Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Acústica

Profesor patrocinante:
Dr. José Luis Barros
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Profesor informante:
Víctor Poblete
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Profesor informante:
Roberto Pereira
Instituto de Matemáticas
Universidad Austral de Chile

"MAPA DE RUIDO PLANTA FRIGORIFICO OSORNO S.A. Y ANALISIS ESPECTRAL DE RUIDO PARA RECOMENDACIÓN DE PROTECCION AUDITIVA EFICAZ DENTRO DE LA EMPRESA."

Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil Acústico.

Humberto José Castaing Kaschel
Valdivia - Chile

-2009-

DEDICATORIA

A Octavio Emile, quien recién abre sus ojos para descubrir el mundo…

CONTENIDO

RESUMEN……..5
SUMARY……6
1. INTRODUCCIÓN……..7
2. OBJETIVOS…….....9
2.1. OBJETIVOS GENERALES……...9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS…….9
3. SOBRE FRIGORIFICO OSORNO S.A……10
4. SOBRE MUTUAL DE SEGURIDAD……11
5. MARCO TEORICO……12
5.1. DEFINICIONES……12
5.2. SOBRE SONIDO Y RUIDO…….16
5.3. CURVAS ISOFÓNICAS Y PONDERACIÓN A……....17
5.4. CARACTERISACIÓN ACÚSTICA DE LOS RECINTOS…….....19
5.4.1. Reverberación**……...20**
5.4.2. Difusidad**……...20**
6. CONCEPTO DE MAPA DE RUIDO…….....21
6.1. OBJETIVO DE UN MAPA DE RUIDO……..21
6.2. METODOLOGÍA DE MAPAS DE RUIDO……21
6.3. ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE FRIGORÍFICO OSORNO S.A. …….....23
7. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD DEL TRABAJADOR……27
8. EL DECRETO SUPREMO 594: REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO……..29
8.1. NIVELES DE EXPOSICIÓN PERMITIDOS……29
8.2. DOSIS DE RUIDO, SEGÚN EL D.S. 594...……33
9. PROTECCION AUDITIVA……...34
9.1. TIPOS DE PROTECTORES AUDITIVOS……...35
9.2. SELECCIÓN DEL PROTECTOR AUDITIVO……35
9.2.1. Métodos utilizados por los fabricantes para suministrar los Valores de Atenuación Sonora entregados por los Elementos de Protección Auditiva**.....…….36**
9.2.1.1. NRR**…….36**
9.2.1.2. SNR**…….37**
9.2.2. Métodos de obtención de los Niveles de Presión Sonora equivalentes atenuados por protección auditiva**……38**
9.2.2.1. Método de bandas de octava**.....38**
9.2.2.2. Método HML**……41**
9.2.2.3. Método SNR**……41**

9.2.2.4. Combinación de Orejeras y Tapones**……42**
9.2.3. Condiciones Ambientales y presencia de otros riesgos en el lugar de trabajo**……42**

10. MAPAS DE RUIDO DE LA PLANTA……..…..44
10.1. CALDERA Y BODEGA DE CHIPS…….44
10.2. GRASERIA……..46
10.3. FÁBRICA DE HARINA…….48
10.4. CORRALES Y SALADERO DE CUEROS…….50
10.5. BODEGA DE INSUMOS……...52
10.6. TALLER DE MANTENCIÓN…….....54
10.7. GENERADOR……..... 56
10.8. FÁBRICA DE CECINAS Y SALA DE VENTAS…...…… 57
10.9. CÁMARAS DE FRÍO (11, 40-41, 50-55, 59-60) Y OFICINAS……..... 59
10.10. FAENAS Y SALAS ANEXAS……. 61
10.11. DESPOSTE, FÁBRICA DE HAMBURGUESAS, SALA DE MÁQUINAS Y CÁMARAS DE FRÍO…… 64
7.12. MAPA DE RUIDO, PLANTA COMPLETA……67
11. ESTUDIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA PERSONAL EN PLANTA FRIGORÍFICO OSORNO S.A…… 68
11.1. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN AUDITIVOS (EPAS)……..... 68
11.2. PROCEDIMIENTO……... 70
11.3. RESULTADOS…… 71
11.3.1. Caldera**…… 72**
11.3.2. Graseria**…….. 74**
11.3.3. Matadero de emergencia**……. 76**
11.3.4. Fábrica de harina, proceso**…… 78**
11.3.5. Sistema de tratamiento de olores**……80**
11.3.6. Sala de máquinas**……82**
11.3.7. Cámara 56, 57 y 58**……84**
11.3.8. Desposte**……. 86**
11.3.9. Envasado corte (empaque primario)**..... 88**
11.3.10. Fábrica de cecinas, fabricación**……. 90**
11.3.11. Planta formados (fábrica de hamburguesas)**……. 92**
11.3.12. Predesposte (cuarteo)**…… 94**
11.3.13. Trozado de huesos (zona entre desposte y Empaque de huesos)**……..... 96**
11.3.14. Anden (pasillo faenas)**…….. 98**
11.3.15. Decomiso**……. 100**
11.3.16. Guatería limpia**……102**
11.3.17. Lavado de tripas (tripería 1)**……104**

11.3.18. Sala patas**……..106**
11.3.19. Matadero (faenas)**…… 108**
11.3.20. Sala cabezas**……. 111**
11.3.21. Tripería 2**…….. 113**
11.3.22. Subproductos rojos**…….. 115**
11.3.23. Estrobado**……. 117**
11.3.24. Cajón de insensibilización **..…… 120**
11.4. PRUEBAS EN LABORATORIO…… 124
11.4.1. Pruebas con 3M 1270/71
y Masprot MPA-101 C**……..…… 128**
11.4.2. Pruebas con protección doble**..... 133**
11.4.3. Conclusiones laboratorio**……... 135**
12. CONCLUSIONES GENERALES……... 137
13. AGRADECIMIENTOS…….140
14. BIBLIOGRAFÍA……... 141
15. ANEXOS…….144

RESUMEN:

Al referirnos a los riesgos ocupacionales, enseguida nos vienen a la mente los agentes contaminantes a los que se puede estar expuesto en una actividad determinada. Agentes físicos, químicos y biológicos. Dentro de los agentes físicos, el ruido, es de especial interés para el ingeniero civil acústico, puesto que atañe a uno de los temas en que ha volcado sus estudios.

Dentro de la mayoría de las industrias que se dedican a procesos productivos (si no es en todas), inevitablemente podemos encontrar actividades que emiten ruido.

A pesar de que el ruido es un contaminante que no deja residuos, si podemos ver claramente sus efectos en la salud de quienes están expuestos a dicho agente. Hipoacusia laboral, cansancio, stress, son algunas de las consecuencias que padecen quienes han sido sometidos a ambientes ruidosos, sin tomar las precauciones necesarias.

Existen soluciones que, aunque no necesariamente eliminan del todo la presencia de ruido en los ambientes laborales, por lo menos mitigan los efectos que este tiene de forma bastante eficiente. Tal vez el método de control más extendido sea el uso de elementos de protección personal. La utilización de dichos elementos está regulada por la legislación actual, la cual establece normas que pretenden resguardar a los que están expuestos a los agentes nocivos presentes en la empresa en que se desenvuelven.

El presente trabajo describe la situación actual de la empresa Frigorífico Osorno S.A., planta Ovejería, referente al ruido emitido durante sus procesos, desde el punto de vista de quienes se ven afectados directamente durante su jornada laboral, sus trabajadores.

Los criterios utilizados para la evaluación de las condiciones en que se desempeñan los trabajadores dentro de la empresa en cuanto al tema acústico y referente a los métodos utilizados para protegerlos del ruido, fueron los establecidos por el Decreto Supremo Nº594/99 (aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo) y la Guía para la selección y control de protectores auditivos del Instituto de Salud Pública.

Se aplicó una metodología adaptada a los objetivos del trabajo, definiendo las zonas de la planta a estudiar, las características de dichas zonas, en cuanto a sus cualidades acústicas y procesos que allí se llevaban a cabo, se identificó a las principales fuentes de ruido de cada sector y se analizó los diferentes elementos de protección auditivas utilizados por el personal de la empresa.

Finalmente, se elaboró un mapa de ruido característico de las zonas a estudiar y que entrañan una emisión de ruido importante, además de estudiar en el laboratorio del Instituto de Acústica los elementos de protección auditiva en cuestión, aportando así con una información trascendental que podría a llegar a ser un elemento clave a tener en cuenta para las decisiones futuras a tomar por la empresa Frigorífico Osorno S.A. y una herramienta de control eficaz para Mutual de Seguridad Agencia Osorno.

SUMMARY:

The present work describes the existing situation of Frigorífico Osorno S.A., according to the noise that is create during its process, from the viewpoint of who are directly affected during their laboral journey, its workers.
The conditions in where the workers develope inside the industry in the acoustic context, and the methods used to protect them against the noise environment, were evaluated using the following criteria: D.S. Nº 594/99 and The selection and control for ear protection guide of the I.S.P.(Guía para la selección y control de protectores auditivos del Instituto de Salud Pública).
A proper methodology was applicated to the objectives of the work, defining the zone of study, its characteristics, towards its acoustic qualities and process, the essential noise sources were identified inside every zone and the ear protection used by the workers were analyzed.
Finally, it has been made a characteristic noise map of the studied zones and the ear protection were analyzed in the acoustic laboratory, giving this way an important information for the future projects of Frigorifico Osorno S.A. and an effective control tool for Mutual de Seguridad.

Keywords:

Protección auditiva
Atenuación de ruido
Mapa de ruido
Ruido ocupacional
Normativa de ruido

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las empresas certificadas persiguen el objetivo de garantizar a sus consumidores la calidad íntegra de sus productos. Para lograrlo, se apegan a normas nacionales e internacionales, dependiendo de la proyección de dichas empresas. Es en este tema que un estudio de ruido integral, que incluya la confección de mapas de ruido y análisis espectral de ruido de la empresa, entrega una herramienta de gran utilidad para el control de los procedimientos que dentro de ella se llevan a cabo.

Otro aspecto que garantiza la íntegra calidad de los procesos que componen una empresa y que ciertamente está decretado en la Ley, es lo que respecta a la seguridad y bienestar de aquellos que desarrollan funciones dentro de ella. Así, el D.S. 594 sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, nos entrega los límites permisibles para las exposiciones a las que están sometidos los trabajadores. Si los límites en las emisiones son sobrepasados, entonces hay que tomar medidas que mitiguen o anulen el efecto que estas tienen en los expuestos. Aquí es donde los elementos de protección personal cumplen un rol protagónico.

Si se detectan en un área de la empresa niveles que sobrepasan la normativa, se está obligado a tomar medidas para que las personas que laboran en los sectores cuestionados reciban dosis de ruido dentro de lo normado. Para esto se pueden realizar ajustes como el reacondicionamiento acústico de las salas, aunque ciertamente un método bastante conveniente en cuanto a los costes que implica, es la protección individualizada de los sujetos expuestos.

Para comprobar si la protección auditiva utilizada es la adecuada, se debe analizar el tipo de ruido que es percibido por los trabajadores durante su jornada, luego verificar si efectivamente la protección auditiva permite reducir eficazmente el ruido al que se está expuesto a niveles dentro de lo permitido.

Dentro de la planificación urbana, los mapas de ruido han ido tomando una importancia protagónica, ya que un mapa de ruido entrega información visual del comportamiento acústico de un área geográfica (barrio, pueblo, ciudad, región, país). Habitualmente los niveles de ruido son representados por medio de colores a modo de las curvas topográficas en un mapa. [Suárez 2004]

Esta información es de gran relevancia cuando se pretende, por ejemplo, asignar sectores específicos para zonas industriales o de comercio. Es así como la confección de mapas de ruido urbano ya cuenta con normativas para su confección, involucrando diferentes métodos.

En nuestro caso, para la confección de un mapa de ruido para caracterizar zonas acústicas dentro de una empresa, no se cuenta con una normativa establecida, a pesar de que cada vez son más las empresas que solicitan su elaboración, por lo que es una práctica que se está haciendo habitual.

Cabe destacar la información que se obtendrá con el presente trabajo no será de utilidad solamente para la empresa Frigorífico Osorno S.A., ya que para Mutual de Seguridad será de gran ayuda en el control de salud de los trabajadores de la ya citada empresa, al

permitirles conocer concretamente los valores de nivel de ruido a los que están expuestos dichos trabajadores, dependiendo del área en la que desempeñan sus labores.
Dado este marco, el primer fin que persigue este trabajo es entregar a la empresa Frigorífico Osorno S.A. un mapa de ruido de los recintos donde se llevan a cabo procesos productivos. Dicho mapa representará una útil herramienta de calidad, enfocándose en los lugares donde se desempeñan los trabajadores.
El segundo fin es realizar un estudio detallado del espectro de sonido emitido dentro de la planta correspondiente, para analizar si la protección auditiva utilizada por la empresa es la indicada o de lo contrario sugerir alguna que cumpla las normativas. El D.S. 594 Minsal acotará los límites permisibles para los niveles a medir en el siguiente estudio y los criterios a aplicar para el análisis de los elementos de protección auditiva se encuentran basados en la "*Guía para la selección y control de protectores auditivos",* elaborada Instituto de Salud Pública.

2. OBJETIVOS:

2.1 OBJETIVOS GENERALES:

1) Identificar y clasificar las zonas de ruido de las áreas productivas de la empresa Frigosor S.A.
2) Analizar resultados y medidas de control aplicadas, en el marco del D.S 594, respecto a la exposición de los trabajadores a las fuentes de ruido estudiadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Confeccionar un mapa de ruido detallado de las zonas en que se realizan procesos productivos dentro de la empresa Frigosor S.A., representativo de las condiciones normales de trabajo.

- Identificar fuentes de ruido más importantes dentro de la empresa.

- Comparar resultados con parámetros establecidos en el D.S. 594.

- Analizar resultados que sobrepasen los límites establecidos por el D.S.594.

- Diseñar un plan de trabajo de campo acorde con los objetivos planteados.

- Estudiar los protectores auditivos ya utilizados por la empresa y verificar si cumplen o no los requisitos necesarios para la utilización que actualmente se les da.

- Analizar en el laboratorio del Instituto de Acústica los elementos de protección auditiva utilizados por la empresa y combinaciones de estos, comparando los resultados obtenidos durante los experimentos, con la información entregada por el fabricante.

- Investigar sobre protectores auditivos en el mercado, sus características y concordancia con necesidades específicas de la empresa.

- Recomendar protectores auditivos efectivos para las características del tipo de ruido estudiado en la empresa, basándose en la "*Guía para la selección y control de protectores auditivos"* del ISP.

3. SOBRE FRIGORIFICO OSORNO S.A.

Frigorífico Osorno S.A. (Frigosor S.A.), es una importante empresa elaboradora de alimentos de la X Región de Los Lagos, cuyo rubro es la producción de carnes de vacuno de alta calidad, para exportación y consumo nacional. Pertenece al grupo de empresas de Feria Osorno S.A., creada en 1945 por productores ganaderos de la X región de Chile. Orientada a la faena, desposte y procesamiento de carnes, hoy con más de 50 años de experiencia entregando calidad, su mercado se expande globalmente.

Frigosor cuenta con la certificación HACCP, de aseguramiento de calidad a lo largo de todo el proceso de producción. Esto avala sus productos y procedimientos, cumpliendo con las más altas normas de calidad internacionales. Además Frigosor consiente con el medio ambiente, cuenta con un moderno tratamiento orgánico de riles, que sumado a la capacitación constante de la totalidad de sus funcionarios, garantiza que la calidad de sus productos es total durante todos sus procesos.

Su mercado nacional se extiende a las regiones V, RM, VI, VII, VII, IX, XIV, X y sus clientes internacionales se encuentran en la Unión Europea (Alemania, España, Francia, Inglaterra e Italia), México, EEUU, Canadá y Japón.[Frigosor 2008]

En sus instalaciones, ubicadas en calle Francisco del Campo 200, Ovejería, Osorno, el proceso de faena de productos cárnicos implica el uso de variadas maquinarias, las que en su mayoría emiten altos niveles de presión sonora, lo que sumado a las características geométricas y de materiales de construcción de los recintos, se traduce en un ambiente nocivamente ruidoso, tema que tiene especial relevancia, tomando en cuenta que en la planta se desempeñan alrededor de 350 trabajadores aproximadamente.

4. SOBRE MUTUAL DE SEGURIDAD

Mutual de Seguridad C.CH.C., fue creada en 1966 por la Cámara Chilena de la Construcción, al ver la difícil situación que vivían los trabajadores y su grupo familiar al sufrir un infortunio del trabajo con el consiguiente costo social y económico para el país. De esta manera la Institución partió como un seguro mercantil voluntario que ayudara a los trabajadores en ese momento. Posteriormente el 14 de Febrero de 1968 se dicta la Ley 16.744 sobre Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales con carácter de obligatorio y con los beneficios estipulados claramente, transformándose Mutual de Seguridad en un órgano administrador de dicha Ley.

En los más de 30 años de la Institución, ésta ha tenido un desarrollo muy importante, el mercado cuenta con tres Mutualidades la Asociación Chilena de Seguridad, creada por la Sociedad de Fomento Fabril, SOFOFA el Instituto de Seguridad del Trabajo IST creado por la Asociación de Industriales de Valparaíso y Aconcagua y Mutual de Seguridad C.CH.C creada por la Cámara Chilena de la Construcción.

La misión de Mutual de Seguridad C.CH.C. es entregar protección frente a los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, a las empresas y sus trabajadores. [Mutual 2008]

Frigosorno S.A. es adherente de la Mutual de Seguridad C.CH.C.

5. MARCO TEORICO

A continuación se entregará una serie de definiciones y se explicarán brevemente algunos conceptos, los cuales tienen relación con el tema a tratar y serán de utilidad para la comprensión del siguiente trabajo.

5.1. DEFINICIONES

Almohadilla: elemento adaptable que se fija al contorno interior de la copa y que contiene un material de relleno, generalmente líquido o de plástico esponjoso, para mejorar la confortabilidad y ajuste de las orejeras en la cabeza. [ISP 2007]

Arnés/arco: elemento, generalmente de plástico o metálico, diseñado para permitir una buena adaptación de la orejera alrededor de las orejas, ejerciendo para ello una fuerza sobre las copas y una presión por medio de las almohadillas. [ISP 2007]

Cinta de cabeza: cinta flexible fijada a cada copa o al arnés cerca de las copas, diseñada para sujetar la orejera con arnés detrás de la cabeza o con arnés bajo la barbilla, pasando por encima de la cabeza y descansando sobre ella. [ISP 2007]

Copa: casquete montado en el arnés/arco, al que se le acoplan una almohadilla y un relleno. [ISP 2007]

Efecto de oclusión: es un aumento de la eficacia con que un sonido se transmite al oído por conducción ósea a frecuencias por debajo de 2000Hz, cuando el canal auditivo está obstruido y sellado con una orejera o un tapón auditivo. Este efecto hace que los usuarios de los protectores auditivos experimenten un cambio en la calidad de la voz percibida y otros sonidos y vibraciones producidos por el cuerpo humano, como los derivados de las acciones de respirar y masticar. La propia voz adopta una calidad baja y resonante, debido a que la percepción del habla se potencia a través de la conducción ósea. [ISP 2007]

Elemento de protección auditiva (EPA): son elementos de protección personal cuyas propiedades de atenuación sonora tienen por objeto prevenir los efectos dañinos en el órgano de la audición, reduciendo los niveles de presión sonora que llegan al oído. Éstos se pueden clasificar en: Orejeras; Tapones; Protectores Auditivos Especiales. [ISP 2007]

Elementos de protección personal (EPP's): todo equipo, aparato o dispositivo especialmente proyectado y fabricado para proteger el cuerpo humano, en todo o en parte, de riesgos específicos de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales.
[ISP 2007]

Grado de protección: porcentaje de situaciones para las cuales el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A", cuando se utiliza el protector auditivo, es igual o menor que el valor calculado. [ISP 2007]

Índice de reducción único, SNRx: para un rendimiento de protección especificado x, y un protector auditivo dado, es el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado “C2 medido, LC, para estimar el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A", L'Ax. [ISP 2007]

Limite máximo permisible (LMP): cantidad de energía o condición en el ambiente de trabajo, al que puede someterse o exponerse una persona en su jornada laboral diaria, por debajo de la cual existen pocas probabilidades de adquirir una enfermedad profesional. [ISP 2007]

Decibel (dB): Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora. [D.S. 146 1997]

Decibel A (dBA): Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A. [D.S. 146 1997]

Decibel C (dBC): Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación C. [Möser y Barros 2004]

Fuente Emisora de Ruido: Toda actividad, proceso, operación o dispositivo que genere, o pueda generar, emisiones de ruido hacia la comunidad. [D.S. 146 1997]

Fuente Fija Emisora de Ruido: Toda fuente emisora de ruido diseñada para operar en un lugar fijo o determinado. No pierden su calidad de tal las fuentes que se hallen montadas sobre un vehículo transportador para facilitar su desplazamiento. [D.S. 146 1997]

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL): Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$Nps_n = 20\log\left(\frac{p_n}{p_0}\right)(dB) \qquad (1)$$

Pn : valor eficaz de la presión sonora medida.

Po: valor eficaz de la presión sonora de referencia, fijado en $2x10^{-5}$ [N/m^2]

[D.S. 594 1999]

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPS_{eq}) o Leq: Es aquel nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo, contiene la misma energía total (o dosis) que el ruido medido, conocido también como Leq. [D.S. 594 1999]

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPS_{max}): Es el máximo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado. [D.S. 594 1999]

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPS_{min}): Es el mínimo Nivel de Presión Sonora registrado durante un período de medición dado.
[D.S. 594 1999]

Nivel de Presión Sonora Peak (NPS_{peak}): Nivel de presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con $NPS_{máx}$, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo) en un periodo dado. [D.S. 594 1999]

Octava: intervalo entre dos tonos, cuyo radio de frecuencia es 2:1. [Beranek 1988]

Orejera: tipo de protector auditivo compuesto por un arnés y un par de copas diseñadas para cubrir cada pabellón auditivo (orejas)[ISP 2007]

Reducción de ruido efectiva: reducción del NPSeq o Leq proporcionada por el uso de un protector auditivo, teniendo en cuenta el tiempo de uso durante la exposición al ruido. [ISP 2007]

Reducción del nivel de ruido predicha, PNRx: Para un rendimiento de protección especificado, x, y una situación de ruido específica, es la diferencia entre el nivel de presión sonora ponderado "A" del ruido, LA, y el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A", L' Ax, cuando se utiliza un protector auditivo dado (También conocida como atenuación del nivel de ruido predicha). [ISP 2007]

Respuesta Lenta o Slow :Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPS Lento. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento. [D.S. 594 1999]

Revestimiento o relleno de las copas: material absorbente acústico contenido al interior de la copa. [ISP 2007]

Ruido Blanco: Onda de sonido o electrónica, cuyo espectro es continuo y uniforme como función de frecuencia. [Beranek 1988]

Ruido Estable: Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto. Se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A). [D.S. 594 1999]

Ruido Fluctuante: Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto. Se entenderá que un ruido es de tipo fluctuante cuando la diferencia entre el NPSmax y el NPSmin obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A).
Para el presente trabajo no se le ha dado una importancia relevante a la diferencia entre ruido fluctuante o estable en cuanto a la obtención de datos y análisis posteriores, ya que para medir ambos se utilizan las mismas condiciones de programación de sonómetro, su representación en el mapa de ruidos no discrimina diferencias y para efectuar los cálculos correspondientes a atenuación se procede de igual manera. [D.S. 594 1999]

Ruido Impulsivo: Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.
Se entenderá que un ruido es de tipo impulsivo cuando en el puesto, o en el entorno del puesto de trabajo, se produzcan impactos o sonidos muy breves (con una duración menor a 1 segundo) y de gran intensidad, tales como: golpes, caídas de materiales, disparos, entre otros.
Un ruido no perderá la característica de impulsivo si los impulsos o impactos se repiten, siempre y cuando la separación entre dos impactos consecutivos sea mayor a un segundo, teniendo siempre presente que los impactos deben ser generados por acciones propias de la tarea evaluada o del ambiente laboral, descartándose aquellos eventos accidentales no relacionados con la actividad. [D.S. 594 1999]

Ruido de Fondo: Es aquel ruido que prevalece en ausencia del ruido generado por la fuente fija a medir.
[D.S. 146 1997]

Ruido ocasional: Es aquel ruido que genera una fuente emisora de ruido distinta de aquella que se va a medir, y que no es habitual en el ruido de fondo. [Diario oficial 1998]

Ruido Rosa: Onda generada al aplicar un filtro a una señal de ruido blanco, el que atenúa el nivel del espectro 3 dB por cada frecuencia doble. [Beranek 1988]

Tono puro: Es aquel sonido compuesto por una sola frecuencia, o número de periodos por unidad de tiempo cuya medida es el Hertz (Hz). [Möser y Barros 2004]

5.2. SOBRE SONIDO Y RUIDO

Si bien la mayoría de los autores coinciden con que el sonido es un movimiento ondulatorio propagado a través de un medio elástico, debido a cambios rápidos de presión, producido por el movimiento vibratorio de un cuerpo, o bién por una fuente aerodinámica de sonido, que genera una sensación que se manifiesta en el órgano del oído; y lo describen en forma objetiva, para definir el concepto de ruido entramos de lleno al campo de la subjetividad.

Físicamente no hay distinción entre sonido y ruido. El ruido se define a menudo como "sonido indeseado", o "sonido fuerte, desagradable o inesperado". [Suárez 2004]

Por lo tanto, se podría considerar ruido, todo sonido molesto. Aquí se vuelve a resaltar el carácter subjetivo del ruido, ya que para cierto grupo de personas, un sonido determinado no necesariamente es molesto, mientras que para otras, sí. [Antillanca 2005]

Pero para el siguiente trabajo, esta discrepancia subjetiva para determinar si cierto sonido es ruido o no, no tiene mayor relevancia, ya que el trasfondo de éste no se centra en lo agradable o desagradable que puede parecer un sonido, sino en los efectos nocivos que este produce en la salud del ser humano. Por lo tanto, el aspecto de interés de un sonido, en este caso, será la intensidad sonora con que éste es percibido.

Como agente contaminante, el ruido presenta características que lo hacen diferente a los demás agentes físicos.

- Como ya se mencionó anteriormente, no deja residuos, no tiene un efecto acumulativo en el medio de propagación, pero si puede tener un efecto acumulativo en el hombre.
- Su cuantificación es compleja.
- Es uno de los contaminantes que requieren de menos cantidad de energía para ser producido.
- Tiene un radio de acción pequeño, vale decir, es localizado.
- No es susceptible a su traslado a través de los sistemas naturales, como el aire contaminado, llevado por el viento, o un residuo líquido llevado por un río a través de grandes distancias.
- Su intensidad depende de la distancia que se encuentra la fuente.
- Se percibe por un solo sentido: el oído, lo que hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes que, como es el caso del agua, su contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.[CONAMA 1998]

Se debe volver a resaltar que, la mayoría de las actividades asociadas a procesos productivos, generan ruido.

5.3. CURVAS ISOFÓNICAS Y PONDERACIÓN A

La sensibilidad del oído humano es altamente dependiente de la frecuencia del sonido percibido. Esto quiere decir que su respuesta ante el estímulo auditivo no es lineal. Mediante resultados empíricos, a través de pruebas auditivas, se ha logrado establecer lo que se conoce como curvas isofónicas, o de igual nivel de sonoridad.
Se denominará sonoridad a la sensación psicoacústica de un sonido determinado, relacionado con la intensidad en que este es percibido.
Las curvas de igual nivel de sonoridad se obtienen de la siguiente manera:
El sujeto de prueba escucha un tono puro de referencia de 1000 Hz, luego cambia a otra frecuencia ajustando el nivel hasta que la perciba igual de intensa (o con igual volumen) que el tono de referencia. Variando la segunda frecuencia se obtiene una curva de igual nivel de sonoridad, y se designa simplemente mediante el nivel del tono de 1000 Hz. La unidad utilizada para el nivel de sonoridad es el Fon. Realizando este procedimiento para distintos niveles del tono de referencia (1000 Hz) se obtiene el set de curvas llamadas isofónicas. De estas curvas se comprende por ejemplo, que un tono puro de 50 Hz con un nivel de presión sonora de 80 dB será percibido igual de intenso que un tono puro de 1000 Hz con un nivel de 60 dB y los dos tienen un nivel de sonoridad de 60 Fonos. Aquí se deja ver que el oído humano es mucho más sensible en el rango de frecuencias medias que en el rango de frecuencias muy bajas o muy altas.
Se puede rescatar de la figura (5.1), que a niveles más elevados, las curvas poseen cierta tendencia a ser planas. [Möser y Barros 2004]

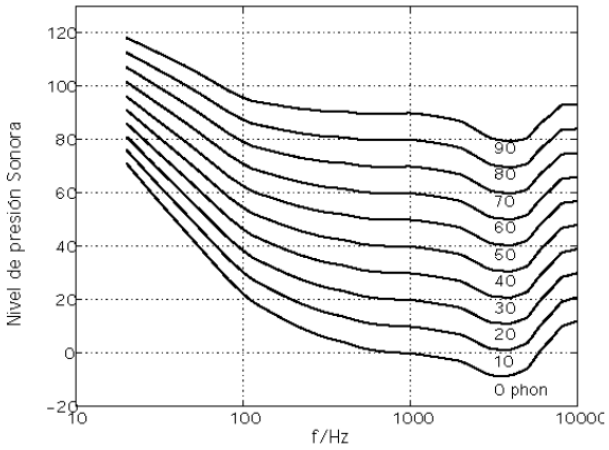


Figura 5.1: Curvas isofónicas.
Fuente [Möser y Barros 2004]

Se debe resaltar que estas curvas han sido obtenidas como modelos empíricos, lo que implica que no necesariamente todos los seres humanos poseamos un oído con igual respuesta, ya que algunas personas podrían ser más sensibles a un rango de frecuencias que otras, por lo que son modelos con un alto grado de subjetividad.

Esta subjetividad relacionada con la percepción del sonido, además de depender de la frecuencia y la intensidad de cierto sonido, depende del ancho de banda del evento sonoro. Si se intentara desarrollar una técnica de medida que considere todas las características del oído, sería necesario utilizar sistemas de medición extremadamente complejos. Internacionalmente está aceptado utilizar *el nivel de presión sonora ponderado A,* él que, a pesar de contar con detractores, toma en cuenta de cierta manera la sensibilidad del oído humano. Cuando se utiliza este filtro para mediciones, el valor entregado se conoce como dBA. Aproximadamente, la curva del filtro-A corresponde a la inversión de la curva isofónica de 30 Fonos. Se puede ver entonces que las frecuencias bajas y altas tienen mucho menos peso sobre el valor dBA que las frecuencias medias, y obviamente coinciden en el valor que se obtiene en 1000 Hz. Un tono puro de 1000Hz de una intensidad de 80 dBA tiene una intensidad de 80 dB.
El nivel ponderado A puede obtenerse también a partir de los niveles medidos utilizando filtros de octavas o de tercios de octava. En la tabla 5.1 se puede ver un ejemplo con banda de octava. Al valor medido en dB en cada banda señalada hay que sumarle el valor de la ponderación del filtro A correspondiente, para obtener el valor en dBA. [Möser y Barros 2004]

Tabla 5.1: Ponderación filtro A

	Frecuencia central de la banda de octava f (Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
Ponderación filtro A (según NCH 2500)	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1

Dicha operación se puede visualizar mejor si observamos la figura (5.2), donde se presentan las curvas de los filtros A, B, C y D. Los valores de corrección obtenidos aquí, se les debe sumar los medidos en dB. Como mencionamos anteriormente, existen normas que definen estas curvas. Ejemplo, NCH 2500, DIN 45633.
Debemos aclarar que cada curva es obtenida independientemente como resultados de una ecuación de función de transferencia, que no serán tratadas en el presente trabajo, para no desviarse del tema central.

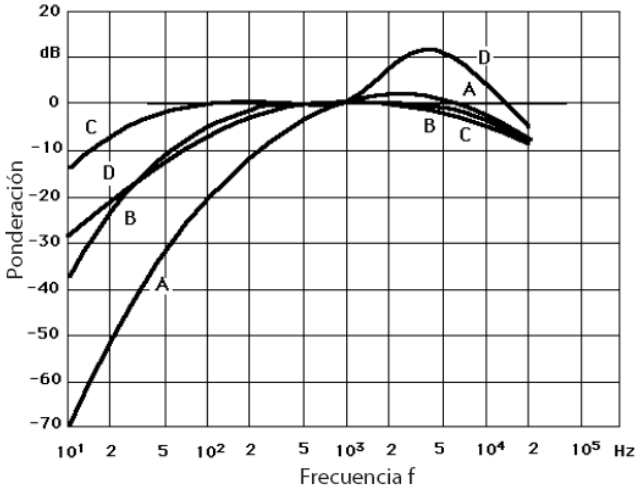


Figura 5.2: Ponderaciones A, B, C y D.
Fuente [Möser y Barros 2004]

En la mayoría de las mediciones de eventos sonoros que afecten al ser humano, se utiliza el filtro A. Existen algunas excepciones, especialmente al tratarse de ruidos de autos o de aviones, que utiliza ponderaciones B, C o D, las que siguen el mismo principio y funcionan análogamente al caso de la curva A, ya descrito. [Möser y Barros 2004]
En el presente trabajo, al basarse en el D.S. 594, la mayoría de las mediciones se hicieron utilizando el filtro de ponderación A, ya que el ruido presente en la mayoría de los casos era de tipo estable, o de tipo fluctuante. Una sola vez se utilizó el filtro de tipo C, ya que el ruido presente durante la medición, era de tipo impulsivo.
Se debe aclarar, que como se observa en la *figura 2*, la curva C tiende a ser plana en ambos extremos, por lo que se aproxima mucho más a los valores lineales de dB. Esto es, porque esta ponderación es utilizada para medir ruidos con altos niveles de presión sonora del tipo impulsivo, y en estas circunstancias, el oído humano tiene un comportamiento mucho más lineal, por lo tanto las bajas frecuencias tomaran una relevancia mayor. [Möser y Barros 2004]

5.4. CARACTERÍSACIÓN ACÚSTICA DE LOS RECINTOS

Debido a que el presente trabajo se elaboró en base a mediciones en terreno, las condiciones acústicas presentes en los recintos donde se hicieron los registros tuvieron incidencia en los datos obtenidos. No se profundizó en el efecto que las características de construcción y geometría de las salas pudieran tener sobre al ambiente sonoro; más bien se analizó superficialmente este aspecto que no forma parte del objetivo principal de este trabajo. En la mayoría de los locales se presentaban similares condiciones, por lo que se explicará simple y brevemente los fenómenos acústicos que se presentaron durante las mediciones.

5.4.1. Reverberación

Cuando en una sala se apaga repentinamente una fuente sonora, el sonido se sigue escuchando por un espacio determinado de tiempo, este fenómeno se conoce como reverberación. La duración del sonido (reverberación) depende del tamaño de la sala y las características interiores (materiales de sus superficies internas, asientos, alfombras, etc.); la reverberación es corta en salas pequeñas y en aquellas que tienen grandes superficies absorbentes de sonido. En salas grandes con poca absorción la reverberación es larga, pudiendo fácilmente a alcanzar algunos segundos. [Möser y Barros 2004].
Podemos imaginarnos las superficies de la sala como espejos. Una fuente tendrá su reflejo (reflexión) en las superficies (dependiendo de que tan reflectante sea ésta).
Cada reflexión en una superficie plana (100% reflectante) se puede considerar como proveniente de una fuente imagen.[Möser y Barros 2004]
Como se puede deducir, cada fuente imagen, o imaginaria, tendrá a su vez otras reflexiones. Así dependiendo de la absorción acústica presente en el recinto, la sala se irá progresivamente llenando de imágenes de la fuente (suponiendo superficies 100% reflectantes). Esto se traduce a que cada fuente imagen produce un aporte de incremento en el nivel de presión sonora al interior de una sala. Basta con producir un ruido de impacto (como un disparo) en un ambiente abierto (ausente de superficies) y otro dentro de un gimnasio (o recinto con superficies reflectantes), para apreciar el significado de esto.

5.4.2. Difusidad

Consideramos que una reflexión es regular cuando la longitud de onda del sonido incidente es mucho mayor que la irregularidad de la superficie.
Si la superficie reflectante presenta irregularidades y la longitud de onda del sonido incidente es aproximadamente igual al tamaño de las asperezas de la superficie reflectora, entonces se produce una reflexión irregular o reflexión difusa. [Sommerhoff 2006]
Se dice que el campo es perfectamente difuso si la presión sonora eficaz es igual en todo lugar y que, en cualquier punto del campo, es igualmente probable que las ondas viajen en cualquier dirección. Con 100% de difusidad existe una imposibilidad auditiva de determinar la ubicación de la fuente sonora. [Sommerhoff 2006]

6. CONCEPTO DE MAPA DE RUIDO

6.1. OBJETIVO DE UN MAPA DE RUIDO

El Objetivo de un mapa de ruido es representar en forma gráfica y visual el contorno acústico de un espacio físico determinado en cierto periodo de tiempo. Los niveles de ruido se representan en forma similar a los contornos topográficos de un mapa geográfico convencional. [Sommerhoff 2006]

Si bien, la confección de los primeros mapas de ruido comenzó en la década de los sesenta, para caracterizar el ambiente acústico de algunas ciudades, tuvo su real auge luego de la publicación del "Libro Verde de Lucha Contra el Ruido", en 1996, dónde se despertó el interés por darle a este tipo de cartografías un carácter de obligatoriedad.

Según la Unión Europea, los mapas de ruido son un método efectivo y relativamente barato para conocer la evolución de datos sobre el ruido. Entrega información al público y se considera una herramienta de planificación básica.[Suárez 2004]

Además esta información sirve para reconocer las zonas donde se debe actuar para reducir o mitigar de alguna forma las emisiones de ruido.

Existen varias definiciones para Mapas de Ruidos, coincidiendo la mayoría que un mapa de ruido se trata de una fotografía acústica de una zona determinada en un preciso instante de tiempo, utilizada para conocer el ambiente sonoro de un entorno y sus causas.[Suárez 2004]

La confección de mapas de ruido cuenta con normativas (ejemplo: ISO 1996-1/2) y diversos métodos para la obtención de los niveles de ruido necesarios para su elaboración. Pero la mayoría de estos métodos y normativas están establecidos para realizar mapas de ruido de zonas geográficas, como ciudades, barrios, etc.… y no se ha establecido aún una normativa clara para la confección de mapas de ruido de ambientes laborales, como en fábricas u otras empresas.

En lo que respecta a la elaboración del mapa de ruido de la empresa Frigorífico Osorno S.A., el presente trabajo se ha realizado apegándose en lo posible a las normas establecidas, con las restricciones que conlleva utilizar normativa establecida para la confección de mapas urbanos y su traslado a un espacio laboral.

6.2. METODOLOGÍA DE MAPAS DE RUIDO

Para elaborar un mapa de ruido se debe obtener cierta información del área de la cual se desea estudiar, principalmente los niveles de intensidad sonora que se presentan en dichas zonas. Para tal efecto es necesario realizar mediciones.

A continuación, se explicarán brevemente los métodos más utilizados para la elaboración de mapas de ruido, dándole especial énfasis al método de retícula, en el que se basó este trabajo:

Metodología de viales o tráfico: Distribuye los puntos de medición a lo largo de las principales vías de transito de una ciudad, asumiendo que en las zonas a medir, el aporte más importante de ruido lo hace el tráfico que circula a través de estas. [Suárez 2004]

Metodología de zonas específicas: Ubica los puntos de medición en zonas específicas donde se estima pueden producirse las emisiones de interés, como por ejemplo áreas donde se ubican discotecas, industrias, construcciones, etc.… [Suárez 2004]

Metodologías aleatorias: Los puntos de medición son determinados al azar siguiendo algún tipo de proceso determinado. Es uno de los menos utilizados. [Suárez 2004]

Metodologías predictivas: En este método prácticamente no es necesario hacer mediciones, ya que mediante otros parámetros y gracias a modelos matemáticos, predice el nivel de ruido según la fuente a estudiar. La utilización de programas computacionales muy efectivos ha ido popularizando esta metodología. [Suárez 2004]

Metodología de la retícula: La definición de puntos de medición se determina mediante la superposición sobre el plano de una retícula cuyas cuadrículas tienen dimensiones proporcionales a la superficie del área. En los nodos de la cuadrícula se ubican las estaciones de medida, o bien, en el punto más cercano al mismo, en la vía más próxima. El valor medido en este punto será asignado a la retícula que lo contiene como centro.
Se considera a este método como un proceso que lleva asociado un alto grado de representatividad de la zona estudiar.
Una ventaja de esta metodología es que no necesita un estudio previo sobre las características particulares de la zona a estudiar, ya que la propia retícula define la ubicación de los puntos de medida.
El riesgo que conlleva la aplicación de este método, es el de no evaluar algunos puntos de interés, suponiendo que el tamaño de la retícula sea demasiado grande, por lo que es de gran importancia el tamaño que se le asigna a las dimensiones de las cuadrículas.
[Suárez 2004]

Se ha utilizado una adaptación de esta última metodología en el presente trabajo, pues es la que puede aportar una información más representativa sobre los niveles presentes en las zonas a medir, en primer lugar porque los otros métodos ya mencionados son casi inaplicables, pues la metodología de viales se ocupa en vías de tráfico (que no es este caso), el de zonas específicas como se describe, es claramente urbano, el aleatorio podría omitir información importante (sectores no abarcados por mediciones), para usar algún método predictivo sería necesario contar con información adicional más algún software que satisfaga las condiciones requeridas y/o la implementación de un modelo matemático. En segundo lugar, el método de la retícula es el más indicado, pues si se escogen cuadrículas de tamaño conveniente (no tan grandes como para que sectores de importancia queden ignorados, ni tan pequeñas, pues más pequeñas significan emplear más mediciones y

tiempo), se obtiene un barrido de la zona a estudiar, el que contendrá información sobre los niveles de ruido de una alta representatividad y debido a que es un método que implica intrínsecamente llevar un registro detallado y pulcro de las mediciones, evitando incurrir en posibles errores de tipo predictivos.

6.3. ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDO DE FRIGORÍFICO OSORNO S.A.

Como se mencionó en el capítulo 3, Frigorífico Osorno S.A. es una empresa elaboradora de productos cárnicos. Dentro de sus instalaciones encontramos matadero, caldera, sala de máquinas, fábrica de cecinas, fábrica de hamburguesas, zonas de desposte, fábrica de harina de huesos, grasería, corrales, taller de mantención, saladero de cueros, cámaras de frío, zonas de envasado y generadores, como recintos donde se llevan a cabo actividades productivas. En esta empresa se desempeñan 350 trabajadores aproximadamente.
La empresa a primera vista cuenta con tres características importantes relacionadas con acústica:

1. Dentro de sus instalaciones se llevan a cabo labores productivas que generan altos niveles de ruido, a las cuales están afectos un número considerable de trabajadores.
2. En la mayoría de los casos, el ruido característico de cada zona se presenta en forma estable y continua debido a las cualidades de los procesos que se llevaban a cabo en dichas zonas.
3. Presenta características que se podrían observar dentro de otras empresas, desde el punto de vista acústico.

En cuanto a mapas de ruido urbano, lo común es que se establezcan varios mapas de ruido de una zona, ya que el ambiente sonoro irá cambiando dependiendo del horario. Para la confección del mapa de ruido de Frigorífico Osorno S.A., no se procedió de esta forma, ya que el interés de este trabajo es describir el entorno acústico de las zonas de producción precisamente en el periodo de tiempo en que se ejecutan las tareas productivas y donde se ven trabajadores involucrados. Por lo tanto se elaboró un único mapa de ruido de cada zona estudiada (exceptuando algunos casos, donde no se presentaba una actividad constante).
La norma ISO 1992-2 establece los criterios para la confección de mapas de ruido y la norma ISO 1192-1 establece los criterios para la descripción y medición de ruido ambiental. Tomando en cuenta ambas normas se elaboró el presente trabajo.
Se utilizó un método basado en el de retícula. Se escogió una cuadricula de 3,5 por 3,5 mts^2, este tamaño es relativamente pequeño, por lo que nos garantiza la obtención de resultados sumamente representativos. La estación de medición se ubicó en el centro de cada retícula, asignándole el valor medido a la totalidad de la retícula. En cada punto se realizaron mediciones de 10 minutos de duración, o hasta que el sonómetro se estabilizara en un valor determinado, o bien el tiempo necesario para que la medición abarcara el ciclo completo de algún proceso periódico. Para optimizar el procedimiento en razón del tiempo,

se obviaron algunos puntos de medición, tomando la precaución de que no se presentaran diferencias significativas de nivel de presión sonora entre estos.
Se utilizó un sonómetro integrador clase 2, asegurándose de su correcta calibración antes de cada jornada de medición. [Norma ISO 1996/2].
Para la confección de los mapas de ruido, se utilizó la ponderación A y la modalidad "slow" del sonómetro.
El sonómetro siempre se ubicó a por lo menos más de 1 metro de distancia de las paredes u otras superficies reflectantes y a más de 1,5 mts de ventanas. [Norma ISO 1996/1]
Para obtener mediciones acordes a la situación de los trabajadores que se desempeñaban en cada área, el sonómetro se ubicó a 1,6 mts de altura con respecto al suelo, emulando así la altura aproximada a la que se encuentra el oído humano. No se debe olvidar que el presente trabajo está enfocado en el trabajador.
El micrófono del sonómetro se orientó en cada caso de tal la forma que quedara uniformemente sensible al sonido incidente, en lo posible. [Norma ISO 1996/2]
Según la norma ISO 1996-2, el mapa de ruido debe representar niveles de presión sonora en tramos de a 5 dB. Cada tramo tiene asignado un color particular.
En la tabla 2 se pueden apreciar los intervalos de presión sonora y el color asociado a estos, según esta norma.

Tabla 6.1: Colores asignados para tramos de a 5 dB, según Norma ISO 1996/2

Zona de ruido (dB)	Color	
Bajo 35	verde claro	
35 a 40	verde	
40 a 45	verde oscuro	
45 a 50	amarillo	
50 a 55	ocre	
55 a 60	naranjo	
60 a 65	cinabrio	
65 a 70	carmín	
70 a 75	rojo lila	
75 a 80	azul	
80 a 85	azul oscuro	

Fuente [Norma ISO 1996/2]

Se puede apreciar que los niveles aquí establecidos son relativamente bajos. El interés de el presente trabajo se centra en las emisiones de ruido mayores a 85 dBA y puesto que en los procesos de la empresa se pudo encontrar altos niveles de presión sonora que superan muchas veces estos parámetros y prácticamente no se encuentran niveles inferiores a 50 dBA, se optó por utilizar una tabla de colores modificada con respecto a la normada, pero de cierta manera, respetando la distribución de colores.

Lo anterior se puede apreciar mejor en la tabla 3, que es la que se ocupó para confeccionar los mapas de ruido:

Tabla 6.2: Colores asignados para tramos de a 5 dB, modificado.

Zona de ruido (dBA)	Color	
50 a 55	verde claro	
55 a 60	verde	
60 a 65	verde oscuro	
65 a 70	amarillo	
70 a 75	ocre	
75 a 80	naranjo	
80 a 85	carmín	
85 a 90	rojo oscuro	
90 a 95	lavanda	
95 a 100	morado	
100 a 105	azul	
105 a 110	azul oscuro	

En el presente trabajo se analizó individualmente cada área donde se desenvuelven los trabajadores, cuyas faenas podrían verse sometidas a niveles altos de ruido laboral. Se describió brevemente la función de cada zona y se identificó, si era el caso, las fuentes que hacían un mayor aporte sonoro al ambiente. Además se calificó el tipo de ruido presente y se analizó brevemente el aporte acústico de cada recinto con respecto a su diseño.
En la obtención de valores de nivel de presión sonora equivalente se han aproximado las cifras obtenidas; por ejemplo, si el sonómetro indicaba 84,6 dBA, se ha aproximado a 85 dBA; es esta la razón por la que existen pequeñas diferencias de decimales en cuanto a los datos entregados para la elaboración de mapas y los datos entregados para el subsiguiente análisis de protección auditiva.
Los siguientes mapas se crearon utilizando el programa excel y su modalidad de gráficos, por lo que la interpolación entre valores obtenidos de las mediciones, fue la interpolación lineal que por defecto efectúa el mismo programa, la que es suficiente para el tipo de mapas que se requieren.
En algunos casos con grandes variaciones de ruido en el tiempo, se optó por realizar promedios energéticos con el fin de entregar información más representativa. A continuación, la vista general de la planta, ubicada en calle Francisco del Campo 200, Ovejería, Osorno.

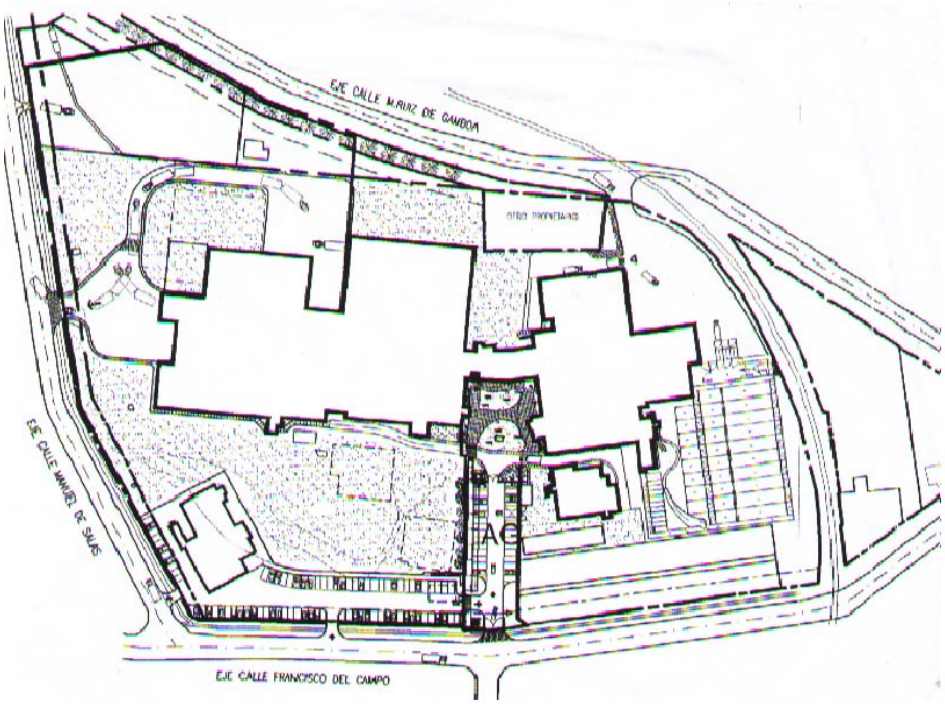


Figura 6.1: Vista general planta Frigosor
Fuente [Gentileza Frigosor S.A.]

7. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD DEL TRABAJADOR

Los altos niveles de ruido son una causa frecuente de pérdida auditiva. Si altos índices de ruido están presentes en los lugares de trabajo, se puede denominar el déficit auditivo como hipoacusia laboral.[Otárola y col. 2005]
Según datos de la Sociedad Chilena de Otorrinolaringología, el 30% de los trabajadores está expuesto a altos niveles de ruido, que provocan daño auditivo irreparable.
Según el Instituto de Salud Pública entre 1997 y 2000, el primer lugar de los diagnósticos de ingreso correspondía a enfermedades del órgano de la audición, con un 38%, en el Sistema Automatizado de Información en Salud Ocupacional del Ministerio de Salud.
Se ha demostrado que la exposición constante a altos niveles de ruido no sólo trae como consecuencia la pérdida auditiva, sino que también reduce la capacidad de concentración, incrementando por tanto el costo de realizar una actividad en específico; a su vez predispone al trabajador a un estado más "irritable" luego de la actividad laboral, impidiendo un descanso y recuperación adecuados. [Otárola y col. 2005]
Se sabe con certeza también, que el ruido conlleva efectos fisiológicos que afectan la visión, el estrés, la presión sanguínea, la tensión muscular, provoca trastornos cardiovasculares; y también de tipo psicológicos, provocando molestias, temor, perturbación de la actividad mental o física o del sueño. Dada su complejidad, no se sabe a ciencia cierta el real impacto que el ruido tiene en estas perturbaciones, puesto que no abundan los estudios sobre estos tópicos. [Antillanca 2005]
Se ha descubierto que el sistema auditivo es más propenso a sufrir daños al estar expuesto a ruidos compuestos mayoritariamente por frecuencias de entre los 2 Khz. y los 8 Khz, siendo las células ciliadas del órgano de Corti responsables de captar dichas frecuencias las que sufren en primera instancia el daño. Paulatinamente, si el individuo continúa sometido a un ambiente nocivamente ruidoso, el daño auditivo se expandiría al resto de las células ciliadas.
Esta progresiva pérdida auditiva no se presenta en forma lineal y los primeros años de exposición serían los que más estragos causan en la audición del trabajador.
La respuesta inmediata al daño auditivo es una leve perdida transitoria de la sensación auditiva, la que cambia el umbral del sujeto desde un ruido apenas audible hacia un nivel más alto de ruido por un período de horas.
Estos episodios de escurrimiento transitorio del umbral indican exposición a niveles de ruido dañinos. Exposiciones repetidas al ruido dentro de estos rangos de intensidad eventualmente llevarán a un escurrimiento permanente del umbral.
Con una exposición más prolongada el daño puede ir desde la pérdida de las células de soporte hasta la disrupción completa del órgano de Corti.
Existen factores que van a determinar independientemente la aparición de la hipoacusia por exposición crónica al ruido.
De este modo, la intensidad del ruido no es el único condicionante del daño observado, sino que también influye el tiempo diario y la cantidad de años totales durante los cuales se

estuvo expuesto, en conjunto con las características del agente, ya sea éste constante o intermitente. Además de lo anterior, se ha postulado en la literatura la posibilidad de que exista cierta susceptibilidad individual a presentar daño, lo cual no ha podido ser estudiado sistemáticamente por el momento.
La pérdida auditiva debida a una exposición mantenida a ruido se debe diferenciar del trauma acústico. Este último se refiere al daño provocado por la exposición única al estímulo sonoro que generalmente excede los 140 dB por un tiempo menor a los 0,2 segundos. En el trauma acústico la hipoacusia es del tipo sensorioneural o mixta, pudiendo presentarse en forma uni o bilateral.
En el daño auditivo inducido por ruido, la hipoacusia es del tipo sensorioneural, nunca mixta, generada por la exposición continua al ruido. Se presenta en forma gradual, bilateral, simétrica y recuperable sólo en su inicio.
El método que se utiliza para diagnosticar la hipoacusia laboral, se basa en un examen llamado audiometría. Este examen requiere de la cooperación del paciente para ser realizado, permitiendo la evaluación de los umbrales auditivos entre las frecuencias de 128 y 8.000 Hz. Se observa que la hipoacusia en un principio se presenta alrededor de los 4kHz, para luego expandirse a las restantes frecuencias señaladas.
No existe ninguna terapia médica ni quirúrgica que haya demostrado efectividad en forma confiable y reproducible para el tratamiento de la Hipoacusia Laboral. De este modo, a pesar de que hay algunos tratamientos experimentales en base a vitamina B12, magnesio y oxígeno hiperbárico, entre otros, ninguno ha mostrado una utilidad que permita su uso clínico.
Es por esto que lo más importante continúa siendo las técnicas de prevención que eviten la aparición de los síntomas.
Es imperativo que además de haber disponibilidad de elementos de protección personal, se capacite activamente al trabajador para que entienda la utilidad que tienen, dado que en la práctica muchos de ellos no las ocupan por diversos motivos personales y conductuales. [Otárola y col. 2005]

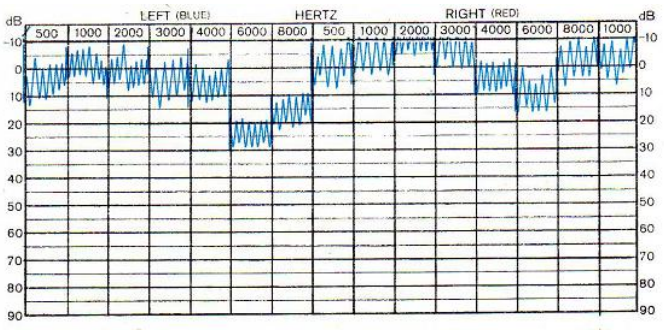


Figura 7.1: Ejemplo de audiometría (audición normal).
(Realizado durante una experiencia en el laboratorio de acústica, año 2007)

8. EL DECRETO SUPREMO 594: REGLAMENTO SOBRE CONDICIONES SANITARIAS Y AMBIENTALES BÁSICAS EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

El D.S. 594 es, junto al D.S. 146, tal vez uno de los reglamentos más consultados por los ingenieros acústicos en Chile. En este decreto, es de especial interés para el ingeniero acústico, la sección a la que pertenece el párrafo III, del artículo 70 al 82, que tratan sobre la exposición al ruido en ambientes laborales.
Aquí se definen los tres tipos de ruido (estable, fluctuante e impulsivo), dosis de exposición, instrumentación indicada para mediciones y límites de tiempo de exposición y nivel de presión sonora.
Estos artículos mencionados, son también utilizados por prevencionistas de riesgo, como método de medición de nivel de ruido en puestos de trabajo.
Anteriormente se definieron los tres tipos de ruido según este decreto.

8.1. NIVELES DE EXPOSICIÓN PERMITIDOS

El artículo 74 del D.S. 594 dice lo siguiente con respecto a la exposición al ruido:
La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

El artículo 75 del D.S. 594, entrega información precisa acerca de la exposición al ruido en ambiente laboral:
Niveles de presión sonora continua equivalentes, diferentes a 85 dB(A) lento, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 8.1:Niveles de presión continua equivalentes, ponderación A.

NPSeq	**Tiempo de exposición por Día**		
[dBA lento]	**Horas**	**Minutos**	**Segundos**
80	24		
81	20,16		
82	16		
83	12,7		
84	10,08		
85	8		
86	6,35		
87	5,04		

NPSeq	Tiempo de exposición por Día		
[dBA lento]	Horas	Minutos	Segundos
88	4		
89	3,17		
90	2,52		
91	2		
92	1,59		
93	1,26		
94	1		
95		47,4	
96		37,8	
97		30	
98		23,8	
99		18,9	
100		15	
101		11,9	
102		9,4	
103		7,5	
104		5,9	
105		4,7	
106		3,75	
107		2,97	
108		2,36	
109		1,88	
110		1,49	
111		1,18	
112			56,4
113			44,64
114			35,43
115			29,12
125			28,13
126			22,32

Fuente [D.S. 594 1999]

La anterior tabla se utiliza para exposiciones de ruido estable y fluctuante.

El artículo 77 del D.S. 594 señala:
En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB(A) lento, cualquiera sea el tipo de trabajo.

El artículo 78 dice lo siguiente, respecto a los niveles de ruido impulsivo permitido:
En ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora continuos equivalentes superiores a 115 dB(A) lento, cualquiera sea el tipo de trabajo.

El articulo 79 menciona el limite de nivel de presión sonora de la siguiente manera: La exposición ocupacional a ruido impulsivo deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora peak superior a 95 dB(C)Peak, medidos en la posición del oído del trabajador.

El artículo 80, del D.S. 594 también entrega los valores permisibles para ruido impulsivo en una tabla, similar al artículo 75:
Niveles de presión sonora peak diferentes a 95 dB(C)Peak, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 8.2: Niveles de presión continua equivalentes, ponderación C.

NPSpeak	**Tiempo de Exposición por Día**		
[dBC]	**Horas**	**Minutos**	**Segundos**
90	24		
91	20,16		
92	16		
93	12,7		
94	10,08		
95	8		
96	6,35		
97	5,04		
98	4		
99	3,17		
100	2,52		
101	2		
102	1,59		
103	1,26		
104	1		
105		47,62	

NPSpeak	Tiempo de Exposición por Día		
[dBC]	Horas	Minutos	Segundos
106		37,8	
107		30	
108		23,8	
109		18,9	
110		15	
111		11,9	
112		9,4	
113		7,5	
114		5,9	
115		4,7	
116		3,75	
117		2,97	
118		2,36	
119		1,88	
120		1,49	
121		1,18	
122			56,25
123			44,65
124			35,44
125			28,13
126			22,32
127			17,72
128			14,06
129			11,16

Fuente [D.S. 594 1999]

Estos valores se entenderán para trabajadores expuestos sin protección auditiva personal.

El artículo 81, hace mención a que en ningún caso se permitirá que trabajadores carentes de protección auditiva personal estén expuestos a niveles de presión sonora peak superiores a 140 dB(C) peak, cualquiera sea el tipo de trabajo.

El artículo 82, señala en mención al uso de protección auditiva**:** Cuando un trabajador utilice protección auditiva personal, se entenderá que se cumple con lo dispuesto en los artículos 75 y 80 del presente reglamento si el nivel de presión sonora efectivo no sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en las tablas indicadas en tales artículos.

Para los efectos de este reglamento se entenderá por nivel de presión sonora efectiva la diferencia entre el nivel de presión sonora continua equivalente o el nivel de presión sonora peak, según se trate de ruido estable, fluctuante, o impulsivo respectivamente, y la reducción de ruido que otorgará el protector auditivo. En ambos casos la reducción de ruido será calculada de acuerdo a las normas oficiales vigentes en materia de protección auditiva. [D.S. 594 1999]

8.2. DOSIS DE RUIDO, SEGÚN EL D.S 594

El articulo 76 del D.S. 594 trata sobre la dosis de ruido a la que se expone un trabajador durante su jornada de trabajo y dice lo siguiente:
Cuando la exposición diaria a ruido está compuesta de dos o más períodos de exposición a diferentes niveles de presión sonora continuos equivalentes, deberá considerarse el efecto combinado de aquellos períodos cuyos NPSeq sean iguales o superiores a 80 dB(A) lento. En este caso deberá calcularse la dosis de ruido diaria (D), mediante la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Te_1}{Tp_1} + \frac{Te_2}{Tp_2} + \ldots + \frac{Te_n}{Tp_n} \qquad (2)$$

Te = Tiempo total de exposición a un determinado NPSeq
Tp = Tiempo total permitido de exposición a ese NPSeq
La dosis de ruido diaria máxima permisible será 1 (100%).
[D.S. 594 1999]

Observaciones:
Si bien el D.S. es una normativa legal, por lo cual hay que acatarla, no es precisa en cuanto a lo que a ruido impulsivo respecta. El decreto señala el límite de exposición según el nivel de presión sonora C peak y el tiempo de exposición por día, pero no toma en cuenta la cantidad ni la periodicidad de los impulsos en dichos lapsos de tiempo.

9. PROTECCION AUDITIVA

Para realizar el análisis respecto a sí la protección auditiva utilizada por el personal de Frigorífico Osorno S.A. es la indicada para proteger a los trabajadores del ambiente sonoro en que se encuentran sumergidos en sus puestos de trabajo, se han utilizado los métodos recomendados por el Instituto de Salud Pública, publicados en su Guía de Selección y Control de Equipos de Protección Auditiva.

En esta sección se ha estudiado los elementos de protección auditiva para verificar si estos cumplen con atenuar el ruido presente en los puestos de trabajo, o bien recomendar algún tipo de protección que eficazmente atenúe el ruido dejándolo bajo los márgenes permitidos por el D.S. 594.

Se debe tener presente que si bien los elementos de protección auditiva personal son una alternativa que permite salvaguardar la salud auditiva de los trabajadores, actúan individualmente a nivel del usuario, reduciendo el ruido en el receptor y no es una solución que elimine el problema del ruido, y cualquier persona que no las utilice en las zonas conflictivas estará sometida a los efectos nocivos que provoca el ruido en la audición.

Tal vez el punto más negativo de la utilización de protección auditiva cómo método de protección ante un ambiente ruidoso, o sea, un método que actúa sobre el receptor, en vez de algún método que actúa sobre la fuente, es la pérdida de la comunicación entre trabajadores. Los elementos de protección auditiva estudiados no son inteligentes y no discriminan si el sonido que incide sobre el receptor es ruido o una frase de advertencia emitida por algún compañero que trata de avisar sobre una determinada situación de peligro; por lo que se debe tener esto en cuenta.

Para el presente estudio de protección auditiva, se realizaron mediciones de ruido en las áreas donde se desempeñaban los trabajadores, sus puestos de trabajo, o en el lugar del área en que se presentara los niveles de ruido más nocivos. En cada área se realizaron varias mediciones, ubicando las estaciones de medición en diferentes puntos. Con los datos obtenidos se elaboraron tablas que registraban el nivel de presión sonora equivalente (Leq) en dBA de cada frecuencia durante un periodo de 10 minutos en modalidad slow, o hasta que el sonómetro se estabilizara. De esta tabla se extrajeron los niveles más altos correspondiente a cada área y con estos datos se procedió a analizar si la atenuación otorgada por los protectores se ajustaba a las necesidades establecidas por el D.S 594.

Se procedió a utilizar los métodos sugeridos por el ISP para el análisis de protección auditiva, específicamente el método de bandas de octava, utilizando la información proporcionada por el fabricante, referente a la atenuación otorgado por el protector por frecuencia.

Luego se sometieron los protectores auditivos a pruebas en el laboratorio, para corroborar si la información dada por el fabricante correspondía a la realidad.

9.1. TIPOS DE PROTECTORES AUDITIVOS

Un protector auditivo, o elemento de protección auditiva (EPA), es un elemento de protección personal (EPP) cuyas propiedades permiten reducir el ruido al que las personas pueden estar expuestas, los cuales se insertan o tapan el oído, reduciendo así el ruido a nivel de receptor, obstaculizando la trayectoria desde la fuente al canal auditivo.
Existen 3 tipos de Protectores Auditivos:

- Protector Auditivo tipo Fono u Orejera: Encierran por completo el pabellón auditivo externo, no se insertan en el canal auditivo, lo encierran herméticamente por medio de una almohadilla de espuma plástica generalmente.
- Protector Auditivo tipo tapón: Son protectores auditivos que se insertan en el conducto auditivo o en la cavidad de la oreja, bloqueando la transmisión del sonido por vía aérea. A veces vienen provistos de un cordón interconector o de un arnés.
- Protectores Auditivos Especiales: Pueden ser cascos antirruido, orejeras de comunicación o protectores auditivos activos, estos actúan sobre el ruido enviándole una señal de ruido en desfase a la captada sumándose para así poder atenuarla.[ISP 2007]

9.2. SELECCIÓN DEL PROTECTOR AUDITIVO

El ISP ha establecido ciertas generalidades, recomendaciones en tener en cuenta para la selección de protección auditiva a nivel de empresa, la que incluye un listado de factores que inciden sobre la correcta decisión en la selección de dichos elementos.
Para la selección de un EPA (elemento de protección auditiva) es necesario identificar los riesgos, evaluar y caracterizar el ruido, así como también determinar las condiciones ambientales en el puesto de trabajo que puedan afectar la vida útil y el rendimiento del protector. [ISP 2007]
El presente trabajo se ha centrado en la parte de evaluar y caracterizar el ruido, pero también se ha hecho un breve análisis sobre las condiciones ambientales en los puestos de trabajo.
Para llevar a cabo esto, como bien se expuso en las anteriores líneas, es importante tener en cuenta los siguientes factores:

- Exigencias en materia de atenuación sonora;
- Marca de certificación reconocida por la autoridad sanitaria (Instituto de Salud Publica de Chile "ISP");
- Compatibilidad con otros EPP's (elementos de protección personal);
- Comodidad que ofrece al trabajador, así como los problemas de salud del trabajador, para determinar si el protector auditivo ejerce influencia sobre éstos;
- Necesidad de escuchar señales de alarma;
- Condiciones del lugar de trabajo. [ISP 2007]

En el penúltimo punto, el de la necesidad de escuchar señales de alarma, se produce un tipo de conflicto, pues como ya se ha escrito, el rango de frecuencias que contiene la información más relevante en cuanto a la comunicación de la palabra humana, esta entre los 300hz y los 3Khz, rango sobre el que actúan atenuando el sonido prácticamente la totalidad de los EPA lineales (no activos). [Suárez 2004]

9.2.1. Métodos utilizados por los Fabricantes para suministrar los valores de atenuación sonora entregados por los Elementos de Protección Auditiva.

La información requerida para la elección de cierto Elemento de protección auditiva (EPA) debe estar especificada por el fabricante, por lo menos lo que se refiere a la atenuación sonora que este proporcionará en el usuario, que es el objetivo primordial en estos elementos. Es por eso que cuando se pretenda elegir un EPA encontraremos dicha información bajo las siglas de NRR, SNR. Cabe mencionar que específicamente estos datos son obtenidos bajo condiciones estándares de laboratorio y no son los que se utilizaron para realizar el presente trabajo, pues existe otro método que entrega más exactitud, el método de bandas de octava, cuya atenuación proporcionada por el fabricante esta entregada en forma individual para cada banda de frecuencia junto con su desviación estándar correspondiente.
Los fabricantes utilizan los siguientes métodos para la obtención de los recién nombrados parámetros NRR y SNR, los que se han descrito a continuación.

9.2.1.1. NRR

La Tasa de Reducción de Ruido (NRR: Noise Rate Reduction) especifica en un único valor el promedio de reducción de sonido que proporcionan los distintos tipos de protección auditiva vendidos en los Estados Unidos. El NRR se calcula bajo pruebas de Laboratorio, no considerando la pérdida producida por la forma del canal auditivo.
El NRR representa aproximadamente la reducción de ruido en dBA que proporciona el protector. NRR se sustrae de un nivel sonoro con ponderación C, es decir, dBC (nivel sonoro) - NRR = dBA (exposición efectiva).

$$NRR = 107{,}9\ dBC - \ 10\log \sum_{f=125}^{8000} 10^{0.1(L_{Af} - APV_{f98})} - 3\ dB \qquad (3)$$

- L_{Af} es el nivel de la frecuencia en banda de octava *f*, en dBA, por Ruido Rosa con un nivel equivalente a 107,9 dBC.
- APV_{f98} es el valor medio de atenuación menos 2 desviaciones estándar (98% de variación en una distribución normal) en la frecuencia f.

En síntesis la ecuación puede ser resumida de la siguiente manera:

$$NRR = Nivel\ oído\ desprotegido\ dBC - Nivel\ oído\ protegido\ dBA - 3dB. \quad (4)$$

- *Nivel (oído) Protegido*: Nivel de exposición efectiva del trabajador, al usar protector auditivo.
- *Nivel (oído) Desprotegido*: Nivel de exposición del trabajador no usando protector auditivo.

Dependiendo de la ponderación usada al medir los niveles de exposición al ruido (ponderación A o C) el nivel equivalente oído protegido es:

Ponderación C:

$$Leq\ protegido\ dBA = Leq\ desprotegido\ dBC - NRR. \quad (5)$$

Ponderación A:

$$Leq\ protegido\ dBA = Leq\ desprotegido\ dBA - (NRR - 7). \quad (6)$$

Estas ecuaciones fueron determinadas para regímenes de trabajo de 8 horas.
El factor 7 dB de corrección en la ecuación para ponderación A, corresponde a la posibilidad que los niveles medidos en ponderación A puedan subestimar los niveles de ruidos en bajas frecuencias dado el "castigo" para estas en esta ponderación. [Norma ANSI S3.19]

9.2.1.2. SNR

El SNR (Single-Number Rating) se calcula de forma muy parecida al NRR en el método de cálculo pero con notables excepciones.
El SNR se puede usar para calcular varios Niveles de Funcionamiento de Protección, esto quiere decir que el porcentaje de población puede ser considerado para recibir no menos que la atenuación calculada, mientras que el NRR esta fijo en 98%. Tampoco contiene la sustracción de 3dB como el NRR.
El cálculo del SNR se basa en un ruido rosa con un nivel en total de 100 dBC y valores de protección asumidos.

$$SNR = 100\ dBC - 10\log \sum_{f=63}^{8000} 10^{0.1(L_{Af} - APV_{fX})} \quad (7)$$

- L_{Af} es el nivel con ponderación A de la frecuencia en banda de octava *f*.
- APV*fx* es el valor de protección asumido para cada frecuencia.

El SNRx se utiliza para estimar un nivel de funcionamiento específico de protección ($L'_{A}x$) dado un nivel de ruido específico en ponderación C (LC). El nivel de protección efectivo en ponderación A, $L'_{A}x$, bajo el protector auditivo es calculado restando el SNRx del nivel de presión efectivo en ponderación C de un ruido específico.

$$L'_{A}x = LC - SNRx, \quad (8)$$

Se puede decir que el NPS eficaz en ponderación A será menor o igual al valor de $L'_{A}x$ un x% de las veces siempre y cuando el protector sea usado correctamente por varios usuarios en el ambiente ruidoso. [Norma ISO 4869]

9.2.2. Métodos de obtención de los Niveles de Presión Sonora Equivalentes Atenuados por Protección Auditiva.

9.2.2.1 Método de bandas de octava.

Se ha escogido este método para realizar el presente trabajo, pues está catalogado por el ISP como el más exacto de los métodos que el organismo describe en su Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos.
El método se describe de la siguiente manera:
El valor del nivel de presión sonora equivalente a nivel del receptor atenuado por protección auditiva se calcula con los datos por bandas de octava desde 63 a 8000 Hz. Para tal efecto, es necesario disponer de los niveles de ruido por bandas de octava del puesto de trabajo Lf (niveles equivalentes en bandas de octava) y del valor de protección asumida APVf del protector auditivo, proporcionado por el fabricante. Si no se posee el valor del APV a 63 Hz se realiza el cálculo a partir de los 125 Hz.
[ISP 2007]
Para el presente trabajo se realizó el cálculo a partir de los 125 Hz, pues la atenuación sonora a los 63 Hz no fue suministrada por los fabricantes de EPAs.
Para calcular el APVf se requieren los siguientes datos:
- Atenuación sonora promedio (Af) y desviación estándar (Df) para cada banda de frecuencia.
- Valor de protección asumida APV, para cada banda de frecuencia de ensayo con el valor $a = 1$.

Donde:

$$APVf = Af - a * Df \quad (9)$$

[ISP 2007]

El valor de $a = 1$ es un factor de corrección que representa la eficacia de protección deseada en 84%, según recomendación de la norma UNE EN ISO 4869-2 y NCh 1331/6, y es el valor que se ha ocupado para realizar los cálculos en el presente trabajo. Se pueden utilizar también valores para 80% ($a = 0,84$) o 95% ($a = 1,64$). [Perramón 2006]
La desviación estándar utilizada en este cálculo se justifica por lo siguiente:
Debido a que los datos proporcionados por el fabricante se obtuvieron mediante pruebas específicas en laboratorio, bajo ciertas condiciones, pruebas echas a un número amplio de muestras de producto escogidas al azar, las que arrojaron diferentes resultados. Estos resultados fueron analizados aplicando estadísticas y cómo resultado final se obtuvieron las medias y desviaciones estándares de atenuación por frecuencia de las muestras de producto.
Esta medida, la desviación estándar, nos permite determinar el promedio aritmético de fluctuación de los datos respecto a su punto central o media. La desviación estándar nos da como resultado un valor numérico que representa el promedio de diferencia que hay entre los datos y la media. [Ostle 1965]
La secuencia de este método se puede observar en la figura (9.1), para su mayor comprensión:

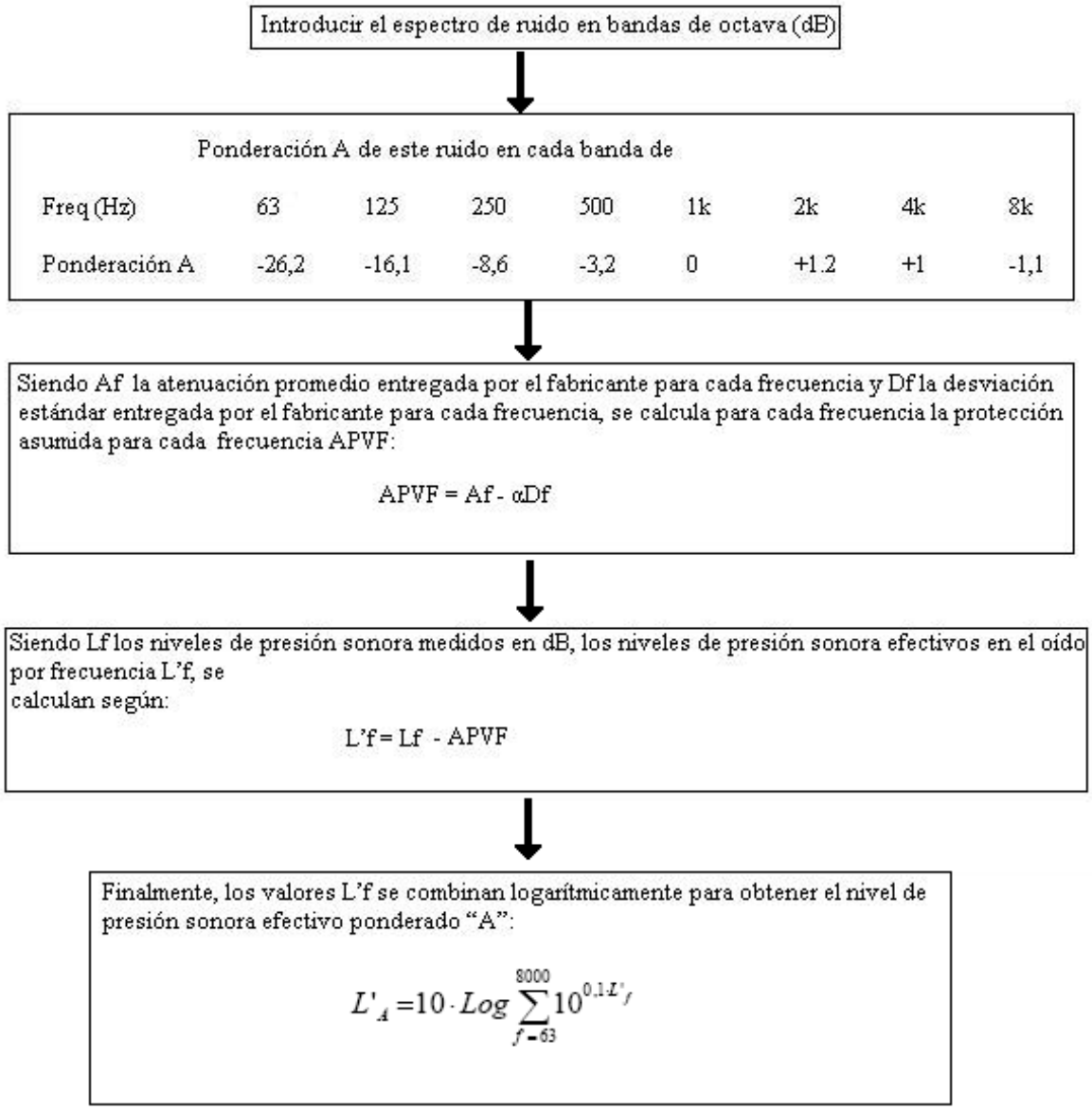


Figura 9.1: Pasos a seguir en metodología de banda de octavas

9.2.2.2. Método HML

Son necesarios los datos del nivel de presión sonora continuo equivalente medido con ponderación "A" (LA) y "C" (LC), y la diferencia "Lc – La" del puesto de trabajo, también llamada C – A. Además, hay que disponer de los valores H, M y L del protector auditivo, que corresponden a una ponderación de altas, medias y bajas frecuencias respectivamente.
A partir de los datos indicados se obtiene el valor PNR (Reducción del nivel de ruido predicha) correspondiente.
- Para ruidos de bajas frecuencias, es decir, aquellos con diferencias C – A mayor que 2dB, se calculará con:

$$PNR = M - \frac{M - L}{8}\left(L_c - L_A - 2\right) \qquad (10)$$

- Para ruidos de medias o altas frecuencias, es decir, aquellos con diferencias C – A menor o igual que 2 dB, se calculará con:

$$PNR = M - \frac{H - M}{4}\left(L_c - L_A - 2\right) \qquad (11)$$

Este valor PNR de un protector auditivo para un tipo de ruido y protector auditivo específico, se resta del nivel de ruido existente en el puesto de trabajo, para obtener el nivel de presión sonora efectivo ponderado "A":

$$L´A = NPS_{eq} - PNR \qquad (12)$$

NOTA: El valor de L'A se redondea al entero más próximo.
[ISP 2007]

9.2.2.3. Método SNR:

Para su utilización son necesarios los datos del nivel de presión sonora del ruido en el puesto de trabajo y el valor SNR del protector auditivo (el valor SNR, es entregado por el fabricante se puede calcular siguiendo la metodología señalada en la NCh 1331/6). El nivel de presión sonora efectivo ponderado "A", se calcula a partir de alguna de las siguientes ecuaciones, redondeando el resultado al entero más próximo.

$$L'A = LA + (LC - LA) - SNR = LC - SNR \qquad (13)$$

[ISP 2007]

9.2.2.4. Combinación de Orejeras y Tapones:

En los casos que se requiera Doble Protección auditiva (Orejera y Tapón), se debe tener presente que la protección entregada no es la suma aritmética de los dos protectores auditivos.
Una fórmula empírica simple que permite estimar la reducción de ruido global obtenida con una combinación de orejera y tapón, es:

$$SNR_{(O+T)} = 33log\ (0.4*SNRo+0.1*SNRt) \quad (14)$$

donde:
SNR_T= índice de reducción único del tapón auditivo
SNR_O = índice de reducción único de la orejera
[ISP 2007]
En el presente trabajo se ha omitido el cálculo de protección doble de la forma anteriormente descrita, el que se ha sustituido por valores proporcionados por las pruebas hechas en el laboratorio de acústica, para obtener así resultados representativos más apegados a la realidad; otra razón que soporta lo realizado es que los fabricantes no proporcionaron el valor SNR de los protectores, sino que proporcionaron el valor NRR, el cuál no sirve para efectuar el cálculo anteriormente descrito.

9.2.3. Condiciones ambientales y presencia de otros riesgos en el lugar de trabajo.

Para una selección adecuada del protector auditivo se deberán considerar las condiciones ambientales del lugar de trabajo, debido al impacto que pudieran tener tanto en la comodidad como en el rendimiento del equipo. Asimismo, la existencia de humedad, polvo, calor o frío excesivo, radiación solar, entre otros, pueden cambiar las propiedades de sus materiales y con ello disminuir su vida útil.
Por otro lado, la presencia de peligros y agentes, tales como: químicos, eléctricos, o térmicos, podría implicar la necesidad de utilizar otros EPP's, o bien que tales peligros recomiende que los propios protectores auditivos cumplan propiedades especiales (por ejemplo, riesgo eléctrico).
A continuación se trata brevemente algunos de estos aspectos a considerar:

Temperatura y humedad elevadas: Si debido al trabajo se produce una sudoración abundante en la zona recubierta por las orejeras, es preferible la utilización de tapones; si no es factible la utilización de tapones, se recomienda usar orejeras con almohadillas rellenas de líquido; si se utilizan almohadillas rellenas con espuma, se recomienda

recubrirlas con un material absorbente al sudor, de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Polvo: En los trabajos con polvo y suciedad en que se utilizan tapones reutilizables, existe riesgo de infección en el oído, por este motivo es recomendable la utilización de tapones desechables; si se utilizan orejeras en ambientes con polvo, puede acumularse una capa de éste entre la almohadilla de la orejera y la piel, lo que puede dar como resultado la irritación de ésta última.

Agentes químicos: la contaminación del protector auditivo con sustancias extrañas, tales como grasa, aceites, soluciones, residuos líquidos, etc., podría generar irritaciones o abrasiones en la piel. Para estos casos es recomendable el uso de orejeras.

Agentes eléctricos: las orejeras acoplables a un casco de protección que posee propiedades dieléctricas, no debe provocar una modificación en tales características.

Características del puesto de trabajo: En situaciones donde el trabajador requiera hacer maniobras en lugares pequeños (espacios confinados) los tapones son una buena elección. [ISP 2007]

10. MAPAS DE RUIDO DE LA PLANTA FRIGOSOR

A continuación, los mapas de ruido elaborados para el presente trabajo, más un análisis breve de los recintos estudiados.

10.1. CALDERA Y BODEGA DE CHIPS

Descripción de recinto: Amplio galpón de gran envergadura, que cobija la caldera, máquina de asistencia para caldera y la bodega de chips.
Fabricado prácticamente en su totalidad con planchas de zinc, piso de cemento.

Numero de trabajadores en el área: 2 (por turno; 3 turnos diarios).

Fuentes de importancia: Caldera, máquina de asistencia para caldera.

Descripción de funciones: La caldera calienta el agua con la que se abastecen la mayoría de las salas en la planta. Es alimentada principalmente con chips y eventualmente con leña.

Tipo de ruido presente: Ruido estable. Se observan zonas donde se sobrepasa el límite permisible, alrededor de la caldera propiamente tal.

Observaciones: Se hace notar claramente la presencia de una pequeña pared compuesta de planchas de zinc que separa el recinto de la caldera con el de la bodega, el que actúa como una barrera acústica proyectando una sombra acústica sobre la bodega de chips. Se observan niveles de presión sonora de bajo nivel en el área de la bodega de chips, atenuándose el ruido a medida que los puntos de medición se alejan de la fuente principal (caldera). Los bajos niveles de presión sonora se asocian a que dicha bodega está repleta de chips, los que actúan como absortores acústicos.

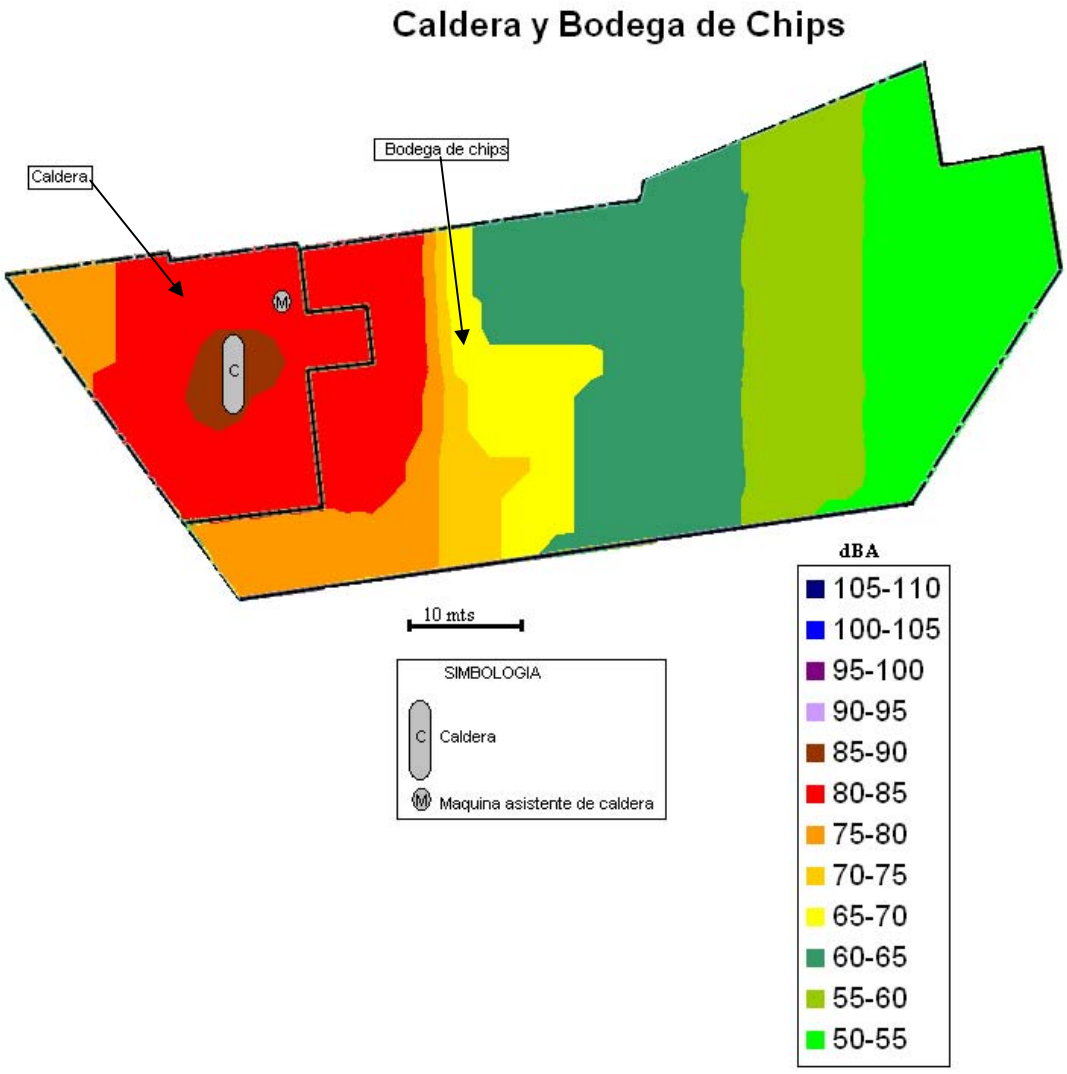


Figura 10.1: Mapa 1.

10.2. GRASERIA

Descripción de recinto: Recinto rectangular fabricado principalmente de hormigón, que contiene las zonas de grasería, propiamente tal, sala de empaque, cámara de conservación y un pequeño camarín.

Número de trabajadores en el área: 5.

Fuentes de importancia: Digestores y manguera de alta presión.

Descripción de funciones: En la zona de grasería se disuelva la grasa animal para su posterior empaque.

Tipo de ruido presente: Ruido estable. Se observan zonas donde se sobrepasa el límite permisible, alrededor de los digestores. Debido a su geometría y diseño de construcción (superficies reflectantes) se presenta un ambiente acústicamente difuso.

Observaciones: La manguera de alta presión, si bien no funciona continuamente, lo hace regularmente a breves intervalos de tiempo, ya que su función es mantener el lugar limpio. El sector se caracteriza por tener una alta temperatura debido al funcionamiento de los digestores, un ambiente saturado de humedad y grasa; se observa que una película de grasa cubre constantemente todas las superficies dentro de la grasería, lo que provoca que estas se encuentren resbaladizas. La cámara de conservación presenta niveles altos de presión sonora, debido a ventiladores instalados en el recinto.

Figura 10.2: Mapa 2.

10.3. FÁBRICA DE HARINA

Descripción de recinto: Recinto fabricado principalmente de hormigón, que contiene las zonas de prensa continua, envasado, bodega y tiene anexados una sala de caldera de emergencia y una oficina. Contiene también una sala que se encuentra deshabilitada.

Número de trabajadores en el área: 3 (por turno, 2 turnos).

Fuentes de importancia: Digestores, molino, prensa y ventiladores (exteriores).

Descripción de funciones: En la fábrica de harina de hueso, se procesa parte del decomiso y huesos resultantes de los procesos anteriores, obteniendo así lo que se denomina harina de hueso, utilizada entre otros fines, para la elaboración de alimento de mascotas. En el área de envasado se realiza su posterior empaque.

Tipo de ruido presente: Ruido estable. Se observan zonas donde se sobrepasa el límite permisible, alrededor de los digestores, molino, prensa y ventiladores. Debido a su geometría y diseño de construcción (superficies reflectantes) se presenta un ambiente acústicamente difuso. Existen paredes de hormigón que de forma clara aíslan acústicamente las zonas de almacenaje de las de proceso.

Observaciones: La zona de procesamiento de olores, compuesta por grandes ventiladores, está anexada a la parte exterior de la fábrica de harina, su influencia en el ambiente sonoro es más notable en la parte exterior del recinto, que en el interior de este, mas aquí no existen puestos de trabajo fijos.

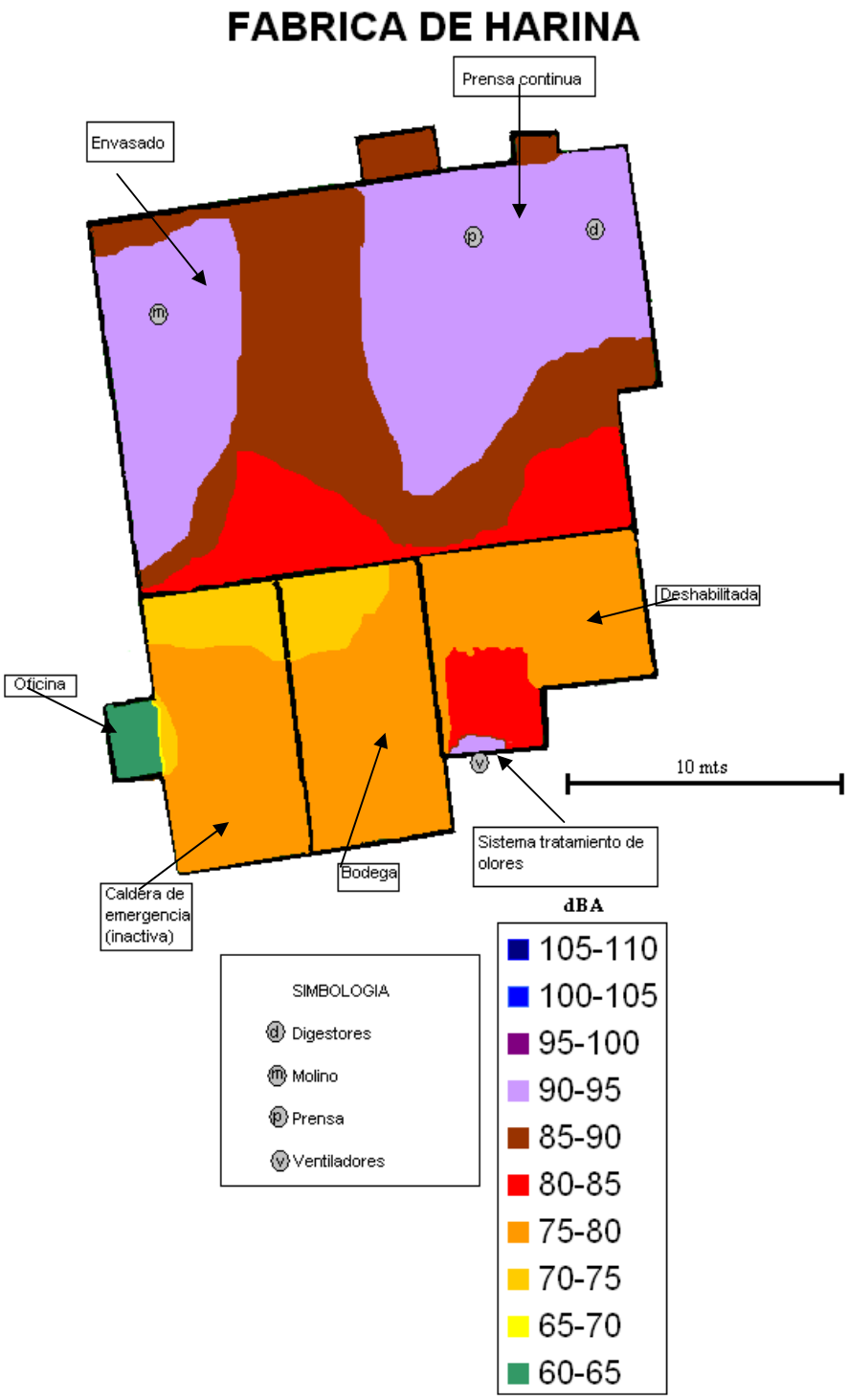


Figura 10.3: Mapa 3.

10.4. CORRALES Y SALADERO DE CUEROS

Descripción de recintos: (Corrales) Amplio galpón abierto con techo de planchas que cobija los corrales.
(Saladero de cueros) Recinto rectangular fabricado de hormigón.
Las salas de matadero de emergencia, estrobado y cajón de insensibilización están integradas al edificio denominado como faenas, construido de hormigón.

Número de trabajadores en el área (saladero de cueros): 8.
Número de trabajadores en el área (corrales): 4.
(El personal de estrobado, matadero de emergencia y cajón de insensibilización, se incluye dentro del matadero).

Fuentes de importancia: Pistola neumática de insensibilización.

Descripción de funciones: (Corrales) Se alberga a los animales a ser faenados en el mismo día; en los corrales de observación se mantienen a los animales que presentan cierta incertidumbre sobre su estado según el criterio del veterinario.
(Saladero de cueros) Se salan los cueros de los animales faenados, para su preservación y almacenaje.
(Cajón de insensibilización) Se insensibiliza a cada animal mediante una pistola neumática, en un cajón con piso abatible; este piso se abre, dejando caer al animal a la zona de estrobado.
(Estrobado) Se alzan los animales insensibilizados para su faenamiento.
(Matadero de emergencia) Se faenan individualmente los animales que presentan algún problema, no cuentan con las características necesarias para pasar por el proceso regular o simplemente así lo requieren, por lo que su funcionamiento es puntual y no continuo.

Tipo de ruido presente: En el cajón de insensibilización se presenta ruido impulsivo de alta intensidad. En los corrales se presenta un ruido irregular ya que el aporte más grande lo hace el ruido que proviene de la pistola neumática del cajón de insensibilización y los sonidos emitidos por los animales. En estrobado el ruido presente es mayoritariamente estable. En el saladero de cueros el ruido tiene características de estable.

Observaciones: Prácticamente en el cajón de insensibilización es el único lugar de la planta donde en forma continua se presenta ruido impulsivo.
A pesar las características acústicas que debería presentar el saladero de cueros al ser un recinto de hormigón cuyas paredes son altamente reflectantes, los montículos de cuero actúan como absortores, secando acústicamente el lugar.

Figura 10.4: Mapa 4.

10.5. BODEGA DE INSUMOS

Descripción de recinto: Amplio recinto fabricado principalmente de planchas de zinc, de formas rectangulares.

Número de trabajadores en el área: 5.

Fuentes de importancia: No existen fuentes emisoras de importancia.

Descripción de funciones: En la bodega de insumos se almacenan principalmente las cajas y materiales de envasado destinados a empacar y proteger los productos elaborados por la planta, además de los elementos de protección personal entregados por la empresa y otros materiales.

Tipo de ruido presente: Estamos en presencia de un ambiente característicamente silencioso, el más silencioso observado en la planta. Descontando los ruidos ocasionales, en todo el recinto se midió un nivel de presión sonora bastante uniforme, con variaciones menores a 5 dB.

Observaciones: Precisamente el material con el que son fabricadas las cajas almacenadas, cartón corrugado en su mayoría, y la forma en que estas son apiladas, han favorecido la ausencia de ruido, ya que dichos elementos actúan como absortores acústicos.
A pesar de que la inclusión de este mapa podría ser objetada, pues presenta un solo color que representa niveles entre 50 y 55 dBA, se ha optado por incluirlo también, ya que en dicha zona se desempeñan trabajadores. Además, de esta manera se evita una discontinuidad en el trabajo.

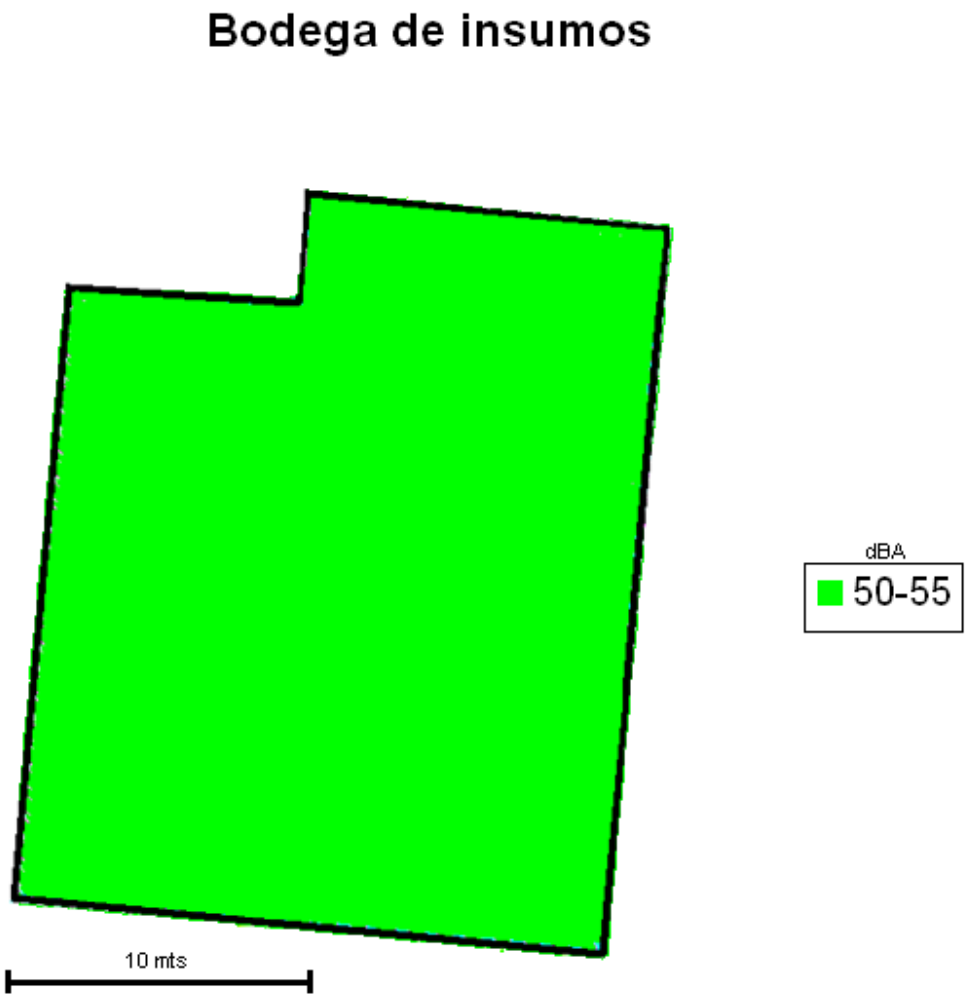


Figura 10.5: Mapa 5.

10.6. TALLER DE MANTENCIÓN

Descripción de recinto: Amplio recinto fabricado principalmente de planchas de zinc, de forma rectangular.

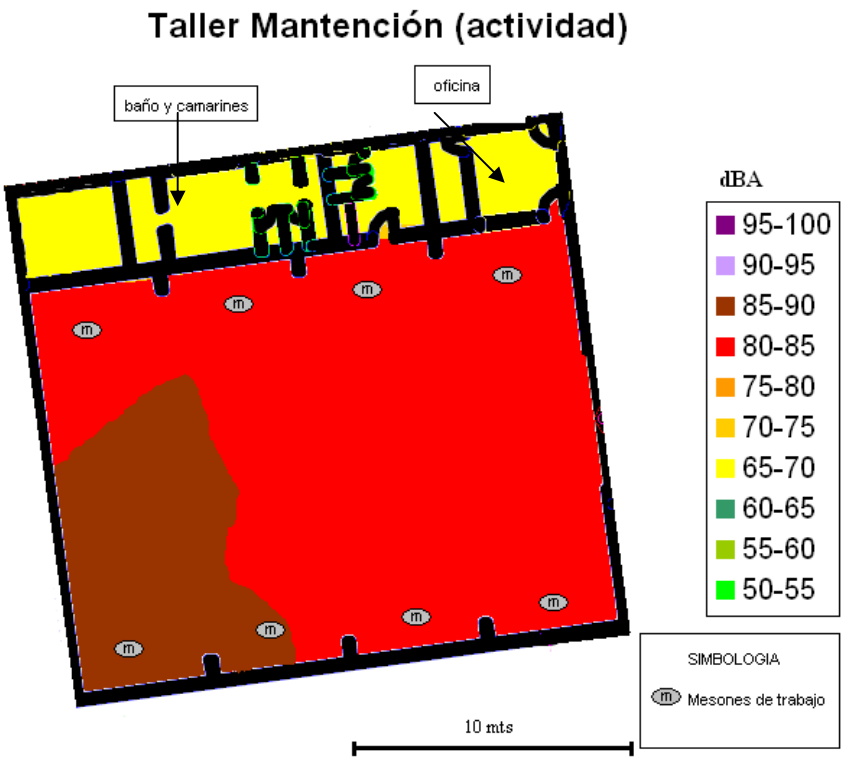
Número de trabajadores en el área: 10.

Fuentes de importancia: Máquinas soldadoras, galleteras, sierras y herramientas típicas de un taller mecánico.

Descripción de funciones: En el taller de mantención son reparados los elementos mecánicos utilizados en la planta que presenten algún tipo de falla, precisen de mantención o estén descompuestos y que no puedan ser reparados en el lugar específico que tienen asignados.

Tipo de ruido presente: En el taller de mantención se presentan claramente dos casos. El primero y menos habitual es el del taller en funcionamiento. Aquí el ruido es fluctuante en su mayoría, aunque se presentan casos aislados de ruido de impacto. Se observan niveles de ruido alto alrededor de las mesas de trabajo. En definitiva es el típico ambiente acústico de un taller mecánico. Analizar en mayor detalle dicho ambiente sonoro, para este trabajo, estaría un tanto demás, ya que obligaría a desviarse del objetivo principal, como se mencionó, el caso del taller en funcionamiento se lleva a cabo en precisos instantes de la jornada, sin frecuencia establecida y no todos los días de la semana; en definitiva, cuando la ocasión lo amerite.
El segundo caso, más representativo y mucho más habitual que el primero, es el del taller sin actividad.
Aquí el ruido es de tipo estable y de bajo nivel. Se observa una zona claramente diferenciada (entre 70 y 75 dBA), provocada por una radio en funcionamiento.

Observaciones: Como se mencionó, el taller de mantención funciona únicamente cuando se precisa.



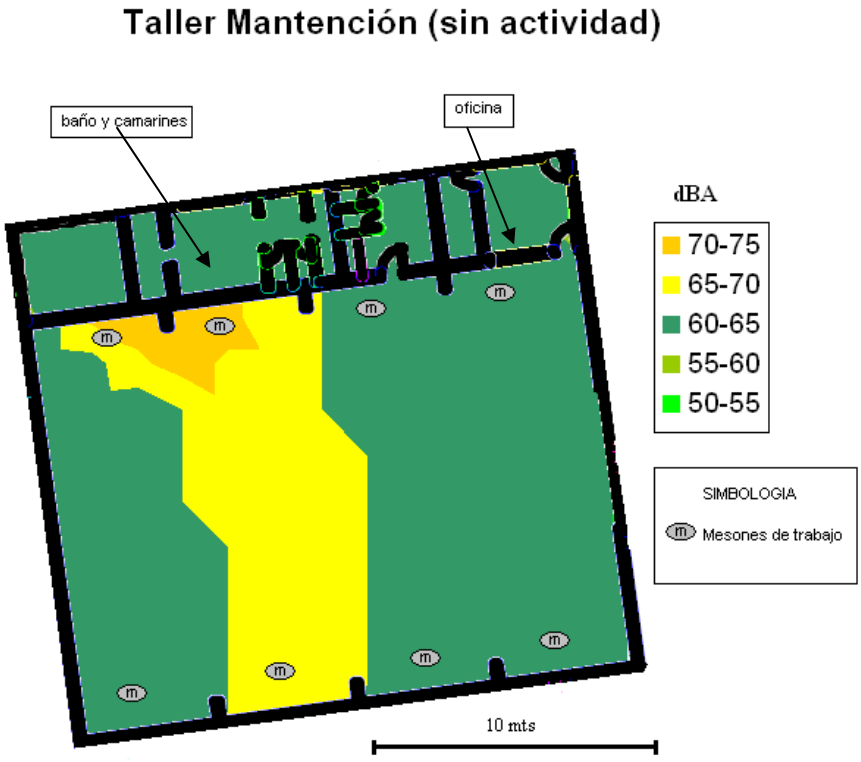


Figura 10.6: Mapas 6 y 7.

10.7. GENERADOR

Descripción de recinto: Recinto fabricado de planchas de zinc, de forma rectangular, ubicado frente a la sala de máquinas.

Número de trabajadores en el área: No existen trabajadores que se desempeñen esta área.

Fuentes de importancia: Generador.

Descripción de funciones: El generador abastece la planta de energía en los meses de Abril a Septiembre a partir de las 18:00 hrs., debido a la restricción energética.

Tipo de ruido presente: Ruido estable, de alta intensidad. Debido a las características de fabricación de la construcción que alberga el generador (paneles de zinc) y el tamaño del recinto en comparación a la fuente (el encierro ocupa apenas una superficie mayor que la del mismo generador), los niveles medidos dentro del recinto fueron bastante uniformes. Aquí registramos una de las emisiones más altas dentro de la planta.

Observaciones: A pesar del nocivo ambiente acústico en que se encuentra dicho generador, la relevancia de esto es mínima, dado que no existen puestos de trabajo en el recinto y a la hora de funcionamiento el personal que transita en los alrededores de dicha área lo hace para trasladarse de un lugar a otro rápidamente e igualmente es mínimo.
Se ha incluido este mapa, dado que los niveles de presión sonora medidos en el lugar son nocivamente altos.

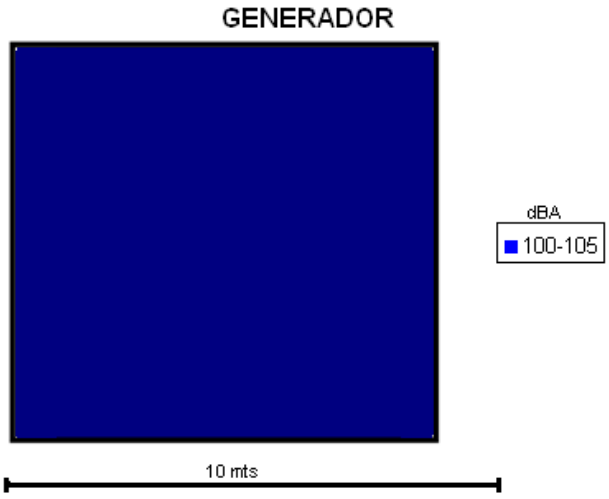


Figura 10.7: Mapa 8

10.8. FÁBRICA DE CECINAS Y SALA DE VENTAS

Descripción de recinto: Recinto fabricado de hormigón, de altura moderada (2,5 mts aprox.), con containeres anexados como cámaras frigoríficas. El recinto alberga tanto a la fábrica de cecinas, como a la sala de venta, locales que están separados por una pared de hormigón, pero conectados mediante puertas.

Número de trabajadores en el área: 7.

Fuentes de importancia: Caldera, máquina moledora de pasta de salchicha.

Descripción de funciones: En la fábrica de cecinas se elaboran productos embutidos y se ahuman aquellos que así lo requieran, se almacenan en cámaras de frío ubicadas en la misma fábrica.
En la sala de venta se comercializan en forma directa los productos elaborados en toda la planta Frigosor.

Tipo de ruido presente: (Fábrica de Cecinas) Ruido estable en su mayoría. Eventualmente, ruido de impacto, al picar y cortar manualmente los bloques de cerdo congelado, actividad de corta duración que no es representativa. La máquina moledora de pasta de salchicha funciona a intervalos regulares, por lo que su aporte sonoro si es representativo.
(Sala de ventas): Ruido fluctuante, característico de una sala de venta común, que no alberga fuentes emisoras de importancia.

Observaciones: A diferencia de las demás áreas de elaboración de la planta, la fábrica de cecinas tiene características más de producción artesanal que de industrial, sumado a las propiedades de su construcción (techo más bajo que el resto de los recintos de la planta), las fuentes de emisión importante son fácilmente localizables y se delatan claramente en el mapa de ruidos elaborado.

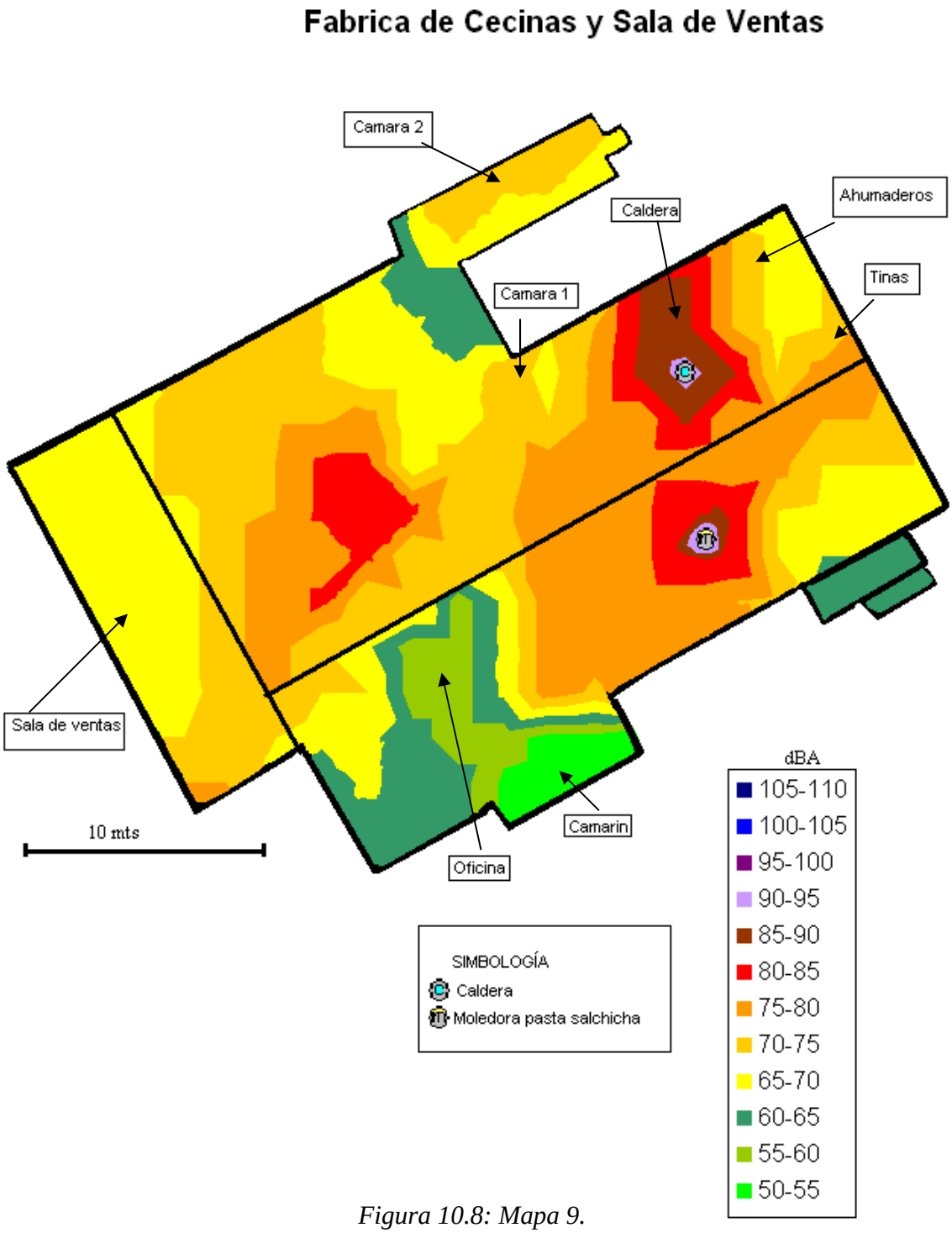


Figura 10.8: Mapa 9.

10.9. CÁMARAS DE FRÍO (11, 40-41, 50-55, 59-60) Y OFICINAS

Descripción de recinto: Las salas que aquí se han estudiado pertenecen al gran edificio que alberga la zona de faenas, el que se une al edificio que alberga la fábrica de hamburguesas, desposte, tráfico, sala de máquinas, etc., mediante un pasillo por el que se desplazan gracias a un enrielado (andén), los animales faenados, para su conservación en las cámaras de frío y posterior desposte.
A excepción de las oficinas, los recintos son amplios locales construidos principalmente de hormigón. Las cámaras en su mayoría tienen forma rectangular y alargada.

Número de trabajadores en el área: En oficina 6. En cámaras de frío, sólo personal en transito.

Fuentes de importancia: Ventiladores y congelador de bins.

Descripción de funciones: (Cámaras de frío) Se mantienen congelados los productos faenados, tanto carne para su maduración o almacenamiento, como subproductos, elaborados, etc. Ambientes de baja temperatura, llegando en algunos casos a -30° C.
(Oficinas) Las oficinas del sector, aquí analizadas, son las del equipo de prevención de riesgos y administración de personal, entre otras.

Tipo de ruido presente: (Cámaras de frío) Ruido estable, en algunos casos, como el de la cámara 11, 40, 50, 54, 55 y 59, de alta intensidad.
(Oficinas) No se aprecia ruido de importancia

Observaciones: Si bien se detectaron emisiones de ruido de alto nivel en las cámaras de frío, el personal se somete brevemente a las condiciones de éstas, ya que su función primordialmente es desplazar y almacenar los productos en dichas cámaras.

Figura 10.9: Mapa 10.

10.10. FAENAS Y SALAS ANEXAS

Descripción de recinto: Edificio de hormigón, con salas de altura considerable, sin elementos que sirvan como absortores acústicos. Unido a lo anterior, la geometría de las salas y pasillos facilitan la reverberancia, provocando un ambiente acústico de tipo difuso.
Las salas que aquí se han estudiado pertenecen al gran edificio que alberga la zona de faenas, el que se une al edificio que alberga la fábrica de hamburguesas, desposte, tráfico, sala de máquinas, etc., mediante un pasillo por el que se desplazan gracias a un enrielado, los animales faenados, para su conservación en las cámaras de frío y posterior desposte.

Tabla 10.1: Número de trabajadores en el área, sector Faenas y salas anexas.

Area:	*Número de trabajadores en el área:*
Matadero	58
Sala de subproductos rojos	3
Sala de cabezas	5
Envasado subproductos	19
Guateria limpia	4
Guateria sucia	8
Triperia I	9
Triperia II	10
Sala de patas	14
Sala decomiso	2 (por turno, 3 turnos por día)
Ciclo 3	3

Fuentes de importancia: Ventiladores, Triturador de huesos y decomiso (sala decomiso), Centrifuga de patas (sala patas), Máquina lavadora de guatas (guateria limpia).

Descripción de funciones:
- Matadero: faenamiento del animal
- Sala de subproductos rojos: limpieza de subproductos.
- Sala de cabeza: limpieza de cabeza
- Envasado subproductos: Envasado de subproductos.
- Guateria limpia: limpieza de guatas
- Guateria sucia: primer lavado de guatas
- Triperia I: limpieza de interiores fase I
- Triperia II: limpieza de interiores fase II
- Sala de patas: limpieza de patas
- Sala decomiso: procesamiento de decomisos
- Cámaras de frío: almacenamiento de productos.

Tipo de ruido presente: Mayoritariamente en todo este sector de la planta el ruido es de tipo estable, encontrándose las emisiones de ruido de más alto nivel en la sala de decomisos, la cámara 10, zona sucia y zona de patas.
Observaciones: Debido a la gran cantidad de trabajadores que se desempeñan en el área, es importante que se tome en cuenta algún método de control de ruido, ya que además se presentan zonas de ambiente nocivamente ruidoso.
En la sala de decomiso, la trituradora no funciona continuamente, pero si lo hace a intervalos regulares de tiempo. Aquí se midió abarcando los periodos de funcionamiento y de no funcionamiento, incluyendo así los ciclos completos que integraban los procedimientos en dicha sala.

Figura 10.10: Foto Faenas, zona sucia.

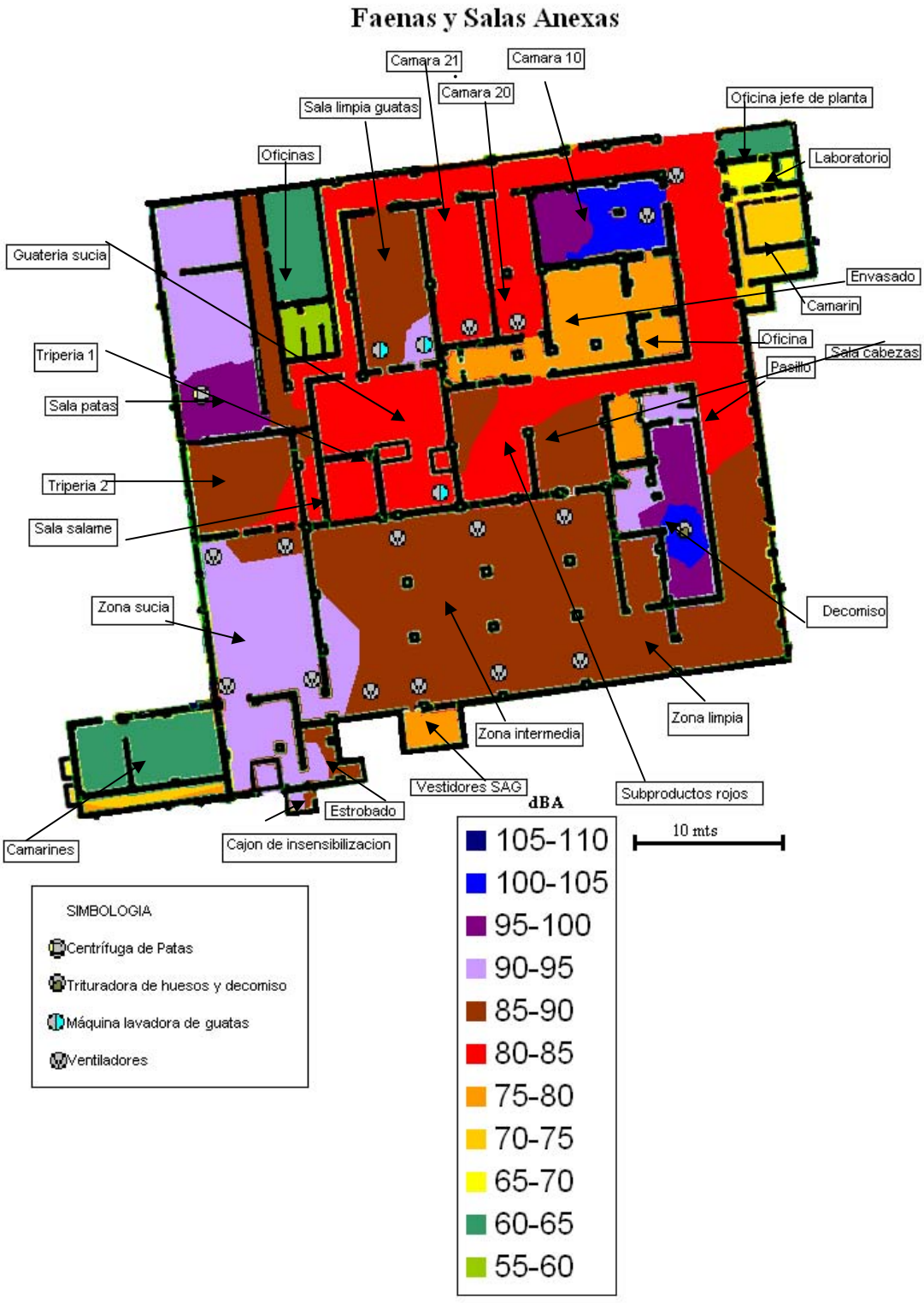


Figura 10.11: Mapa 11.

10.11. DESPOSTE, FÁBRICA DE HAMBURGUESAS, SALA DE MÁQUINAS Y CÁMARAS DE FRÍO

Descripción de recinto: Edificio de hormigón, con salas de altura considerable, sin elementos que sirvan como absortores acústicos. Como ya mencionamos, este gran edificio está unido al área de faenas a través de un pasillo enrielado, por el que desplazan los animales faenados, para su conservación en las cámaras de frío y posterior desposte.
Unido a lo anterior, la geometría de las salas y pasillos facilitan la reverberancia, provocando un ambiente acústico de tipo difuso.

Número de trabajadores en el área:
- Desposte: 63
- Elaborados y Formados (Fábrica de hamburguesas): 8
- Tráfico: 19
- Sala de máquina: 4
- Despacho de vara: 15

Fuentes de importancia: Compresores y máquinas (sala de máquinas), ventiladores y equipos de frío, Triturador de huesos (trituradora).

Descripción de funciones:
- Desposte: Desposte completo del animal y envasado de cortes.
- Elaborados y Formados (Fábrica de hamburguesas): Fábrica de hamburguesas.
- Tráfico: Embarque de productos de la planta.
- Sala de máquina: Máquinas compresoras y otras que proporcionan el frío necesario para el funcionamiento de estas zonas.
- Despacho de vara: Movimiento de varas a cámaras y despacho de faenas.
- Cámaras de frío: almacenamiento de productos.

Tipo de ruido presente: Mayoritariamente en todo este sector de la planta el ruido es de tipo estable; en algunos casos fluctuante (desposte), encontrándose las emisiones de ruido de más alto nivel en las cámaras 13, 14, 15, 44, 56, 57, 58, trituradora, sala de decomisos, las cámaras 13 y 14, fábrica de hamburguesas, empaque primario y sala de máquinas.

Observaciones: Debido a la gran cantidad de trabajadores que se desempeñan en el área, es importante que se tome en cuenta algún método de control de ruido, ya que además se presentan zonas de ambiente nocivamente ruidoso.
Entre la zona de desposte y empaque primario se ve claramente en el mapa una zona de alto nivel de presión sonora (entre 90 y 95 dBA), esto se debe a que en este lugar circula un riel que transporta osobucos, los que se precipitan a gran velocidad, provocando ruido de alto nivel, cada cierto periodo de tiempo, con una frecuencia establecida (ruido fluctuante).

En la planta de formados (Fábrica de Hamburguesas), se produce ruido cíclico; una máquina que tritura carne fresca y carne congelada para crear la masa de hamburguesa funciona a intervalos regulares, por lo que dentro de los periodos de medición sus ciclos y consiguiente aporte al ambiente sonoro fueron incluidos.

Figura 10.12: Foto Pasillo.

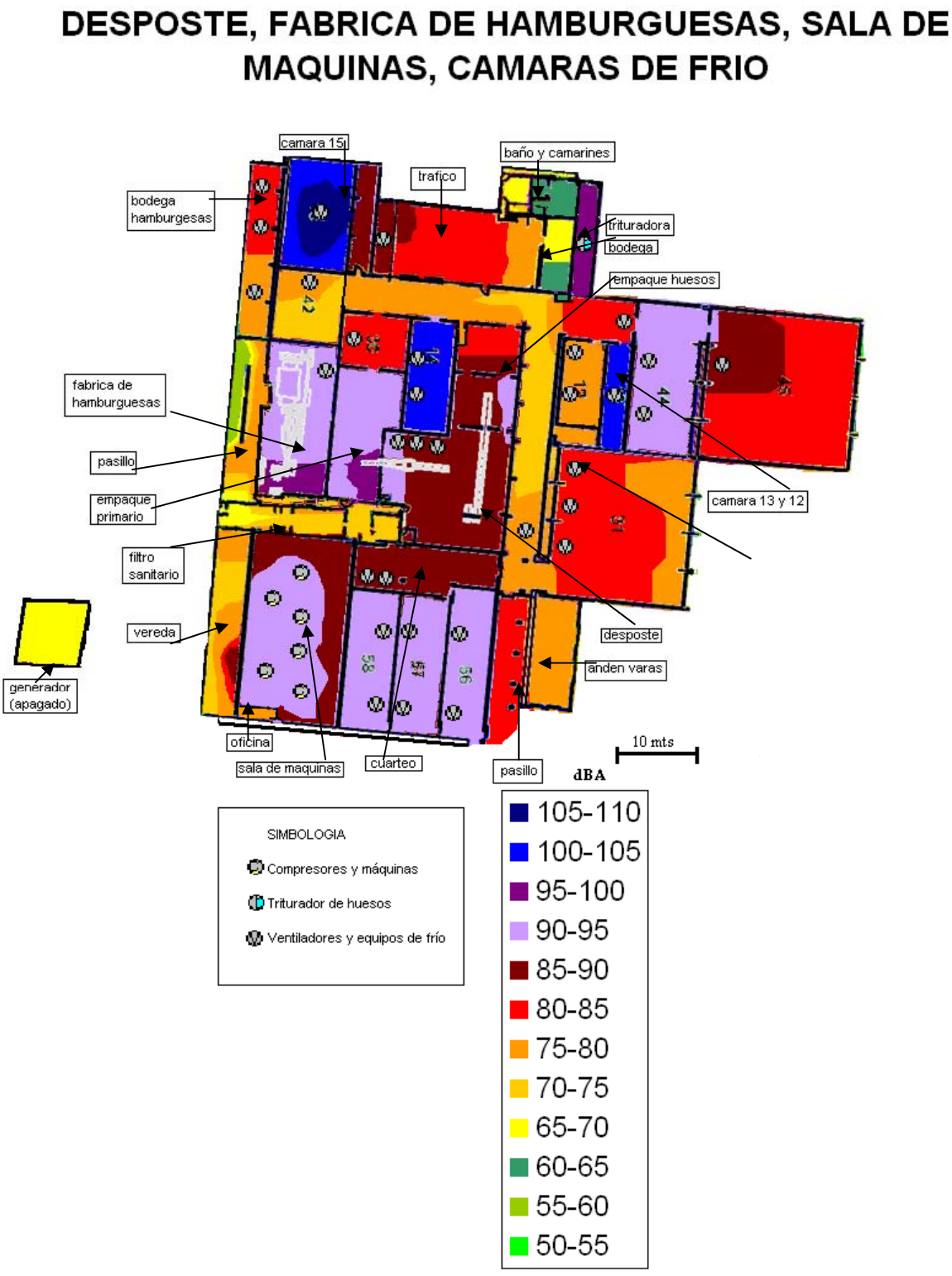


Figura 10.13: Mapa 12

10.12. MAPA DE RUIDO, PLANTA COMPLETA

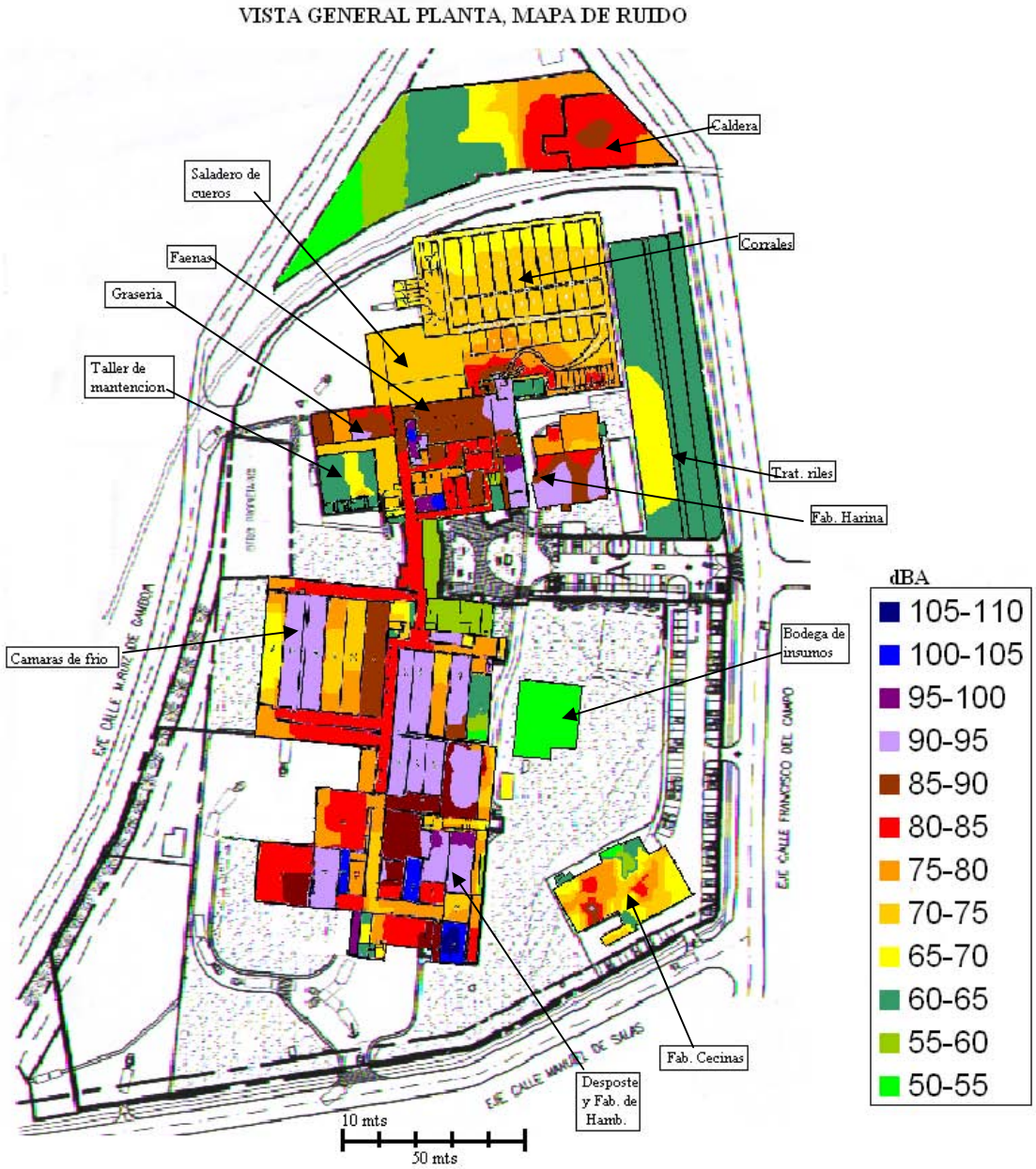


Figura 10.14: Mapa 13.

11. ESTUDIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA PERSONAL EN PLANTA FRIGORÍFICO OSORNO S.A.

11.1. ELEMENTOS DE PROTECCIÓN AUDITIVOS (EPAS)

La empresa que se ha estudiado utiliza dos tipos de protección auditiva personal, los tapones reutilizables con cordón 3M 1270 fabricados en Brasil y las orejeras adaptables para casco Masprot MPA-101 C, de fabricación nacional. Existe también un tapón reutilizable 3M 1271, que es idéntico al 3M 1270, con la diferencia de que el 3M 1271 incluye una cajita plástica para guardar los tapones, por lo que en el presente análisis se hace mención a ambos protectores.

Figura 11.1: Tapones 3M 1270.

Figura 11.2: Orejeras Masprot MPA-101 C.

Los tapones 3M 1270/1271 son fabricados a partir de silicona, blanda y elástica que proporciona una fácil introducción al canal auditivo.
La información proporcionada por 3M respecto a la atenuación del tapón por bandas de octavas se resume en la siguiente tabla:

Tabla 11.1: Atenuaciones por banda de octava de 3M 1270/1271

Frequency (Hz)	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRR
Mean Attenuation (dB)	28.7	30.1	32.8	33.8	34.5	35.6	36.2	39.9	42.2	24dB
Standard Deviation (dB)	5.0	5.0	4.6	4.1	3.5	3.4	4.0	4.5	5.3	

Fuente [3M 2004]

Las orejeras adaptables para casco Masprot MPA-101 C constan de partes reemplazables, almohadillas de material sintético y espuma interior.
Los datos proporcionados por Masprot M.R. respecto a las atenuaciones correspondientes a su producto, se resume en la siguiente tabla:

Tabla 11.2: Atenuaciones por banda de octava de Masprot MPA-101 C

Frequency (Hz)	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	NRR
Mean Attenuation (dB)	12.6	19.2	26.7	30.9	34.1	34.1	37.2	40.2	41.2	21dB
Standard Deviation (dB)	3.1	2.9	3.4	3.3	3.1	2.9	3.2	4.3	4.5	

Fuente [tabla entregada con producto Masprot MPA-101 C]

Para simplificar cálculos y dado que la programación en bandas de octavas del sonómetro utilizado no entregaba los datos de las frecuencias intermedias, se han utilizado las atenuaciones de las frecuencias 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k y 8k Hz. Se puede demostrar que el aporte de estos datos no incluidos es mínimo en el resultado final de los cálculos. Se debe recordar que el objetivo de este trabajo apunta al análisis en forma macro, y no a una exactitud exhaustiva, por lo que se ha permitido un margen de libertad en la precisión, el que no atenta contra la seriedad de los resultados obtenidos. Por esta razón, unido a factores de aproximación de valores y dependiendo del punto donde se hayan hecho las mediciones para el análisis de la protección auditiva dentro de las zonas en cuestión, se podrán observar pequeñas diferencias de decimales en cuanto a los niveles de presión sonora entregados para la confección de los mapas de ruido y los datos entregados para el análisis de protección auditiva, siendo siempre menores los últimos. Para ejemplificar esto, para el sector de caldera en el mapa se puede observar una zona clasificada entre los 85 y 90 dBA, pero para el análisis de la protección auditiva en dicha zona se ha obtenido un leq de 84,2 dBA.

11.2. PROCEDIMIENTO

Para analizar si los elementos de protección auditiva proporcionados por la empresa cumplían con las condiciones necesarias para proteger a los trabajadores en las distintas áreas de trabajo, se realizaron mediciones en todas las zonas productivas de esta, incluyendo aquellas donde no se fabricaban productos, pero que sí contenían un ambiente sonoro potencialmente nocivo, a partir del día 15 de Julio del año 2008, hasta el día 24 de Julio del año 2008.

Para facilitar la comprensión y evitar el exceso de información prescindible, se ha calculado los niveles de presión sonora esperados a nivel de receptor con la atenuación dada por los diferentes EPAs, con los datos de atenuación dados por los fabricantes y los obtenidos en laboratorio, solamente en las áreas que se han medidos niveles de presión sonora que sobrepasen los niveles permitidos por las normas (85 dBA, por turnos de 8 horas) o aquellas en que los niveles se acerquen a dicho valor.

Puesto que en casi la totalidad de los puntos de medición el ruido presente era del tipo estable o fluctuante, basándose en el D.S. 594, se ha procedido de forma análoga para ambos casos: En los lugares de trabajo, o en aquellos lugares donde se producía el tránsito de trabajadores, se ha medido el Leq (nivel de presión sonora equivalente) en dBA durante 10 minutos, hasta que el sonómetro se estabilice o hasta que la medición abarcase un ciclo completo del proceso productivo que se llevase a cabo. Se han registrado los niveles en bandas de octava en planillas. De estos datos, tomados en diferentes puntos dentro de una misma área, se han elegido los valores más altos, poniéndose de esta forma en el peor de los casos con respecto a la nocividad de cada ambiente sonoro.

Para medir ruido impulsivo, se ha utilizado la ponderación C, por lo que se ha medido el nivel de presión sonora peak (LcPeak), el que era entregado por el sonómetro como valor ponderado total en dBC, siendo así registrado en planillas.

Los datos recopilados se han comparado mediante una planilla para cálculo Excel con la atenuación de cada protector (dada por el fabricante u obtenida en el laboratorio), para verificar si la utilización de estos atenúa lo suficiente el ruido a nivel de receptor para situar estos niveles bajo los permitidos por la norma (D.S. 594).

Las planillas con los niveles obtenidos de todas las mediciones, junto a la ubicación relativa de los puntos de medición, pueden observarse en el Anexo 1, incluido en el CD.

Materiales:

En terreno:

- Sonómetro integrador Rion NL 22 (ruido estable y fluctuante)
- Sonómetro integrador Svantek SVAN 943B (ruido impulsivo)
- Calibrador
- Filtro de Octavas
- Trípode

En Laboratorio:

- Sala anecoica
- Fuente omnidireccional
- Amplificador Tascam PA 20 MK
- Compact disc player Hermen/Kardon HD7325
- Sonómetro integrador Rion NL 22
- Software Spectra RTA (analizador de espectros)
- Software CUBASE LE 4 (controlador)
- Software (Excell)
- Interfase Audiobox USB
- Cabeza artificial equipada con micrófonos AKG C 562 CM
- Tapón reutilizable 3M 1270/71
- Orejera adaptable a casco Masprot MPA 101-C
- Casco

11.3. RESULTADOS

A continuación, junto con el análisis de ruido por zona mediante las tablas, un pequeño análisis de las condiciones ambientales de cada área, enfocadas en los EPAs proporcionados. Los datos que remiten a pruebas en laboratorio, se detallan en el capítulo 11.4.

11.3.1. CALDERA

Tabla 11.3: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	71,3	77,1	77,9	77,4	77,5	73,6	65,7	84,2
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5	5	4,6	4,1	3,5	4	5,5	
L´f (dBA)	**47,6**	**52**	**49,7**	**47,7**	**46,5**	**41,4**	**29**	
L´A (dBA)	56,3							

Tabla 11.4: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101 C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	71,3	77,1	77,9	77,4	77,5	73,6	65,7	84,2
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**61,8**	**60,8**	**54,6**	**49,8**	**46,5**	**39,6**	**29**	
L´A (dBA)	65							

Tabla 11.5: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	71,3	77,1	77,9	77,4	77,5	73,6	65,7	84,2
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	63,9
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	69,1
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	64,3

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

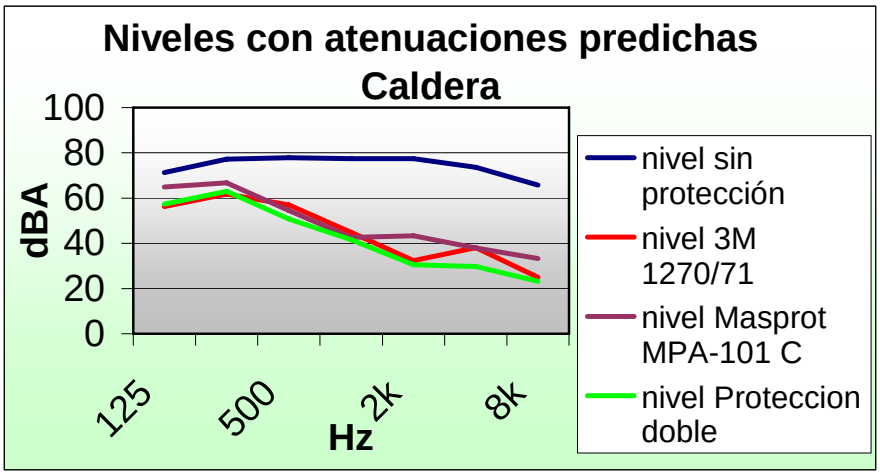


Figura 11.3: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Figura 11.4: Galpón Caldera.

Análisis:
Esta zona se encuentra en el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad. En el mapa de ruido se puede apreciar que existe un área que sobrepasa los 85 dBA alrededor de la caldera.
El ambiente en el área se presenta seco y de temperaturas altas solamente en la zona del perímetro de la caldera (máquina).
Las condiciones aquí permiten el uso de cualquiera de los dos tipos de protección auditiva que proporciona la empresa (tapón u orejera), puesto que ambas se desempeñan en forma óptima en este sector y el uso de cualquiera de las dos permite atenuar los niveles muy por debajo de lo permitido, como lo demuestran las tablas, por lo que si los turnos exceden las 8 horas, se recomienda que la elección de protección auditiva quede a criterio del usuario respecto a su comodidad.

11.3.2. GRASERIA

Tabla 11.6: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	55,1	73,0	81,2	82,4	81,4	77,6	70,7	87,3
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**31,4**	**47,9**	**53,0**	**52,7**	**50,4**	**45,4**	**34,0**	
L´A (dBA)	57,7							

Tabla 11.7: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101 C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	55,1	73,0	81,2	82,4	81,4	77,6	70,7	87,3
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**45,6**	**56,7**	**57,9**	**54,8**	**50,4**	**43,6**	**34,0**	
L´A (dBA)	61,9							

Tabla 11.8: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	55,1	73,0	81,2	82,4	81,4	77,6	70,7	87,3
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	62,5
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	64,2
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	60,4

Tabla 13

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

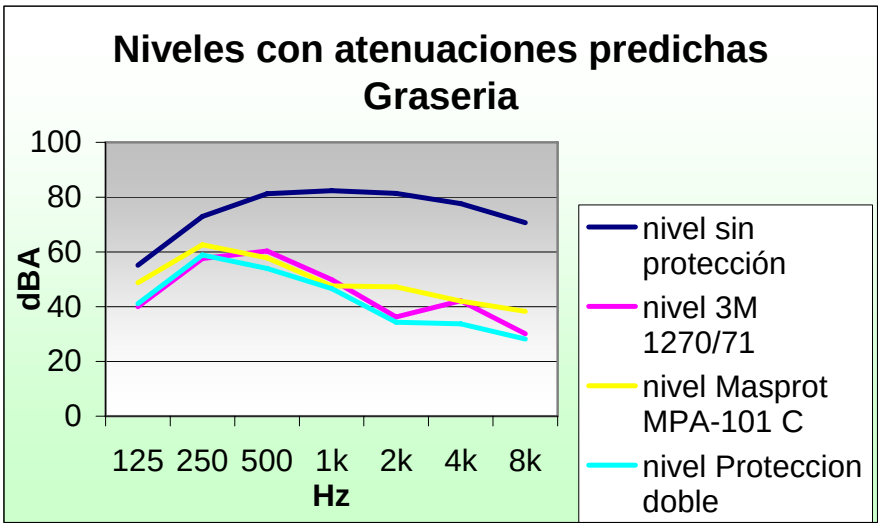


Figura 11.4: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Esta área se encuentra sobre el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad, en algunas de sus zonas. En el mapa de ruido se puede apreciar que existe una zona que sobrepasa los 90 dBA alrededor de los digestores y la manguera a presión.
El ambiente en el área se presenta húmedo, saturado de grasa y de temperaturas altas.
A pesar de que para atenuar el ruido presente cualquiera de los dos protectores sirven, las condiciones ambientales aquí dificultan el uso de tapones ya que la grasa, como agente químico, produce complicaciones en el uso de estos elementos. Debido a la alta temperatura, que provoca sudoración, se recomienda el uso de orejeras, de ser posible recubiertas con material absorbente, según indicaciones del fabricante.

11.3.3. MATADERO DE EMERGENCIA

Tabla 11.9: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	57,8	64,9	69,4	69,8	70,6	69,9	67,3	76,9
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**34,1**	**39,8**	**41,2**	**40,1**	**39,6**	**37,7**	**30,6**	
L´A (dBA)	47,1							

Tabla 11.10: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	57,8	64,9	69,4	69,8	70,6	69,9	67,3	76,9
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**48,3**	**48,6**	**46,1**	**42,2**	**39,6**	**35,9**	**30,6**	
L´A (dBA)	53,3							

Tabla 11.11: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	57,8	64,9	69,4	69,8	70,6	69,9	67,3	76,9
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	52,8
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	56,8
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	52,2

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

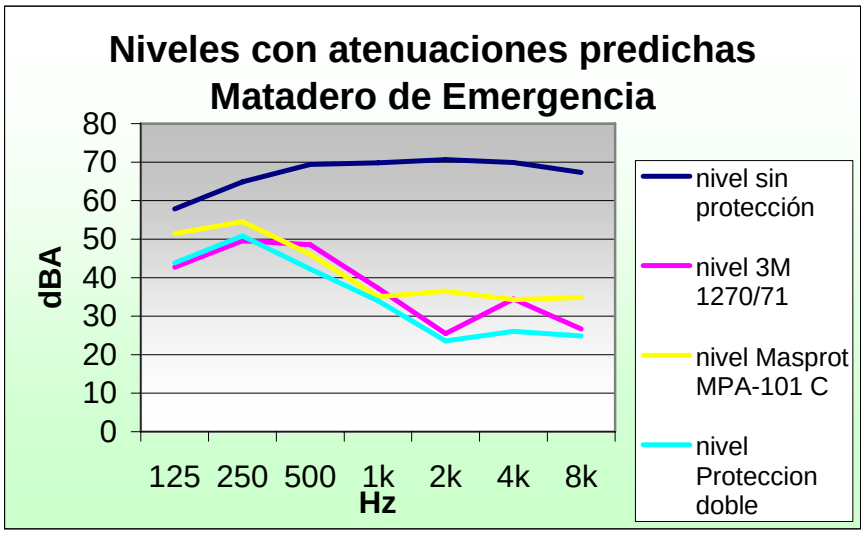


Figura 11.5: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Esta área se encuentra bajo el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad, en su totalidad. En el mapa de ruido se puede apreciar que no se sobrepasan los 80 dBA. Sumado esto al tiempo muy inferior a 8 horas que duran las faenas en dicha zona, no es necesaria la utilización de protección auditiva. Empero, el personal que trabaja en esta zona se desarrolla en otra, deberá utilizar protección auditiva si es que se trasladase o se desempeñase en otra área donde la protección sí sea requerida.
El ambiente se presenta con temperatura regular y baja humedad, provocada por la sangre.

11.3.4. FÁBRICA DE HARINA, PROCESO

Tabla 11.12: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	62,5	77,9	87,8	81,1	80,3	76,7	70,8	89,8
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**38,8**	**52,8**	**59,6**	**51,4**	**49,3**	**44,5**	**34,1**	
L´A (dBA)	61,3							

Tabla 11.13: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	62,5	77,9	87,8	81,1	80,3	76,7	70,8	89,8
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**53,0**	**61,6**	**64,5**	**53,5**	**49,3**	**42,7**	**34,1**	
L´A (dBA)	66,8							

Tabla 11.14: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	62,5	77,9	87,8	81,1	80,3	76,7	70,8	89,8
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	68,4
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	69,5
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	65,6

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

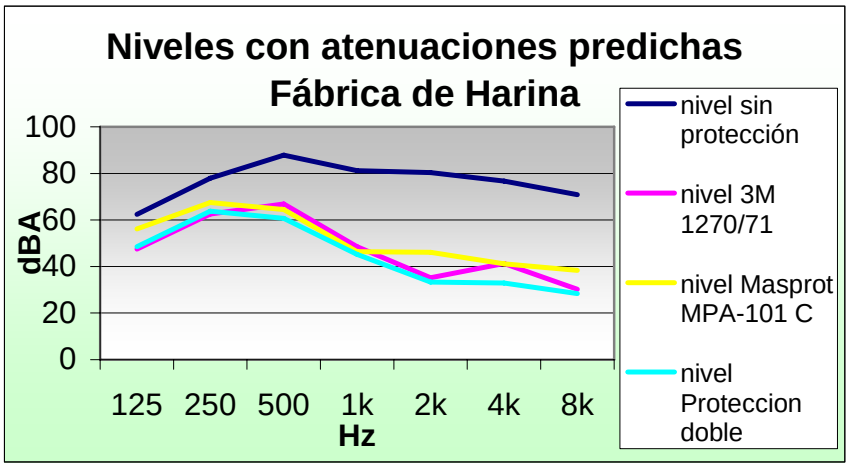


Figura 11.6: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Esta área se encuentra sobre el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad, prácticamente en toda la zona de prensa continua y envasado (aprox. 90 dBA). En el ambiente del área se presentan temperaturas medianamente altas, debido al funcionamiento de los digestores y se reconoce la presencia de polvillo proveniente de la harina de hueso. Por esta última razón, se recomienda el uso de tapones desechables. Si no se desea aplicar esta solución, se recomienda utilizar los tapones 3M 1270/71, pero haciéndoles hincapié a los trabajadores sobre la pulcritud de la limpieza de estos protectores, ya que manteniendo una exhaustiva higiene evitaran el riesgo de infecciones. El uso de orejeras en esta zona no es recomendado, ya que las cavidades de estas pueden llenarse de polvillo.

11.3.5. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE OLORES

Tabla 11.15: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	83,7	87,6	89,1	87,3	84,3	82,7	75,8	94,2
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**60,0**	**62,5**	**60,9**	**57,6**	**53,3**	**50,5**	**39,1**	
L´A (dBA)	66,9							

Tabla 11.16: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	83,7	87,6	89,1	87,3	84,3	82,7	75,8	94,2
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**74,2**	**71,3**	**65,8**	**59,7**	**53,3**	**48,7**	**39,1**	
L´A (dBA)	76,5							

Tabla 11.17: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	83,7	87,6	89,1	87,3	84,3	82,7	75,8	94,2
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	74,9
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	80,5
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	75,2

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

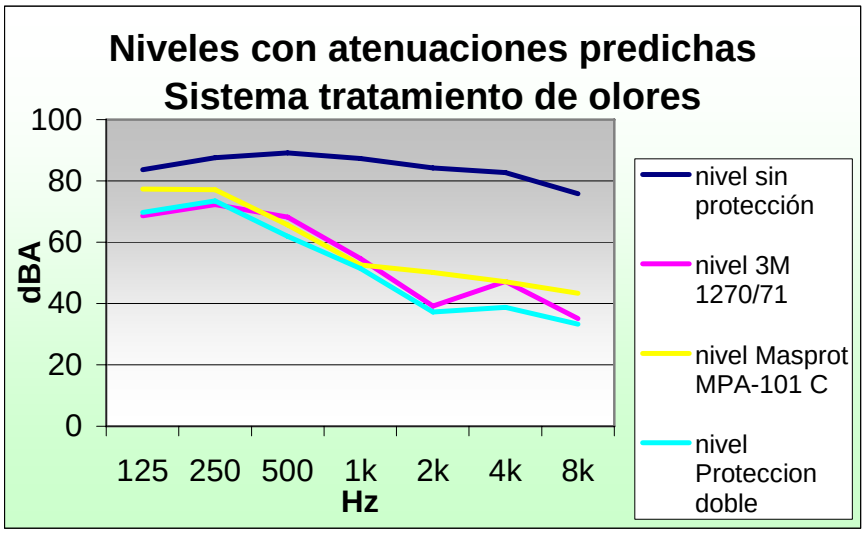


Figura 11.7: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Esta área se encuentra sobre el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad. Favorablemente es un área donde sólo existe el tránsito de personas. El ambiente queda sujeto al estado del clima, pues dicha zona se encuentra ubicada en un patio. Las personas que circulen por el área estarán bien protegidas con cualquiera de los dos modelos de protectores que entrega la empresa.

11.3.6. SALA DE MÁQUINAS

Tabla 11.18: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,6	79,4	90,2	86,9	84,8	83,1	72,1	93,3
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**45,9**	**54,3**	**62,0**	**57,2**	**53,8**	**50,9**	**35,4**	
L´A (dBA)	64,4							

Tabla 11.19: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,6	79,4	90,2	86,9	84,8	83,1	72,1	93,3
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**60,1**	**63,1**	**66,9**	**59,3**	**53,8**	**49,1**	**35,4**	
L´A (dBA)	69,6							

Tabla 11.20: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,6	79,4	90,2	86,9	84,8	83,1	72,1	93,3
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	70,7
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	71,8
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	67,7

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

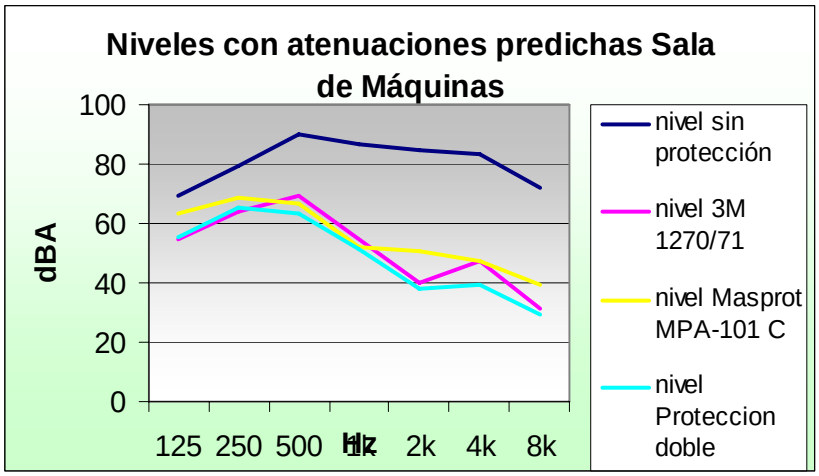


Figura 11.8: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Esta área se encuentra sobre el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad, prácticamente en todo el recinto, sobrepasando los 90 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Desposte, Fábrica de Hamburguesas, Sala de Máquinas y Cámaras de frío.
En el ambiente del área se presentan temperaturas medianamente bajas, debido al funcionamiento de compresores. Como se vio en las tablas ambas protecciones atenúan lo suficiente para permitir estar a un trabajador toda una jornada de trabajo sin sobrepasar los límites permitidos. Se recomienda el uso de orejeras en el sector, debido a la presencia de aceites que pueden provocar incomodidades en el uso de tapones.

11.3.8. CÁMARA 56, 57 Y 58

Tabla 11.21: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	80,6	83,2	87,4	88,7	86,6	79,3	67,2	93,3
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**56,9**	**58,1**	**59,2**	**59,0**	**55,6**	**47,1**	**30,5**	
L´A (dBA)	65,0							

Tabla 11.22: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	80,6	83,2	87,4	88,7	86,6	79,3	67,2	93,3
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**71,1**	**66,9**	**64,1**	**61,1**	**55,6**	**45,3**	**30,5**	
L´A (dBA)	73,4							

Tabla 11.23: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	80,6	83,2	87,4	88,7	86,6	79,3	67,2	93,3
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	71,6
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	76,9
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	71,5

Tabla 28

Fuente [Elaboración propia]

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

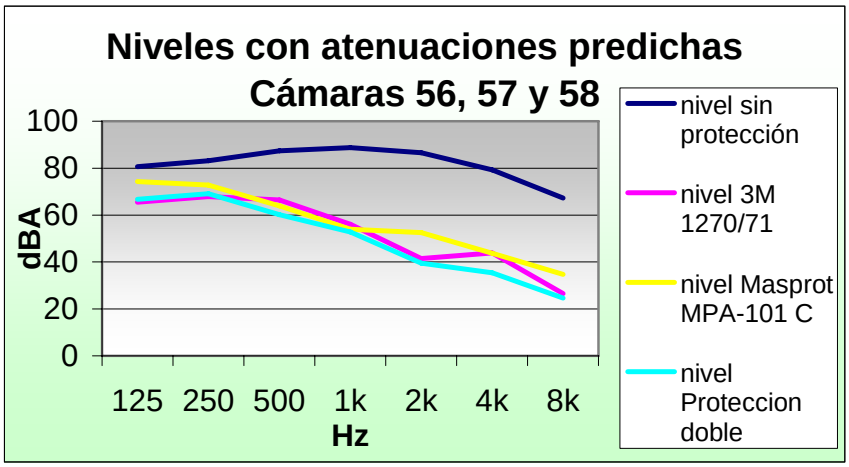


Figura 11.9: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Si bien estos recintos son cámaras de frío, donde se almacenan los animales faenados, recibe el constante flujo de personal que trasladad mediante rieles dichos animales. No es el caso así de otras cámaras de frío, donde los trabajadores están expuestos esporádicamente, por un periodo de tiempo mínimo.
Esta área se encuentra sobre el margen de lo permitido en cuanto a sonoridad, prácticamente en todo el recinto, sobrepasando los 90 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Desposte, Fábrica de Hamburguesas, Sala de Máquinas y Cámaras de frío.
En el ambiente del área se presentan temperaturas bajas, debido al funcionamiento de ventiladores y máquinas de frió, que entregan la temperatura necesaria para mantener en buen estado la carne. Es posible usar ambos tipos de protecciones, ya que ambos atenúan el sonido incidente muy por debajo del límite permitido.

11.3.9. DESPOSTE

Tabla 11.24: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,3	77,5	81,8	81,6	82,1	78,7	72,0	87,9
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**44,6**	**52,4**	**53,6**	**51,9**	**51,1**	**46,5**	**35,3**	
L´A (dBA)	58,8							

Tabla 11.25: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,3	77,5	81,8	81,6	82,1	78,7	72,0	87,9
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**58,8**	**61,2**	**58,5**	**54,0**	**51,1**	**44,7**	**35,3**	
L´A (dBA)	65							

Tabla 11.26: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,3	77,5	81,8	81,6	82,1	78,7	72,0	87,9
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	65,0
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	68,8
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	64,4

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

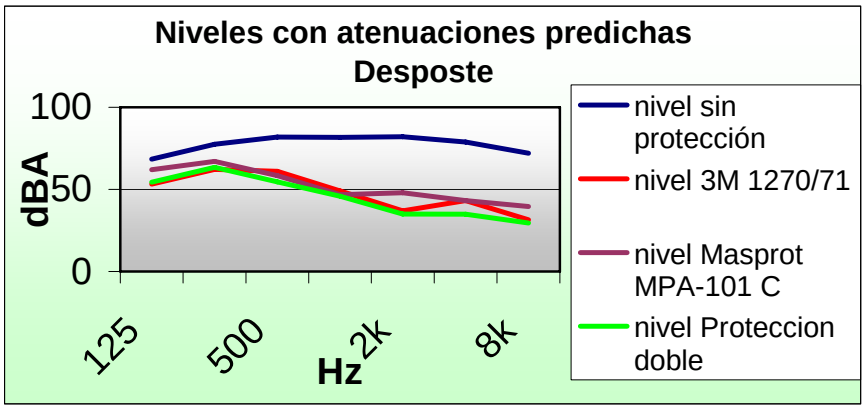


Figura 11.10: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
En este sector se alcanzan niveles superiores a lo permitido por el D.S. 594 para una jornada de 8 horas de trabajo, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Desposte, Fábrica de Hamburguesas, Sala de Máquinas y Cámaras de frío, ya que se sobrepasan los 85 dBA en prácticamente todo el área, presentándose un sector pequeño sobre los 90 dBA.
En el ambiente del área se presentan temperaturas medias bajas, para asegurar la preservación de la carne. Un examen más exhaustivo permitiría apreciar si la presencia de sangre puede traer alguna complicación en el uso de tapones, como infecciones. Se recomienda el uso de orejeras Masprot MPA-101 C, si bien ambos protectores atenúan lo suficiente para mantener a los trabajadores seguros.

11.3.10. ENVASADO CORTE (EMPAQUE PRIMARIO)

Tabla 11.27: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	65,8	72,0	77,8	82,1	93,0	89,4	80,8	95,1
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**42,1**	**46,9**	**49,6**	**52,4**	**62,0**	**57,2**	**44,1**	
L´A (dBA)	63,9							

Tabla 11.28: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	65,8	72,0	77,8	82,1	93,0	89,4	80,8	95,1
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**56,3**	**55,7**	**54,5**	**54,5**	**62,0**	**55,4**	**44,1**	
L´A (dBA)	65							

Tabla 11.29: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	65,8	72,0	77,8	82,1	93,0	89,4	80,8	95,1
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	61,7
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	65,7
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	60,0

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

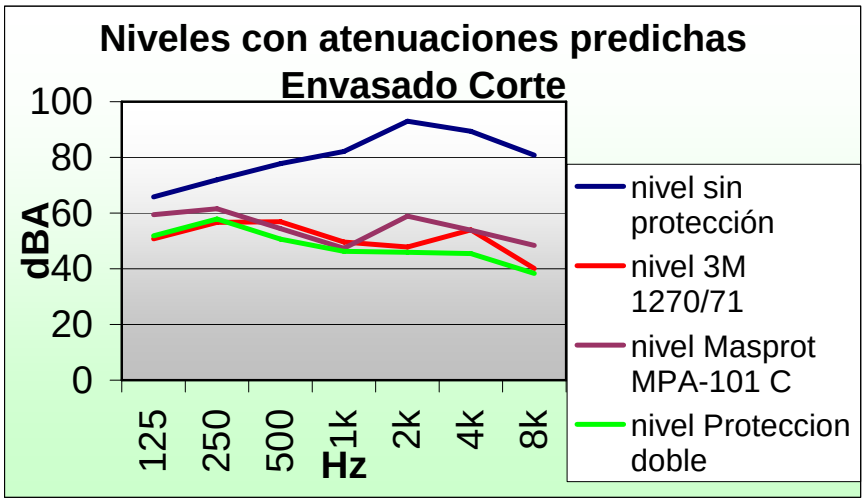


Figura 11.11: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
En este sector se alcanzan niveles superiores a lo permitido por el D.S. 594 para una jornada de 8 horas de trabajo. Como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Desposte, Fábrica de Hamburguesas, Sala de Máquinas y Cámaras de frío, existen zonas donde se midieron sobre 95 dBA y en la mayoría del área se aprecian niveles sobre los 90 dBA, transformando a este sector en una zona de ambiente nocivamente ruidoso. Por los valores medidos en bandas de octavas, se comprende fácilmente que el ruido preponderante en el sector tiene una gran concentración de energía en las frecuencias medias altas y es fácilmente apreciable en terreno, pues dentro del recinto se encuentra una correa transportadora que emite un sonido rico en frecuencias medias altas (sobre 2000Hz).
En el ambiente del área se presentan temperaturas medias bajas, para asegurar la preservación de la carne.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que ambos EPA son muy eficientes en la atenuación de altas frecuencias y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos.

11.3.11. FÁBRICA DE CECINAS, FABRICACIÓN

Tabla 11.30: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,6	77,5	86,5	88,9	86,2	82,2	74,9	92,8
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**44,9**	**52,4**	**58,3**	**59,2**	**55,2**	**50,0**	**38,2**	
L´A (dBA)	63,3							

Tabla 11.31: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,6	77,5	86,5	88,9	86,2	82,2	74,9	92,8
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**59,1**	**61,2**	**63,2**	**61,3**	**55,2**	**48,2**	**38,2**	
L´A (dBA)	68							

Tabla 11.32: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,6	77,5	86,5	88,9	86,2	82,2	74,9	92,8
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	67,8
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	69,7
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	65,5

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

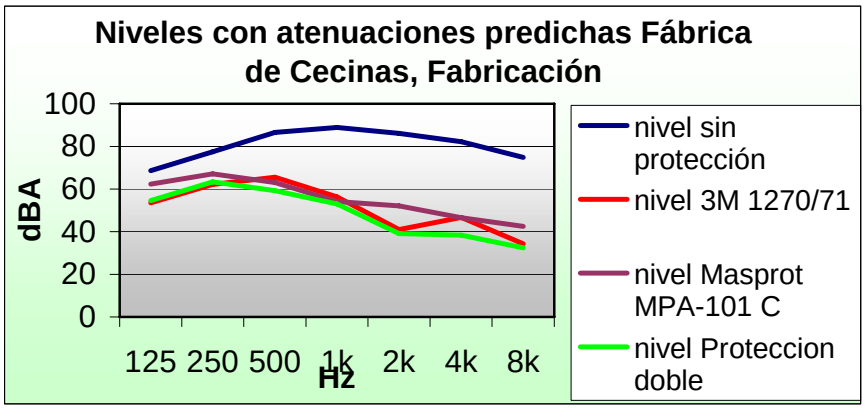


Figura 12: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
En este sector se alcanzan niveles superiores a lo permitido por el D.S. 594 para una jornada de 8 horas de trabajo, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Fábrica de Cecinas. Alrededor de la máquina moledora de pasta de salchichas se midieron niveles sobre los 90 dBA.
En el ambiente del área se presentan temperaturas medias altas, debido a la presencia de tinas de cocción y una humedad relativamente alta debido al vapor que desprenden dichas tinas. Si bien ambos protectores auditivos proporcionan una adecuada atenuación, se recomienda el uso de los tapones 3M 1270/71, ya que la sudoración y alta humedad podrían provocar incomodidades con el uso de orejeras.

11.3.12. PLANTA FORMADOS (FÁBRICA DE HAMBURGUESAS)

Tabla 11.33: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	76,3	84,0	85,6	85,2	84,5	81,5	74,1	91,6
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**52,6**	**58,9**	**57,4**	**55,5**	**53,5**	**49,3**	**37,4**	
L´A (dBA)	63,4							

Tabla 11.34: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	76,3	84,0	85,6	85,2	84,5	81,5	74,1	91,6
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**66,8**	**67,7**	**62,3**	**57,6**	**53,5**	**47,5**	**37,4**	
L´A (dBA)	71							

Tabla 11.35: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	76,3	84,0	85,6	85,2	84,5	81,5	74,1	91,6
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	70,7
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	75,4
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	70,9

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

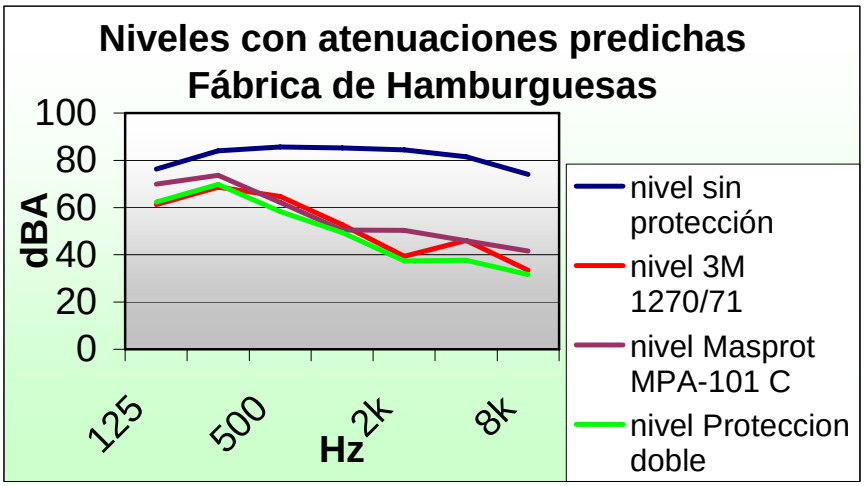


Figura 11.13: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
En este sector se alcanzan niveles superiores a lo permitido por el D.S. 594 para una jornada de 8 horas de trabajo, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Desposte, Fábrica de Hamburguesas, Sala de Máquinas y Cámaras de frío, existen zonas donde se midieron sobre 95 dBA, alrededor de la máquina trituradora de carne y en la mayoría del área se aprecian niveles sobre los 90 dBA, transformando a este sector en una zona de ambiente nocivamente ruidoso. Por los valores medidos en bandas de octavas, se comprende fácilmente que el ruido presente en el sector tiene un espectro que tiende a ser plano. El ambiente del área presenta temperaturas medias bajas, para asegurar la preservación de los productos.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que ambos EPA son muy eficientes en la atenuación de altas frecuencias y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos.

11.3.13. PREDESPOSTE (CUARTEO)

Tabla 11.36: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	71,2	78,3	82,5	84,2	83,6	78,5	70,7	89,2
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**47,5**	**53,2**	**54,3**	**54,5**	**52,6**	**46,3**	**34,0**	
L´A (dBA)	60,2							

Tabla 11.37: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	71,2	78,3	82,5	84,2	83,6	78,5	70,7	89,2
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**61,7**	**62,0**	**59,2**	**56,6**	**52,6**	**44,5**	**34,0**	
L´A (dBA)	67							

Tabla 11.38: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	71,2	78,3	82,5	84,2	83,6	78,5	70,7	89,2
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	66,0
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	70,1
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	65,5

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

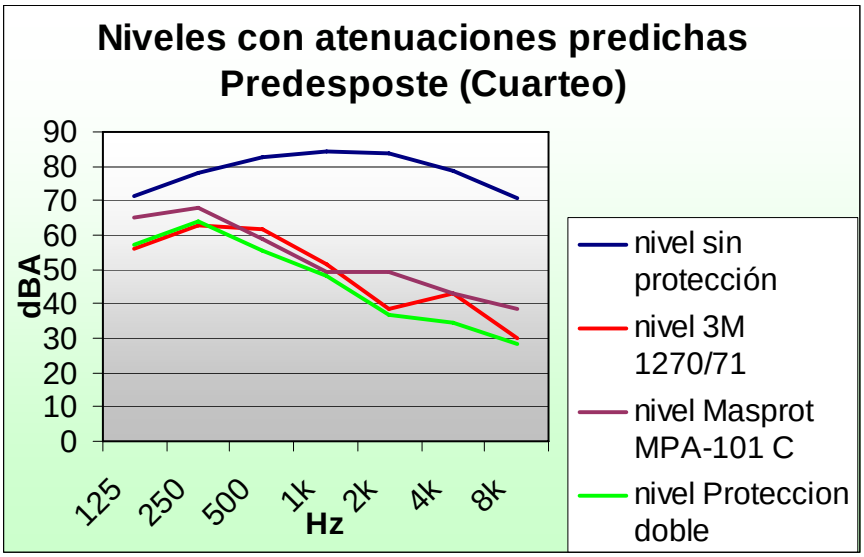


Figura 11.14: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:

En este sector se alcanzan niveles superiores a lo permitido por el D.S. 594 para una jornada de 8 horas de trabajo. Como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Desposte, Fábrica de Hamburguesas, Sala de Máquinas y Cámaras de frío, en toda esta zona se midieron sobre 85 dBA, siendo este sector una zona de ambiente nocivamente ruidoso. Por los valores medidos en bandas de octavas, se comprende fácilmente que el ruido presente en el sector tiene un espectro que tiende a ser una parábola invertida, con una concentración más alta de energía en las frecuencias medias (500, 1K Hz), por lo que si observáramos el espectro en dB nos daríamos cuenta que este tendería a ser más plano en las frecuencias bajas. El ambiente del área presenta temperaturas medias bajas, para asegurar la preservación de los productos.

El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos. Habría que ser más minucioso para estipular si la presencia de sangre presenta algún riesgo para el uso de tapones, por lo que se recomienda el uso de las orejeras Masprot MPA-101 C.

11.3.14. TROZADO DE HUESOS (ZONA ENTRE DESPOSTE Y EMPAQUE DE HUESOS)

Tabla 11.39: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,9	76,8	81,2	81,8	83,9	83,0	76,4	89,2
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**46,2**	**51,7**	**53,0**	**52,1**	**52,9**	**50,8**	**39,7**	
L´A (dBA)	59,4							

Tabla 11.40: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,9	76,8	81,2	81,8	83,9	83,0	76,4	89,2
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**60,4**	**60,5**	**57,9**	**54,2**	**52,9**	**49,0**	**39,7**	
L´A (dBA)	65							

Tabla 11.41: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,9	76,8	81,2	81,8	83,9	83,0	76,4	89,2
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	64,7
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	68,7
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	64,1

(*)Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

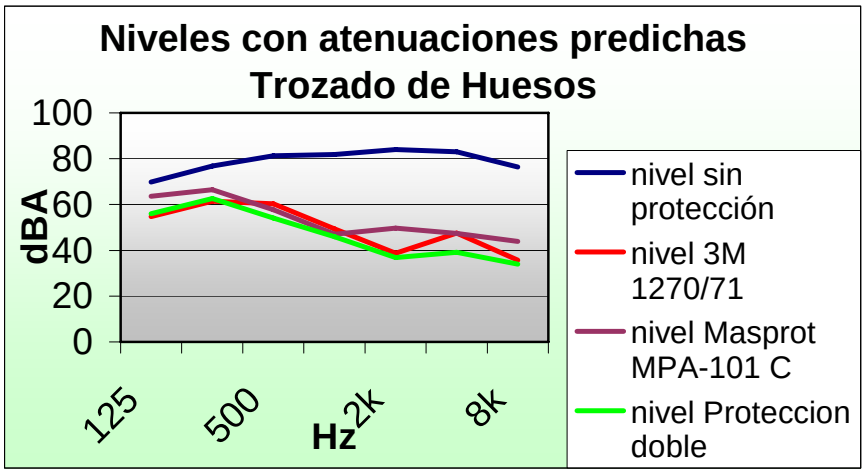


Figura 11.15: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro que da cuenta de una concentración mayor de energía acústica en las frecuencias medias altas (2k y 4k Hz), producto del funcionamiento de las sierras trozadoras, las que funcionan intermitentemente dentro de la jornada de trabajo. El leq aquí supera los 85 dBA, por lo que el uso de protección auditiva es obligatorio.
El ambiente del área presenta temperaturas medias bajas, para asegurar la preservación de los productos.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que ambos EPA son muy eficientes en la atenuación de altas frecuencias y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos.
Habría que ser más minucioso para estipular si la presencia de sangre presenta algún riesgo para el uso de tapones, por lo que se recomienda el uso de las orejeras Masprot MPA-101 C.

11.3.14. ANDEN (PASILLO FAENAS)

Tabla 11.42: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,0	75,8	81,4	82,3	80,2	74,5	62,6	86,9
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**44,3**	**50,7**	**53,2**	**52,6**	**49,2**	**42,3**	**25,9**	
L´A (dBA)	58,0							

Tabla 11.43: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,0	75,8	81,4	82,3	80,2	74,5	62,6	86,9
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**58,5**	**59,5**	**58,1**	**54,7**	**49,2**	**40,5**	**25,9**	
L´A (dBA)	64							

Tabla 11.44: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,0	75,8	81,4	82,3	80,2	74,5	62,6	86,9
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	64,0
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	67,5
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	63,1

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

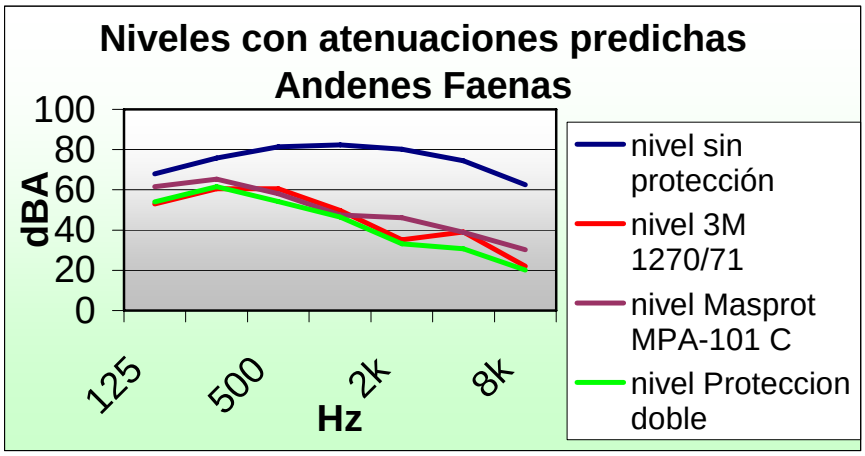


Figura 11.16: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
En este sector se alcanzan niveles superiores a lo permitido por el D.S. 594 para una jornada de 8 horas de trabajo, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, existen zonas donde se midieron sobre 85 dBA. Por los valores medidos en bandas de octavas, se comprende fácilmente que el ruido presente en el sector tiene un espectro que tiende a ser plano. El ambiente del área presenta temperaturas medias.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona.
Habría que ser más minucioso para estipular si la presencia de sangre presenta algún riesgo para el uso de tapones, por lo que se recomienda el uso de las orejeras Masprot MPA-101 C; aunque si se mantiene una higiene adecuada, no se debe desestimar el uso de tapones 3M 1270/71.

11.3.16. DECOMISO

Tabla 11.45: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	80,3	86,8	91,1	93,8	94,8	93,4	84,4	99,9
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**56,6**	**61,7**	**62,9**	**64,1**	**63,8**	**61,2**	**47,7**	
L´A (dBA)	70,1							

Tabla 11.46: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	80,3	86,8	91,1	93,8	94,8	93,4	84,4	99,9
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**70,8**	**70,5**	**67,8**	**66,2**	**63,8**	**59,4**	**47,7**	
L´A (dBA)	76							

Tabla 11.47: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	80,3	86,8	91,1	93,8	94,8	93,4	84,4	99,9
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	74,8
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	78,9
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	74,2

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

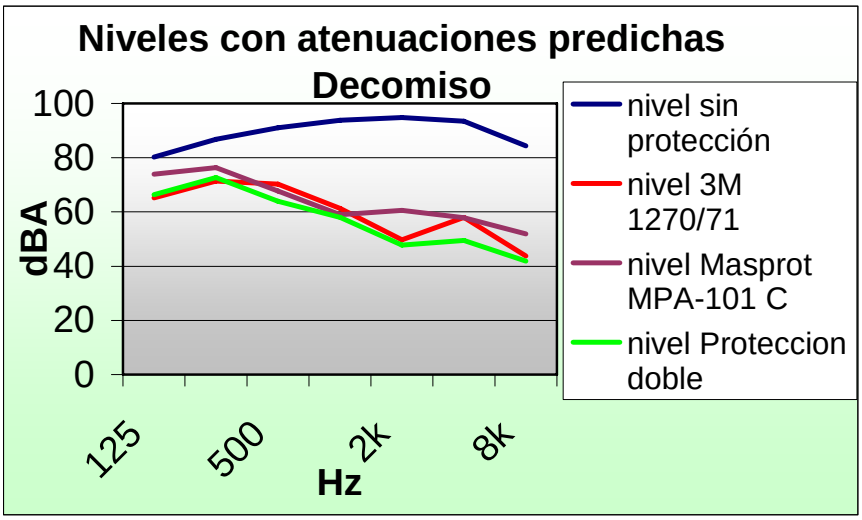


Figura 11.17: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro que da cuenta de una concentración mayor de energía acústica en las frecuencias medias altas (1k, 2k y 4k Hz), producto del funcionamiento de la trituradora de decomiso. Se pudo constatar que es un sector cuyo ambiente sonoro es nocivo, ya que se superan los 100 dBA al aproximarse a la máquina trituradora, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, por lo que el uso de protección auditiva es indispensable.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que ambos EPA son muy eficientes en la atenuación de altas frecuencias y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos.

11.3.15. GUATERÍA LIMPIA

Tabla 11.48: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,7	71,1	77,6	78,5	81,0	77,9	71,4	85,4
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**45,0**	**46,0**	**49,4**	**48,8**	**50,0**	**45,7**	**34,7**	
L´A (dBA)	55,7							

Tabla 11.49: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,7	71,1	77,6	78,5	81,0	77,9	71,4	85,4
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**59,2**	**54,8**	**54,3**	**50,9**	**50,0**	**43,9**	**34,7**	
L´A (dBA)	62							

Tabla 11.50: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	68,7	71,1	77,6	78,5	81,0	77,9	71,4	85,4
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	60,6
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	65,1
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	59,7

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

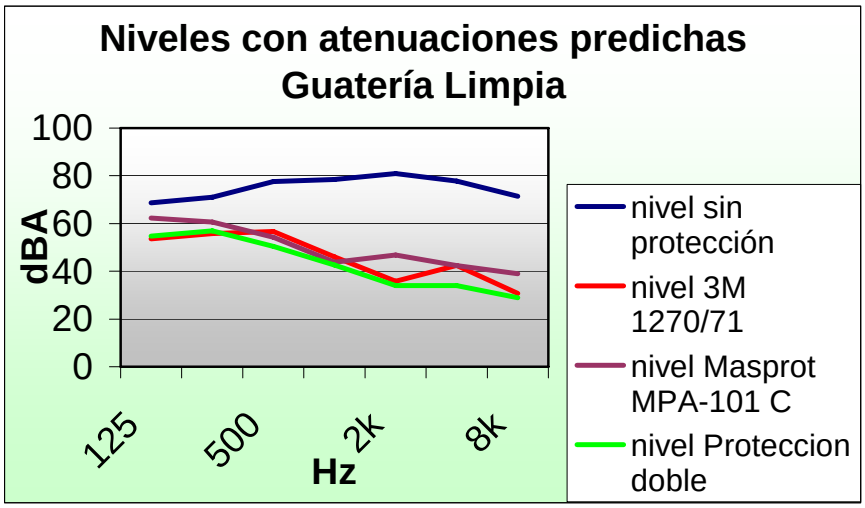


Figura 11.18: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro que da cuenta de una concentración mayor de energía acústica en las frecuencias medias altas (2k Hz), producto del funcionamiento de las centrifugas.
El leq aquí supera los 85 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, por lo que el uso de protección auditiva es obligatorio.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas, y humedad altas, debido a la presencia de vapor surgido del procedimiento de lavado.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que ambos EPA son muy eficientes en la atenuación de altas frecuencias y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos. Se recomienda el uso de los tapones reutilizables 3M 1270/71, ya que la presencia de humedad no hacen recomendables el uso de orejeras.

11.3.16. LAVADO DE TRIPAS (TRIPERÍA I)

Tabla 11.51: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	62,7	71,2	78,5	79,3	79,0	77,8	73,9	85,3
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**39,0**	**46,1**	**50,3**	**49,6**	**48,0**	**45,6**	**37,2**	
L´A (dBA)	55,5							

Tabla 11.52: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	62,7	71,2	78,5	79,3	79,0	77,8	73,9	85,3
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**53,2**	**54,9**	**55,2**	**51,7**	**48,0**	**43,8**	**37,2**	
L´A (dBA)	60							

Tabla 11.53: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	62,7	71,2	78,5	79,3	79,0	77,8	73,9	85,3
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	60,4
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	63,1
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	58,7

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

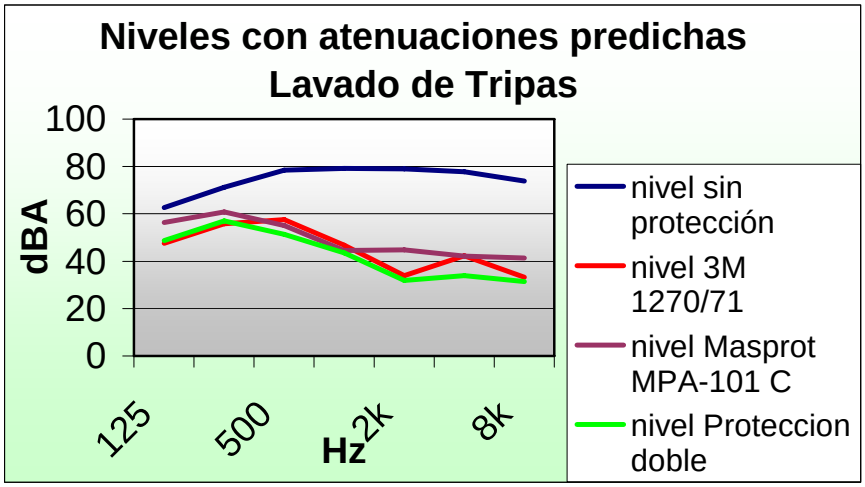


Figura 11.19: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro que tiende a ser plano.
El leq aquí supera los 85 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, por lo que el uso de protección auditiva es obligatorio.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas, y humedad altas, debido a la presencia de vapor surgido del procedimiento de lavado.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos. Se recomienda el uso de los tapones reutilizables 3M 1270/71, ya que la presencia de humedad no hacen recomendables el uso de orejeras.

11.3.17. SALA PATAS

Tabla 11.54: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	72,8	84,7	93,3	93,9	89,2	83,3	73,9	97,8
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**49,1**	**59,6**	**65,1**	**64,2**	**58,2**	**51,1**	**37,2**	
L´A (dBA)	68,8							

Tabla 11.55: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	72,8	84,7	93,3	93,9	89,2	83,3	73,9	97,8
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**63,3**	**68,4**	**70,0**	**66,3**	**58,2**	**49,3**	**37,2**	
L´A (dBA)	74							

Tabla 11.56: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	72,8	84,7	93,3	93,9	89,2	83,3	73,9	97,8
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	74,5
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	76,3
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	72,3

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

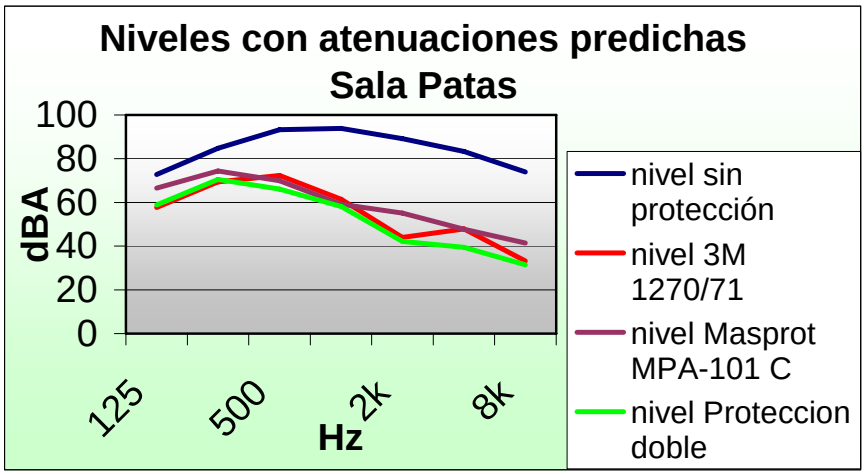


Figura 11.20: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro rico en frecuencias medias (500 y 1k Hz). El leq aquí bordea los 100 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, delatando en el sector un ambiente sonoro altamente nocivo, aportado principalmente por la centrifuga de patas, por lo que el uso de protección auditiva es indispensable.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas, y humedad altas, debido a la presencia de vapor surgido del lavado y centrifugado de patas.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos. Se recomienda el uso de los tapones reutilizables 3M 1270/71, ya que la presencia de humedad no hacen recomendables el uso de orejeras.

11.3.17. MATADERO (FAENAS)

Tabla 11.57: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	66,2	77,8	77,3	80,8	82,2	79,3	82,1	88,1
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**42,5**	**52,7**	**49,1**	**51,1**	**51,2**	**47,1**	**45,4**	
L´A (dBA)	58,0							

Tabla 11.58: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	66,2	77,8	77,3	80,8	82,2	79,3	82,1	88,1
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**56,7**	**61,5**	**54,0**	**53,2**	**51,2**	**45,3**	**45,4**	
L´A (dBA)	64							

Tabla 11.59: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	66,2	77,8	77,3	80,8	82,2	79,3	82,1	88,1
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	63,9
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	68,4
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	64,2

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

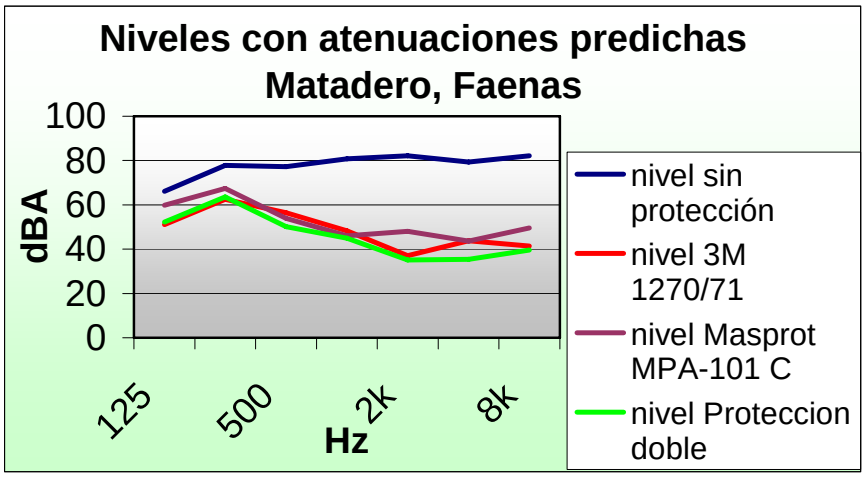
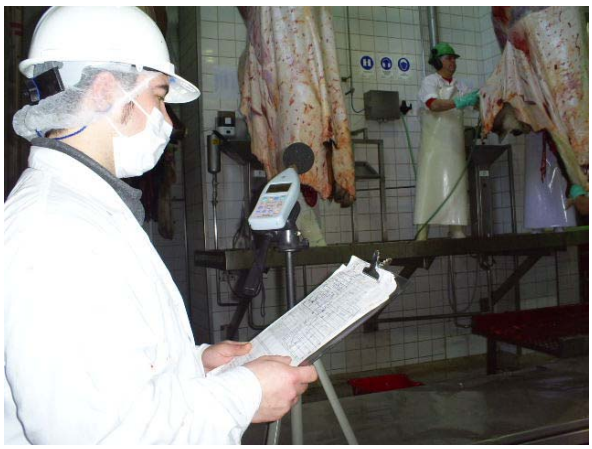


Figura 11.21: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.



Figuras 11.22 y 11.23: Fotos, Faenas, zona intermedia.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro casi plano, con un incremento en altas frecuencias (8k Hz). El leq aquí sobrepasa los 85 dBA en casi todo el sector; existe una zona que sobrepasa los 90 dBA como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, delatando en el sector un ambiente sonoro nocivo, por lo que el uso de protección auditiva es indispensable.

El ambiente del área presenta temperaturas medias altas, y humedad alta, debido a la presencia de vapor surgido del lavado de los animales con mangueras a presión.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que los dos atenúan eficientemente altas frecuencias y permitirían que el sonido recibido esté por debajo los niveles permitidos. Empero, se recomienda el uso de los tapones reutilizables 3M 1270/71, ya que la presencia de humedad no hacen recomendables el uso de orejeras.
Se debe hacer un examen más profundo para verificar si la abundante presencia de sangre dificulta en cierta manera el uso de tapones, por la posibilidad de infecciones; es por esto que se recalca la necesidad de una pulcra higiene en el uso y mantenimiento de los tapones reutilizables.

Figura 11.24: Faenas, zona limpia.

11.3.18. SALA CABEZAS

Tabla 11.60: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,9	75,8	81,3	81,0	81,0	79,5	74,7	87,4
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**46,2**	**50,7**	**53,1**	**51,3**	**50,0**	**47,3**	**38,0**	
L´A (dBA)	58,2							

Tabla 11.61: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,9	75,8	81,3	81,0	81,0	79,5	74,7	87,4
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**60,4**	**59,5**	**58,0**	**53,4**	**50,0**	**45,5**	**38,0**	
L´A (dBA)	65							

Tabla 11.62: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	69,9	75,8	81,3	81,0	81,0	79,5	74,7	87,4
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	64,2
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	68,1
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	63,4

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

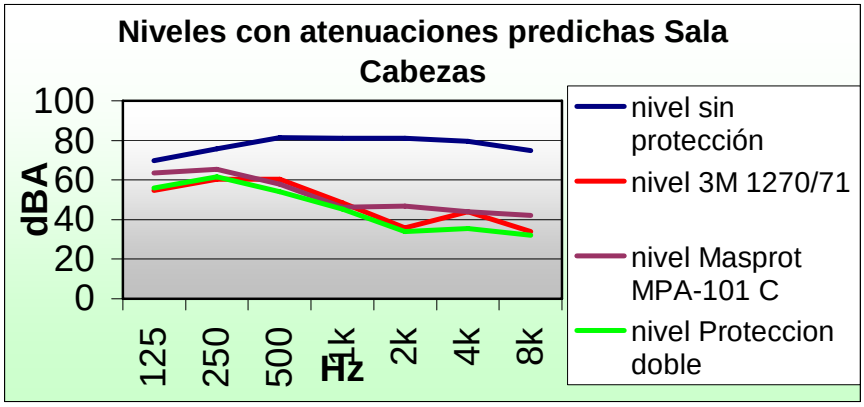


Figura 11.25: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro casi plano. El leq aquí sobrepasa los 85 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruidos de la zona de Faenas y Salas Anexas, por lo que el uso de protección auditiva es obligatorio.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona y les permitirían que el sonido recibido esté por debajo los niveles permitidos

11.3.19. TRIPERÍA 2

Tabla 11.63: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	64,9	75,0	81,1	81,6	79,7	77,7	71,5	86,8
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
L´f (dBA)	**41,2**	**49,9**	**52,9**	**51,9**	**48,7**	**45,5**	**34,8**	
L´A (dBA)	57,6							

Tabla 11.64: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	64,9	75,0	81,1	81,6	79,7	77,7	71,5	86,8
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**55,4**	**58,7**	**57,8**	**54,0**	**48,7**	**43,7**	**34,8**	
L´A (dBA)	63							

Tabla 11.65: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	64,9	75,0	81,1	81,6	79,7	77,7	71,5	86,8
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	63,4
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	66,3
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	62,1

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

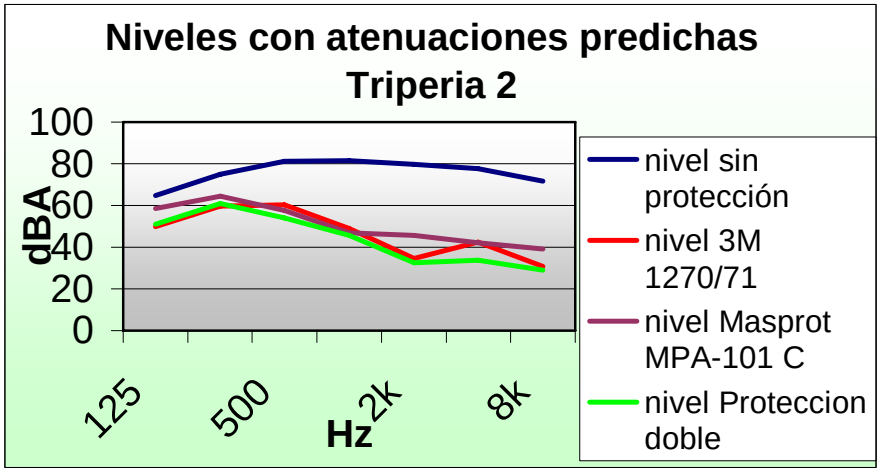


Figura 11.26: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro que tiende a ser plano.
El leq aquí supera los 85 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas y Salas anexas, por lo que el uso de protección auditiva es obligatorio.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas, y humedad altas, debido a la presencia de vapor surgido del procedimiento de lavado.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos. Se recomienda el uso de los tapones reutilizables 3M 1270/71, ya que la presencia de humedad no hacen recomendables el uso de orejeras.

11.3.20. SUBPRODUCTOS ROJOS

Tabla 11.66: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	64	74,1	78,4	80,6	78,1	74,6	66,3	84,9
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5	5	4,6	4,1	3,5	4	5,5	
L´f (dBA)	**40,3**	**49**	**50,2**	**50,9**	**47,1**	**42,4**	**29,6**	
L´A (dBA)	55,9							

Tabla 11.67: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	64	74,1	78,4	80,6	78,1	74,6	66,3	84,9
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**54,5**	**57,8**	**55,1**	**53**	**47,1**	**40,6**	**29,6**	
L´A (dBA)	62							

Tabla 11.68: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	64	74,1	78,4	80,6	78,1	74,6	66,3	84,9
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	61,7
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	65,2
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	61,0

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia

L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

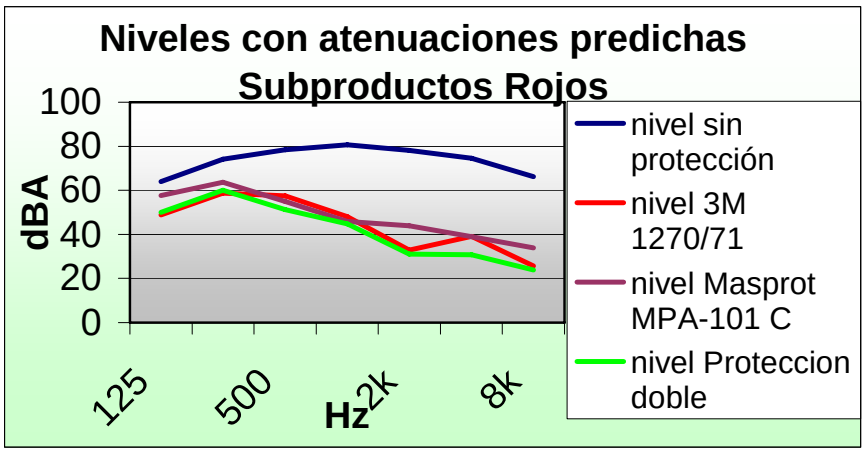


Figura 11.27: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro que tiende a ser plano.
El leq aquí supera los 85 dBA, como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas y Salas anexas, por lo que el uso de protección auditiva es obligatorio.
El ambiente del área presenta temperaturas medias.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona y les permitirían que el sonido recibido este por debajo los niveles permitidos.

11.3.21. ESTROBADO

Tabla 11.69: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (3M1270/71) (*)

3M 1270/1271	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	65,0	73,3	81,1	82,9	84,7	84,1	79,7	90,0
Af (Fab) (dB)	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (Fab) (dB)	5,0	5	4,6	4,1	3,5	4	5,5	
L´f (dBA)	**41,3**	**48,2**	**52,9**	**53,2**	**53,7**	**51,9**	**43**	
L´A (dBA)	59,5							

Tabla 11.70: Reducción del nivel de ruido predicha por el fabricante (Masprot MPA-101C) (*)

Masprot MPA-101 C	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	65,0	73,3	81,1	82,9	84,7	84,1	79,7	90,0
Af (Fab) (dB)	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (Fab) (dB)	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
L´f (dBA)	**55,5**	**57**	**57,8**	**55,3**	**53,7**	**50,1**	**43**	
L´A (dBA)	63							

Tabla 11.71: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	(dBA)
Lf (dBA) (en terreno)	65,0	73,3	81,1	82,9	84,7	84,1	79,7	90,0
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	62,9
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	65,5
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	61,1

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados

L´A = Npseq final atenuado

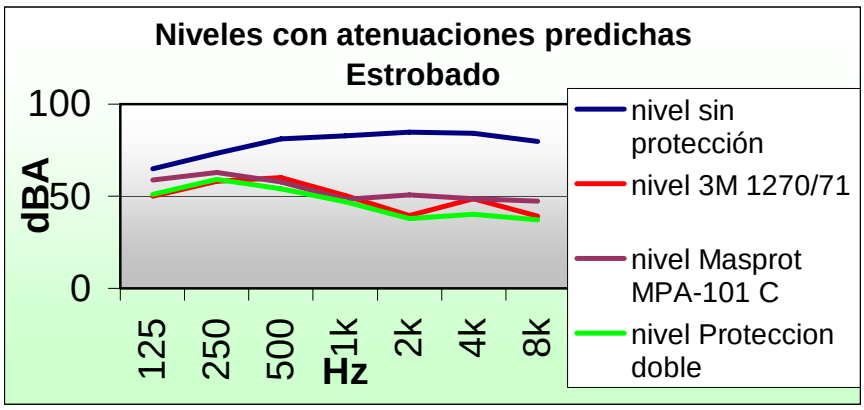


Figura 11.28: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

Figura11.29: Foto Estrobado.

Análisis:
Como se aprecia en el gráfico, el ruido de este sector tiene un espectro casi plano, con un leve incremento en frecuencias medias altas (2k y 4k Hz). El leq aquí sobrepasa los 85 dBA en casi todo el sector; existe una zona que sobrepasa los 90 dBA como se puede apreciar en el mapa de ruido correspondiente a la zona de Faenas, delatando en el sector un ambiente sonoro nocivo, por lo que el uso de protección auditiva es indispensable.
El ambiente del área presenta temperaturas medias altas, y humedad alta, debido a la presencia de vapor.
El análisis permite decir que ambos protectores son indicados para proporcionar seguridad a los trabajadores de la zona, ya que los dos atenúan eficientemente altas frecuencias y les permitirían que el sonido recibido esté por debajo los niveles permitidos. Se recomienda el uso de los tapones reutilizables 3M 1270/71, ya que la presencia de humedad no hacen recomendables el uso de orejeras.
Se debe hacer un examen más profundo para verificar si la abundante presencia de sangre dificulta en cierta manera el uso de tapones, por la posibilidad de infecciones; es por esto que se recalca la necesidad de una pulcra higiene en el uso y mantenimiento de los tapones reutilizables.

11.3.22. CAJÓN DE INSENSIBILIZACIÓN

En este sector el análisis se realizó de forma completamente diferente, ya que el ruido presente es producido por una pistola neumática y se ha identificado en forma clara como ruido impulsivo. Para esto se midió con el Sonómetro Svantek Svan 943 B en el puesto de trabajo, registrando los niveles de presión sonora peak en ponderación C (dBC peak), tal como indica el D.S. 594. Estos datos se han promediado energéticamente para lograr obtener un valor único de emisión en dBC peak y así compararlo con los datos obtenidos en laboratorio referente a las atenuaciones proporcionadas por los EPAs en estudio y la combinación de estos, además de compararlos con los datos entregados por el fabricante, de los cuales se ha obtenido una ponderación lineal según las atenuaciones de ruido que fueron entregando los resultados dados en bandas de octavas y transformados a niveles equivalentes, lo que proporcionó una atenuación más alta que el NRR dado por los fabricantes. La razón de utilizar los datos de esta manera obtenidos y no los NRR proporcionados por el fabricante, se basa en la experiencia que se ha adquirido durante la confección de este trabajo. Se podrá ver que los niveles de atenuación calculados de la manera descrita y los niveles de atenuación obtenidos en laboratorio son muy similares, lo que respalda la utilización de estos parámetros.

Tabla 11.72: Promedio energético obtenido de las emisiones medidas en el puesto del operario de la pistola neumática.

PROM dBC Peak en cajón de insensibilización	127,2 dBC peak

Tabla 11.73: Atenuaciones predichas (fábrica/laboratorio) y niveles resultantes.

Protección	atenuación en dB	valor promedio atenuado en dBC
3M 1270/71 Fab	29,00	98,18
Masprot MPA-101 C Fab	22,05	105,13
3M 1270/71 Lab	28,48	98,70
Masprot MPA-101 C Lab	23,00	104,18
Protección Doble Lab	27,97	99,21

Análisis:
El D.S. 594, para una jornada laboral de 8 horas permite la exposición a ruido impulsivo de hasta 95 dBC peak. En este caso estamos sobrepasando la norma por más de 32 dB. La atenuación otorgada por ambos protectores, ya sea la orejera adaptable a casco Masprot MPA-101 C, o el tapón reutilizable 3M 1270/71, o la combinación de ambos como protector doble, no es suficiente para lograr el límite permitido para una jornada de 8 horas.
Con la mejor atenuación, la otorgada por el tapón 3M 1270/71, debería el trabajador expuesto, realizar un turno bajo las 4 horas.
Existen en el mercado diferentes opciones de protectores auditivos. Para este caso lo mejor sería la utilización de tapones desechables de espuma; si se utilizan correctamente, logra atenuar una gran cantidad de energía acústica (en la mayoría de los casos sobre 30 dB); la razón es que al ser moldeables, rellenan totalmente la cavidad auditiva, creando una barrera acústica de tipo absorbente muy efectiva.
Algunos de estos modelos, fabricados de espuma autoexpandible a base de poliuretano, los que podrían aminorar notablemente el efecto nocivo del ruido sobre la audición del trabajador que se desempeñe en el puesto de trabajo que utiliza la pistola neumática:

-Ear Taper-Fit 2 (NRR= 32dB)
[Outdoor Wizard 2007]

-Howard Leight Max–1 (NRR= 33dB)
[Coney 2008]

-Deci 4200 (NRR= 33dB)
[North-Safety 2006]

-Remington Hunting PC 30 (NRR= 30 dB)
[Stylefeeder 2005]

Figura 11.30: Tapón autoexpandible DECI 4200, NRR = 33dB.
Fuente [North-Safety 2006]

De todas formas se han realizado mediciones en bandas de octava del nivel de presión sonora en dBC, para ser analizado.

Tabla 11.74: Comparación de niveles atenuados, mediante datos obtenidos en laboratorio, entre 3M 1270/71, Masprot MPA-101 C y combinación de ambos (*)

Valores laboratorio	Freq central de la banda de octava (Hz)							Leq/L´A (dBC)
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Lf (dBC) (en terreno)	83,7	89	98,7	94,7	84,2	87,5	89,9	101,2
A 3M 1270/71	15,1	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6	79,7
A Masprot MPA-101 C	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5	82,1
A Protección doble	14,0	14,1	27,2	35,9	47,0	43,9	42,5	77,4

Fuente [Elaboración propia]

(*) Lf = Nps por frecuencia
Af / A = Atenuaciones por frecuencia
Df = Desviación estándar por frecuencia
L´f = Nps atenuados
L´A = Npseq final atenuado

Aquí los niveles de atenuación asignados para los tipos de protectores, son los promedios energéticos para cada banda de frecuencias obtenidas en las pruebas de laboratorio que se han detallado más adelante.

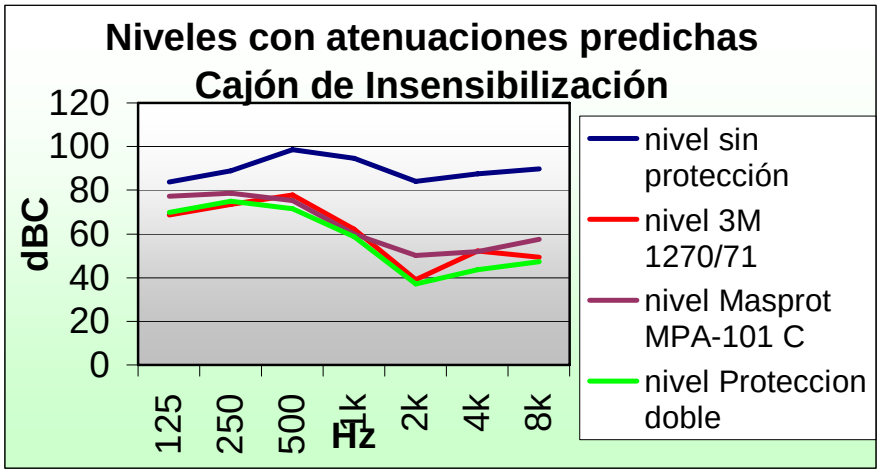


Figura 11.31: Gráfico de comparación de niveles de presión sonora predichos, según pruebas en laboratorio.

11.4. PRUEBAS EN LABORATORIO

En el mes de noviembre del año 2008 se sometió a prueba la protección auditiva 3M 1270/71 (tapón reutilizable de silicona), Masprot MPA 101-C (orejera adaptable a casco) y la combinación de ambas, en la sala anecoica 2 del laboratorio del Instituto de Acústica de la Universidad Austral de Chile, con el fin de medir su atenuación real proporcionada.

Materiales:

- Sala anecoica
- Fuente omnidireccional
- Amplificador Tascam PA 20 MK
- Compact disc player Hermen/Kardon HD7325
- Sonómetro integrador Rion NL 22
- Software Spectra RTA (analizador de espectros)
- Software CUBASE LE 4 (controlador)
- Software (Excell)
- Interfase Audiobox USB
- Cabeza artificial equipada con micrófonos AKG C 562 CM
- Tapón reutilizable 3M 1270/71
- Orejera adaptable a casco Masprot MPA 101-C
- Casco

Se armó dentro de la sala anecoica el montaje mostrado a continuación, en la figura (11.31):

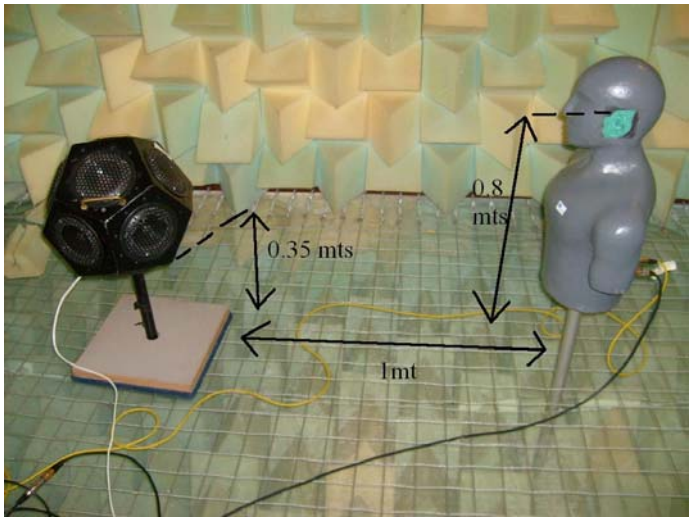


Figura 11.31: Montaje experimental.

Gracias a la cadena de audio instalada, que constaba de reproductor de CD, amplificador y fuente omnidireccional se pudo emitir dos clases de ruido; ruido rosa y ruido blanco, los que se utilizaron para hacer las pruebas. Para registrar el nivel de presión sonora real que recibía la cabeza artificial, se midió con el sonómetro a nivel de las orejas. Anteriormente se había medido el ruido de fondo de la sala anecoica.

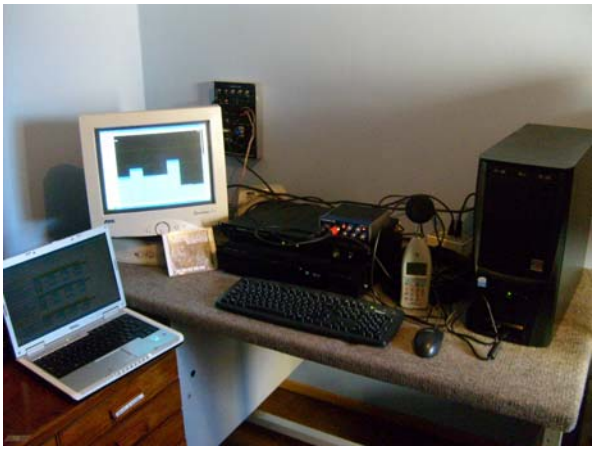


Figura 11.32: Equipos utilizados en el laboratorio.

Se midió el nivel de presión sonora por bandas de octava de las emisiones de ruido rosa y blanco, a través de los micrófonos montados en la cabeza artificial, gracias al software Spectra RTA y a una interfase, primero sin protección, luego con tapones, orejeras y por último con protección doble.

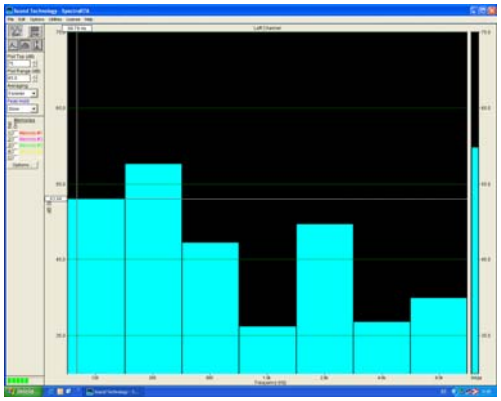


Figura 11.33: Programa Spectra RTA.

Estas mediciones fueron comparadas con los supuestos niveles de atenuación entregados por los fabricantes, en forma de bandas de octavas, incluyendo la resta de las desviaciones estándares, como se explicó anteriormente en el método de bandas de octavas; es por esa razón que se observó que las atenuaciones totales con los datos entregados por los fabricantes eran diferentes de la atenuación NRR entregada por estos. Finalmente, se realizó un promedio energético de las distintas mediciones (ruido blanco oído izquierdo, ruido blanco oído derecho, ruido rosa oído izquierdo, etc.), para generar un gráfico que comparase las atenuaciones características dadas por las diferentes configuraciones. Para la obtención del promedio energético se utilizó la siguiente fórmula:

$$Nps_f = 20\log\frac{1}{n}\left[\sum anti\log\frac{Nps_n}{20}\right] \qquad (14)$$

Donde:

Nps_f =Nivel de presión sonora final (promediado).

Nps_n =Nivel de presión sonora medido enésimo.

Esta ecuación se puede obtener a partir de la ecuación de nivel de presión sonora:

$$Nps_n = 20\log\left(\frac{p_n}{p_0}\right)(dB) \qquad (15)$$

Donde:

p_n = valor de la presión acústica a una distancia determinada de la fuente.

p_0 =presión acústica de referencia (20 micro pascales). [Recuero 2002]

Los resultados obtenidos durante la experiencia en el laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 11.75: Ruido de Fondo medido con sonómetro dentro de la sala anecoica

Ruido de Fondo (LAB)	Frecuencia central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Ruido de fondo (dBA)	16,7	15,2	17,2	16,7	18,3	18,7	19,8	26,2

Figura 11.34: Niveles medidos con sonómetro a nivel de la oreja izquierda.

Tabla 11.76: Niveles medidos con sonómetro a altura de cabeza artificial, sin protección

Nps medidos(LAB)	Frecuencia central de la banda de octava (Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Oído izq dB (ruido rosa)	98,3	94,9	91,1	86,0	84,7	79,7	68,3	100,8
Oído dcho dB (ruido rosa)	94,7	93,6	90,0	86,5	82,9	76,5	68,3	98,4
Oído izq dBA (ruido rosa)	82,2	86,3	87,9	86,0	85,9	80,7	67,2	93,4
Oído dcho dBA (ruido rosa)	78,6	85,0	86,8	86,5	84,1	77,5	67,2	92,2
Oído izq dB (ruido blanco)	84,4	83,4	82,1	81,7	82,8	80,7	71,3	90,5
Oído dcho dB (ruido blanco)	81,1	83,4	82,2	81,9	81,1	77,2	73,0	89,4
Oído izq dBA (ruido blanco)	68,3	74,8	78,9	81,7	84,0	81,7	70,2	88,4
Oído dcho dBA (ruido blanco)	65,0	74,8	79,0	81,9	82,3	78,2	71,9	87,3

11.4.1. Pruebas con 3M 1270/71 y Masprot MPA-101 C

Figura 11.35: Pruebas con Masprot MPA-101 C.

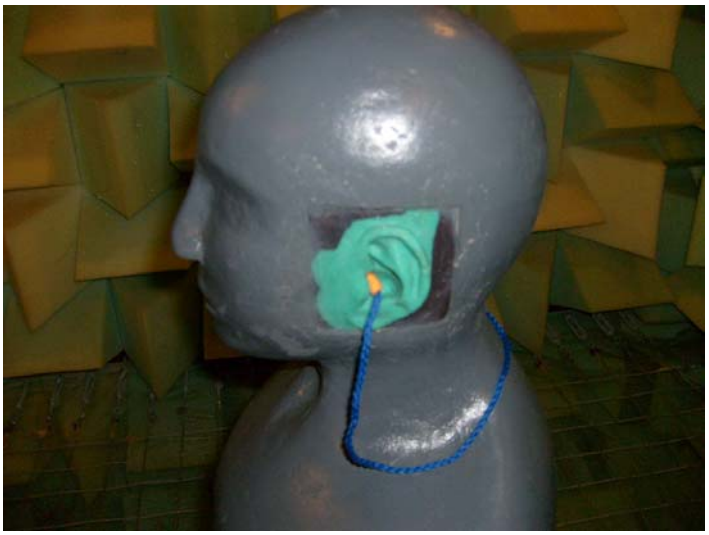


Figura 11.36: Cabeza artificial con tapones 3M 1270/71.

Tabla 11.77: Niveles medidos con Ruido Rosa (oído izq.) y atenuaciones predichas-3M 1270/71

3M 1270/1271	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	88,1	90,6	86,5	86,7	92,6	77,7	69,7	96,6
Atenuación del tapón(FAB) dB	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (FAB) dB	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**64,4**	**65,5**	**58,3**	**57,0**	**61,6**	**45,5**	**33,0**	
Npseq atenuado (FAB) dB	69,5							
Nps medido con protección (LAB) dB	71,1	74,9	67,5	56,6	52,6	52,9	33,0	77,1
Atenuación del tapón(LAB) dB	17,0	15,7	19,0	30,1	40,0	24,8	36,6	
Npseq atenuado (LAB) dB	77,0							

Tabla 11.78: Atenuaciones totales (3M 1270/71)

Atenuación Total Fab)(dB) :	27,1
	diferencia Lab-Fab (dB):
	-7,5
Atenuación Total (Lab)(dB):	19,6

Tabla 11.79: Niveles medidos con Ruido Rosa (oído izq.) y atenuaciones predichas-Masprot MPA-101 C

Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	88,1	90,6	86,5	86,7	92,6	77,7	69,7	96,6
Atenuación del tapón(FAB) dB	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (FAB) dB	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**78,6**	**74,3**	**63,2**	**59,1**	**61,6**	**43,7**	**33,0**	
Npseq atenuado (FAB) dB	80,2							
Nps medido con protección (LAB) dB	84,1	82,5	65,2	54,2	62,3	42,1	37,6	86,5
Atenuación del tapón(LAB) dB	4,0	8,1	21,3	32,5	30,3	35,7	32,1	
Npseq atenuado (LAB) dB	86,4							

Tabla 11.80: Atenuaciones totales (Masprot MPA-101 C)

Atenuación Total (Fab)(dB):	16,5
	diferencia Lab-Fab (dB):
	-6,3
Atenuación Total (Lab)(dB) :	10,2

Tabla 11.81: Niveles medidos con Ruido Rosa (oído dcho.) y atenuaciones predichas-3M 1270/71

3M 1270/1271	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	80,4	84,8	80,9	80,1	89,3	74,5	72,4	91,8
Atenuación del tapón(FAB) dB	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (FAB) dB	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**56,7**	**59,7**	**52,7**	**50,4**	**58,3**	**42,3**	**35,7**	
Npseq atenuado (FAB) dB	63,8							
Nps medido con protección (LAB) dB	67,4	70,5	58,9	45,8	41,4	34,6	28,6	72,6
Atenuación del tapón(LAB) dB	13,0	14,4	22,0	34,3	47,8	40,0	43,9	
Npseq atenuado (LAB) dB	72,4							

Tabla 11.82: Atenuaciones totales (3M 1270/71)

Atenuación Total (Fab)(dB):	28
diferencia Lab-Fab (dB):	-8,6
Atenuación Total (Lab)(dB):	19,4

Tabla 11.83. Niveles medidos con Ruido Rosa (oído dcho) y atenuaciones predichas-Masprot MPA-101

Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	80,4	84,8	80,9	80,1	89,3	74,5	72,4	91,8
Atenuación del tapón(FAB) dB	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (FAB) dB	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**70,9**	**68,5**	**57,6**	**52,5**	**58,3**	**40,5**	**35,7**	
Npseq atenuado (FAB) dB	73,2							
Nps medido con protección (LAB) dB	72,3	72,6	55,8	43,6	52,5	39,0	39,6	75,7
Atenuación del tapón(LAB) dB	8,1	12,3	25,1	36,5	36,8	35,5	32,9	
Npseq atenuado (LAB) dB	75,5							

Tabla 11.84: Atenuaciones totales (Masprot MPA-101 C)

Atenuación Total (Fab)(dB):	18,6
diferencia Lab-Fab (dB):	-2,3
Atenuación Total (Lab)(dB):	16,3

Tabla 11.85: Niveles medidos con RuidoBlanco (oído izq.) y atenuaciones predichas-3M 1270/7

3M 1270/1271	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	74,9	79,4	78,4	82,4	90,6	78,6	72,4	92,0
Atenuación del tapón(FAB) dB	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (FAB) dB	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**51,2**	**54,3**	**50,2**	**52,7**	**59,6**	**46,4**	**35,7**	
Npseq atenuado (FAB) dB	62,2							
Nps medido con protección (LAB) dB	57,1	63,1	60,1	51,8	50,7	53,8	36,1	66,2
Atenuación del tapón(LAB) dB	17,9	16,2	18,3	30,6	39,9	24,9	36,2	
Npseq atenuado (LAB) dB	66,1							

Tabla 11.86: Atenuaciones totales (3M 1270/71)

Atenuación Total (Fab)(dB):	29,9
	diferencia Lab-Fab (dB):
	-4,0
Atenuación Total (Lab)(dB):	25,9

Tabla 11.87: Niveles medidos con Ruido Blanco (oído izq) y atenuaciones predichas-Masprot MPA-101

Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	74,9	79,4	78,4	82,4	90,6	78,6	72,4	92,0
Atenuación del tapón(FAB) dB	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (FAB) dB	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**65,4**	**63,1**	**55,1**	**54,8**	**59,6**	**44,6**	**35,7**	
Npseq atenuado (FAB) dB	68,5							
Nps medido con protección (LAB) dB	69,5	69,8	55,9	49,0	60,0	42,4	40,8	73,1
Atenuación del tapón(LAB) dB	5,4	9,6	22,5	33,4	30,6	36,2	31,5	
Npseq atenuado (LAB) dB	73,0							

Tabla 11.88: Atenuaciones totales (Masprot MPA-101 C)

Atenuación Total (Fab)(dB):	23,5
	diferencia Lab-Fab (dB):
	-4,5
Atenuación Total (Lab)(dB):	19

Tabla 11.89: Niveles medidos con Ruido Blanco (oído dcho.) y atenuaciones predichas-3M 1270/71

3M 1270/1271	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	67,4	73,8	72,7	75,7	87,8	75,9	75,7	88,8
Atenuación del tapón(FAB) dB	28,7	30,1	32,8	33,8	34,5	36,2	42,2	
Df (FAB) dB	5,0	5,0	4,6	4,1	3,5	4,0	5,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**43,7**	**48,7**	**44,5**	**46,0**	**56,8**	**43,7**	**39,0**	
Npseq atenuado (FAB) dB	58,3							
Nps medido con protección (LAB) dB	53,5	58,9	49,4	41,4	38,9	35,7	32,7	60,5
Atenuación del tapón(LAB) dB	13,9	15,0	23,3	34,3	48,8	40,2	43,1	
Npseq atenuado (LAB) dB	60,4							

Tabla 11.90: Atenuaciones totales (3M 1270/71)

Atenuación Total (Fab)(dB):	30,5	
		diferencia Lab-Fab (dB):
		-2,2
Atenuación Total (Lab)(dB):	28,4	

Tabla 11.91: Niveles medidos con Ruido Blanco (oído dcho) y atenuaciones predichas-Masprot MPA

Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	67,4	73,8	72,7	75,7	87,8	75,9	75,7	88,8
Atenuación del tapón(FAB) dB	12,6	19,2	26,7	30,9	34,1	37,2	41,2	
Df (FAB) dB	3,1	2,9	3,4	3,3	3,1	3,2	4,5	
Nps con protección estimados(FAB) dB	**57,9**	**57,5**	**49,4**	**48,1**	**56,8**	**41,9**	**39,0**	
Npseq atenuado (FAB) dB	62,6							
Nps medido con protección (LAB) dB	59,0	60,8	46,5	38,7	50,7	40,2	42,9	63,6
Atenuación del tapón(LAB) dB	8,4	13,1	26,2	37,1	37,0	35,8	32,9	
Npseq atenuado (LAB) dB	63,4							

Tabla 11.92: Atenuaciones totales (Masprot MPA-101 C)

Atenuación Total (Fab)(dBA):	26,2	
		diferencia Lab-Fab (dB):
		-0,8
Atenuación Total (Lab)(dBA):	25,4	

11.4.2. Pruebas con protección doble

Tabla 11.93: Niveles medidos con Ruido Rosa (oído izq.) y atenuaciones para protección doble

3M 1270/1271 + Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	88,1	90,6	86,5	86,7	92,6	77,7	69,7	96,6
Nps medido con protección (LAB) dB	72,8	75,6	59,8	52,4	45,6	34,6	26,6	77,6
Atenuación del tapón+orejera(LAB) dB	15,3	15,0	26,7	34,3	47,0	43,1	43,1	
Npseq atenuado (LAB) dB	77,5							

Tabla 11.94: Atenuación protección doble

Atenuación Total (Lab)(dB):	19,1

Tabla 11.95: Niveles medidos con Ruido Rosa (oído dcho.) y atenuaciones para protección doble

3M 1270/1271 + Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	80,4	84,8	80,9	80,1	89,3	74,5	72,4	91,8
Nps medido con protección (LAB) dB	68,9	71,8	54,0	43,5	42,2	29,7	28,6	73,8
Atenuación del tapón+orejera(LAB) dB	11,5	13,0	27,0	36,7	47,0	44,9	43,9	
Npseq atenuado (LAB) dB	73,7							

Tabla 11.96: Atenuación protección doble

Atenuación Total (Lab)(dB):	18,2

Tabla 11.97: Niveles medidos con Ruido Blanco (oído izq.) y atenuaciones para protección doble

3M 1270/1271 + Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	74,9	79,4	78,4	82,4	90,6	78,6	72,4	92,0
Nps medido con protección (LAB) dB	58,9	64,3	51,1	47,6	44,1	35,6	31,6	65,9
Atenuación del tapón+orejera(LAB) dB	16,1	15,0	27,3	34,8	46,6	43,1	40,8	
Npseq atenuado (LAB) dB	65,7							

Tabla 11.98: Atenuación protección doble

Atenuación Total (Lab)(dB):	26,4

Tabla 11.99: Niveles medidos con Ruido Blanco (oído dcho.) y atenuaciones para protección doble

3M 1270/1271 + Masprot MPA-101 C	Frecuencia central(Hz)							Leq
	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB
Nps medidos sin protección (LAB) dB	67,4	73,8	72,7	75,7	87,8	75,9	75,7	88,8
Nps medido con protección (LAB) dB	55,3	60,6	45,0	38,5	40,3	31,6	33,9	61,9
Atenuación del tapón+orejera(LAB) dB	12,1	13,2	27,7	37,3	47,5	44,3	41,9	
Npseq atenuado (LAB) dB	61,9							

Tabla 11.100: Atenuación protección doble

Atenuación Total (Lab)(dBA):	26,9

Tabla 11.101: Promedios de atenuaciones para las 3 configuraciones de protección auditiva

Atenuaciones promediadas

Freq (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k	8k
3M 1270/1271 (Lab)(dB)	15,7	15,3	20,9	32,5	45,1	35,5	40,6
3M 1270/1271 (Fab) (dB)	23,7	25,1	28,2	29,7	31,0	32,2	36,7
Masprot MPA-101 C (Lab) (dB)	6,3	10,4	23,4	34,7	34,1	35,6	32,5
Masprot MPA-101 C (Fab) (dB)	9,5	16,3	23,3	27,6	31,0	34,0	36,7
Protección Doble (dB)	14,0	14,1	27,2	35,8	47,0	43,9	42,5

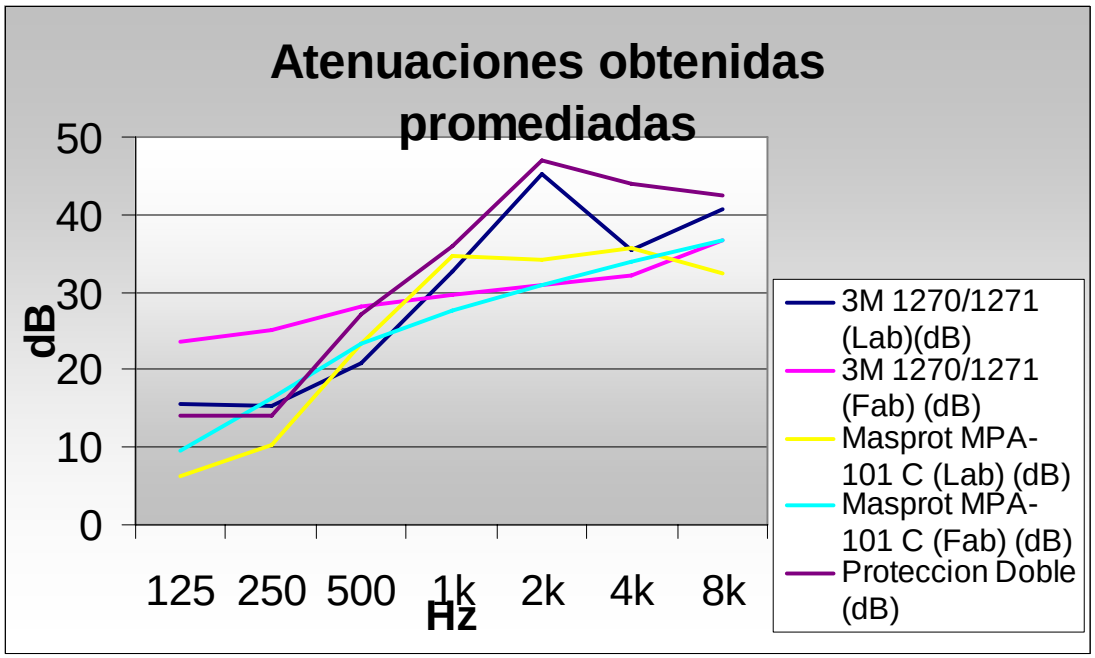


Figura 11.36: Gráfico: Promedios de atenuaciones para las 3 configuraciones de protección auditiva.

11.4.3. Conclusiones laboratorio:

Luego que se realizaran las experiencias en laboratorio se ha concluido lo siguiente:

1. Las atenuaciones promediadas características de ambos protectores (tapones y orejeras) obtenidas en laboratorio, estuvieron siempre por debajo de las calculadas al 84% de efectividad, con los datos otorgados por los fabricantes.

2. Para las mediciones realizadas con ruido rosa, las atenuaciones ponderadas obtenidas en el laboratorio fueron siempre menores que el NRR entregado por el fabricante (24 dB para los tapones, 21 dB para las orejeras), mientras que la atenuación total promediada calculada a partir de los datos de bandas de octavas proporcionadas por los fabricantes superaron al NRR otorgados por 3M para sus tapones 3M 1270/71 en todos los casos, mientras que para el caso de las orejeras Masprot MPA-101 C, los valores calculados estuvieron siempre bajo el NRR entregado por Masprot.

3. En general, el protector Masprot MPA-101 C se comportó en el laboratorio similarmente a lo predicho según los cálculos obtenidos a partir de los datos entregados por el fabricante.

4. Para las mediciones realizadas con ruido blanco, para ambos protectores, las atenuaciones promediadas calculadas a partir de los datos en bandas de octavas entregadas por los fabricantes, superaron siempre al NRR entregado por 3M y Masprot, igualmente que los promedios de las atenuaciones características, en todos los casos, menos en uno, el resultado obtenido en la medición realizada a la orejera Masprot MPA-101 C, con ruido blanco medida con el micrófono del oído izquierdo.

5. En general, los resultados de las mediciones realizadas con ruido blanco en el laboratorio se aproximaron más a las atenuaciones calculadas a partir de los datos entregados por el fabricante, lo que lleva a pensar que el fabricante utilizó este tipo de ruido para obtener dichos datos, a pesar de que las normas consultadas en la literatura dicen que se utiliza ruido rosa.

6. Lo anterior se puede interpretar como la validación de que la protección auditiva tendrá un comportamiento diferente para cada ruido distinto, puesto que los resultados obtenidos con mediciones realizadas con ruido rosa y ruido blanco dan resultados muy diferentes individualmente para cada protector.

7. Al promediar las atenuaciones obtenidas para cada protector, tanto las calculadas como las medidas, las primeras resultaron tener un efecto más notable en bajas frecuencias, comparándolas con sus contrapartes medidas en el laboratorio, mientras que estas últimas presentaron una atenuación mayor en altas frecuencias, por lo que en definitiva, las curvas obtenidas mediante cálculos basados en los datos del fabricante, en el caso de los tapones y

de las orejeras, presentaban una tendencia más inclinada a la linealidad que las curvas de atenuaciones medidas en el laboratorio, que presentaban una pendiente más marcada.

8. Se desprende de lo anterior, que teóricamente ambos protectores ofrecen una mejor atenuación en bajas frecuencias, que lo que en la práctica brindan, si bien la diferencia para las orejeras Masprot MPA-101 C es menor.

9. El tapón 3M1270/71, teóricamente debería tener un comportamiento más lineal referente a la atenuación que proporciona según los datos del fabricante, lo que dista mucho de lo observado en el laboratorio.

10. Para protección doble se obtuvieron resultados que no superaron significativamente a la atenuación otorgada por los tapones 3M 1270/71; incluso en algunos casos esta diferencia era despreciable.

11. En promedio, sólo en altas frecuencias la configuración de protección doble otorgó una atenuación considerablemente más alta que el tapón 3M 1270/71, por lo que su uso sería solamente recomendable para el personal que se desempeña en zonas donde el ruido tiene componentes con mayor energía en las altas frecuencias, como es el caso de la zona de empaque primario. De todas formas, como se estudio anteriormente, la atenuación brindada por cualquiera de las otras dos protecciones (tapones u orejeras) es más que suficiente para salvaguardar la salud auditiva de los trabajadores que ahí desarrollan sus labores.

12. El fenómeno observado en el punto 10, se puede explicar debido a que el tapón (si es insertado correctamente) llena la cavidad auditiva eficientemente y el ruido que penetra al sistema auditivo es en parte por transmisión ósea.

13. De lo anterior se desprende que el uso de doble protección en la mayoría de los casos significará la adicción de un procedimiento engorroso más que un aporte en la protección personal del trabajador.

12. CONCLUSIONES GENERALES

- Se ha confeccionado un mapa de cada zona productiva de la planta Frigorífico Osorno S.A., las cuales involucraban ruido en sus procesos, caracterizando cada área en particular asignándole así un color correspondiente a un valor en dBA que puede ser interpretado según las tablas proporcionadas.

- Los mapas obtenidos son altamente representativos, por la razón de que los procesos llevados a cabo en las zonas estudiadas son constantes, repetitivos y/o con ciclos muy marcados, los que han sido incorporados en su totalidad en las mediciones, exceptuando, claro está, el caso del taller de mantención, que funciona esporádicamente, como ya se señaló.

- De lo anterior se desprende que las emisiones de ruido en los diferentes sectores son independientes del horario, ya que el funcionamiento en las zonas medidas es continuo durante la jornada laboral (excepto el taller de mantención), implicando esto que no es necesario realizar dos mapas o más, de la misma área en diferentes horarios.

- Según los resultados obtenidos al confeccionar los mapas de ruidos, se puede decir que de los aproximadamente 110 sectores en los que se realizaron mediciones, en el 50% de estos se presentaba un ambiente acústico que sobrepasaba los 85 dBA de nivel de presión continua equivalente.

- De lo anterior se comprueba la necesidad de que el personal que se desempeñe o transite por dichas zonas utilice protección auditiva adecuada.

- Se han detectado zonas con un ambiente acústico altamente nocivo, que sobrepasa los 100 dBA de nivel de presión sonora equivalente (Leq), como el caso de las áreas de decomiso, cámaras 10, 13, 14 y 15 y el sector de generador (cuando este se encuentra en funcionamiento). De estos sectores el que más merece atención es el de decomiso, pues aquí se desempeñan 2 trabajadores por turno; no es así en el caso de los restantes sectores nombrados, ya que no existen allí puestos designados estables que obliguen al personal permanecer en dichos lugares.

- Se han identificado las fuentes que contribuyen mayormente a producir el ambiente acústicamente nocivo, las que se señalan claramente en los mapas. Se destacan los ventiladores y máquinas de frío, las centrifugas y trituradores.

- Se ha logrado determinar que áreas son seguras acústicamente, en el sentido de quién se desempeñe o transite por dichas áreas no estará expuesto a posible daño auditivo.

Estas zonas son fácilmente identificables en los mapas gracias a las tablas de valores asignadas en cada uno.

- El ruido analizado por sectores se ha caracterizado en tres tipos, siendo el dominante en casi toda la empresa el ruido de tipo estable y en algunos casos de tipo fluctuante. Es un caso especial el que se presenta en el taller de mantención, donde se pueden diferenciar los tres tipos de ruido (estable, fluctuante e impulsivo), pero en este lugar, como mencionamos las faenas son esporádicas y eventuales, por lo que en el presente trabajo no se le ha dedicado un examen de profundidad. El caso que si merece atención es el que se presenta en el sector del cajón de insensibilización, donde podemos medir ruido de tipo impulsivo de alto nivel.

- Se han sometido a pruebas de laboratorio los elementos de protección auditiva utilizados en la planta, para comparar los resultados obtenidos con los datos entregados por los fabricantes, los que se aproximan al ser utilizado ruido blanco para las nombradas pruebas, lo que puede llevar a suponer que el fabricante utilizó este tipo de ruido para obtener los datos publicados.

- Los resultados de las pruebas revelaron que el comportamiento referente a la atenuación de cada protector auditivo depende no sólo del espectro de frecuencias del sonido a atenuar, sino de la intensidad de este, concluyéndose así que cada tipo de protector auditivo entregará diferentes valores de atenuación para cada ambiente acústico al que estarían sometidos.

- Se ha comprobado que el tapón reutilizable de silicona 3M 1270/71 atenúa de forma más eficaz la mayoría de los ruidos presentes en la planta, superando a las orejeras Masprot 101-C, las cuales se recomienda su uso en circunstancias donde las condiciones ambientales y de higiene así lo requieran.

- Se ha comprobado que la protección doble, llámese así la combinación de orejeras y tapones insertables, no ofrece una atenuación significativamente superior a la entregada por el tapón 3M 1270/71, por lo que el uso de doble protección en la mayoría de los casos significará la adicción de un procedimiento engorroso que puede incomodar al usuario, más que un aporte en la protección personal del trabajador.

- Se ha analizado el ruido de cada zona de interés por bandas de octavas, caracterizándolos individualmente mediante sus espectros correspondientes, con el fin de corroborar si los Epa´s entregados por la empresa actuaban eficientemente. En casi el 100% de los casos la protección entregada es efectiva, dependiendo de la elección de estos elementos más las condiciones ambientales (humedad, presencia de químicos, etc.) e higiénicas, que las características del ruido presente en los puestos de trabajo. Se ha detectado un caso conflictivo, el puesto de trabajo que corresponde a

quien manipula la pistola neumática en el área del cajón de insensibilización, pues el ruido presente es de tipo impulsivo y según lo medido supera los 95 dBC por 8 horas de jornada laboral estipulado en el D.S. 594, aún utilizando todas las combinaciones de protección auditiva proporcionadas por la empresa.

- Para solucionar la problemática del punto anterior, se ha recomendado la utilización de tapones desechables de espuma autoexpandibles, como los utilizados por los cazadores, solución que tiene sentido pues el ruido impulsivo al que está sometido el operador de la pistola neumático es del mismo tipo para el que han sido diseñado dichos tapones. Aún así, usando estos elementos, el margen entre los niveles permitidos legalmente y los niveles de presión sonora predichos con la utilización de tapones de espuma sería peligrosamente estrecho. Como ejemplo, el operador, utilizando los tapones 3M 1270/71, debe trabajar en el puesto en cuestión menos de 4 horas por jornada.

- Siguiendo en la línea del punto anterior, el ruido impulsivo medido en el cajón de insensibilización afecta directamente sólo al operario de la pistola neumática, por lo que el personal que se desempeña en corrales (sector anexo al cajón) está fuera de peligro, al utilizar protección auditiva y desplazarse a una distancia segura de la fuente en cuestión.

- Como conclusión final, la planta Frigorífico Osorno, a pesar de contar con zonas donde se desarrollan procesos productivos que emiten ruido de altos niveles de presión sonora, por sobre lo establecido por el D.S. 594 (sin el uso de protección auditiva), cuenta con los elementos necesarios para proteger efectivamente a sus trabajadores, en la mayoría de los casos.

13. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar debo agradecer a mi familia, por creer en mí en todo momento.
A Frigorífico Osorno S.A., por su cooperación, en cuanto les fue posible, en especial al equipo de prevención de riesgos, Lorena García y José Nahuelpán, por su infinita paciencia.
A Mutual de Seguridad, agencia Osorno, por su apoyo y cordialidad.
A mis compañeros y amigos, Catalina Holch, Andrés Oliveros y Joaquín Stevens, por su desinteresada ayuda.
A Víctor Cumián, por su colaboración y buen humor.
Al profesor Roberto Pereira, por su invaluable guía.
Al profesor José Luís Barros, por sus consejos.
Al profesor Víctor Poblete, por su buena disposición.
Al profesor Alfio Yori, por sus buenas intenciones.

14. BIBLIOGRAFÍA

[Antillanca 2005] Antillanca, P., Influencia de la actividad turística en el ruido ambiental de una ciudad pequeña. Caracterización acústica de Castro, tesis pregrado Universidad Austral Chile, Valdivia, 2005

[Beranek 1988] Beranek, L., Acoustical Measurements, Cambridge, 1988.

[CONAMA 1998] Comisión Nacional del Medio Ambiente CONAMA (1998), Proposiciones de Política Nacional en el control de Ruido Ambiental. IV Seminario sobre Contaminación Acústica, Santiago de Chile, 1998.

[Coney 2008] Coney Safety (2008), Extraído el 2 de Diciembre de 2008 de la World Wide Web: https://www.conney.com

[Diario oficial 1998] Diario Oficial de la República de Chile, Norma de emisión de ruidos molestos generados por fuentes fijas. Decreto Supremo Nº 146 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Chile, 17/04/1998, 1998.

[D.S. 146 1997] Decreto Supremo N°146/97 del MINSEGPRES, Chile, 1997.

[D.S. 594 1999] Decreto Supremo N°594/99 del MINSAL, Chile, 1999.

[Frigosor 2008] Frigosor (2008), Extraído el 2 de Junio de 2008 de la World Wide Web: http://www.frigosor.cl

[ISP 2007] Guía para la selección y control de protectores auditivos, Instituto de Salud Pública, Chile, 2007.

[Möser y Barros 2004] Möser, M. / Barros, J. L., Ingeniería Acústica, Teoría y Aplicaciones, Berlín, 2004. ISBN 3-00-014278-9

[Mutual 2008] Mutual de Seguridad CChC(2008), Extraído el 2 de Junio de 2008 de la World Wide Web: http://www.mutual.cl

[Norma ANSI S3.19]	Norma ANSI S3.19, American National Standard for the measurement of Real-Ear hearing protector attenuation and physical attenuation of Earmuffs, USA, 1974.
[Norma ISO 1996/1]	Norma ISO 1996/1, Acoustics- Description and measurement of environmental noise – Part 1: Basic quantities and procedures, 1982.
[Norma ISO 1996/2]	Norma ISO 1996/2, Acoustics- Description and measurement of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use, 1987.
[Norma ISO 4869]	Norma ISO 4869, 2.2, Estimation of Effective A-Weighted Sound Pressure Levels when Hearing Protectors are worn, 1992.
[North-Safety 2006]	North-Safety-Products-Redesigns (2006), Extraído el 2 de Diciembre de 2008 de la World Wide Web: http://www.safetyonline.com
[Ostle 1965]	Ostle, B., Estadística Aplicada, Editorial Limusa-Willey, S.A., México D.F. 1965.
[Otárola y col. 2005]	Otárola M., F, Otárola Z., F y Finkelstein K, A, Ruido laboral y su impacto en la Salud, Revista Ciencia y Trabajo 20(8), 47-51, Abril/Junio, 2005.
[Outdoor Wizard 2007]	Outdoor Wizard (2007), Extraído el 2 de Diciembre de 2008 de la World Wide Web: https://secure.outdoorwizard.com
[Perramón 2006]	Perramón, A., Aplicación del Nuevo Decreto Real 286/2006, Dirección de Seguridad e Higiene de ASEPEYO, España, 2006.
[Recuero 2002]	Recuero, M., Contaminación Acústica, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2002
[Suárez 2004]	Suárez, E., Apuntes Curso de Acústica Ambiental ACUS 250, Valdivia, 2004.
[Sommerhoff 2006]	Sommerhoff, J., Apuntes Curso de Acústica de Locales, Valdivia, 2006.

[Stylefeeder 2005] Stylefeeder (2005), Extraído el 2 de Diciembre de 2008 de la World Wide Web: http://www.stylefeeder.com

[3M 2004] 3M (2004), Hearing Protection Products, Extraído el 20 de Agosto de 2008de la World Wide Web: http://www.3M.com

15. ANEXOS

Los siguientes anexos se encuentran en el CD adjunto:

ANEXO 1: MEDICIONES EN TERRENO - ESTUDIO DE RUIDO POR BANDAS DE OCTAVA.

ANEXO 2: ANÁLISIS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN AUDITIVA - ESTUDIO DE RUIDO POR BANDAS DE OCTAVA, LABORATORIO.

ANEXO 3: TABLAS Y GRÁFICOS – ESTUDIO DE PROTECCIÓN AUDITIVA Y COMBINACIONES.

ANEXO 4: MAPAS DE RUIDO (FORMATO GRÁFICO) Y VALORES MEDIDOS.