatura y Humedad Relativa de 70%. Para el cálculo del mapa de ruido, se estableció una grilla de 10 m a una altura de 2,0 m desde el suelo.

#### 4.4.1. Fuentes puntuales de ruido

Para estimar el nivel en cada receptor, se toman en cuenta aquellas fuentes de ruido más considerables en cuanto a la emisión sonora, las cuales son caracterizadas acústicamente mediante la metodología expuesta anteriormente.

Luego dichos niveles son convertidos a potencia acústica mediante la **Ecuación 4.4**<sup>1</sup>, considerando la distancia a la que se midió la fuente.

<sup>1</sup> Ecuación 1.32. Beranek, L., Ver, I., Noise and Vibration Control Engineering, segunda edición, John Wiley & Sons inc., Hoboken, New Jersey, EEUU. 2006.



$$L_w = L_p + 10 \log(A)$$

Ecuación 4.4

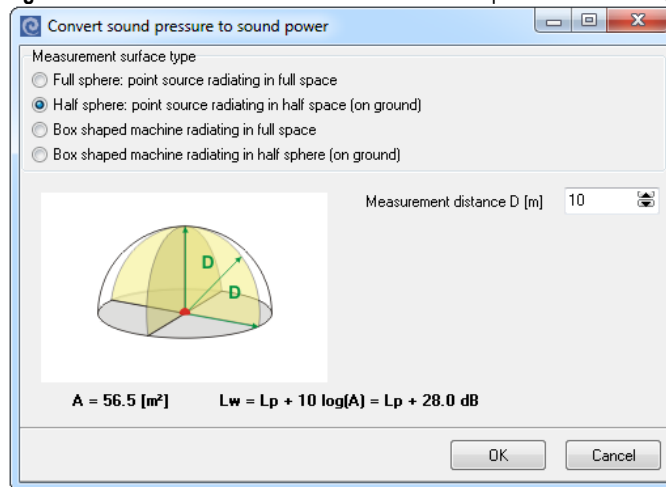
Donde:

$L_w$ : Nivel de potencia sonora.

$L_p$ : Nivel de presión sonora.

$A$ : Área de una media esfera de radio 10 m (628,3 m²).

Figura 4.2: Justificación del método de conversión de  $L_p$  a  $L_w$  en SoundPlan.



#### 4.4.2. Caracterizaciones de las fuentes de ruido

A continuación, se presentan las fuentes de ruido que fueron caracterizadas a partir de las mediciones realizadas. El contenido de las tablas corresponde al promedio energético de las mediciones realizadas a 1 metro por cada lado de las fuentes de ruido. Dichos niveles registrados se ingresan posteriormente al software para realizar las proyecciones correspondientes.

- Generador

Tabla 4.1. Nivel de presión sonora medido a 1 m en Generador

Frecuencia [Hz]	NPS medido [dB]
10	66,0
12,5	70,6
16	71,6
20	71,7
25	81,3
31,5	74,7
40	82,4
50	77,9
63	78,2
80	88,3
100	82,8
125	84,6
160	91,8
200	92,9
250	89,8
315	91,6
400	91,9
500	91,3
630	92,1
800	91,9
1000	91,5
1250	90,2
1600	89,6
2000	87,5
2500	85,5
3150	84,4
4000	82,2
5000	81,1
6300	77,8
8000	75,7
10000	74,7
12500	73,7
16000	71,4
20000	65,6
<b>Global dB</b>	102,7
<b>Global dB(A)</b>	93,8



- Turbinas (dampers)

Tabla 4.2. Nivel de presión sonora medido a 1 m en turbinas

Frecuencia [Hz]	NPS medido [dB]
10	74,6
12,5	74,8
16	85,5
20	81,7
25	81,9
31,5	84,0
40	82,3
50	87,4
63	80,1
80	81,7
100	96,3
125	92,0
160	88,0
200	90,4
250	87,5
315	94,6
400	87,8
500	85,9
630	95,9
800	89,4
1000	86,5
1250	86,0
1600	86,4
2000	81,3
2500	77,7
3150	74,3
4000	69,8
5000	66,4
6300	64,2
8000	61,8
10000	60,0
12500	54,9
16000	49,1
20000	42,5
<b>Global dB</b>	103,1
<b>Global dB(A)</b>	90,9



- Compresor Tornillo Gram

Tabla 4.3. Nivel de presión sonora medido a 1 m Compresor tornillo Gram

Frecuencia [Hz]	NPS medido [dB]
10	78,5
12,5	77,3
16	79,4
20	73,7
25	81,2
31,5	80,6
40	79,3
50	85,6
63	80,5
80	79,5
100	85,5
125	92,2
160	89,9
200	102,7
250	92,8
315	94,2
400	100,1
500	94,4
630	101,8
800	98,4
1000	96,3
1250	93,8
1600	96,3
2000	96,9
2500	93,3
3150	87,7
4000	83,9
5000	83,0
6300	80,3
8000	77,6
10000	74,3
12500	69,5
16000	65,7
20000	59,2
<b>Global dB</b>	109,1
<b>Global dB(A)</b>	96,5





- Compresor Piston Sabroe (x2)

Tabla 4.4. Nivel de presión sonora medido a 1 m en Compresores Piston Sabroe

Frecuencia [Hz]	NPS medido [dB]	NPS medido [dB]
10	58,8	59,8
12,5	68,8	70,1
16	77,0	81,0
20	77,3	72,6
25	84,0	84,9
31,5	70,0	73,4
40	76,2	83,1
50	78,1	83,4
63	70,6	77,4
80	83,7	85,8
100	82,7	84,2
125	98,1	101,2
160	94,0	94,0
200	87,5	88,0
250	89,3	92,7
315	88,8	89,4
400	89,0	91,2
500	84,0	87,8
630	85,9	89,1
800	86,2	88,7
1000	85,8	90,6
1250	89,0	93,2
1600	87,4	92,6
2000	84,3	88,2
2500	84,1	87,6
3150	83,7	86,6
4000	82,4	86,4
5000	75,9	80,3
6300	75,4	78,9
8000	70,3	74,6
10000	64,7	69,6
12500	63,0	66,6
16000	58,8	62,1
20000	51,4	54,4
<b>Global dB</b>	102,2	105,0
<b>Global dB(A)</b>	88,9	91,5





- Compresor Tornillo Howden

Tabla 4.5. Nivel de presión sonora medido a 1 m Compresor Tornillo Howden

Frecuencia [Hz]	NPS medido [dB]
10	74,3
12,5	73,7
16	80,1
20	74,0
25	76,7
31,5	78,2
40	83,7
50	87,0
63	81,3
80	82,4
100	88,4
125	87,4
160	88,5
200	92,8
250	87,2
315	89,3
400	94,2
500	90,6
630	92,5
800	96,6
1000	93,9
1250	93,2
1600	93,7
2000	94,5
2500	92,8
3150	90,7
4000	87,3
5000	84,6
6300	83,0
8000	80,6
10000	75,3
12500	69,0
16000	61,7
20000	54,0
<b>Global dB</b>	104,9
<b>Global dB(A)</b>	94,1



- Condensador

Tabla 4.6. Nivel de presión sonora medido a 1 m Condensador

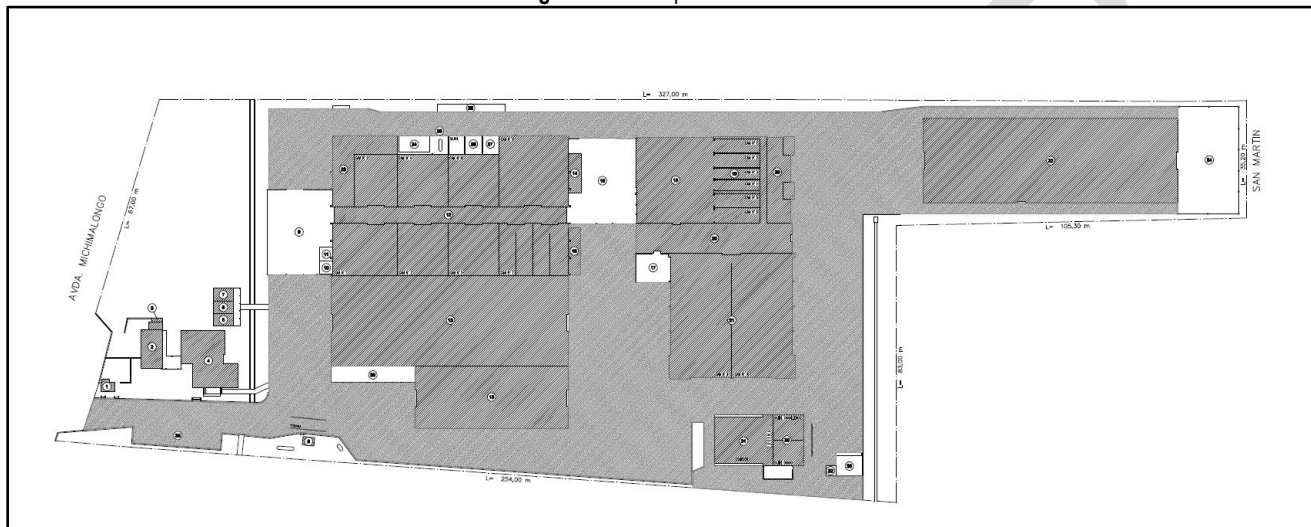
Frecuencia [Hz]	NPS medido [dB]
10	68,8
12,5	70,2
16	78,0
20	71,3
25	75,2
31,5	80,5
40	90,4
50	89,8
63	88,0
80	85,4
100	87,5
125	89,3
160	89,8
200	85,9
250	83,2
315	80,7
400	79,9
500	78,2
630	77,0
800	76,3
1000	76,4
1250	75,9
1600	75,4
2000	74,4
2500	73,5
3150	72,3
4000	71,6
5000	71,2
6300	70,8
8000	69,8
10000	68,5
12500	66,5
16000	63,7
20000	59,4
<b>Global dB</b>	98,4
<b>Global dB(A)</b>	79,6



## 5. MODELO ACÚSTICO

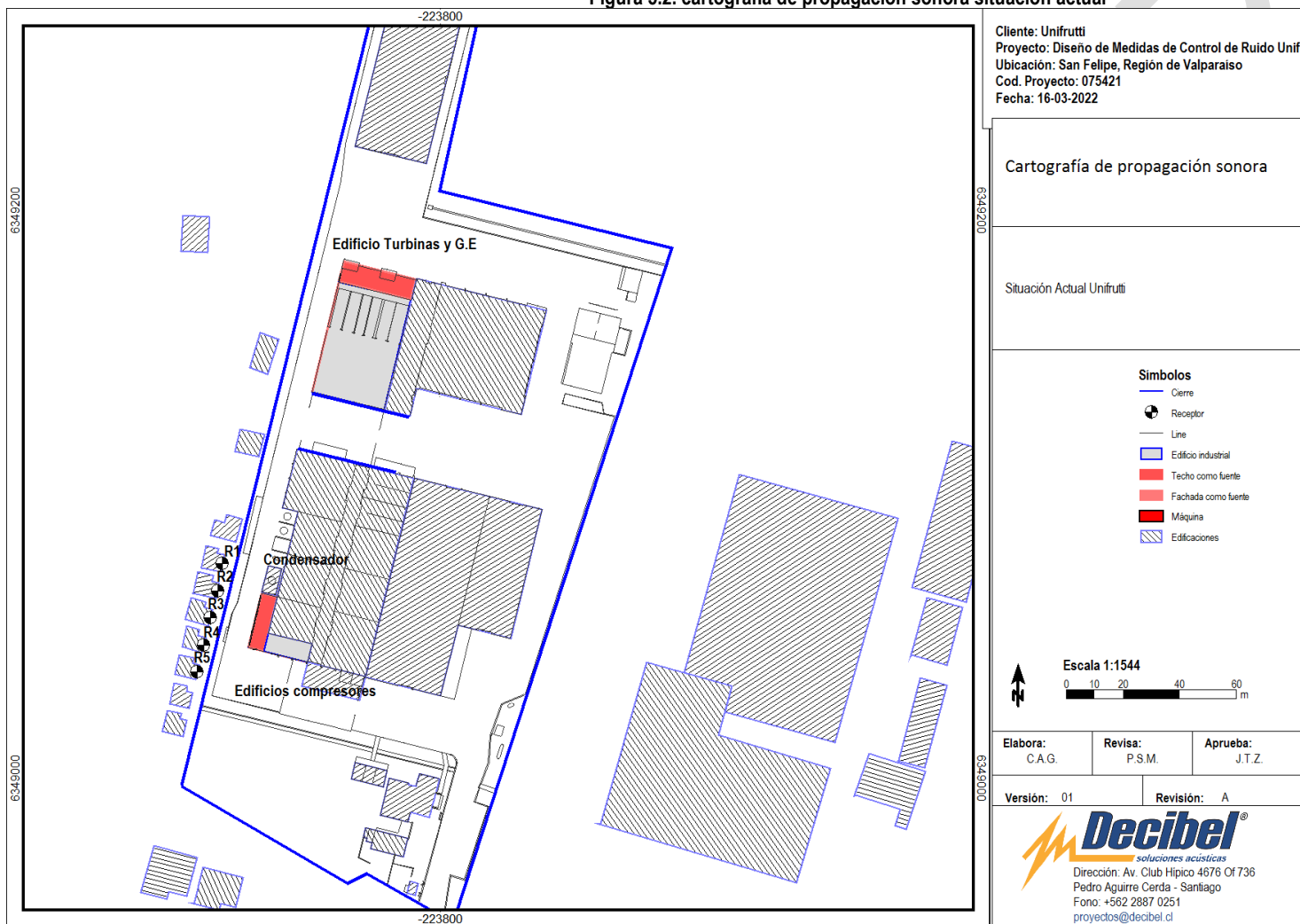
Se realizó el modelo acústico en el software SoundPlan 8.1, en base a la información levantada en terreno y los planos correspondientes entregados por el mandante. En la Figura 5.1 se puede observar la vista en planta de la ubicación de las edificaciones que componen el lugar.

Figura 5.1. Vista planta Unifrutti



Para realizar el modelo, se consideraron las fuentes de ruido existentes, con sus respectivas caracterizaciones presentadas en el capítulo anterior. La siguiente figura corresponde a la cartografía de propagación sonora, es esta se pueden observar los distintos focos de ruido dentro del modelo.

Figura 5.2. cartografía de propagación sonora situación actual





## 5.1. Niveles de ruido máximo permisibles

Como se menciona anteriormente, el D.S. N° 38/2011 del MMA establece los niveles máximos permitidos en receptores. Para el caso del proyecto, se considera que todos los receptores se encuentran en zona residencial y de equipamiento la cual, para términos del D.S. N°38/211 es homologable a Zona II

A continuación, se presenta una tabla con la determinación de los niveles máximos permisibles en los diferentes receptores, tanto para horario diurno como nocturno.

**Tabla 5.1:** Niveles de ruido máximos permisibles en puntos receptores evaluados.

Receptor	Homologación según D.S. N°38/11 del MMA	Período	NPC máximo permitido (dB(A))	Período	NPC máximo permitido (dB(A))
R1	Zona II	Diurno	60	Nocturno	45
R2	Zona II		60		45
R3	Zona II		60		45
R4	Zona II		60		45
R5	Zona II		60		45

## 5.2. PROYECCIONES

A partir de las mediciones realizadas para la caracterización de los equipos en funcionamiento se obtienen los niveles de potencia de cada uno de acuerdo con el procedimiento presentado en el punto 4.4.1. Luego, dichos niveles son ingresados dentro del modelo.

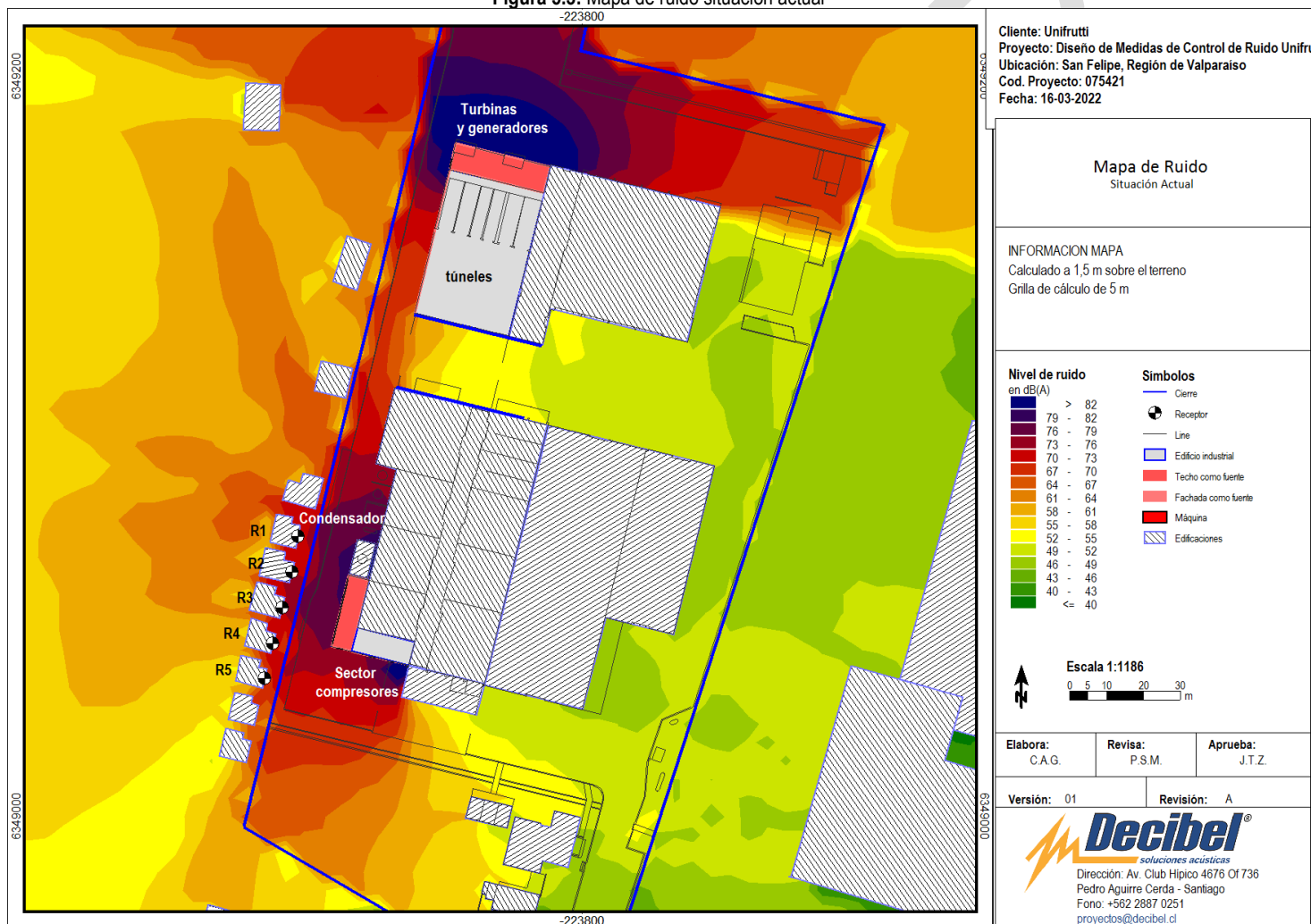
A continuación, en la Tabla 5.2 se especifican los niveles proyectados para la situación actual, considerando las fuentes de ruido mencionada y los puntos de calibración registrados. Junto con lo anterior, en la Figura 5.3 se muestra el Mapa de ruido asociado a la situación actual.

**Tabla 5.2:** Nivel proyectado situación actual y cumplimiento normativo

Receptor	Leq dB(A) Piso 1	Leq dB(A) Piso 2	Límite más restrictivo dB(A)	Superación del límite dB(A)
R1	70	74	45	29
R2	71	74	45	29
R3	71	73	45	28
R4	70	72	45	27
R5	67	70	45	25



Figura 5.3: Mapa de ruido situación actual



## 6. MEDIDAS DE CONTROL

Debido a que los niveles proyectados superan los límites establecidos en la normativa, es que se torna necesario implementar medidas de control de ruido con el fin de disminuir los niveles de inmisión en receptores, sobre todo en periodo nocturno.

Para lo anterior, se proponen principalmente las siguientes medidas de control<sup>1</sup>, detalladas a continuación:

- Incremento de altura muro perimetral en 4 metros, en el sector suroeste (hacia los receptores)
- Refuerzo acústico en zona de turbinas (aumento de aislamiento y silenciadores splitter para ventilación de la sala) así como silenciadores en chimeneas.
- Cierre con muro de láminas de zinc en sector turbinas y generador, además de mantener el portón cerrado.
- Reforzar el aislamiento del techo en sector turbinas y generador, como mínimo material con un  $R_w$  igual a 25 dB
- Encierro acústico en Condensador exterior, con panel SPM que reduzca al menos 25 dB, considerando celosías acústicas o silenciadores splitter en la parte inferior, con  $R_w$  igual a 20, y un Splitter en la cubierta de al menos 30 dB de reducción.
- Pantalla flotante en condensador obstaculizando la salida superior.
- Cierre de vano interior de edificio de compresores, dividiendo el sector de compresor howden con el de los tres restantes. Silenciadores splitter para acceso y salida de aire de ventilación
- Encierro acústico interior a compresor howden con paneles de un aislamiento mínimo de 25 dB y silenciadores splitter para la ventilación

<sup>1</sup>Nota: solo a modo informativo por ahora, ya que quedan modelaciones por realizar, ajustándose a las indicaciones del mandante.

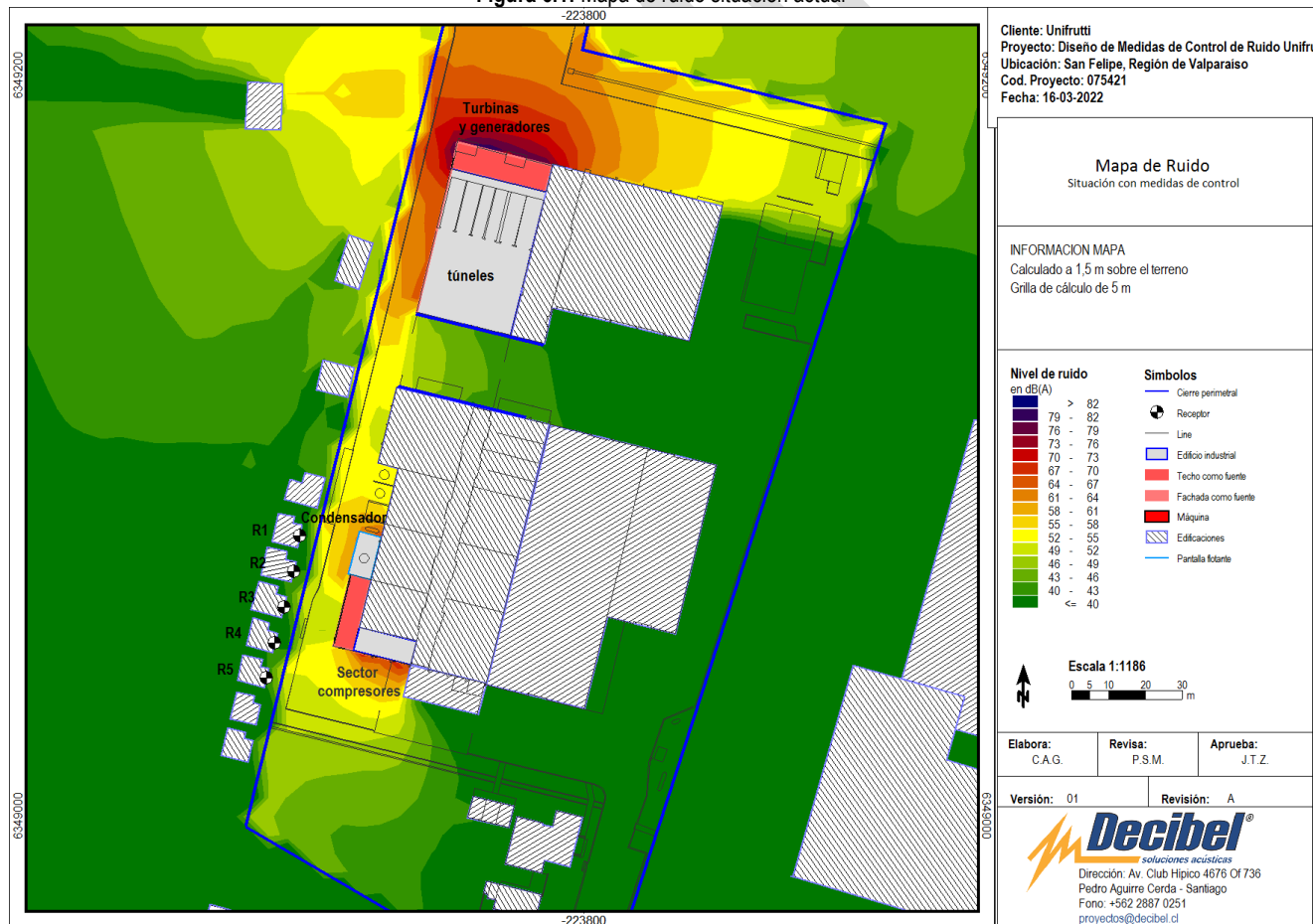
## 6.1. Niveles proyectados con medidas de control de ruido aplicadas

A partir de la aplicación de las medidas de control propuestas en el modelo predictivo, se proyectaron los niveles de ruido en receptores sensibles que se obtendrán, los cuales se detallan en la Tabla 6.1. Junto con esto, en la Figura 6.1 se muestra el mapa de ruido que grafica el comportamiento del ruido a partir de la aplicación de las medidas de control de ruido mencionadas.

Tabla 6.1: Nivel proyectado situación actual.

Receptor	Leq dB(A) Piso 1	Leq dB(A) Piso 2
R1	38	44
R2	40	45
R3	39	44
R4	41	45
R5	40	44

Figura 6.1: Mapa de ruido situación actual



## 7. CONCLUSIONES

A partir de las mediciones normativas realizadas en los receptores sensibles circundantes a la actividad evaluada, y a la posterior evaluación de estas, se obtuvo que, bajo el régimen de operación actual, existe una superación a los límites máximos permisibles en la totalidad de los receptores, lo cual sugiere la necesidad de implementar medidas de control, pues dichas excedencias suponen una superación de entre 25 y 29 dB sobre la normativa.

Las principales fuentes de ruido se componen de los compresores interiores, el condensador externo y las turbinas. Estas perturbaciones son percibidas con mayor énfasis en los receptores colindantes ya que los equipos se encuentran operando a distancias que no superan los 15 metros a niveles superiores a 80 dB(A), lo cual permite que la propagación del ruido provocado por la planta genere molestias en los alrededores.

Las medidas de control contempladas en este estudio consideran encierros acústicos en condensador con splitter para la salida de aire; levantamiento del muro perimetral o extensión de este con barrera acústica, en el sector receptores; refuerzo de aislamiento acústico de muros y techo en la zona de turbinas y generador; encierro acústico interior con paneles SPM en compresor Howden, y cierre del vano que conecta a este con los demás compresores del sector sur oeste de la planta.

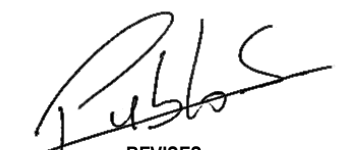
A partir del levantamiento y caracterización acústica llevado a cabo, se concluye que, aplicando las medidas de control señaladas en el presente informe, se proyectaría cumplimiento normativo en materia de ruido según lo especificado por el D.S. N°38/2011 del MMA.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- ❖ IEC 61672-1:2002, Electroacoustic – Sound Level Meters – Part 1: Specifications.
- ❖ Ministerio del Medio Ambiente. 201. Decreto Supremo N° 38, que establece Norma de Emisión de Ruido generados por Fuentes de indica, Elaborada a partir de la Revisión del Decreto N°146, de 1997.
- ❖ International Organization of Standardization (ISO) 9613-2.1996, " Acústica – Atenuación del sonido durante la propagación al aire libre", Parte 2: Método general del cálculo.



ELABORATES  
Catalina Aldana González  
Project Engineer



REVISES  
Pablo Sandoval Muñoz  
Project Manager



APPROVES  
Jorge Torres Zamanillo  
Chief Executive Officer



## ANEXO A: MEMORIAS DE CÁLCULO

## Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti Info de Cálculo Receptores inicial

### Descripción del proyecto

Título de proyecto: Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti  
Nº de proyecto: 075421  
Ingeniero: Pablo Sandoval  
Cliente: Unifrutti

Descripción:

### Descripción del cálculo

Cálculo: Sonido receptor  
Título: Receptores inicial  
Grupo:  
Fichero de Cálculo: RunFile.runx  
Número de resultado: 22  
Cálculo Local (ThreadCount=6)  
Cálculo comienza: 16-03-2022 10:15:11  
Cálculo termina: 16-03-2022 10:15:45  
Tiempo de Cálculo: 00:24:443 [m:s:ms]  
Nº de puntos: 5  
Nº de puntos calculados: 5  
Versión Kernel: SoundPLAN 8.1 (31-10-2018) - 32 bit

### Parámetros de Cálculo

Orden de reflexiones 3  
Distancia máxima de reflexión al receptor 200 m  
Distancia máxima de reflexión al foco 50 m  
Radio de búsqueda 5000 m  
Ponderación: dB(A)  
Tolerancia Permitida (por foco individual) 0,100 dB  
Crear áreas de efecto del terreno a partir de superficies de carretera: Sí

Métodos:  
Industria: ISO 9613-2: 1996  
Absorción del aire: ISO 9613-1  
regular ground effect (chapter 7.3.1), for sources without a spectrum automatically alternative ground effect  
Limitación de pérdida por apantallamiento:  
único/múltiple 20,0 dB /25,0 dB  
Side diffraction: Outdated method (side paths also around terrain)  
Usar Eqn (Abar=Dz-Max(Agr,0)) en lugar de Eqn (12) (Abar=Dz-Agr) para pérdida por inserción  
Entorno:  
Presión atmosférica 1013,3 mbar  
Humedad rel. 70,0 %  
Temperatura 10,0 °C  
Cor. meteo. C0(7-21h)[dB]=0,0; C0(21-7h)[dB]=0,0;  
Ignore Cmet for Lmax industry calculation: No

Decibel Ingenieria Acustica Spa

1

SoundPLAN 8.1

## Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti Info de Cálculo Receptores inicial

Parámetros VDI para difracción: C2=20,0  
Parámetros de disección:  
Distancia al factor diámetro 8  
Mínima Distancia [m] 1 m  
Diferencia máx. GND+Difracción 1,0 dB  
Nº máx de iteraciones 4  
Atenuación  
Bosque: ISO 9613-2  
Edificios: ISO 9613-2  
Área industrial: ISO 9613-2  
Normativa: D.S. 38/11 MMA  
Se ha suprimido la reflexión de la propia fachada

### Datos de Geometría

Situación Base.sit 16-03-2022 8:59:42  
- contiene:  
Area de Calculo.geo 15-03-2022 15:05:10  
condensadores dividido.geo 14-03-2022 13:29:20  
Edificaciones.geo 15-03-2022 16:14:50  
Edificio compresores sur L Prueba.geo 10-03-2022 15:46:30  
Edificio compresores.geo 10-03-2022 12:33:30  
Edificio tuneles.geo 11-03-2022 12:29:10  
Edificio Turbinas.geo 11-03-2022 12:29:10  
Fichero Geo1.geo 15-03-2022 13:08:46  
Layout.geo 15-03-2022 17:10:22  
Piscina condensador.geo 14-03-2022 16:36:04  
segundo piso compresores.geo 09-03-2022 9:45:54  
Receptores Casas.geo 15-03-2022 16:23:52  
-Cierre perimetral original.geo 16-03-2022 8:59:42  
RDGM0001.dgm 07-03-2022 10:09:42

Decibel Ingenieria Acustica Spa

2

SoundPLAN 8.1

## Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti Info de Cálculo receptores solucion

### Descripción del proyecto

Título de proyecto: Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti  
Nº de proyecto: 075421  
Ingeniero: Pablo Sandoval  
Cliente: Unifrutti

Descripción:

### Descripción del cálculo

Cálculo: Sonido receptor  
Título: receptores solucion turbina  
Grupo:  
Fichero de Cálculo: RunFile.runx  
Número de resultado: 21  
Cálculo Local (ThreadCount=6)  
Cálculo comienza: 16-03-2022 15:53:57  
Cálculo termina: 16-03-2022 15:55:09  
Tiempo de Cálculo: 00:59:703 [m:s:ms]  
Nº de puntos: 5  
Nº de puntos calculados: 5  
Versión Kernel: SoundPLAN 8.1 (31-10-2018) - 32 bit

### Parámetros de Cálculo

Orden de reflexiones: 3  
Distancia máxima de reflexión al receptor: 200 m  
Distancia máxima de reflexión al foco: 50 m  
Radio de búsqueda: 5000 m  
Ponderación: dB(A)  
Tolerancia Permitida (por foco individual): 0,100 dB  
Crear áreas de efecto del terreno a partir de superficies de carretera: Sí

### Métodos:

Industria: ISO 9613-2: 1996  
Absorción del aire: ISO 9613-1  
regular ground effect (chapter 7.3.1), for sources without a spectrum automatically alternative ground effect  
Limitación de pérdida por apantallamiento:  
único/múltiple: 20,0 dB /25,0 dB  
Side diffraction: Outdated method (side paths also around terrain)  
Usar Eqn (Abar=Dz-Max(Agr,0)) en lugar de Eqn (12) (Abar=Dz-Agr) para pérdida por inserción  
Entorno:  
Presión atmosférica: 1013,3 mbar  
Humedad rel.: 70,0 %  
Temperatura: 10,0 °C  
Cor. meteo. C0(7-21h)[dB]=0,0; C0(21-7h)[dB]=0,0;  
Ignore Cmet for Lmax industry calculation: No

Decibel Ingenieria Acustica Spa

1

SoundPLAN 8.1

## Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti Info de Cálculo receptores solucion turbina

Parámetros VDI para difracción: C2=20,0  
Parámetros de disección:  
Distancia al factor diámetro 8  
Mínima Distancia [m] 1 m  
Diferencia máx. GND+Difracción 1,0 dB  
Nº máx de iteraciones 4  
Atenuación  
Bosque: ISO 9613-2  
Edificios: ISO 9613-2  
Área industrial: ISO 9613-2  
Normativa: D.S. 38/11 MMA  
Se ha suprimido la reflexión de la propia fachada

### Datos de Geometría

Situación Solucion prueba encierro cierre turbinas.sit 15-03-2022 18:01:34  
- contiene:  
Area de Calculo.geo 15-03-2022 15:05:10  
-Cierre perimetral.geo 14-03-2022 17:46:54  
Edificaciones.geo 15-03-2022 16:14:50  
Edificio compresores solucion.geo 15-03-2022 17:27:24  
Edificio compresores sur L. solucion.geo 15-03-2022 17:27:24  
Edificio tuneles.geo 11-03-2022 12:29:10  
Encierro condensador.geo 15-03-2022 17:23:46  
Fichero Geo1.geo 15-03-2022 13:08:46  
Layout.geo 15-03-2022 17:10:22  
Receptores Casas.geo 15-03-2022 16:23:52  
segundo piso compresores solucion.geo 15-03-2022 16:58:16  
Edificio Turbinas Solución aislamiento.geo 15-03-2022 18:01:34  
RDGM0001.dgm 07-03-2022 10:09:42

Decibel Ingenieria Acustica Spa

2

SoundPLAN 8.1



Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti  
Assessed receiver levels  
Receptores inicial

2

Receiver	Fl	Leq	Ld	Ln	
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	
R1	F 1	70,3	70,3	70,3	
	F 2	73,7	73,7	73,7	
R2	F 1	71,4	71,4	71,4	
	F 2	73,9	73,9	73,9	
R3	F 1	70,8	70,8	70,8	
	F 2	72,8	72,8	72,8	
R4	F 1	69,9	69,9	69,9	
	F 2	71,5	71,5	71,5	
R5	F 1	66,9	66,9	66,9	
	F 2	69,6	69,6	69,6	

Decibel Ingenieria Acustica Spa

1

SoundPLAN 8.1

Diseño de Medidas de Control de Ruido Unifrutti  
Assessed receiver levels  
receptores solucion

2

Receiver	FI	Leq dB(A)	Ld dB(A)	Ln dB(A)	
R1	F 1 F 2	38,4 43,9	38,4 43,9	38,4 43,9	
R2	F 1 F 2	40,0 44,6	40,0 44,6	40,0 44,6	
R3	F 1 F 2	39,4 43,5	39,4 43,5	39,4 43,5	
R4	F 1 F 2	40,5 45,1	40,5 45,1	40,5 45,1	
R5	F 1 F 2	39,5 44,2	39,5 44,2	39,5 44,2	

Decibel Ingenieria Acustica Spa

1

SoundPLAN 8.1