

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias de la Ingeniería
Escuela de Ingeniería Acústica

Prof. Patrocinante:
José Luis Barros R.
Instituto de Acústica
Universidad Austral de Chile

Prof. Co - Patrocinante:
David González A.
Mutual de Seguridad C.CH.C.

Proyecto de Control de Ruido
en ITALPASTA S.A.

TESIS PRESENTADA COMO PARTE DE LOS
REQUISITOS PARA OPTAR AL GRADO DE
LICENCIADO EN ACUSTICA Y TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO ACUSTICO

Mónica Carolina Lara Pérez
Valdivia Chile 2002

INDICE

CAPITULO I

Resumen	1
Abstract	2

CAPITULO II

2.- INTRODUCCIÓN

2.1 Información general del problema a evaluar	3
2.1.1 Descripción de Italpasta S.A.	4
2.1.2 Programa de prevención de daño auditivo	8
2.2 Antecedentes Bibliográficos	
2.2.1 Decreto Supremo N°594, Ministerio de Salud	8
2.2.2 Ley N° 16.744, Ministerio del Trabajo y Previsión Social	9
2.2.3 Criterio NIOSH	9
2.2.4 Decreto Supremo N°40, Ministerio del Trabajo y Previsión Social	9
2.3 Objetivos	10

CAPITULO III

3.- MATERIAL Y METODO

3.1 Material	11
3.2 Metodología	
3.2.1 Definición áreas de riesgo	11
3.2.2 Mediciones en banda ancha	12
3.2.3 Mediciones por banda de octava	12
3.2.4 Dosimetrías	13
3.2.5 Análisis de mediciones realizadas	13
3.2.6 Análisis de antecedentes audiométricos	14
3.2.7 Determinación de medidas de control a aplicar	14
3.2.8 Capacitación del personal	15

CAPITULO IV

4.- PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Análisis a desarrollar	16
4.1.1 Resumen de diagnósticos audiométricos del personal	17
4.2 Mediciones realizadas	
4.2.1 Mediciones en banda ancha	20
4.2.2 Mediciones por banda de octava	22
4.2.3 Dosimetrías	30

CAPITULO V

5.- DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Evaluación de las mediciones	32
5.2 Evaluación de protección auditiva	33
5.3 Análisis de la norma existente	39
5.4 Análisis del programa de conservación auditiva	39
5.5 Observaciones generales	40
5.6 Acciones a seguir	
5.6.1 Medidas de control en el camino	43
5.6.2 Medidas de control en el receptor	48
5.6.3 Medidas administrativas de control	49
5.7 Avances del proyecto	52

CAPITULO VI

Conclusiones	54
--------------	----

CAPITULO VII

Referencias	56
-------------	----

CAPITULO VIII

Anexos	57
--------	----

CAPITULO I

RESUMEN

En este estudio se entrega una evaluación específica y representativa del agente ruido presente en las distintas áreas de producción de Italtasta S.A.. Para tal efecto se recopiló y actualizó toda la información referente a evaluaciones audiométricas del personal y se realizaron mediciones de ruido en terreno, tales como dosimetrías, mediciones en banda ancha y por banda de octava.

El análisis de las mediciones indica que éstas se encuentran, de acuerdo a la normativa vigente, por sobre los límites permisibles, resultando necesario sugerir la implementación de diversas medidas de control de ruido, conforme a los requerimientos de las respectivas áreas.

Como objetivo central se planteó la necesidad de establecer un programa sistemático de conservación auditiva, que abarcó diversas medidas como: estudios audiométricos que permitieron evaluar el avance de las hipoacusias que presenta un número considerable de trabajadores de esta empresa, métodos ingenieriles de control de ruido y aspectos prácticos de administración de prevención de riesgos.

ABSTRACT

In this study was presented an specific and representative evaluation of noise in the different Italtasta S.A. production`s areas. For this effect, it was recopiled and actualized measurements in terrain.

Measurements analyses indicat that they are as agreement by on permissible limits, resulting important to suggest different steps in the noise`s control to apply, according to the requirements in the area.

As principal objective, it was establish the necessity of setting up one system programme of conservation auditive covering different steps as: audiometric studies permitting to evaluate the advance of deafness that presents a considerable number of operative in this enterprise, engineering methods and administration aspects in the prevention.

CAPITULO II

2.-INTRODUCCION

2.1 INFORMACION GENERAL DEL PROBLEMA [1]

Diariamente estamos expuestos a una serie de agentes que en determinadas circunstancias pueden producir daño en nuestro organismo.

Dentro de esta variedad de agentes contaminantes se encuentra el ruido, cuyas fuentes emisoras se presentan en distintos ámbitos de nuestro diario vivir, pero principalmente y con mucha mayor severidad en ambientes industriales, ya que producto de la mecanización de diversos procesos productivos en los cuales interviene mucha mano de obra existe un potencial riesgo de estar expuesto al ruido producido por la maquinaria.

En la actualidad existen numerosos motivos por los cuales una empresa debe prestar atención al problema de ruido:

- Las responsabilidades legal, ética, social y moral que tiene un empresario sobre los riesgos a que expone a sus trabajadores.
- Además de prevenir la sordera ocupacional y otros problemas de confort ambiental, un bajo nivel de ruido mejora la seguridad laboral, ya que la comunicación entre el personal es más fluida.
- Un bajo nivel de ruido mejora el ambiente de trabajo, lo cual es importante para la imagen de la empresa, facilita el reclutamiento de personal, reduce la rotación y el ausentismo. En la actualidad técnicas de marketing incluyen invitaciones a los clientes a visitar las faenas de producción, un bajo nivel de ruido en estas situaciones es vital para lograr respuestas positivas.

Niveles de ruido altos dañan irreversiblemente el aparato auditivo, perdiendo sensibilidad a los sonidos de frecuencia entre 3000 y 4000 Hz. Estas no son frecuencias indispensables para obtener una buena inteligibilidad, el afectado casi no se da cuenta del inicio de la sordera. Posteriormente el déficit se extiende a un mayor ancho de banda y el sujeto pierde la sensibilidad a sonidos agudos. Finalmente, el daño se extiende a baja frecuencia, y el sujeto percibe difícilmente una conversación.

El ruido afecta al hombre en diversas facetas: sistema auditivo, capacidad de comunicación y conducta. Se manifiestan mareos, dolores de cabeza, irritación, náuseas, cansancio físico, tensión muscular, disminución de la capacidad cerebral (problemas de concentración) y sordera incurable.

Italpasta S.A., preocupada por la salud y bienestar de sus trabajadores ha mostrado interés en realizar este estudio y gracias a ello ha sido posible realizar diversas sugerencias a fin de establecer un sistema de control de este riesgo.

2.1.1 DESCRIPCION DE ITALPASTA S.A.

ITALPASTA S.A., es una sociedad productora y comercializadora de alimentos derivados de la molienda de trigo. Fue creada en 1990 para continuar la comercialización y fabricación de fideos y harinas, realizada por Molinos y Fideos Lucchetti desde 1904.

El personal está compuesto por 518 personas entre ejecutivos, empleados y operarios de la planta.

En sus tres molinos, la empresa produce sémolas de trigo, harinas y subproductos de la molienda del trigo.

De acuerdo a su rubro, en lo que se refiere a producción se distinguen tres áreas fundamentales: centro de molienda, elaboración de productos y envasado de éstos.

Sección Molino

El trigo es almacenado en Silos especialmente diseñados para este efecto. Posteriormente es transportado a la sección Limpia de Molinos. Allí es triturado por unos bancos de cilindros especiales, convirtiendo el trigo en diferentes partes que de acuerdo a su tamaño van pasando a unos cernedores planos para su clasificación y posterior envío a los purificadores donde se obtiene la sémola. Esta es transportada por sistema neumático a los silos de almacenamiento de la sección Término de Molino (T.M).

Sección Elaboración (3º y 4º piso)

El proceso comienza en la sección Prensas con la mezcla de los ingredientes y su homogeneización en cámaras mezcladoras aplicando vacío para eliminar el aire de la masa. Parte fundamental de la prensa es la rosca sinfin que comprime la masa previa a su extrusión por un molde, el que le da forma definitiva a la pasta. A la salida del molde un cuchillo corta la pasta moldeada al largo deseado. A continuación la pasta es sometida a proceso de secado, que consiste en la cuidadosa y progresiva disminución de humedad. Una vez secada la pasta, se transporta a la sección de envasado.

Este proceso se realiza en cada una de las 13 líneas de esta sección (pasta larga, pasta corta y nidos).

Sección Envasado (1º y 2º piso)

Terminado el proceso de elaboración del producto, las pastas largas son trasladadas automáticamente a las máquinas envasadoras. Las pastas

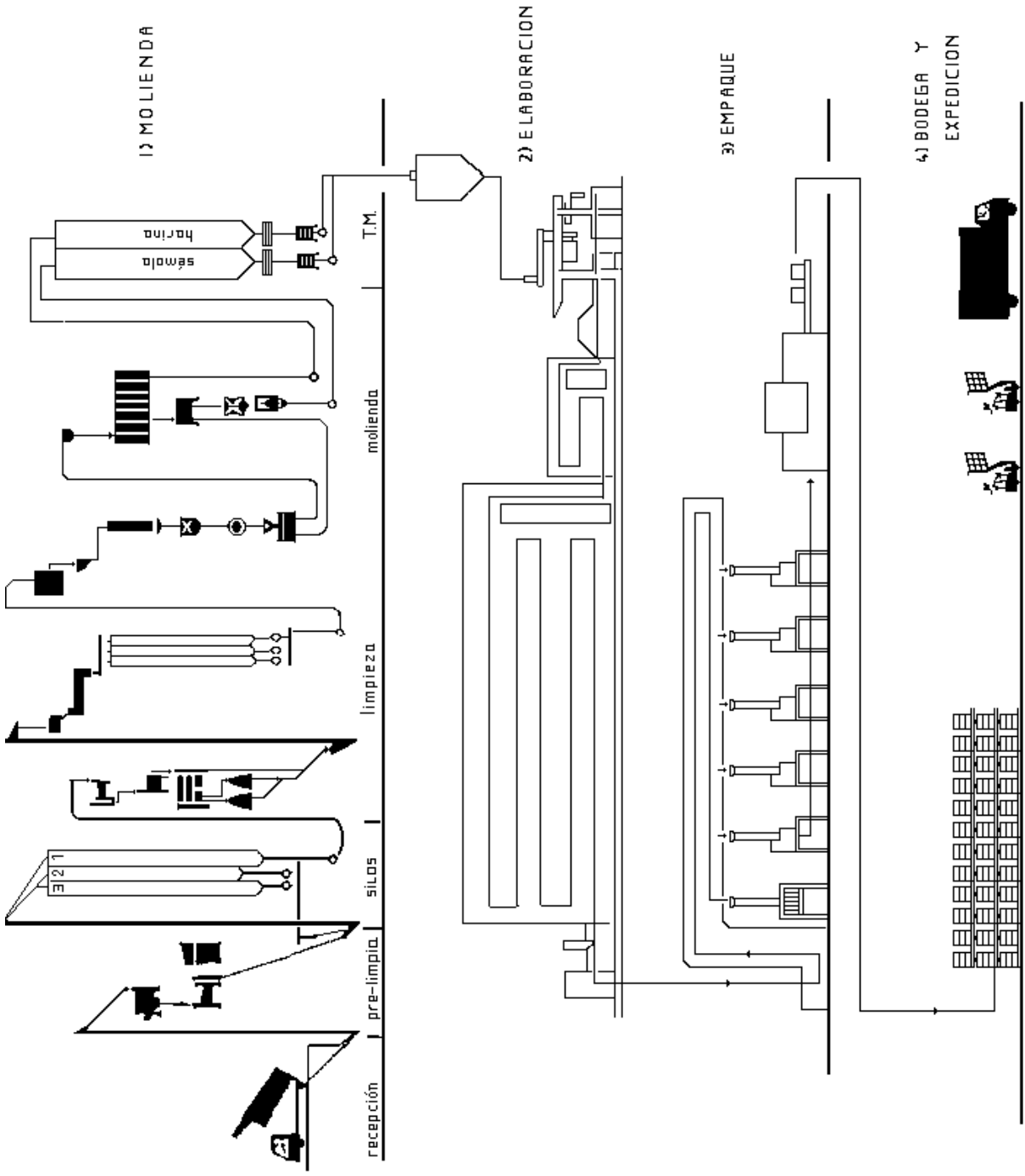
cortas son trasladadas al sector zarandas (vibradores en 2º piso) por medio de silos portátiles o correas transportadoras. Una vez que ha pasado por zarandas es transportada automáticamente a las máquinas envasadoras (1º piso), siendo colocada en paquetes de polipropileno o polietileno. Las máquinas envasadoras encargadas de este proceso son totalmente automáticas puesto que forman el paquete, lo llenan con la pasta y lo sellan.

Los paquetes son embalados manualmente en sacos plásticos o cajas de cartón, éstos son colocados en pallets y transportados a la bodega de productos terminados.

En esta sección funcionan 7 zarandas, 7 envasadoras de pasta corta y 6 envasadoras de pasta larga.

La dotación del personal de las áreas anteriormente descritas corresponde a un total de 335 personas. En cada sección el personal trabaja por sistemas de turnos, de ocho horas diarias.

El siguiente diagrama presenta, en forma simplificada un diagrama del proceso productivo de esta empresa:



2.1.2 PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE DAÑO AUDITIVO

Italpasta S.A. se encuentra afiliada a la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS) desde 1975, dentro de los servicios que presta esta mutualidad incluye programas preventivos de salud ocupacional, que para exposición a ruido está estructurado de la siguiente forma:

- Evaluaciones audiométricas en terreno cada 3 años, a fin de detectar posibles nuevos casos de daño auditivo en el personal.
- Controles audiométricos tendientes a determinar el grado de sordera del personal, los cuales, dependiendo de la magnitud del daño, se realizan bienal o anualmente.
- El programa no incluye la realización de exámenes pre-ocupacionales.

En general las audiometrías en terreno son realizadas al personal de las áreas que el experto en prevención de riesgos evalúa como zonas de riesgo de exposición a ruido. Los exámenes que resulten alterados son verificados en el hospital de la ACHS y el personal que se compruebe con diagnóstico de daño, será controlado anual o bienalmente en dicho establecimiento.

2.2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

2.2.1 DECRETO SUPREMO N°594 [2]

El Decreto N°594, Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Ambientes de Trabajo, establece los límites permisibles para distintos agentes contaminantes presentes en los lugares de trabajo. (Anexo I).

2.2.2 LEY CHILENA N° 16.744 [3]

La Ley N°16.744, Norma sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, en su Decreto Supremo N° 67, establece las exenciones, rebajas o recargos de la cotización adicional diferenciada que pagaran de las empresas, de acuerdo a la gravedad de las lesiones que sufran sus trabajadores.(Anexo II)

2.2.3 CRITERIO NIOSH [4]

Esta metodología es utilizada para la evaluación de protectores auditivos. Existen tres métodos similares, siendo más exacto el método 1, el cual considera los siguientes parámetros: Niveles de ruido por banda de octava, Nivel de ruido en dB-A y datos, entregados por el fabricante, de atenuación y desviación estándar del protector a evaluar. (Anexo III)

2.2.4 DECRETO SUPREMO N° 40 [5]

Dentro de la legislación vigente, en el D.S.N°40 se menciona la obligación de los empleadores respecto a informar, a sus trabajadores, todos los riesgos a los cuales se encuentran expuestos. (Anexo IV)

2.3 OBJETIVOS

Como objetivos para el presente proyecto se plantearon los siguientes:

- Realizar mediciones de nivel de presión sonora en el área de producción, a fin de determinar las medidas de control adecuadas a las necesidades operativas y de mantención de las fuentes generadoras de ruido.
- Determinar si existe riesgo de enfermedad profesional de acuerdo a las condiciones de trabajo observadas.
- Entregar recomendaciones para disminuir los niveles de ruido existentes en la planta.
- Verificar el cumplimiento del plan de conservación auditiva estipulado por la Mutualidad a la cual es adherente la empresa.
- Instruir al personal respecto a los riesgos que involucra la continua exposición a ruido.
- Aplicar un plan de conservación auditiva interno, a fin de establecer un control más directo en el personal con alto riesgo de sufrir daño auditivo.

CAPITULO III

3.- MATERIAL Y METODO

3.1 MATERIAL

En términos generales los instrumentos y materiales requeridos para desarrollar este trabajo fueron:

- Sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2231.
- Sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2209.
- Filtro analizador por banda de octava Brüel & Kjaer modelo 1613.
- Dosímetros Brüel & Kjaer modelo 4434 y Quest Micro 14.
- Cartillas informativas sobre el problema de ruido.
- Material audiovisual (videos, transparencias, etc.)

3.2 METODOLOGIA

3.2.1 Definición de áreas de riesgo

Inicialmente se recopiló toda la información disponible referente al número de trabajadores, evaluaciones ambientales realizadas en el último período, resultados de exámenes audiométricos y antecedentes con relación a indemnizaciones o personal en control por daño auditivo; todo esto con la finalidad de cuantificar el número de personas que presentan daño auditivo e identificar las áreas en las que trabajan, ya que éstas serían, en primera aproximación, el punto de partida para determinar las zonas de mayor riesgo.

Se visitó la planta a fin de conocer los procesos y evaluar cualitativamente las áreas de mayor exposición a ruido a las cuales están expuestos los trabajadores. Según lo observado, las áreas de mayor riesgo corresponden prioritariamente a : empaque, zarandas, elaboración y molino, sin descartar otras secciones como trigo y envasado de harinas menores.

3.2.2 Mediciones en banda ancha

A fin de identificar cuantitativamente las áreas de mayor riesgo, se realizaron mediciones de nivel de presión sonora utilizando un sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2231 con respuesta de frecuencia ponderada en "A" (lento), en las áreas de molino, trigo, elaboración y envasado de productos. Estas fueron realizadas con funcionamiento de casi la totalidad de las máquinas generadoras de ruido.

Como condiciones de muestreo, las mediciones se realizaron en áreas donde existía personal probablemente expuesto; en zonas con alto flujo de aire, como por ejemplo ventiladores de bombas, etc. el sonómetro se utilizó con pantalla antiviento a fin de evitar la influencia del flujo de aire en las mediciones.

3.2.3 Mediciones por banda de octava

Con la finalidad de conocer la distribución espectral de la energía, se realizaron mediciones de nivel de presión sonora por banda de octava para lo cual se utilizó un sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2209 con filtro analizador por banda de octava.

Las áreas evaluadas correspondieron a las secciones con mayores niveles de ruido (por sobre 85 dB-A) que requerían uso de protección auditiva y

donde económicamente fuera factible determinar posibles medidas de control, en la fuente o en el camino, de transmisión del ruido.

Como consideraciones del muestreo, se realizaron las mediciones a una distancia mínima de dos veces la longitud de onda de la banda de frecuencia con máximo nivel, a fin de evitar variaciones substanciales en las mediciones producto del campo cercano.

3.2.4 Dosimetrías

Debido a que los trabajadores no permanecen en un puesto fijo de trabajo, se procedió a realizar mediciones de dosis de ruido en distintas secciones de la planta como: elaboración, envasado, laboratorio de pastas, envasado de harinas menores, sector pre-limpia y molino.

Con el fin de cuantificar efectivamente su exposición, el muestreo se realizó ubicando el micrófono del instrumento a la altura del oído del trabajador.

Estas mediciones fueron realizadas en distintos turnos de trabajo, bajo distintas velocidades de producción y en un período promedio de muestreo de 3 horas. En casos donde los trabajadores no tenían una rutina de trabajo diaria, se hizo un muestreo durante todo el turno de trabajo (8 horas) e incluso fueron repetidas en distintos días.

3.2.5. Análisis de mediciones realizadas

Posterior a las mediciones, éstas fueron analizadas de acuerdo a la legislación vigente con el propósito de determinar la existencia de riesgo de daño auditivo.

3.2.6 Análisis de antecedentes audiométricos

Los antecedentes audiométricos, su periodicidad y resultados, fueron analizados con la ACHS acordándose cumplir los plazos preestablecidos, actualizar los exámenes pendientes y evaluar al personal que no tenía diagnóstico audiométrico.

3.2.7 Determinación de medidas de control a aplicar

Basado en las mediciones realizadas y condiciones observadas se determinaron diversas medidas de control pertinentes a aplicar, clasificándose principalmente en: medidas de control en camino (encerramiento de maquinaria, acondicionamiento acústico de cabinas de supervisión), control en el receptor (evaluación de protección auditiva, capacitación del personal, actualización de diagnósticos audiométricos) y controles administrativos (base de datos del personal expuesto, centralización de distribución de protección auditiva, formalización de compra de determinados protectores auditivos).

3.2.8 Capacitación del personal

Como etapa final, dando cumplimiento a la obligación de informar, se realizó una charla a todo el personal expuesto a ruido. Este consideró un universo de 323 personas; a las que se les entregó toda la información necesaria respecto a :

- * Fisiología del oído
- * Características generales del ruido
- * Identificación de áreas de ruido, de acuerdo a su puesto de trabajo
- * Medidas de control de ruido
- * Información relativa a lo señalado en el Reglamento Interno de la empresa en materia de uso de elementos de protección personal
- * Aspectos legales de límites permisibles de ruido e indemnización por sordera
- * Uso correcto y duración de protectores auditivos
- * Políticas adoptadas por la empresa en materia de ruido

CAPITULO IV

4.- PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1.- ANALISIS A DESARROLLAR

El análisis de las mediciones fue realizado fundamentalmente desde el punto de vista preventivo de sordera ocupacional, ya que de acuerdo a los intereses de la empresa, como antes fue mencionado, el objetivo principal es disminuir la incidencia de esta enfermedad profesional.

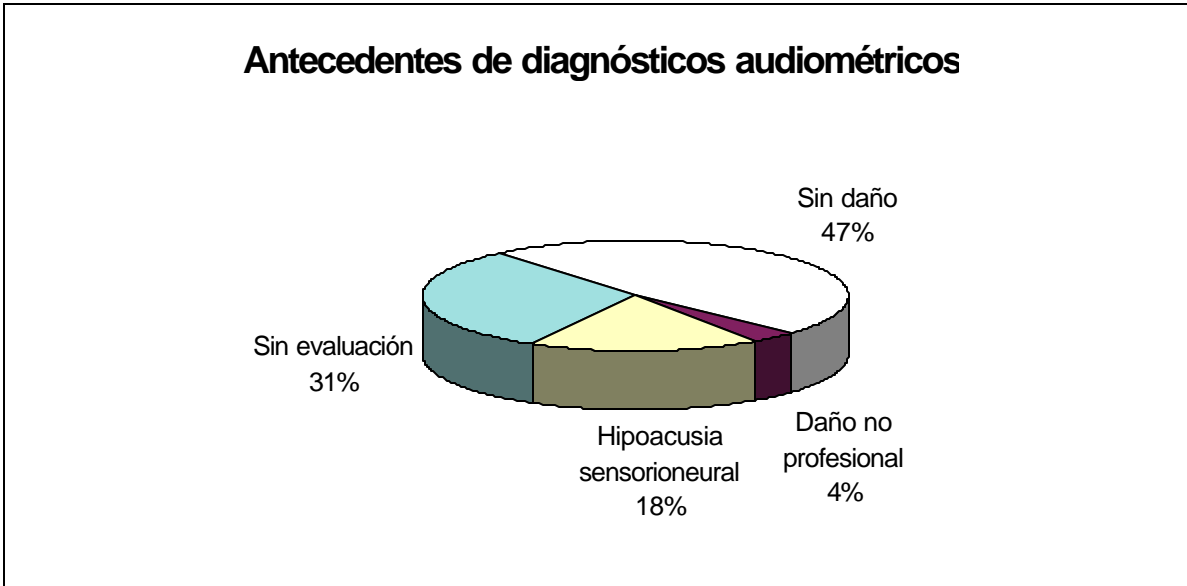
Para tal efecto, se requiere de un análisis integral basado en la legislación vigente en materia de ruido, en cuanto a límites máximos permisibles de exposición para una jornada de trabajo, conjugados con consideraciones técnicas de muestreo que permitan obtener resultados confiables tendientes a determinar la exposición real de los trabajadores a este agente. Además resulta necesario incorporar aspectos básicos de Salud Ocupacional, como evaluaciones audiométricas realizadas a los trabajadores; así como también desde el punto de vista empresarial considerar el costo social y económico que involucraría, a mediano o largo plazo, la indemnización o pensión por concepto de hipoacusia sensorineural de trabajadores en esta empresa.

4.1.1 RESUMEN DE DIAGNOSTICOS AUDIOMETRICOS DEL PERSONAL

Se recopiló toda la información existente en la Asociación Chilena de Seguridad y la empresa referente al funcionamiento del programa de control de sordera ocupacional y diagnósticos audiométricos realizados.

Previo a este trabajo, se había realizado un diagnóstico en terreno, evaluándose algunos exámenes alterados en cabina audiométrica sonoamortiguada y el personal con daño quedó incorporado dentro del programa de control de enfermedades profesionales, de acuerdo al siguiente resumen:

DIAGNOSTICO AUDIOMETRICO	Nº TRABAJADORES
Sin daño	161
Daño no profesional	12
Hipoacusia en distintos grados	59
Sin evaluación	103
Total	335



El total del personal considerado en este resumen corresponde a las siguientes áreas:

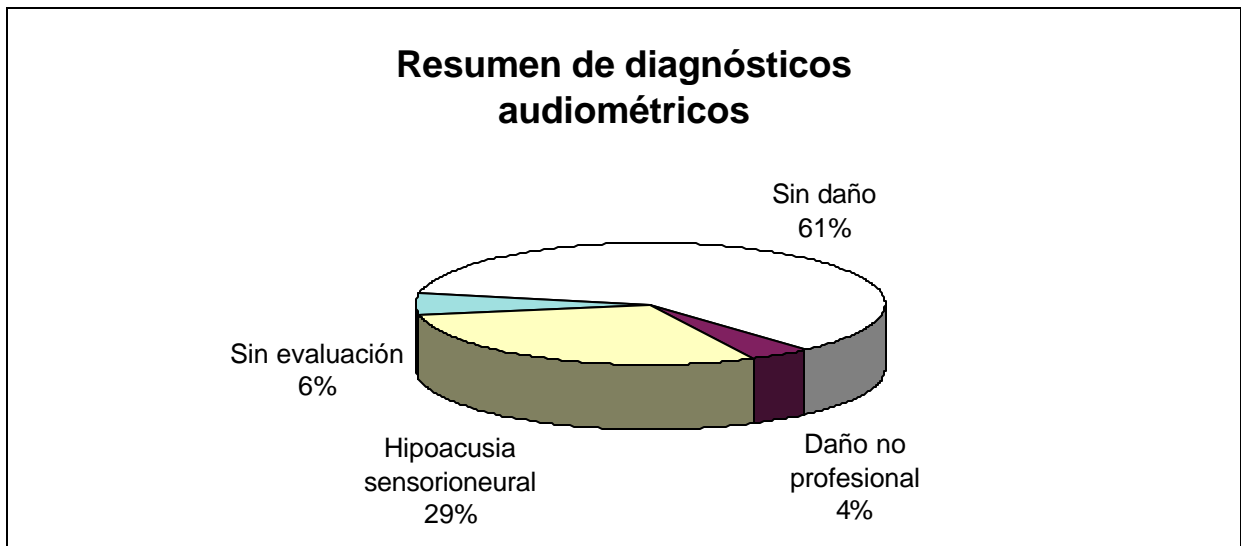
Harina Repostería	16 trabajadores
Depto. molinos	3 trabajadores
Centro de molienda	22 trabajadores
Sección trigo	18 trabajadores
Depto. Fábrica	6 trabajadores
Elaboración	94 trabajadores
Envasado	145 trabajadores
Depto. mantención	31 trabajadores
Total	335 trabajadores

Dentro de este grupo está considerado todo el personal directamente relacionado con el proceso, tanto el que labora en forma permanente, como también quienes, ya sea por inspección o mantención circulan por las áreas de riesgo.

Cabe señalar que dentro del grupo sin evaluación audiométrica se encuentra personal que ingresó a la empresa desde el año 1963, por lo tanto es considerablemente razonable inferir que el número de trabajadores con

Hipoacusia Sensorineural sea incrementado luego de realizar las respectivas audiometrías de control.

Con los antecedentes antes señalados y luego de realizar la casi totalidad de los exámenes audiométricos pendientes, el universo en estudio quedo distribuido según se muestra en la siguiente información:



DIAGNOSTICO AUDIOMETRICO	N° TRABAJADORES
Sin daño	204
Daño no profesional	14
Hipoacusia en estudio	5
Hipoacusia leve	63
Hipoacusia moderada	27
Indemnizados	3
Sin evaluación	19

4.2.- MEDICIONES REALIZADAS

4.2.1 MEDICIONES EN BANDA ANCHA

Elaboración:

Se evaluaron las líneas 8C, 2L, 3L y 9C. Los niveles medidos fluctuaron entre 80 y 92 dB-A. Los mayores niveles registrados corresponden a la 1ª etapa de cada línea de elaboración más específicamente la zona donde corta la pasta.

Empaque:

Se realizaron mediciones de nivel de presión sonora utilizando un sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2231 con respuesta de frecuencia ponderada en "A" (lento), según se detalla:

Envasado 1º piso:

Se realizaron mediciones con 5 envasadoras funcionando. Los niveles en las cercanías de las máquinas fluctuaron entre 84.3 y 94 dB-A. En general toda el área (máquinas envasadoras y sector por donde circula la grúa horquilla) se encuentra por sobre los 85 dB-A. En el área contigua a la de envasado (ex-sala de harina) se registraron niveles entre 68 y 72 dB-A. Cabe considerar que durante la medición no funcionaba la envasadora de nidos.

Zarandas:

Con funcionamiento continuo de 4 zarandas, se registraron niveles entre 83.5 y 93 dB-A en las cercanías de las zarandas. Respecto al perímetro del área que se encuentra por sobre los 85 dB-A, éste se limita entre los silos estáticos, escalera de acceso a elaboración y pilares que separa el área zarandas con pasta huevo.

Envasado Pasta Larga:

Esta área de acuerdo a las condiciones observadas y mediciones realizadas no presenta niveles superiores a 86.3 dB-A, pero habría que considerar que no toda el área se encontraba funcionando, por lo cual las mediciones realizadas corresponden a un análisis puntual de cada fuente.

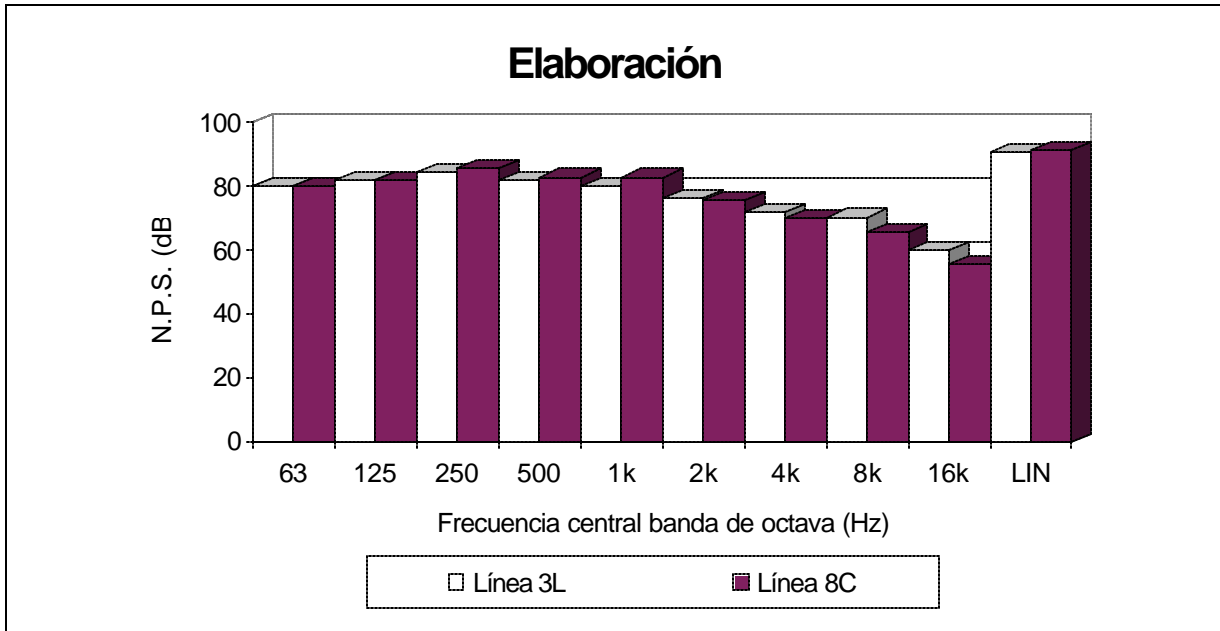
Sección Trigo:

Se realizaron mediciones en distintos puntos donde labora el personal de esta área, con la finalidad de tener sólo una estimación de la exposición a ruido (la evaluación promedio fue entregada conforme a las dosimetrías realizadas). Durante la descarga de camiones se midieron niveles entre 77.0 dB-A y 90.0 dB-A. En referencia a las características del ruido medido, se puede señalar que además de ser bastante fluctuante, tiene una considerable contribución del ruido procedente del molino martillo.

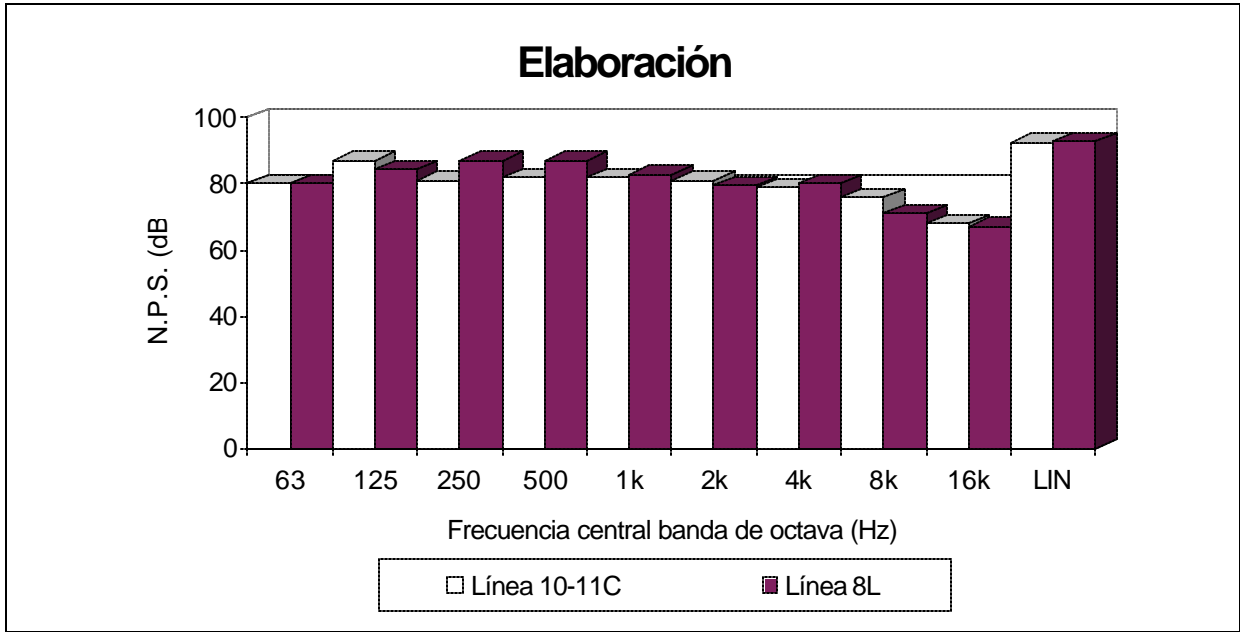
4.2.2 MEDICIONES POR BANDA DE OCTAVA

Los siguientes gráficos representan algunas mediciones por banda de octava realizadas en las distintas áreas evaluadas, el resto de las mediciones se presentan en el Anexo V.

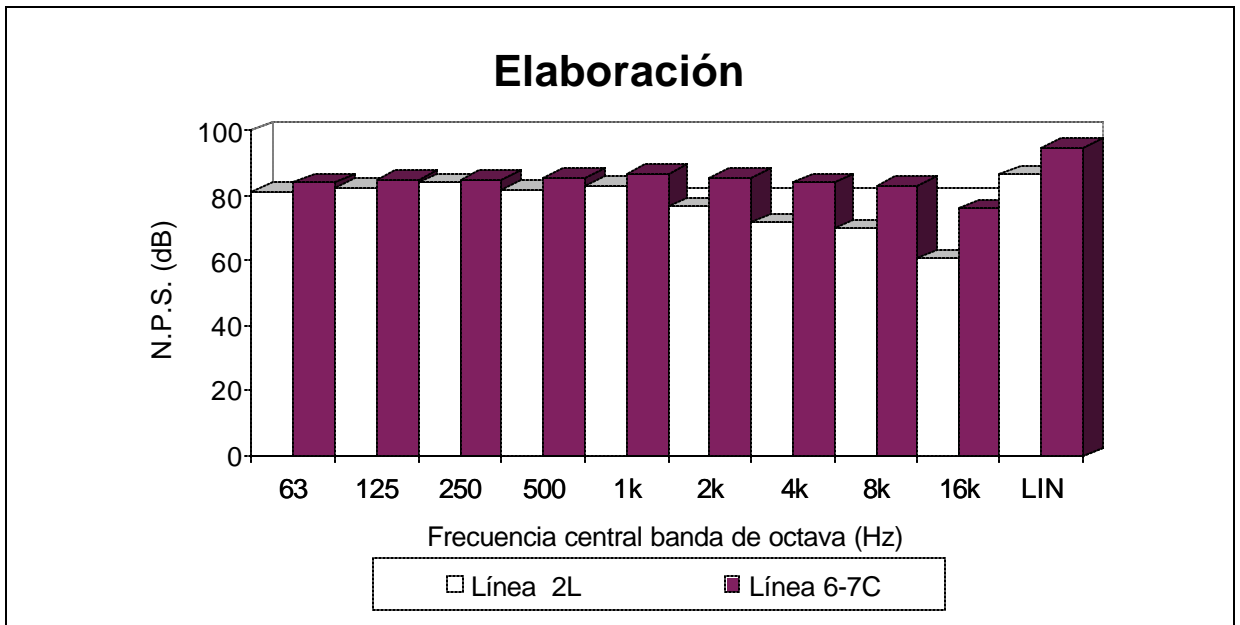
Elaboración



	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Línea 3L	80	82	84,5	82	80	76,5	72	70,5	60	91
Línea 8C	80	82	86	83	83	76	70	66	56	91,5

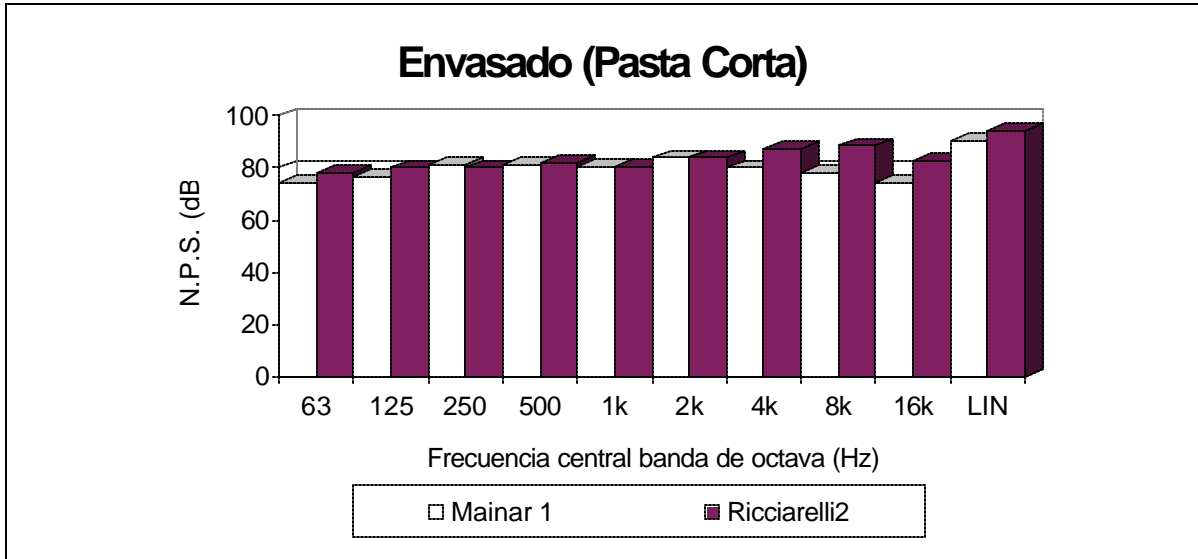


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Línea 10-11C	80	87	81	82	82	81	79	76	68	92,5
Línea 8L	80	84,5	87	87	83	79,5	80	71	67	93

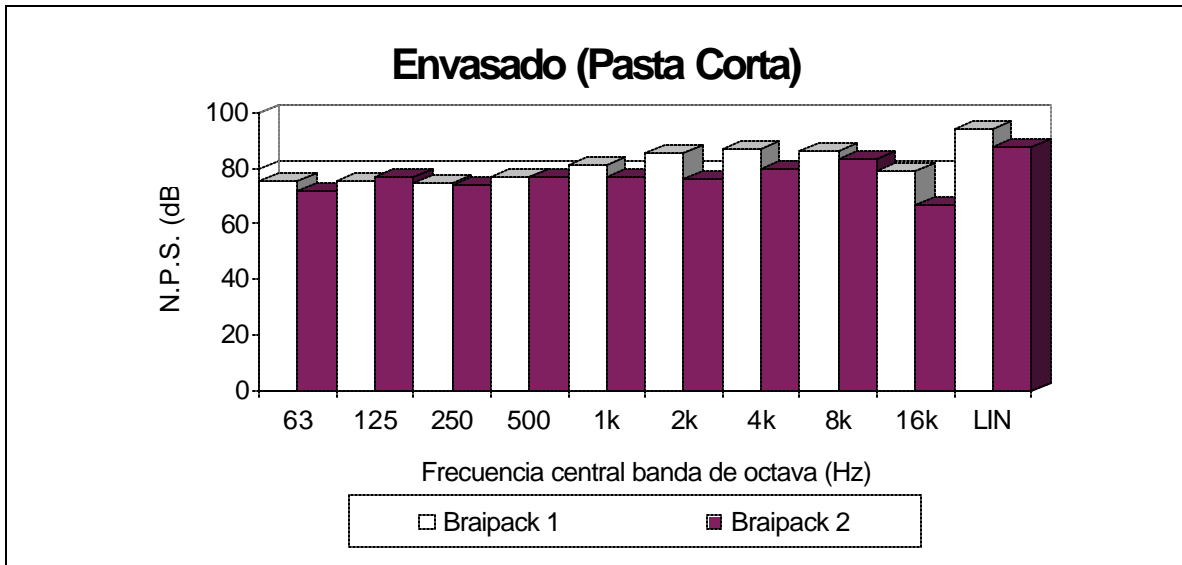


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Línea 2L	81	82,5	84	82	83	76,5	72	70	60,5	86,5
Línea 6-7C	84	85	85	85,5	87	85,5	84	83	76	95

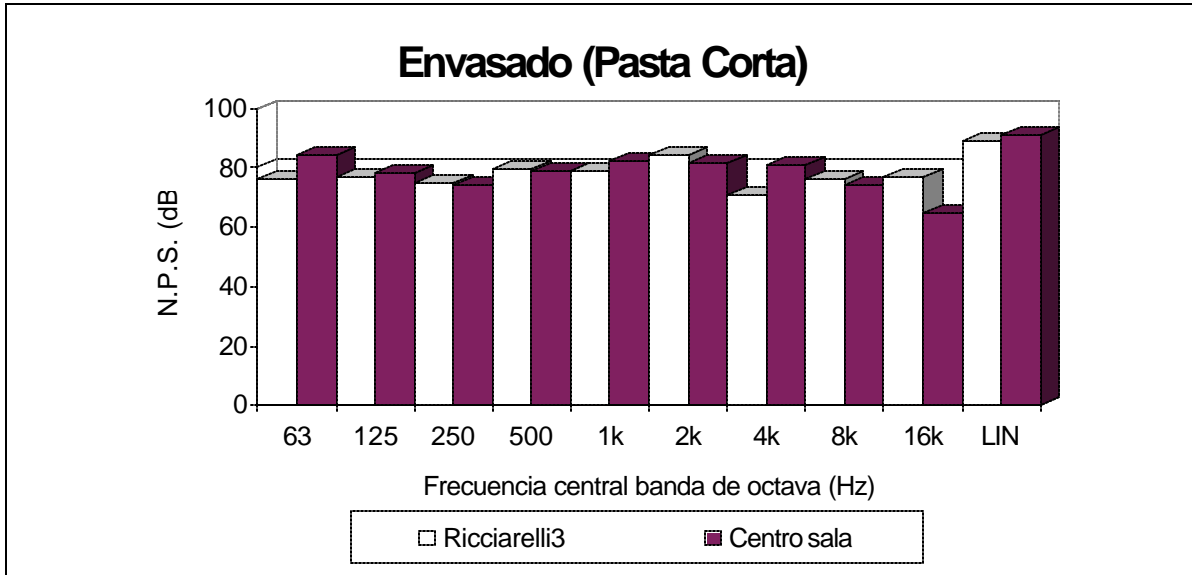
Empaque (1 Piso)



	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Mainer 1	74	76,5	81,5	81	80,5	84	80	78,5	74	90,5
Ricciarelli2	78	80	80	82	80,5	84	87,5	88,5	83	94

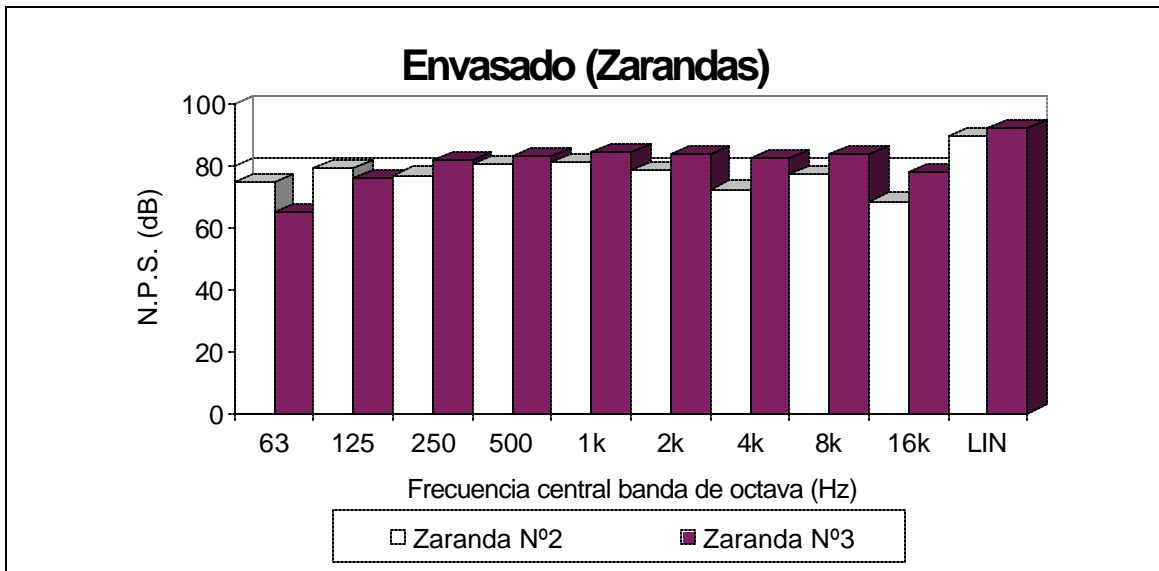


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Braipack 1	75	75	74,5	77	81	85,5	87	86	79	94
Braipack 2	72	76,5	73,7	77	76,5	76	80	83	66,5	87,5

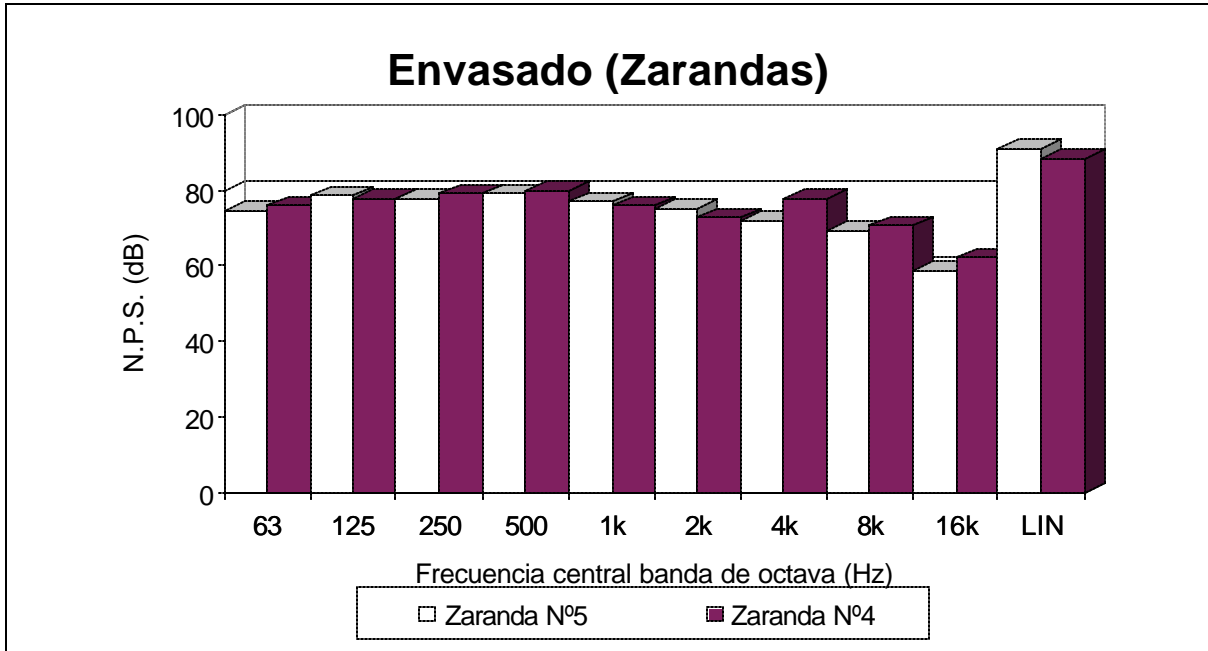


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Ricciarelli 3	76	77	75	79,5	79	84,2	71	76	77	89
Centro sala	84	78	74	79	82	81,5	81	74	65	91

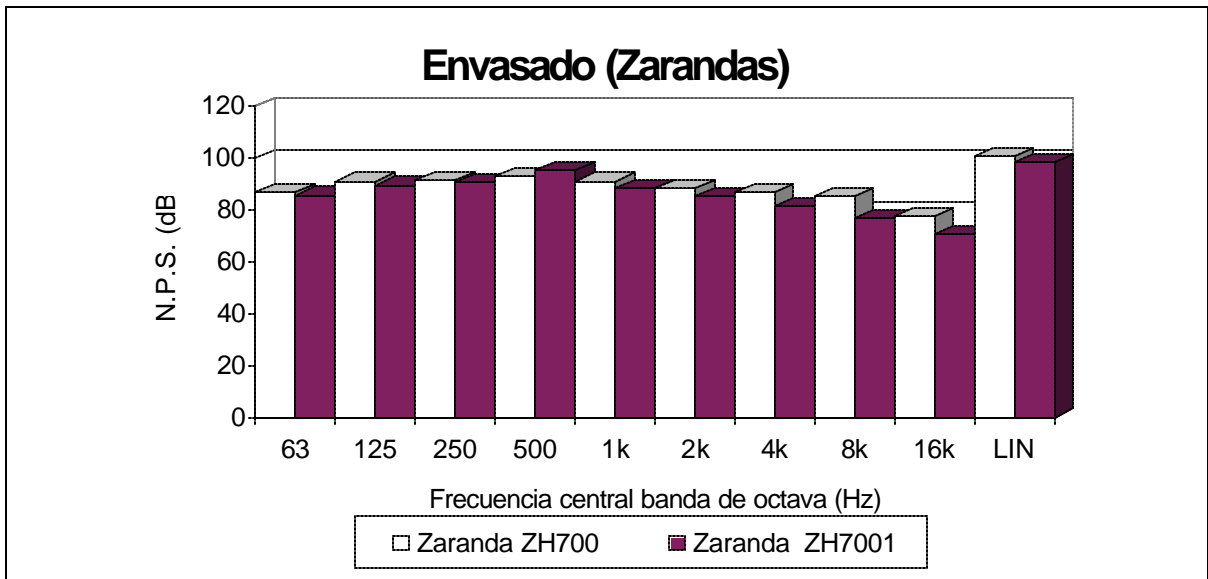
Zarandas



	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Zaranda N°2	75	79,5	77	80,5	81	78,5	72,5	77,5	68,5	89,5
Zaranda N°3	65	76	82	83	84,5	84	82,5	84	78	92

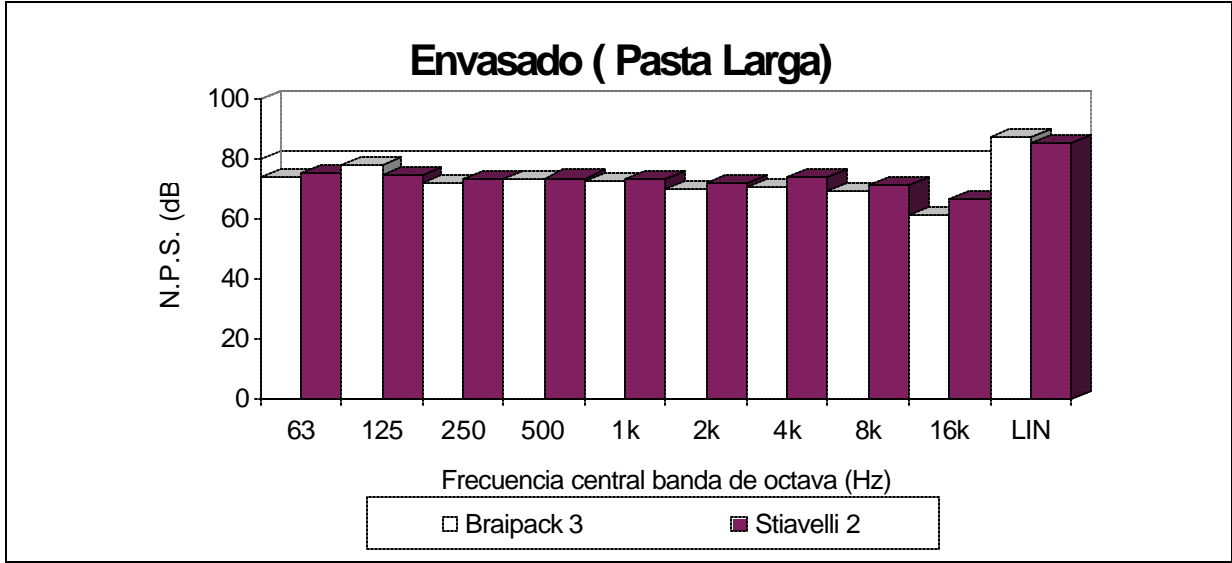


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Zaranda N°5	74,5	78,5	78	79	77	75,5	72	69,5	59	91
Zaranda N°4	76	78	79	80	76	73	78	71	62	88,5



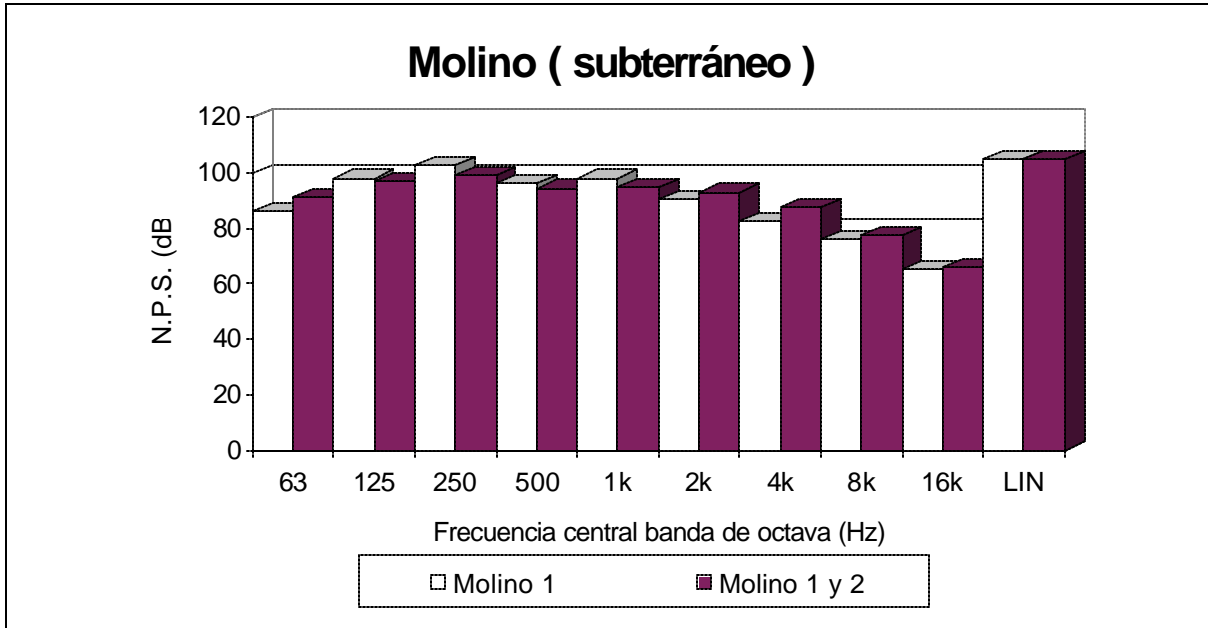
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Zaranda ZH700	87	91	91,5	93	91	88,5	87	85	77,5	100,5
Zaranda ZH7001	85,5	89,5	90,5	95,5	88	85	81,5	77	70,5	98,5

Empaque Pasta Larga

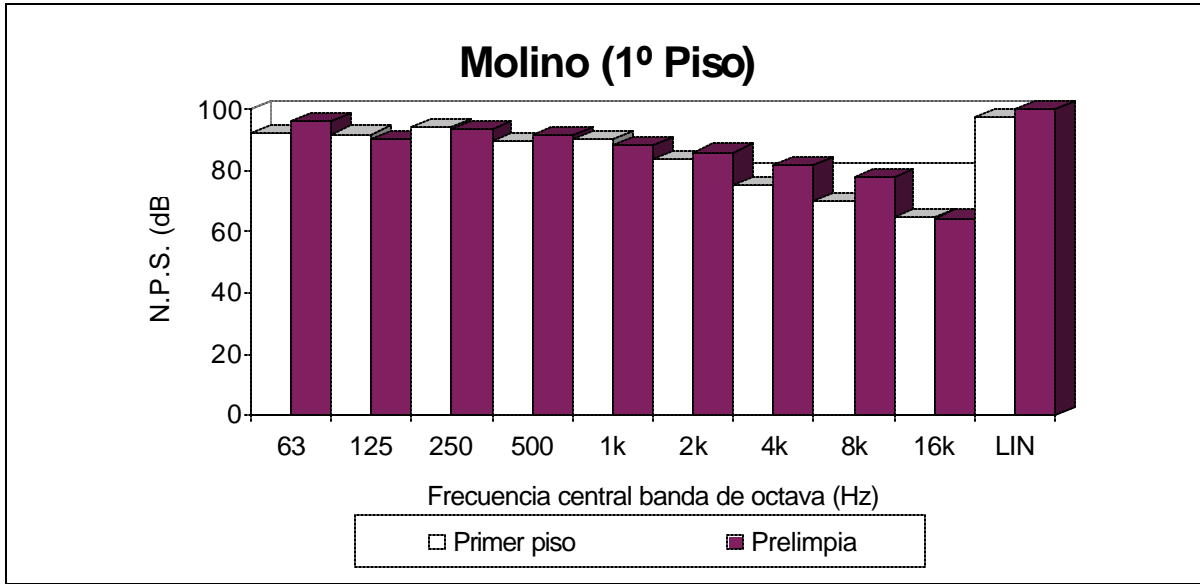


	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Braipack 3	74	78	72	73	72,5	70	70,5	69	61	87
Stiavelli 2	75	74,5	73	73,5	73	72	74	71	66,5	85

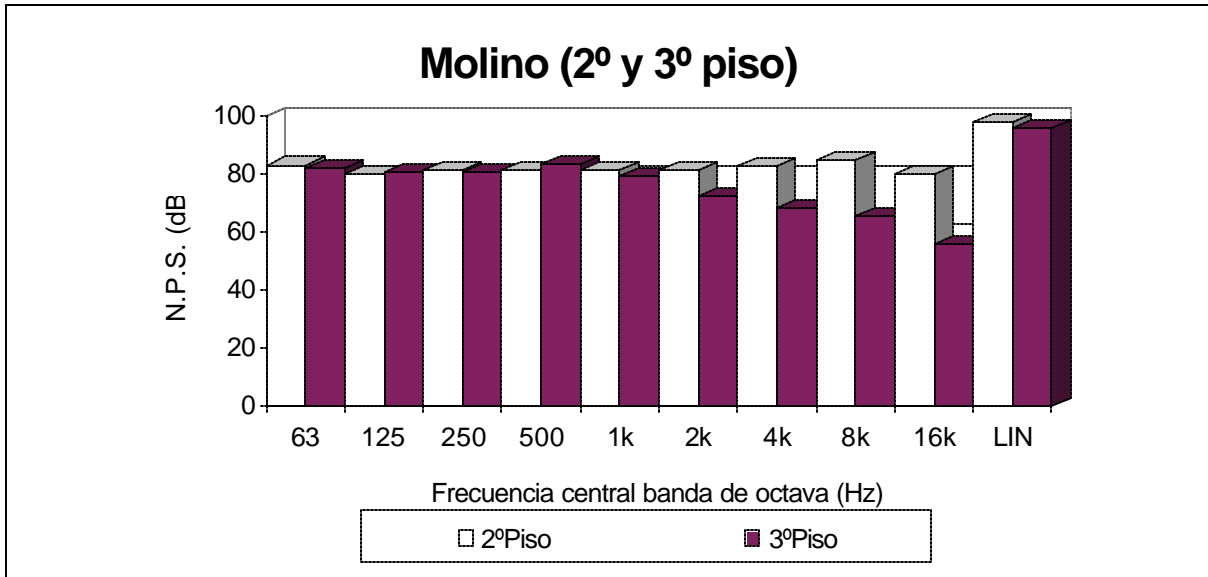
Molino



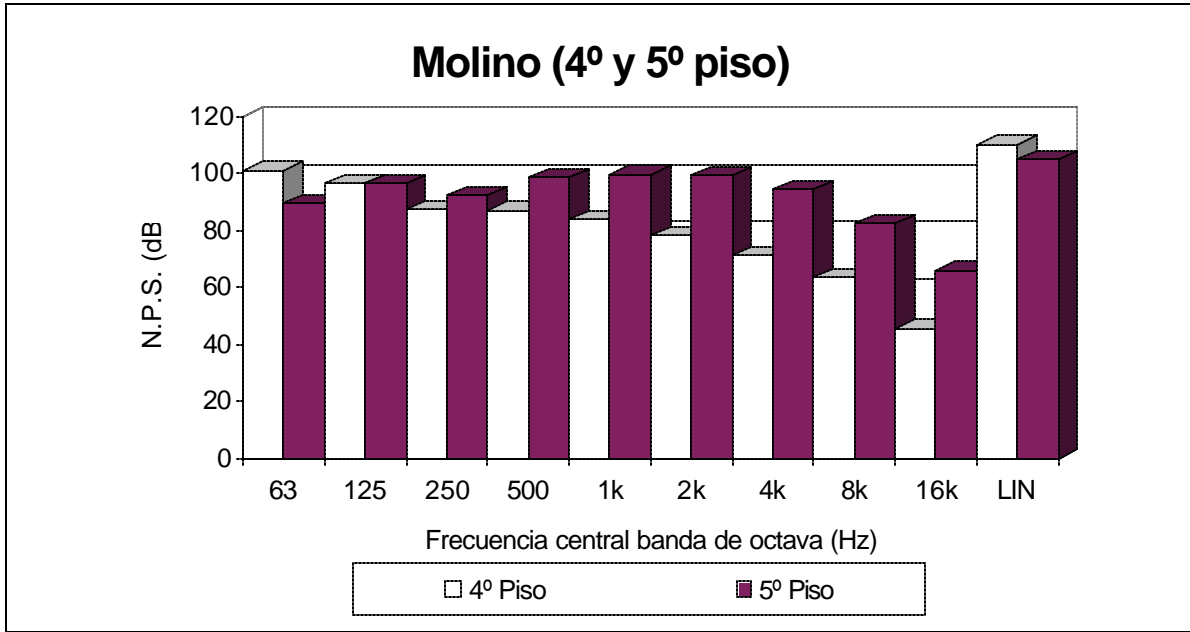
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN
Molino 1	86	98	103	96	98	90,5	82,5	76	65,5	105
Molino 1 y 2	91	97	99	94,5	95	93	87,5	77,5	66	105



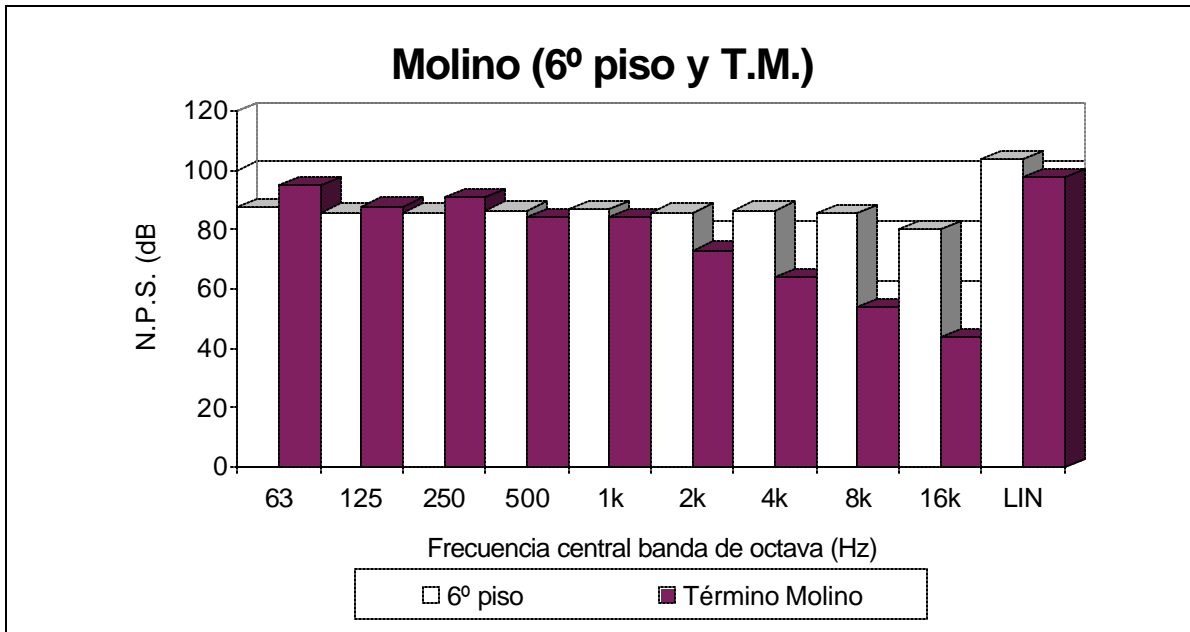
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN
Primer piso	92,5	92	94	89,5	90,5	84	75	70	65	97,5
Prelimpia	96,2	90,5	93,7	91,5	88,4	86	82	78	64,5	100



	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN
2ºPiso	83	80	81,5	81,5	81	81	82,9	84,5	80	97,5
3ºPiso	82	80,5	80,5	83,5	79	72,5	68	65,7	56	95,5



	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN
4º Piso	101	96,5	87,5	87	84	78	71	63,5	45,5	110
5º Piso	89,5	96,5	92	98,5	99,7	99	94,5	82,5	66	105



	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN
6º piso	87,5	86	86	86,5	87	86	86,5	85,5	80	104
Término Molino	95	88	91	84	84,5	73	64	54	44	97,5

4.2.3 DOSIMETRÍAS

Dentro de las dosimetrías realizadas para ocho horas de trabajo, las siguientes tablas resumen los valores obtenidos, el resto de las mediciones se presentan en Anexo VI.

ELABORACIÓN

Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Operador de líneas 9C y 8L	91.01	4.00
Ayudante líneas 6C y 7C	90.85	3.86
Jefe de líneas 6C y 7C	90.33	3.43
Operador término molino	90.33	3.43
Ayudante	89.43	2.78
Jefe de línea 10C y 11C	89.04	2.54

ENVASADO

Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Auxiliar Braipack 2	94.92	9.89
Auxiliar Balanza Car 2	91.95	4.98
Auxiliar Zarandas	91.62	4.61
Auxiliar Braipack 2	91.23	4.22
Operador Braipack 1	90.74	3.77
Operador Ricciarelli 1	89.74	2.99

MOLINO Y TRIGO

Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Operador término molino	90.33	3.43
Ayudante molino	93.32	6.84
Ayudante molino	91.95	4.98
Maquinero	88.70	2.35
Ayudante	87.00	1.59
Supervisor	88.20	2.09

CAPITULO V

5.1- EVALUACION DE LAS MEDICIONES

Analizar las mediciones en forma independiente no se ajusta a cabalidad a los objetivos planteados para este trabajo, ya que en términos de evaluar la exposición del personal, resulta necesario considerar el global de las mediciones realizadas. En este sentido, las mediciones en banda ancha presentaron sólo una primera aproximación de los niveles de presión sonora que existían en las distintas áreas evaluadas, lo cual como información general permitió determinar donde podría existir riesgo de daño auditivo, observándose que, a excepción del laboratorio de pastas, no era posible descartar ninguna de las áreas evaluadas ya que en todas ellas se midieron niveles que fluctuaban o superaban los 85 dB-A. Además se pudo determinar zonas específicas dentro de la línea de producción que presentan mayores niveles de ruido, tales como zona donde corta la pasta en cada línea de elaboración, sector de sellado de la bolsa de polipropileno en el sector de envasadoras, etc.

En cuanto a las mediciones por banda de octava, además de entregar la distribución espectral del ruido medido, fue la base de la información para determinar las distintas medidas de control que era necesario sugerir a la empresa, tales como, encerramiento de maquinaria, protección auditiva eficiente, etc.

Respecto a las dosimetrías realizadas, en la casi totalidad de los puestos de trabajo evaluados se determinó un nivel equivalente superior a los 85 dB-A, valor establecido como límite máximo para un período de exposición de ocho horas. Estas mediciones resultaron ser las más significativas en términos de nivel de exposición del personal, ya que debido a la alta rotación que se realiza

durante la jornada de trabajo (cambio de maquinarias, paralización e inspección de distintas áreas etc.), cambian permanentemente las condiciones ambientales, y sólo el dosímetro es capaz de ponderar estas diferencias y entregar un valor confiable que cuantificara la exposición a ruido del personal.

5.2 EVALUACION DE PROTECCION AUDITIVA

El realizar control de ruido en el receptor, mediante protección auditiva, no debiera ser considerada como medida ideal de prevención de daño, ya que en la práctica nunca se puede tener la seguridad de que el personal utiliza protección auditiva durante toda su jornada laboral. Como medida de control de ruido en el receptor y basado en las mediciones por banda de octava antes detalladas se realizó una evaluación de la protección auditiva utilizada en la empresa de acuerdo al Criterio NIOSH. Los cálculos se presentan en el Anexo VIII.

Fundamentalmente esta evaluación es de importancia en el área de molino, trigo y harinas menores, ya que existe una escasa posibilidad de implementar otras medidas de control, debido a que necesariamente debiera ser paralizada el área en casi su totalidad, lo cual resulta imposible considerando las necesidades de producción.

Dentro de la planta se utilizaba una gran variedad de protectores auditivos, siendo mayoritario el uso de fono marca Apey C-15. La curva de atenuación de este protector, no corresponde ni se ajusta a la norma de evaluación de protectores auditivos, ya que la determinación de atenuación fue realizada, de acuerdo a la certificación disponible, en frecuencias que no corresponden a las de normalización internacional, además de lo anterior, el modelo disponible fue certificado con una muestra bastante poco significativa

por lo cual tampoco son confiables las desviaciones estándares entregadas. En base a lo expuesto no resulta muy confiable la determinación de la eficiencia de este protector.

Además del protector tipo fono, eran ampliamente utilizado los tapones de silicona eagle-blue. Al solicitar la certificación de atenuación al proveedor correspondiente, ésta no existía, por lo tanto como solución y a fin de utilizar elementos de los cuales se tenga un margen razonable de seguridad respecto a su eficiencia se realizó una selección de distintos protectores auditivos disponibles en el mercado, los cuales fueron evaluados respecto al espectro sonoro del área que requería su uso.

Las siguientes tablas muestran, para cada sección, las respectivas atenuaciones y nivel efectivo obtenidos para los distintos protectores auditivos evaluados:

SECCIÓN ENVASADO HARINAS

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	30,5	59,0
Bilsom Warrior	fono	28,7	60,8
Bilsom Blue	fono	29,1	60,4
3M 6300	tapón	34,6	54,9
3M 1230	tapón	30,3	59,2

SECCIÓN MOLINO (EDIFICIO CENTRAL)

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	24,8	77,2
Bilsom Warrior	fono	23,4	78,6
Bilsom Blue	fono	23,7	78,3
3M 6300	tapón	30,8	71,2
3M 1230	tapón	26,0	76,0

SECCIÓN TRIGO (SECTOR PRE-LIMPIA)

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	22,7	76,8
Bilsom Warrior	fono	19,1	80,4
Bilsom Blue	fono	18,6	80,9
3M 6300	tapón	28,7	70,8
3M 1230	tapón	24,7	74,8

SECCIÓN ELABORACIÓN

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	26,6	65,4
Bilsom Warrior	fono	24,5	67,5
Bilsom Blue	fono	24,3	66,7
Bilsom Special	fono	22,4	69,6
3M 6300	tapón	32,1	59,9
3M 1230	tapón	28,3	63,7

SECCIÓN ENVASADO (SECTOR ZARANDAS)

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	24,0	72,0
Bilsom Warrior	fono	22,3	73,7
Bilsom Blue	fono	22,1	73,9
3M 6300	tapón	31,0	65,0
3M 1230	tapón	27,0	69,0

SECCIÓN ENVASADO (SECTOR PASTA CORTA)

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	30,3	62,3
Bilsom Warrior	fono	28,6	64,0
Bilsom Blue	fono	28,4	64,2
3M 6300	tapón	34,5	58,1
3M 1230	tapón	31,5	61,1

SECCIÓN ENVASADO (SECTOR PASTA LARGA)

Protector auditivo	Tipo Protección	Atenuación (dB)	Nivel efectivo (dB-A)
Bilsom Confort	fono	24,1	58,1
Bilsom Warrior	fono	21,6	60,6
Bilsom Blue	fono	21,9	60,3
3M 6300	tapón	27,5	54,7
3M 1230	tapón	23,8	58,4

Debido a las condiciones ambientales de alta temperatura observadas en el área de elaboración, no es recomendable que el personal utilice protección auditiva tipo fono, a excepción del protector Bilsom Special, diseñado especialmente para ambientes calurosos.

El tapón 3M 6300 (tapón moldeable desechable), proporciona la atenuación necesaria para estas áreas, pero también deben de tomarse en cuenta las correspondientes medidas de higiene. Este protector es desechable y su vida útil es variable. En términos generales puede ser utilizado hasta que se mantenga limpio y al ser comprimido retome su forma original, lo que hace suponer que mantiene sus propiedades como reductor de ruido.

El protector más adecuado, considerando todos los inconvenientes que presentan los anteriores corresponde al tapón de silicona, tiene vida útil más larga, es más higiénico y en la mayoría de los casos es más cómodo para el personal que lo utiliza. Dentro de las variedades de tapones de este tipo, produce una buena atenuación el tapón de silicona 3M (modelo 1320-1322, tamaño estándar). Otro tapón que proporciona una atenuación adecuada es el tapón marca Bilsom Per-Fit, el cual presenta la ventaja que de fabricación viene en tres tamaños, lo cual facilita la completa y cómoda inserción en el oído. De ser utilizado este tipo de tapón debiera realizarse un examen audiométrico en el policlínico de la empresa a fin de seleccionar en forma individual el tamaño más adecuado para cada trabajador.

5.3 ANALISIS DE LA NORMA EXISTENTE

A pesar de existir legislación en materia de exposición laboral a ruido, no existe una definición clara en materia de eficiencia del protector auditivo a utilizar. En la actualidad la gran mayoría de los elementos de protección personal no tienen certificación de calidad, lo cual, para el caso de protectores auditivos, no asegura la eficiencia de éstos.

Por otra parte, a pesar que dentro de las enfermedades profesionales la hipoacusia ocupacional es la de mayor incidencia, no existe conciencia ni preocupación permanente, por parte de las empresas, en el control de esta enfermedad, ya que históricamente no generaba pérdidas económicas inmediatas a ellas, por ser en la mayoría de los casos sólo una enfermedad indemnizable (sin generar un alza en la cotización pagada por el empleador). En esta materia, el trabajador se ve perjudicado ya para una pérdida auditiva total (100% de incapacidad auditiva) corresponde a un 65% de incapacidad laboral, lo cual se traduce en una pensión que alcanza tan sólo el 35% de su ingreso imponible. El objetivo de este trabajo no es abordar la problemática legal, pero sí es importante señalar que todos estos factores influyen en que el problema de sordera, en cualquier empresa, no sea abordado en forma seria. [6]

5.4 ANALISIS DEL PROGRAMA DE CONSERVACION AUDITIVA

Además del número considerable de personal con daño auditivo, no existía ningún control interno tendiente a realizar un seguimiento de estos trabajadores, sumado a esto, la mutualidad tampoco realizaba controles periódicos, es más existían controles pendientes desde hace tres años; todo esto

se tradujo en una desinformación general en este tema, manifestado en el poco conocimiento en materia de ruido por parte de los trabajadores, como también en las jefaturas, quienes no dimensionaban el problema existente.

La sordera ocupacional a diferencia de los accidentes no se presenta en forma inmediata, lo cual conduce a que, tanto el trabajador afectado como la empresa, deciden abordar el problema cuando ya existe un daño irreversible. Es por esto que se requiere realizar un programa de permanente evaluación del personal expuesto a ruido, considerando básicamente aspectos como: grado de daño auditivo, puesto de trabajo y edad del afectado, consideraciones no contempladas en el programa de conservación auditiva aplicado por la mutualidad.

Además de la preocupación por preservar la salud del trabajador, es importante realizar exámenes auditivos pre-ocupacionales con el objetivo de lograr establecer las capacidades auditivas en las cuales el personal ingresa a la empresa. A partir de ello es posible crear un sistema interno de control en el cual se puedan almacenar los resultados de los exámenes y poder así, estimar su evolución en el tiempo.

A pesar de que la ACHS no realiza exámenes pre-ocupacionales dentro de su programa de prestaciones a la empresa, es factible y de gran importancia que las personas que ingresen a trabajar en áreas en las cuales estarán expuestos a ruido, les sea realizado un completo examen auditivo.

5.5- OBSERVACIONES GENERALES

EVALUACIONES AUDIOMETRICAS

- De acuerdo a los antecedentes recopilados existe un número considerable de trabajadores a quienes no se les ha realizado evaluaciones audiométricas.

- Del personal que se encuentra dentro del programa de conservación auditiva, se puede observar que el daño auditivo que presentan algunos de ellos ha ido en aumento y además existe un número considerable de trabajadores a quienes no se les ha realizado el control respectivo en las fechas previstas.

EVALUACION GENERAL DE RUIDO

- En términos generales el personal de las áreas evaluadas utiliza protección auditiva.
- De acuerdo a las mediciones realizadas y lo observado en terreno, existe el riesgo de que el personal que no utilice protección auditiva y que labore en las áreas de empaque, zarandas, molino y elaboración, sufra daño auditivo.
- Se observó que la mayoría del personal utiliza tapones de poliuretano 3M en forma permanente, con el consiguiente riesgo de producirse problemas de infecciones y disminución en la eficiencia de este protector, ya que es de tipo desechable.

MEDICION DE RUIDO POR BANDA DE OCTAVA

- Observando la distribución espectral de la energía en las mediciones realizadas en zarandas y envasado 1º piso y considerando que entre los 3k y 6k el oído es mucho más sensible a las pérdidas auditivas, se presenta mayor susceptibilidad de daño.

- Referente a lo anterior, en el área de elaboración, la mayor concentración de energía se encuentra en baja frecuencia (excepto en las líneas 6 C y 7C), por lo cual, a pesar de existir riesgo de daño éste es un poco menor que en las áreas antes mencionadas.

DOSIMETRIAS

- En términos globales, se confirma la existencia de exposición al riesgo de adquirir hipoacusia sensorineural de origen ocupacional en casi la totalidad de la población bajo estudio, es decir en la mayoría de los puestos de trabajo evaluados se presentaron resultados de dosimetrías mayores a uno, es decir, con niveles equivalentes superiores a 85 dB-A.
- Los mayores niveles de presión sonora fueron registrados en las áreas de molino y envasado (primer piso), alcanzando niveles equivalentes de 93.3 y 94.9 dB-A respectivamente.
- Específicamente en el área de envasado, las fuentes más ruidosas corresponden a las envasadoras Braipack 1 y 2, con niveles equivalentes por sobre los 90 dB-A.
- El laboratorio de pastas ubicado en el 2º piso, al costado del sector zarandas, no presenta riesgo de daño por exposición a ruido.
- Por las características de la labor que realiza un inspector de control de calidad, el cual debe transitar por distintas áreas de fábrica, y a pesar que el nivel se encuentra dentro del límite permisible, es probable que considerando un período de muestreo mayor exista el riesgo de sufrir daño auditivo.

- Los niveles registrados en el sector zarandas, con funcionamiento continuo de 5 de ellas, sólo un 70 % del área, exceden considerablemente el límite permisible.
- En algunos casos se observó una inadecuada elección del protector auditivo, ya que el tamaño de éste no se adapta herméticamente al oído del trabajador.
- Cualquier trabajador que se encuentre en las áreas de envasado, zarandas, elaboración, molino, sin una adecuada protección auditiva, se encuentra seriamente expuesto al riesgo de sufrir daño auditivo.

5.6- ACCIONES A SEGUIR

5.6.1 MEDIDAS DE CONTROL EN EL CAMINO DE TRANSMISION DEL RUIDO

En las áreas que lo permitan, un control más directo en la fuente permite tener la seguridad que los niveles de presión sonora a los cuales están expuestos los trabajadores no presentan riesgo de daño, con esto se podría evitar el uso de protección auditiva, facilitar la rotación de personal y la reubicación de trabajadores con daño auditivo en un área que no presente riesgo de aumentar su lesión, problema que en la actualidad presenta la fábrica.

ENCERRAMIENTO MAQUINAS ENVASADORAS

Debido a que los niveles superan considerablemente los límites permisibles y considerando que es el área con mayor número de trabajadores expuestos (y que además ya presentan daño auditivo), es muy necesario, ya que las condiciones físicas y operativas de las fuentes generadoras de ruido lo permiten, aplicar medidas de control directamente a éstas.

Conforme a las características de las fuentes sonoras y con el fin de permitir un adecuado acceso tanto para mantención como supervisión de las máquinas, el encerramiento total de éstas considera puertas de acceso y ventanas para facilitar la constante supervisión del proceso.

& Las características y especificaciones del confinamiento fueron determinadas de acuerdo al espectro del ruido del área, determinado por el promedio de las mediciones realizadas en cada máquina.

& El diseño incluye la confinación de las 7 envasadoras del área. Para este efecto se debe, como modificación anexa al encierro, eliminar la abertura que comunica la sala de ex-harina con la zona de envasado.

& La configuración de las paredes del encierro, según se detalla en el diseño corresponde a paredes conformadas por dos planchas de acero de $e= 2 \text{ mm}$ y $e= 1 \text{ mm}$ rellenas en su interior con lana mineral de $e= 50 \text{ mm}$ y $D= 60 \text{ Kg/m}^3$.

& Para facilitar la operación y supervisión de cada una de las envasadoras el diseño incluye 4 puertas (una doble y tres simples) y ventanales.

& Las puertas son del mismo material utilizado para las paredes, según se detalla en el diseño. Los ventanales están conformados por vidrios dobles antiparalelos de $e= 6\text{mm}$ y $e= 8\text{mm}$.

& Para eliminar las fugas de ruido que se producirán por los contornos de las aberturas en el sector de las correas transportadoras, deben utilizarse silenciadores que consisten en realizar una prolongación de la pared de longitud $l= 50\text{ cm}$, revestida interiormente con poliuretano expandido ignifugo de $e= 50\text{ mm}$. Como recomendación y a modo de proteger el mencionado material utilizar una rejilla de protección de perforación superior al 40% de la superficie revestida.

De acuerdo a los cálculos realizados, este encerramiento de las máquinas envasadoras tendría un TL estimado de 17,5 dB. El detalle del diseño y los cálculos de TL se presentan en el Anexo IX.

ENCERRAMIENTO DE ZARANDAS

Realizar un confinamiento total de las zarandas, especialmente de las Suizital modelo NZ700, debido a que son, del total de vibradores del área, las más ruidosas. El encierro debe, como consideraciones generales, tener las siguientes características:

& Para poder realizar un encerramiento efectivo en zarandas, éstas deben permanecer fijas al piso.

& Completa hermeticidad en las uniones del encierro en sí.

& Aislación total respecto de la fuente, es decir, el encierro no debe tener contacto con la máquina.

& El diseño incluye la confinación incluso de la bajada de producto a envasado, a fin de eliminar cualquier filtración de ruido y además lograr un menor contacto del producto con el medio ambiente.

& En su ejecución debe incluir todas las partes móviles y visibles que se detallan en el diseño, ya que en éste están consideradas las necesidades operativas y de mantención de la máquina.

& La estructura del encierro debe ir montada sobre una estructura de perfiles metálicos de $e= 3"$. Según necesidades de mantención de la máquina la parte posterior de la estructura debe ser desmontable del resto de ésta.

& Los paneles del encierro se componen de módulos dimensionados de acuerdo a la estructura de metal soportante, estos módulos están conformados por una plancha exterior de acero de $e= 1.5\text{mm}$, plancha de trupán de $e= 19\text{ mm}$ y una capa de poliuretano expandido ignífugo de $e= 55\text{ mm}$ cuya cara interior debe llevar una rejilla metálica de protección con un mínimo de 40% de perforación, estos materiales van montados en un bastidor formado por perfiles C.

De acuerdo a los cálculos realizados, este encerramiento de las zarandas tendría un TL estimado de 16 dB. El detalle del diseño y los cálculos de TL se presentan en el Anexo X.

ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO DE CABINAS DE SUPERVISIÓN

Es necesario considerar en el futuro, que utilizar aislapol (plumavit) como aislante acústico no produce efectos útiles, ya que este material es prioritariamente aislante térmico y tiene muy poca masa, por lo tanto, resulta ineficiente su utilización en la aislación de ruido de baja frecuencia.

De acuerdo a lo observado en terreno y lo anteriormente señalado, este recinto no proporciona la aislación requerida, por ende, como medida de control se recomienda una cabina de las siguientes características:

& Paneles dobles de volcanita rellenos con lana mineral de $e=100$ mm y $D= 60$ Kg/m³. La sección y espaciamiento de los pie derecho se detallan en el diseño.

Se recomienda utilizar lana mineral con papel en dos caras, a fin de facilitar la manipulación, sujeción y colocación del producto.

& Utilizar vidrios dobles antiparalelos de distinto espesor, según se detallan en el diseño. Para mejorar la aislación éstos pueden ser montados sobre un material resilente.

& Puerta de dos planchas de masisa de $e=20$ mm separadas entre sí por una capa de lana mineral de $e= 50$ mm.

& Para el techo se recomienda utilizar planchas de volcanita de 10 mm. de espesor o, por ejemplo, paneles cielorraso Isover.

& Como recomendaciones generales es necesario señalar:

- Lograr una completa hermetización de las uniones de las planchas de volcanita con el fin de evitar cualquier fuga de ruido.

- Para mejorar la aislación y absorber las vibraciones de las planchas de volcánita, colocar cintas de fieltro a los costados de los pie derechos y soleras.

El diseño no requiere salida de ventilación ya que por las características de la labor desarrollada por los supervisores, ellos no permanecen constantemente dentro de la cabina.

Cabe señalar que este acondicionamiento acústico es válido para la cabina de supervisión del molino y la del sector pre-limpia, ya que el diseño y conformación de paneles, puerta y ventanas recomendado es eficiente para ambas salas.

De acuerdo a los cálculos realizados, este acondicionamiento acústico tendría un TL estimado de 37 dB. El detalle del diseño y los cálculos de TL se presentan en el Anexo XI.

5.6.2 MEDIDAS DE CONTROL EN EL RECEPTOR

- Uso obligatorio de protección auditiva altamente eficiente en las áreas de molino, envasado y elaboración; de existir personal que se rehuse al uso de este elemento, aplicar las medidas que se mencionan en el reglamento interno de la empresa.
- Mientras no se reduzca los niveles de ruido en la zona de envasado, y a pesar que la dosimetría realizada a un horquillero se encuentra dentro de los límites permisibles, también debe usar protección auditiva.

- El personal de mantención debe utilizar protección auditiva.
- Reponer los protectores que se encuentren defectuosos, deteriorados o que no cumplan con los requerimientos de atenuación necesarios para los distintos puestos de trabajo.
- Elaborar un programa de mantención y reposición de protectores auditivos, debiendo éste ser aplicado por los supervisores de cada turno o encargados de cada área. El objetivo que persigue esta medida es lograr un mayor compromiso y control del supervisor respecto al uso de protección auditiva y también de esta forma lograr estimar en forma certera el número, tipo y duración de los protectores auditivos utilizados.
- Se sugiere que en un plazo razonable se sustituya el uso de fonos Apey, por otro tipo de protección que ofrezca mayor confianza y validez técnica respecto a la atenuación que proporciona.
- Adquirir protectores auditivos de acuerdo a lo recomendado en este estudio.

5.6.3 MEDIDAS ADMINISTRATIVAS DE CONTROL

- Enviar a la ACHS un listado actualizado del personal que requiera evaluación audiométrica, a fin de que sean citados y actualizados sus exámenes a la brevedad.
- Solicitar los resultados de las audiometrías cuyo diagnóstico se encuentra en estudio.

- Establecer los mecanismos que correspondan, para que los trabajadores sean debidamente informados y controlados para que asistan a sus exámenes audiométricos en las fechas de citación.

- De acuerdo a la información recopilada, verificar que en el próximo control auditivo masivo que debe realizarse este año en la empresa, sea especialmente evaluado todo el personal de fábrica del cual no se tienen antecedentes audiométricos.

- Verificar que el programa de conservación auditiva planificado por la ACHS sea realizado en forma efectiva y de acuerdo a las necesidades de la empresa.

- Realizar exámenes audiométricos pre-ocupacionales, a fin de llevar un completo control del riesgo de daño auditivo.

- En los casos en que ya se presenta sordera, aplicar un método efectivo de controlar el avance de las pérdidas auditivas: reubicando al trabajador, controles audiométricos en el momento que deban ser controlados y supervisión de uso permanente de protección auditiva.

- Realizar, ya sea por parte del departamento de prevención de riesgos o por la ACHS, un estudio del puesto de trabajo del personal con daño auditivo.

- Realizar, si fuese posible, modificaciones en el funcionamiento mecánico de las zarandas o mantención más continua a éstas.
- Incluir dentro del reglamento interno un explícito capítulo referente a exposición a ruido, detallándose los riesgos que ésta implica, la obligación del uso de protección auditiva, realización de evaluaciones audiométricas periódicas y sanciones aplicadas por el incumplimiento de las medidas adoptadas.
- Realizar evaluaciones ambientales de ruido cada cierto período de tiempo, a fin de cuantificar las variaciones en los niveles de presión sonora que pudieran presentarse.
- En el futuro poner mayor atención frente a la adquisición y reposición de maquinaria menos ruidosa.
- Evitar que maquinarias queden montadas a estructuras livianas. Una máquina que vibra debe siempre ser montada sobre bases rígidas y fuertes, ya que así se minimiza la radiación de sonido por vibración del piso.
- Realizar capacitación en el personal expuesto, a fin de crear conciencia respecto a riesgo que involucra la sobreexposición a ruido e informar de las medidas adoptadas por la empresa.
- Capacitar en relación al correcto uso de los protectores auditivos.
- Señalizar con letreros visibles las áreas que presentan niveles de presión sonora que pueden provocar daño auditivo.

5.7 AVANCES DEL PROYECTO

Durante el desarrollo de este proyecto se han realizado algunas gestiones tendientes a concretar algunas medidas, principalmente administrativas:

- Fue enviado un listado a la ACHS con la nómina del personal con daño auditivo que se encontraba con audiometrías pendientes, a la fecha la gran mayoría de ellos ya se controló y se está a la espera del listado con los resultados de los mencionados exámenes. En resumen, se solicitó la actualización de 94 exámenes audiométricos, de los cuales se han realizado un 70%.
- Se creó un sistema de administración del personal expuesto a ruido, el cual consiste en una base de datos en la cual se resumen todos los antecedentes personales de cada trabajador más información referida a audiometrías realizadas , con esto se pretende lograr verificar en una forma más rápida el avance de las pérdidas auditivas y la oportuna realización de los controles audiométricos.
- A modo de examen pre-ocupacional se envió un listado a la ACHS, a fin de que el personal que se encuentra a plazo fijo le sea realizado una audiometría preventiva.
- En el área molino se está realizando una prueba de protectores auditivos (Bilsom: Confort, Warrior y Blue y Elvet: HB 49) a fin de determinar cual de éstos es más cómodo para los puestos de trabajo del área.

- En fábrica se está utilizando el protector tipo tapón 3m de silicona, que presenta mejores características de atenuación, es más cómodo e higiénico y en la gran mayoría de los trabajadores ha tenido muy buena aceptación, ya que el 80% del personal de envasado (115 personas) utiliza este tipo de protección auditiva.
- Se realiza una continua supervisión y educación del personal en materia de uso de protectores auditivos. En particular, el trabajo de educación se realizó a través de la línea (supervisores), los cuales recibieron una capacitación específica en materia de protectores auditivos: características, forma e importancia en su uso.
- En las áreas de elaboración y empaque ya se realizó la orden de compra para sustituir los fonos Apey por Bilsom Special (especialmente diseñado para ambientes calurosos) y Warrior. Específicamente en empaque ya se concretó esta medida, teniendo una buena aceptación por parte del personal.
- A la fecha, en todas las áreas con personal expuesto a ruido, se utilizan los protectores auditivos, de tipo y marca, recomendados en este estudio.
- Se realizó la capacitación a todo el personal expuesto a ruido. Esta actividad se programó en grupos de 20 personas en promedio, a quienes se les dictó charlas de dos horas de duración, período en el cual se abordaron los contenidos señalados en el punto 3.2.8.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

- De acuerdo a las mediciones de ruido realizadas, se determinó que efectivamente existe riesgo de sufrir enfermedad profesional, en la totalidad de las áreas de producción evaluadas.
- Para reducir los niveles de ruido, se propuso la realización de encierros a maquinarias, diseño que involucró la participación del personal de producción y mantención de la empresa.
- En el control de la exposición a ruido, se evaluaron protectores auditivos, recomendándose aquellos que proporcionan una adecuada atenuación y mejores características de confort para el personal.
- Se capacitó a la totalidad del personal expuesto ruido, respecto a los riesgos que involucra su exposición. Para este efecto, vía Sence se desarrolló una completa instrucción al personal, abordando los conceptos teóricos respecto al ruido y fisiología del oído, así como también se estableció esta instancia como un efectivo canal de información para explicarles los resultados de las mediciones e involucrarlos en las acciones a realizar.
- Se estableció un plan de conservación auditiva interno, administrado por el área de Recursos Humanos de la empresa. El cual en términos generales establece:
 - Realizar periódicamente mediciones de ruido en las distintas áreas de la empresa.

- Realizar regularmente evaluaciones audiométricas, tanto preocupacionales como ocupacionales, a fin de controlar los avances de daño auditivo.
- Uso de protección auditiva, recomendada en base a criterios técnicos.
- Supervisión permanente del uso de este elemento de protección personal.

CAPITULO VII

REFERENCIAS

- [1]. González, D., Control de Ruido (Mutual de Seguridad C.CH.C., 1994, Manual).
- [2]. Decreto Supremo N° 594, Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (Ministerio de Salud, 2000).
- [3]. Ley N° 16.744, Legislación Chilena sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales (Ministerio del Trabajo y de Previsión Social, 1968).
- [4]. NIOSH Technical Information, List of personal hearing protectors and attenuation data (National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, 1985).
- [5]. Decreto Supremo N° 40, Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales (Ministerio del Trabajo y de Previsión Social, 1969).
- [6]. Instructivo para la calificación y evaluación de las Enfermedades Profesionales del Reglamento D.S. N° 109/1968 de la Ley N° 16.744 (Ministerio de Salud, 1983).
- [7]. Heckl M., Müller H.A.: Taschenbuch der Technischen Akustik, Zweite Auflage, Berlin: Springer Verlag (1994).
- [8]. Gössle K.: Berechnung der Luftschalldämmung von doppelschaligen Bauteilen. Acustica 45 (1980).
- [9]. Beranek, L., Noise and Vibration Control, (Mc Graw - Hill, 1971).
- [10]. Harrys, C., Manual para el control de ruido (Mc Graw - Hill, 1977).

A N E X O S

I.- DECRETO N°594.

El Decreto N°594, Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los ambientes de trabajo, en el párrafo III hace referencia a los contaminantes físicos incluyendo el ruido; definiéndolo y estableciendo límites permisibles según sigue:

Artículo 70°: En la exposición laboral a ruido se distinguirán el ruido estable, el ruido fluctuante y el ruido impulsivo.

Artículo 71°: Ruido estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Artículo 72°: Las mediciones de ruido estable, ruido fluctuante y ruido impulsivo se efectuarán con un sonómetro integrador o con un dosímetro que cumpla las exigencias señaladas para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas: IEC 651-1979, IEC 804-1985 y ANSI S.1.4-1983.

1.1 DEL RUIDO ESTABLE O FLUCTUANTE

Artículo 73°: En la exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados "A", con respuesta lenta, es decir, en dB(A) lento.

Artículo 74°: 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.

Artículo 75°: 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:

NPSeq [dB (A) lento]	Tiempo de exposición por día		
	Horas	Minutos	Segundos
80	24,00		
81	20,16		
82	16,00		
83	12,70		
84	10,08		
85	8,00		
86	6,35		
87	5,04		
88	4,00		
89	3,17		
90	2,52		
91	2,00		
92	1,59		
93	1,26		
94	1,00		
95		47.40	

96		37,80	
97		30,00	
98		23,80	
99		18,90	
100		15,00	
101		11,90	
102		9,40	
103		7,50	
104		5,90	
105		4,70	
106		3,75	
107		2,97	
108		2,36	
109		1,88	
110		1,49	
111		1,18	
112			56,40
113			44,64
114			35,43
115			29,12

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

Artículo 76°: 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:

$$D = \frac{T_{e1}}{T_{p1}} + \frac{T_{e2}}{T_{p2}} + \dots + \frac{T_{en}}{T_{pn}}$$

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%).

Artículo 77°: 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.

1.2 RUIDO IMPULSIVO

Artículo 78°: En la exposición a ruido impulsivo se deberá medir el nivel de presión sonora peak (NPSPeak), expresado en decibeles ponderados "C", es decir, dB(C)Peak.

Artículo 79°: 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.

Artículo 80°: 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:

NPS peak [dB(C)]	Tiempo de Exposición por Día		
	Horas	Minutos	Segundos
90	24,00		
91	20.16		

92	16,00		
93	12,70		
94	10,08		
95	8,00		
96	6,35		
97	5,04		
98	4,00		
99	3,17		
100	2,52		
101	2,00		
102	1,59		
103	1,26		
104	1,00		
105		47,62	
106		37,80	
107		30,00	
108		23,80	
109		18,90	
110		15,00	
111		11,90	
112		9,40	
113		7,50	
114		5,90	
115		4,70	
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
130			8,86

131			7,03
132			5,58
133			4,43
134			3,52
135			2,79
136			2,21
137			1,76
138			1,40
139			1,11
140			1,00

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

Artículo 81°: 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.

Artículo 82°: 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.

II.- LEY N 16.744

Para la aplicación de la Ley N°16.744, Norma sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, el Decreto Supremo N° 67 (Reglamento para aplicación artículos 15 y 16 de la Ley 16.744), en resumen establece que las exenciones, rebajas o recargos de la cotización adicional diferenciada están sujetas, de acuerdo a tabla, a la siniestralidad efectiva en la empresa.

Para determinar esta siniestralidad efectiva se consideran el cálculo de dos tasas: una por concepto de accidentes del trabajo o enfermedades profesionales con incapacidad temporal, y la otra por invalideces permanentes y muertes.

Se excluyen las incapacidades y muertes causadas por accidentes del trabajo ocurridos en una entidad empleadora distinta de la evaluada, o por enfermedades profesionales contraídas como consecuencia del trabajo realizado en una entidad empleadora distinta de la evaluada, cualquiera fuese la fecha del diagnóstico o del dictamen de la incapacidad. Estas incapacidades y muertes deben considerarse en la evaluación de la entidad empleadora en que ocurrió el accidente o se contrajeron las enfermedades, siempre que ello haya ocurrido dentro de los cinco años anteriores al período en que se realice el proceso de evaluación.

III.- CRITERIO NIOSH

Este criterio es utilizado para la evaluación de protectores auditivos; existen tres métodos similares, siendo más exacto el método 1, el cual considera los siguientes parámetros:

- Niveles de ruido por banda de octava entre 125 Hz y 8000 Hz (denotadas como L_1, L_2, \dots, L_7 respectivamente).
- Nivel de ruido en dB-A (L_A).
- Valores Q_i (**)

(**) Los valores Q_i son determinados a partir de los datos del protector a evaluar entregados por el fabricante (atenuación y desviación estándar δ), utilizados como sigue:

$$Q_1 = \text{Atenuación a 125 Hz} + 16.2 \text{ dB} - (2 \times \delta)$$

$$Q_2 = \text{Atenuación a 250 Hz} + 8.7 \text{ dB} - (2 \times \delta)$$

$$Q_3 = \text{Atenuación a 500 Hz} + 3.3 \text{ dB} - (2 \times \delta)$$

$$Q_4 = \text{Atenuación a 1000 Hz} - (2 \times \delta)$$

$$Q_5 = \text{Atenuación a 2000 Hz} - 1.2 \text{ dB} - (2 \times \delta)$$

$$Q_6 = \text{Promedio atenuaciones a 3000 Hz y 4000 Hz} - 1.0 \text{ dB} - \delta \text{ (a 3000 Hz)} - \delta \text{ (a 4000 Hz)}$$

$$Q_7 = \text{Promedio atenuaciones a 6000 Hz y 8000 Hz} - 1.1 \text{ dB} - \delta \text{ (a 6000 Hz)} - \delta \text{ (a 8000 Hz)}$$

La reducción R, está dado por la siguiente fórmula:

$$R = L_A - 10 \text{ Log } S$$

donde S (factor de reducción) es:

$$S = \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] + \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] + \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] + \\ \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] + \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] + \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] + \\ \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)]$$

IV. - OBLIGACION DE INFORMAR

Dentro de la ley el D.S.Nº40, de 1969, incorpora el Título VI, relativo de la obligación de informar de los riesgos laborales, señalando:

Los empleadores tienen la obligación de informar a todos sus trabajadores acerca de los riesgos que entrañan sus labores, límites de exposición permisibles, peligros para la salud y medidas de control y prevención que deban adoptar para evitar tales riesgos.

V.- MEDICIONES POR BANDA DE OCTAVA

Elaboración

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)									
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Línea 3L	80	82	84.5	82	80	76.5	72	70.5	60	91
Línea 8C	80	82	86	83	83	76	70	66	56	91.5
Línea 10-11C	80	87	81	82	82	81	79	76	68	92.5
Línea 8L	80	84.5	87	87	83	79.5	80	71	67	93
Línea 6-7C	84	85	85	85.5	87	85.5	84	83	76	95

Empaque (1 Piso)

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)									
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Braipack 1	76	79	75	77	81	83.5	81.5	77	67	90.5
Braipack 2	72	76.5	73.7	77	76.5	76	80	83	66.5	87.5
Ricciarelli 3	76	77	75	79	79.5	84.2	71	76	77	89
Centro área	84	78	74	79	82	81.5	81	74	65	91
Braipack 1	75	75	74.5	77	81	85.5	87	86	79	94
Ricciarelli 2	78	80	80	82	80.5	84	87.5	88.5	83	94
Mainar 1	74	76.5	81.5	81	80.5	84	80	78.5	74	90.5

Zarandas

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)									
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Zaranda N 5	74.5	78.5	78	79	77	75.5	72	69.5	59	91
Zaranda N 4	76	78	79	80	76	73	78	71	62	88.5
Zaranda N 3	65	76	82	83	84.5	84	82.5	84	78	92
Zaranda ZH700	87	91	91.5	93	91	88.5	87	85	77.5	100.5
Zaranda ZH701	85.5	89.5	90.5	95	88	85	81.5	77	70.5	98.5

Estas mediciones fueron realizadas mientras funcionaban alternadamente dos de estas zarandas. La evaluación en zarandas ZH700 fue realizada sin producto, debido a que en ese momento no estaban funcionando sus envasadoras correspondientes, a pesar de esto se estimó conveniente hacer las mediciones debido a que estas zarandas son las más ruidosas del área.

Empaque Pasta Larga

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)									
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN
Braipack 3	74	78	72	73	72.5	70	70.5	69	61	87
Stiavelli 2	75	74.5	73	73.5	73	72	74	71	66.5	85

Molino

Subterráneo (molino 1 funcionando)

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)										
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN	dB-A
1	86.5	93.5	98.5	94.5	102	90.5	85.5	80.5	71	106.5	98.9
2	86	98	103	96	98	90.5	82.5	76	65.5	105.0	96.0
3	88	98.5	108	105	95	89.5	85.5	77.5	70.5	109.0	103
4	90.5	100	108	96.5	95	93	87	81	70	109.0	101
5	97.5	97.5	104	96.5	93	87	83	77	60	105.5	98.5
6	85.5	93	101	92	93	85.5	81.2	75.2	65.5	101.5	92.5
7	83	96	104	91	91.5	85.5	81.5	72	63	105.2	95.8
8	84	89	95.7	92.5	87.5	87.5	87.5	82.2	69	105.0	94.0
9	83.8	89	96	98	91	90.5	87.5	82.5	71	102.0	96.5
10	92	89	93.5	94.5	89	86	88	86	79.5	100.7	95.0

Subterráneo (molino 1 y 2 funcionando)

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)										
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN	dB-A
11	86	92	93	92	91.5	91	83.5	76	64	101.5	96.5
12	85.5	94	101	95	91.5	95.4	86.7	80.5	65.5	104.0	95.5
13	88.0	98.0	104	99.0	92.5	94	92	85	76.6	105.3	96.0
14	87.5	94.0	102	93.0	89.0	95.5	87.5	80	62.0	102.5	97.0
15	91.0	97.0	99	94.5	95.0	93.0	87.5	77.5	66.0	105.0	97.0
16	92.5	93.5	96.0	92.0	93.5	88.5	84.5	77.0	63.0	101.5	95.0
17	84.0	93.0	101	96.5	94.0	90.0	86.0	77.5	63.0	104.0	96.0
18	84.5	93.2	97.0	89.0	89.0	85.0	82.0	74.5	64.0	101.5	95.0
19	90.5	89.0	89.5	96.7	89.0	86.5	86.1	84.7	83.5	101.0	94.5
20	85.0	89.5	91.0	92.0	87.0	86.0	84.0	81.5	83.0	100.0	91.5

Primer piso y sector pre-limpia (operador de silos)

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)										
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN	dB-A
21	82.0	83.7	88.0	86.5	86.0	78.0	70.5	62.5	52.0	95.0	89.5
22										95.0	87.5
23										97.0	90.5
24										97.5	91.0
25										97.5	91.0
26										96.5	88.5
27	92.5	92.0	94.0	89.5	90.5	84.0	75.0	70.0	65.0	97.5	92.5
28	89.7	84.2	82.0	80.0	79.0	68.0	59.0	57.5	60.0	95.0	80.0
29	76.0	79.0	80.0	82.5	80.0	77.0	78.8	81.0	77.0	96.0	85.5
30	96.2	90.5	93.7	91.5	88.4	86.0	82.0	78.0	64.5	100.0	92.5
31	84.5	92.5	99.0	84.0	81.0	79.5	76.0	76.7	72.0	100.5	89.5
32	101	93.5	101	92.0	97.5	96.0	91.0	80.5	70.0	105.7	99.5

Segundo piso(roscas y trioles)-tercer piso (zazores-separadores)

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)										
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN	dB-A
33										94.5	80.5
34										100.5	81.0
35										95.0	83.5
36										97.5	83.0
37										95.5	81.7
38	83.0	80.0	82.0	81.0	78.0	73.5	69.0	68.0	62.0	99.0	82.5
39	83.0	80.0	81.5	81.5	81.0	81.0	82.9	84.5	80.0	97.5	88.5
40										98.5	80.5
41										97.5	84.0
42										99.5	86.0
43										96.0	83.5
44										97.5	83.5
45										99.0	81.5
46	82.0	80.5	80.5	83.5	79.0	72.5	68.0	65.7	56.0	95.5	84.0
47	83.0	84.5	81.0	81.5	81.0	80.0	82.0	85.0	82.2	100.7	87.0

Cuarto piso (plansister-empiedradora) y quinto piso (motores-escruzas-separadoras)

ARE A	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)										
	63	125	250	500	1K	2k	4k	8k	16k	LIN	dB-A
48	101	96.5	87.5	87.0	84.0	78.0	71.0	63.5	45.5	110.0	88.5
49										111.0	87.5
50										114.0	86.5
51										115.0	85.0
52										113.5	84.0
53										106.0	86.0
54	89.5	88.0	85.0	84.5	84.5	82.0	79.0	78.0	73.0	102.5	86.0
55	89.5	96.5	92.0	98.5	99.7	99.0	94.5	82.5	66.0	105.7	102
56	87.5	91.5	86.0	88.2	89.2	88.0	87.5	82.0	68.0	98.5	94.5
57	89.5	92.5	94.5	89.0	89.0	90.0	90.5	85.2	75.0	100.5	95.0
58	90.0	88.5	89.0	97.0	87.5	85.0	85.2	76.5	63.0	99.8	92.5
59										98.5	91.2
60										97.0	89.0
61	87.0	85.0	82.0	83.2	82.0	81.0	79.5	79.0	72.0	102.0	87.5

La localización gráfica de las mediciones realizadas en molino se presentan en el anexo VII.

Sexto piso (bombas-ventiladores)

AREA	FRECUENCIA CENTRAL BANDA DE OCTAVA (Hz)										
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	16k	LIN	dB-A
Centro sala	87.5	86.0	86.0	86.5	87.0	86.0	86.5	85.5	80.0	104.0	88.5
Sector nor-oriente										102.0	92.0
Sector nor-poniente										104.0	93.5
Sector sur-poniente		90.0		90.0	90.0	88.0	90.0	78.0		105.0	
Sector sur-oriente	90.5		94.0						82.0		95.5
										101.0	92.0

VI. - DOSIMETRIAS

Elaboración

Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Operador de mezcla	89.02	2.53
Ayudante 8C	88.84	2.43
Jefe de línea 3L y 4L	87.83	1.92
Operador de mezcla	87.73	1.88
Operador de caldera	86.38	1.38
Jefe de línea 10C y 11C	85.60	1.15
Jefe de línea 3L	85.21	1.05
Auxiliar Silos	84.90	0.98

Envasado

Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Operador de mezcla	89.02	2.53
Ayudante 8C	88.84	2.43
Jefe de línea 3L y 4L	87.83	1.92
Auxiliar Ricciarelli 1	89.55	2.86

Operador Ricciarelli 3	89.92	3.12
Ayudante Braipack 2	88.73	2.37
Auxiliar Braipack 2	88.49	2.24
Operador Ricciarelli 3	88.14	2.07
Auxiliar Braipack 1	88.06	2.03
Auxiliar Braipack 1	87.92	1.96
Auxiliar Braipack 1	87.36	1.73
Auxiliar zarandas	87.05	1.61
Auxiliar Ricciarelli 3	85.33	1.08
Auxiliar Braipack 1	85.11	1.03
Auxiliar silos-zarandas	85.05	1.01
Auxiliar Ricciarelli 4	84.86	0.97
Encargado molino martillo	84.29	0.85
Operador Stiavelli 2	83.22	0.66
Auxiliar nidos	83.16	0.65
Braipack 3 (pasta larga)	80.25	0.33
Horquillero	80.01	0.32
Auxiliar Stiavelli 1	79.25	0.26

Molino y Trigo

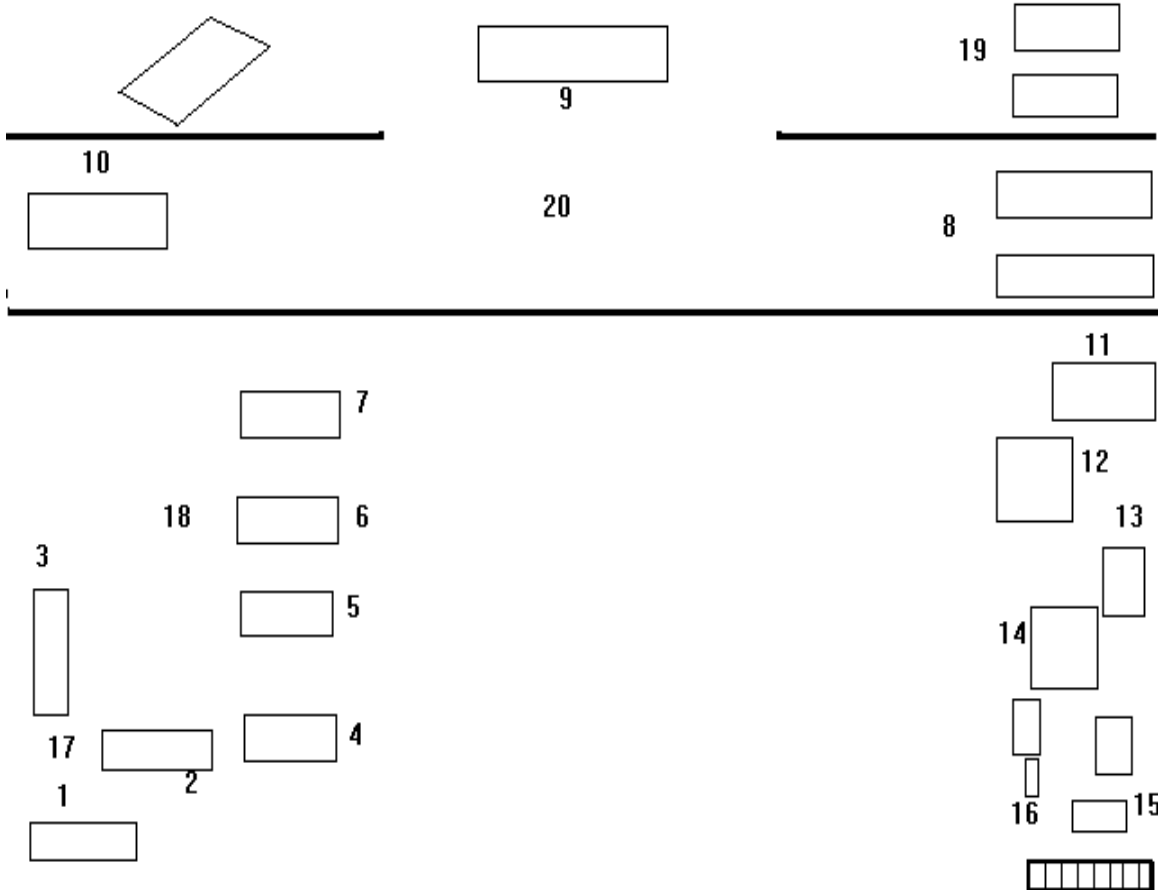
Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Maquinero	87.3	1.70
Ayudante	88.7	2.35
Ayudante	89.2	2.64
Maquinero	92.5	5.66
Operador término molino	88.6	2.30
Maquinero	91.9	4.92
Ayudante	89.1	2.58

Otras áreas

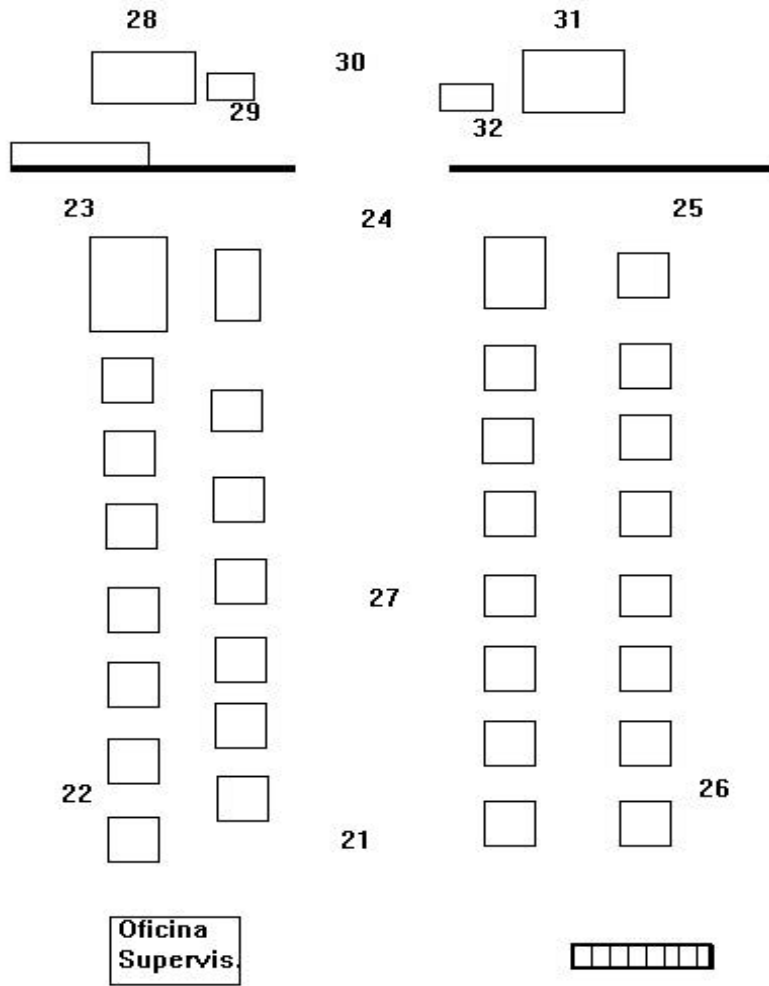
Puesto de trabajo	Nivel equivalente dB-A	Dosis
Laboratorio (centro sala)	60.93	0.003
	58.92	0.002
Inspector Control de Calidad	83.41	0.69
Oficina de planificación	55.21	0.001

VII.- LOCALIZACION DE MEDICIONES POR BANDA DE OCTAVA EN MOLINO

SUBTERRANEO



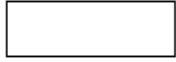
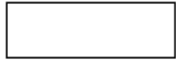
PRIMER PISO



SEGUNDO PISO

39

35

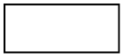
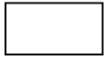


38

36

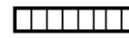


34

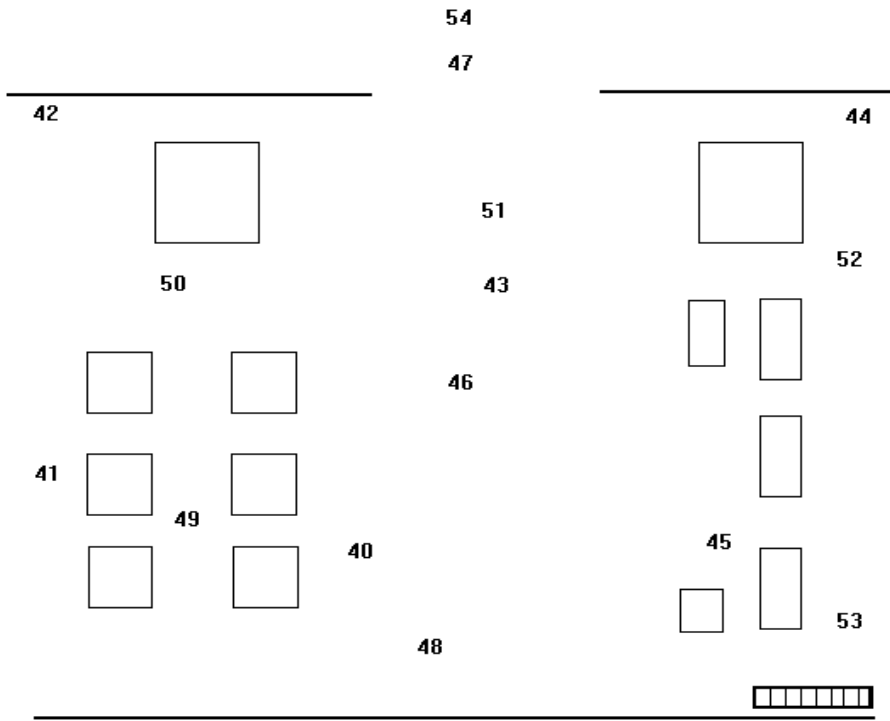


33

37

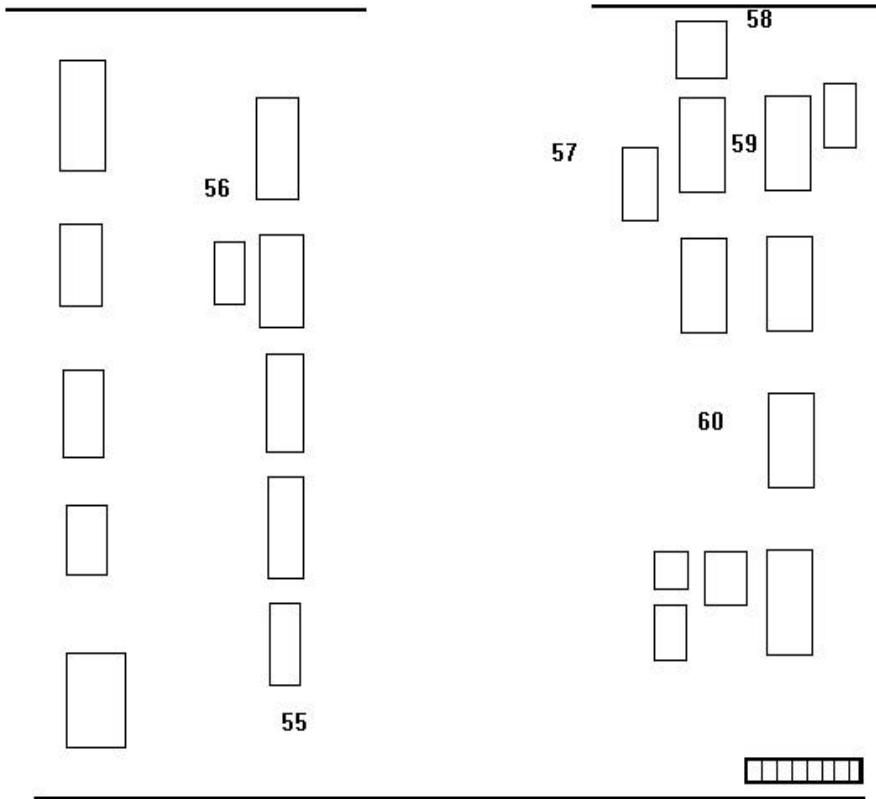


TERCER - CUARTO PISO



QUINTO PISO

61



VIII.- EVALUACION DE PROTECCION AUDITIVA

El detalle de las fórmulas aplicadas, se presenta en el anexo III.

MOLINO		ENV. HAR. MENORES								
protector:		tapon 3M (moldeable)								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS(L _{i (i=1..7)})	77	75,5	79,3	78,5	86		71,5		75,5	89,5
Q ₁ =	39,8		L ₁ -Q ₁ =	37,2	Antilog [0.1 x (L ₁ - Q ₁)] =					5248,07
Q ₂ =	34,2		L ₂ -Q ₂ =	41,3	Antilog [0.1 x (L ₂ - Q ₂)] =					13489,6
Q ₃ =	32,6		L ₃ -Q ₃ =	46,7	Antilog [0.1 x (L ₃ - Q ₃)] =					46773,5
Q ₄ =	31,7		L ₄ -Q ₄ =	46,8	Antilog [0.1 x (L ₄ - Q ₄)] =					47863
Q ₅ =	33,4		L ₅ -Q ₅ =	52,6	Antilog [0.1 x (L ₅ - Q ₅)] =					181970
Q ₆ =	34,5		L ₆ -Q ₆ =	37,1	Antilog [0.1 x (L ₆ - Q ₆)] =					5069,91
Q ₇ =	37,7		L ₇ -Q ₇ =	37,8	Antilog [0.1 x (L ₇ - Q ₇)] =					6025,6
										S= 306440
										10 log S = 54,9

reducc (R)	34,6
Lefect	54,9

protector:		tapon silicona 3M 1230								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS(L _{i(i=1..7)})	77	75,5	79,3	78,5	86		71,5		75,5	89,5
Q ₁ =	35,9		L ₁ -Q ₁ =	41,1	Antilog [0.1 x (L ₁ - Q ₁)] =					12882,5
Q ₂ =	30,1		L ₂ -Q ₂ =	45,4	Antilog [0.1 x (L ₂ - Q ₂)] =					34673,7
Q ₃ =	28,2		L ₃ -Q ₃ =	51,1	Antilog [0.1 x (L ₃ - Q ₃)] =					128825
Q ₄ =	27,8		L ₄ -Q ₄ =	50,7	Antilog [0.1 x (L ₄ - Q ₄)] =					117490
Q ₅ =	28,8		L ₅ -Q ₅ =	57,2	Antilog [0.1 x (L ₅ - Q ₅)] =					524807
Q ₆ =	35,8		L ₆ -Q ₆ =	35,7	Antilog [0.1 x (L ₆ - Q ₆)] =					3715,35
Q ₇ =	34,3		L ₇ -Q ₇ =	41,3	Antilog [0.1 x (L ₇ - Q ₇)] =					13335,2
										S= 835729
										10 log S= 59,2

reducc (R)	30,3
Lefect	59,2

MOLINO**ENV. HAR. MENORES****protector:** Fono Bilsom Warrior

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS($L_{i(i=1..7)}$)	77	75,5	79,3	78,5	86		71,5		75,5	89,5

$Q_1 = 25,4$	$L_1 - Q_1 = 51,6$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] =$	144544
$Q_2 = 21,7$	$L_2 - Q_2 = 53,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] =$	239883
$Q_3 = 24,5$	$L_3 - Q_3 = 54,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] =$	301995
$Q_4 = 28,2$	$L_4 - Q_4 = 50,3$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] =$	107152
$Q_5 = 30,2$	$L_5 - Q_5 = 55,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] =$	380189
$Q_6 = 31,2$	$L_6 - Q_6 = 40,3$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] =$	10715,2
$Q_7 = 36,5$	$L_7 - Q_7 = 39$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] =$	7943,28
		$S =$	1192422

$10 \log S = 60,8$

reducc (R)	28,7
Lefect	60,8

protector: Fono Bilsom Blue

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS($L_{i(i=1..7)}$)	77	75,5	79,3	78,5	86		71,5		75,5	89,5

$Q_1 = 24$	$L_1 - Q_1 = 53$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] =$	199526
$Q_2 = 20,9$	$L_2 - Q_2 = 54,6$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] =$	288403
$Q_3 = 25,1$	$L_3 - Q_3 = 54,2$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] =$	263027
$Q_4 = 30,6$	$L_4 - Q_4 = 47,9$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] =$	61659,5
$Q_5 = 32$	$L_5 - Q_5 = 54$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] =$	251189
$Q_6 = 32,9$	$L_6 - Q_6 = 38,6$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] =$	7244,36
$Q_7 = 32,7$	$L_7 - Q_7 = 42,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] =$	19054,6
		$S =$	1090103

$10 \log S = 60,4$

reducc (R)	29,1
Lefect	60,4

MOLINO

ENV. HAR. MENORES

protector:

Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS(L _{i(i=1..7)})	77	75,5	79,3	78,5	86		71,5		75,5	89,5

$Q_1 = 29$	$L_1 - Q_1 = 48$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] =$	63095,7
$Q_2 = 25,9$	$L_2 - Q_2 = 49,6$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] =$	91201,1
$Q_3 = 23,3$	$L_3 - Q_3 = 56$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] =$	398107
$Q_4 = 32,4$	$L_4 - Q_4 = 46,1$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] =$	40738
$Q_5 = 33,2$	$L_5 - Q_5 = 52,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] =$	190546
$Q_6 = 36,5$	$L_6 - Q_6 = 35$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] =$	3162,28
$Q_7 = 34,2$	$L_7 - Q_7 = 41,3$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] =$	13489,6
			S= 800340

$10 \log S =$	59
---------------	----

reducc (R)	30,5
Lefect	59

MOLINO**EDIFICIO CENTRAL****protector:** tapon 3M (moldeable)

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS(L_i ($i=1..7$))	96,5	92	98,5	99,7	99		94,5		82,5	102

$$Q_1 = 39,8 \quad L_1 - Q_1 = 56,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 467735,1$$

$$Q_2 = 34,2 \quad L_2 - Q_2 = 62,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 1698244$$

$$Q_3 = 32,6 \quad L_3 - Q_3 = 59,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 870963,6$$

$$Q_4 = 31,7 \quad L_4 - Q_4 = 66,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 4786301$$

$$Q_5 = 33,4 \quad L_5 - Q_5 = 66,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 4265795$$

$$Q_6 = 34,5 \quad L_6 - Q_6 = 60,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 1011579$$

$$Q_7 = 37,7 \quad L_7 - Q_7 = 44,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 30199,52$$

$$S = 13130817$$

$$10 \log S = 71,2$$

reducc (R) 30,8**Lefect 71,2****protector:** Tapon silicona 3M 1230

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS(L_i ($i=1..7$))	96,5	92	98,5	99,7	99		94,5		82,5	102

$$Q_1 = 35,9 \quad L_1 - Q_1 = 60,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 1148154$$

$$Q_2 = 30,1 \quad L_2 - Q_2 = 61,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 1548817$$

$$Q_3 = 28,2 \quad L_3 - Q_3 = 70,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 10715193$$

$$Q_4 = 27,8 \quad L_4 - Q_4 = 71,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 15488166$$

$$Q_5 = 28,8 \quad L_5 - Q_5 = 70,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 10471285$$

$$Q_6 = 35,8 \quad L_6 - Q_6 = 58,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 741310,2$$

$$Q_7 = 34,3 \quad L_7 - Q_7 = 48,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 66834,39$$

$$S = 40179760$$

$$10 \log S = 76$$

reducc (R) 26**Lefect 76**

MOLINO**EDIFICIO CENTRAL****protector:**

Fono Bilsom Warrior

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS($L_{i(i=1..7)}$)	96,5	92	98,5	99,7	99		94,5		82,5	102

$Q_1 = 25,4$	$L_1 - Q_1 = 71,1$	Antilog [0.1 x ($L_1 - Q_1$)] =	12882496
$Q_2 = 21,7$	$L_2 - Q_2 = 70,3$	Antilog [0.1 x ($L_2 - Q_2$)] =	10715193
$Q_3 = 24,5$	$L_3 - Q_3 = 74$	Antilog [0.1 x ($L_3 - Q_3$)] =	25118864
$Q_4 = 28,2$	$L_4 - Q_4 = 71,5$	Antilog [0.1 x ($L_4 - Q_4$)] =	14125375
$Q_5 = 30,2$	$L_5 - Q_5 = 68,8$	Antilog [0.1 x ($L_5 - Q_5$)] =	7585776
$Q_6 = 31,2$	$L_6 - Q_6 = 63,3$	Antilog [0.1 x ($L_6 - Q_6$)] =	2137962
$Q_7 = 36,5$	$L_7 - Q_7 = 46$	Antilog [0.1 x ($L_7 - Q_7$)] =	39810,72

$$S = 72605477$$

$$10 \log S = 78,6$$

reducc (R) 23,4**Lefect 78,6****protector:**

Fono Bilsom Blue

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS($L_{i(i=1..7)}$)	96,5	92	98,5	99,7	99		94,5		82,5	102

$Q_1 = 24$	$L_1 - Q_1 = 72,5$	Antilog [0.1 x ($L_1 - Q_1$)] =	17782794
$Q_2 = 20,9$	$L_2 - Q_2 = 71,1$	Antilog [0.1 x ($L_2 - Q_2$)] =	12882496
$Q_3 = 25,1$	$L_3 - Q_3 = 73,4$	Antilog [0.1 x ($L_3 - Q_3$)] =	21877616
$Q_4 = 30,6$	$L_4 - Q_4 = 69,1$	Antilog [0.1 x ($L_4 - Q_4$)] =	8128305
$Q_5 = 32$	$L_5 - Q_5 = 67$	Antilog [0.1 x ($L_5 - Q_5$)] =	5011872
$Q_6 = 32,9$	$L_6 - Q_6 = 61,6$	Antilog [0.1 x ($L_6 - Q_6$)] =	1445440
$Q_7 = 32,7$	$L_7 - Q_7 = 49,8$	Antilog [0.1 x ($L_7 - Q_7$)] =	95499,26

$$S = 67224022$$

$$10 \log S = 78,3$$

reducc (R) 23,7**Lefect 78,3**

MOLINO**EDIFICIO CENTRAL****Protector:**

Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS($L_{i(i=1..7)}$)	96,5	92	98,5	99,7	99		94,5		82,5	102

$Q_1 =$	29	$L_1 - Q_1 =$	67,5	Antilog [0.1 x ($L_1 - Q_1$)] =	5623413
$Q_2 =$	25,9	$L_2 - Q_2 =$	66,1	Antilog [0.1 x ($L_2 - Q_2$)] =	4073803
$Q_3 =$	23,3	$L_3 - Q_3 =$	75,2	Antilog [0.1 x ($L_3 - Q_3$)] =	33113112
$Q_4 =$	32,4	$L_4 - Q_4 =$	67,3	Antilog [0.1 x ($L_4 - Q_4$)] =	5370318
$Q_5 =$	33,2	$L_5 - Q_5 =$	65,8	Antilog [0.1 x ($L_5 - Q_5$)] =	3801894
$Q_6 =$	36,5	$L_6 - Q_6 =$	58	Antilog [0.1 x ($L_6 - Q_6$)] =	630957,3
$Q_7 =$	34,2	$L_7 - Q_7 =$	48,3	Antilog [0.1 x ($L_7 - Q_7$)] =	67608,3

$$S = 52681106$$

$$10 \log S = 77,2$$

Reducc (R)	24,8
---------------------	-------------

Lefect	77,2
---------------	-------------

MOLINO**SECTOR PRELIMPIA****Protector:** tapon 3M (moldeable)

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS($L_{i(i=1..7)}$)	93,5	101	92	97,5	96		91		80,5	99,5

$Q_1 =$	39,8	$L_1 - Q_1 =$	53,7	Antilog [0.1 x ($L_1 - Q_1$)] =	234422,88
$Q_2 =$	34,2	$L_2 - Q_2 =$	59,3	Antilog [0.1 x ($L_2 - Q_2$)] =	851138,04
$Q_3 =$	32,6	$L_3 - Q_3 =$	68,4	Antilog [0.1 x ($L_3 - Q_3$)] =	6918309,7
$Q_4 =$	31,7	$L_4 - Q_4 =$	60,3	Antilog [0.1 x ($L_4 - Q_4$)] =	1071519,3
$Q_5 =$	33,4	$L_5 - Q_5 =$	64,1	Antilog [0.1 x ($L_5 - Q_5$)] =	2570395,8
$Q_6 =$	34,5	$L_6 - Q_6 =$	56,6	Antilog [0.1 x ($L_6 - Q_6$)] =	451855,94
$Q_7 =$	37,7	$L_7 - Q_7 =$	42,8	Antilog [0.1 x ($L_7 - Q_7$)] =	19054,607

$$S = 12116696$$

$$10 \log S = 70,8$$

Reducc (R)	28,7
---------------------	-------------

Lefect	70,8
---------------	-------------

Protector: tapon silicona 3M 1230

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS(L _{i (i=1..7)})	93,5	101	92	97,5	96		91		80,5	99,5

Q ₁ = 35,9	L ₁ -Q ₁ = 57,6	Antilog [0.1 x (L ₁ - Q ₁)] =	575439,94
Q ₂ = 30,1	L ₂ -Q ₂ = 70,9	Antilog [0.1 x (L ₂ - Q ₂)] =	12302688
Q ₃ = 28,2	L ₃ -Q ₃ = 63,8	Antilog [0.1 x (L ₃ - Q ₃)] =	2398832,9
Q ₄ = 27,8	L ₄ -Q ₄ = 69,7	Antilog [0.1 x (L ₄ - Q ₄)] =	9332543
Q ₅ = 28,8	L ₅ -Q ₅ = 67,2	Antilog [0.1 x (L ₅ - Q ₅)] =	5248074,6
Q ₆ = 35,8	L ₆ -Q ₆ = 55,2	Antilog [0.1 x (L ₆ - Q ₆)] =	331131,12
Q ₇ = 34,3	L ₇ -Q ₇ = 46,3	Antilog [0.1 x (L ₇ - Q ₇)] =	42169,65
		S=	30230879

10 log S =	74,8
------------	------

Reducc	24,7
Lefect	74,8

MOLINO SECTOR PRELIMPIA

Protector: Fono Bilsom Warrior

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS(L _{i (i=1..7)})	93,5	101	92	97,5	96		91		80,5	99,5

Q ₁ = 25,4	L ₁ -Q ₁ = 68,1	Antilog [0.1 x (L ₁ - Q ₁)] =	6456542,3
Q ₂ = 21,7	L ₂ -Q ₂ = 79,3	Antilog [0.1 x (L ₂ - Q ₂)] =	85113804
Q ₃ = 24,5	L ₃ -Q ₃ = 67,5	Antilog [0.1 x (L ₃ - Q ₃)] =	5623413,3
Q ₄ = 28,2	L ₄ -Q ₄ = 69,3	Antilog [0.1 x (L ₄ - Q ₄)] =	8511380,4
Q ₅ = 30,2	L ₅ -Q ₅ = 65,8	Antilog [0.1 x (L ₅ - Q ₅)] =	3801894
Q ₆ = 31,2	L ₆ -Q ₆ = 59,8	Antilog [0.1 x (L ₆ - Q ₆)] =	954992,59
Q ₇ = 36,5	L ₇ -Q ₇ = 44	Antilog [0.1 x (L ₇ - Q ₇)] =	25118,864
		S=	110487145

10 log S =	80,4
------------	------

Reducc (R)	19,1
Lefect	80,4

protector:

Fono Bilsom Blue

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS(L _i (i=1..7))	93,5	101	92	97,5	96		91		80,5	99,5

Q ₁ = 24	L ₁ -Q ₁ = 69,5	Antilog [0.1 x (L ₁ - Q ₁)] =	8912509,4
Q ₂ = 20,9	L ₂ -Q ₂ = 80,1	Antilog [0.1 x (L ₂ - Q ₂)] =	102329299
Q ₃ = 25,1	L ₃ -Q ₃ = 66,9	Antilog [0.1 x (L ₃ - Q ₃)] =	4897788,2
Q ₄ = 30,6	L ₄ -Q ₄ = 66,9	Antilog [0.1 x (L ₄ - Q ₄)] =	4897788,2
Q ₅ = 32	L ₅ -Q ₅ = 64	Antilog [0.1 x (L ₅ - Q ₅)] =	2511886,4
Q ₆ = 32,9	L ₆ -Q ₆ = 58,1	Antilog [0.1 x (L ₆ - Q ₆)] =	645654,23
Q ₇ = 32,7	L ₇ -Q ₇ = 47,8	Antilog [0.1 x (L ₇ - Q ₇)] =	60255,959

$$S = 124255182$$

$$10 \log S = 80,9$$

Reducc (R)	18,6
Lefect	80,9

MOLINO

SECTOR PRELIMPIA

protector:

Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS(L _i (i=1..7))	93,5	101	92	97,5	96		91		80,5	99,5

Q ₁ = 29	L ₁ -Q ₁ = 64,5	Antilog [0.1 x (L ₁ - Q ₁)] =	2818382,9
Q ₂ = 25,9	L ₂ -Q ₂ = 75,1	Antilog [0.1 x (L ₂ - Q ₂)] =	32359366
Q ₃ = 23,3	L ₃ -Q ₃ = 68,7	Antilog [0.1 x (L ₃ - Q ₃)] =	7413102,4
Q ₄ = 32,4	L ₄ -Q ₄ = 65,1	Antilog [0.1 x (L ₄ - Q ₄)] =	3235936,6
Q ₅ = 33,2	L ₅ -Q ₅ = 62,8	Antilog [0.1 x (L ₅ - Q ₅)] =	1905460,7
Q ₆ = 36,5	L ₆ -Q ₆ = 54,5	Antilog [0.1 x (L ₆ - Q ₆)] =	281838,29
Q ₇ = 34,2	L ₇ -Q ₇ = 46,3	Antilog [0.1 x (L ₇ - Q ₇)] =	42657,952

$$S = 48056745$$

$$10 \log S = 76,8$$

reducc (R)	22,7
Lefect	76,8

ELABORACIÓN

protector: tapon 3M (moldeable)

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS(L_i ($i=1..7$))	85	85	85,5	87	85,5		84		83	92

$$\begin{aligned}
 Q_1 = 39,8 \quad L_1 - Q_1 = 45,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] &= 33113,1 \\
 Q_2 = 34,2 \quad L_2 - Q_2 = 50,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] &= 120226 \\
 Q_3 = 32,6 \quad L_3 - Q_3 = 52,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] &= 194984 \\
 Q_4 = 31,7 \quad L_4 - Q_4 = 55,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] &= 338844 \\
 Q_5 = 33,4 \quad L_5 - Q_5 = 52,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] &= 162181 \\
 Q_6 = 34,5 \quad L_6 - Q_6 = 49,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] &= 90157,1 \\
 Q_7 = 37,7 \quad L_7 - Q_7 = 45,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] &= 33884,4
 \end{aligned}$$

$$S = 973391$$

$$10 \log S = 59,9$$

reducc (R)	32,1
Lefect	59,9

protector: tapon silicona 3M 1230

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS (L_i ($i=1..7$))	85	85	85,5	87	85,5		84		83	92

$$\begin{aligned}
 Q_1 = 35,9 \quad L_1 - Q_1 = 49,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] &= 81283,1 \\
 Q_2 = 30,1 \quad L_2 - Q_2 = 54,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] &= 309030 \\
 Q_3 = 28,2 \quad L_3 - Q_3 = 57,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] &= 537032 \\
 Q_4 = 27,8 \quad L_4 - Q_4 = 59,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] &= 831764 \\
 Q_5 = 28,8 \quad L_5 - Q_5 = 56,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] &= 467735 \\
 Q_6 = 35,8 \quad L_6 - Q_6 = 48,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] &= 66069,3 \\
 Q_7 = 34,3 \quad L_7 - Q_7 = 48,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] &= 74989,4
 \end{aligned}$$

$$S = 2367902$$

$$10 \log S = 63,7$$

reducc (R)	28,3
Lefect	63,7

ELABORACIÓN

protector:		Fono Bilsom Special								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	14	15	21	30	35	38	40	38	37	
Desv.est (δ)	2,5	1,6	1,6	2,5	3,4	2,8	3,9	3,8	4,7	
NPS(L_i ($i=1..7$))	85	85	85,5	87	85,5		84		83	92

$$Q_1 = 25,2 \quad L_1 - Q_1 = 59,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 954993$$

$$Q_2 = 20,5 \quad L_2 - Q_2 = 64,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 2818383$$

$$Q_3 = 21,1 \quad L_3 - Q_3 = 64,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 2754229$$

$$Q_4 = 25 \quad L_4 - Q_4 = 62 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 1584893$$

$$Q_5 = 27 \quad L_5 - Q_5 = 58,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 707946$$

$$Q_6 = 31,3 \quad L_6 - Q_6 = 52,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 186209$$

$$Q_7 = 30,1 \quad L_7 - Q_7 = 52,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 194984$$

$$S = 9201636$$

$$10 \log S = 69,6$$

reducc (R)	22,4
Lefect	69,6

protector: Fono Bilsom Warrior

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS(L_i ($i=1..7$))	85	85	85,5	87	85,5		84		83	92

$$Q_1 = 25,4 \quad L_1 - Q_1 = 59,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 912011$$

$$Q_2 = 21,7 \quad L_2 - Q_2 = 63,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 2137962$$

$$Q_3 = 24,5 \quad L_3 - Q_3 = 61 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 1258925$$

$$Q_4 = 28,2 \quad L_4 - Q_4 = 58,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 758578$$

$$Q_5 = 30,2 \quad L_5 - Q_5 = 55,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 338844$$

$$Q_6 = 31,2 \quad L_6 - Q_6 = 52,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 190546$$

$$Q_7 = 36,5 \quad L_7 - Q_7 = 46,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 44668,4$$

$$S = 5641535$$

$$10 \log S = 67,5$$

reducc (R)	24,5
Lefect	67,5

ELABORACION

protector: Fono Bilsom Blue

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS(L_i (i=1..7))	85	85	85,5	87	85,5		84		83	92

$$Q_1 = 24 \quad L_1 - Q_1 = 61 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 1258925$$

$$Q_2 = 20,9 \quad L_2 - Q_2 = 64,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 2570396$$

$$Q_3 = 25,1 \quad L_3 - Q_3 = 60,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 1096478$$

$$Q_4 = 30,6 \quad L_4 - Q_4 = 56,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 436516$$

$$Q_5 = 32 \quad L_5 - Q_5 = 53,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 223872$$

$$Q_6 = 32,9 \quad L_6 - Q_6 = 51,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 128825$$

$$Q_7 = 32,7 \quad L_7 - Q_7 = 50,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 107152$$

$$S = 5822164$$

$$10 \log S = 67,7$$

reducc (R) 24,3

Lefect 67,7

protector: Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS(L_i (i=1..7))	85	85	85,5	87	85,5		84		83	92

$$Q_1 = 29 \quad L_1 - Q_1 = 56 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 398107$$

$$Q_2 = 25,9 \quad L_2 - Q_2 = 59,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 812831$$

$$Q_3 = 23,3 \quad L_3 - Q_3 = 62,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 1659587$$

$$Q_4 = 32,4 \quad L_4 - Q_4 = 54,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 288403$$

$$Q_5 = 33,2 \quad L_5 - Q_5 = 52,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 169824$$

$$Q_6 = 36,5 \quad L_6 - Q_6 = 47,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 56234,1$$

$$Q_7 = 34,2 \quad L_7 - Q_7 = 48,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 75857,8$$

$$S = 3460844$$

$$10 \log S = 65,4$$

reducc (R) 26,6

Lefect 65,4

EMPAQUE

ZARANDAS

protector:

Tapon 3M (moldeable)

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS(L_i ($i=1..7$))	91	91,5	93	91	88,5		87		85	96

$$Q_1 = 39,8 \quad L_1 - Q_1 = 51,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 131825,7$$

$$Q_2 = 34,2 \quad L_2 - Q_2 = 57,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 537031,8$$

$$Q_3 = 32,6 \quad L_3 - Q_3 = 60,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 1096478$$

$$Q_4 = 31,7 \quad L_4 - Q_4 = 59,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 851138$$

$$Q_5 = 33,4 \quad L_5 - Q_5 = 55,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 323593,7$$

$$Q_6 = 34,5 \quad L_6 - Q_6 = 52,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 179887,1$$

$$Q_7 = 37,7 \quad L_7 - Q_7 = 47,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 53703,18$$

$$S = 3173658$$

$$10 \log S = 65$$

reducc (R)	31
Lefect	65

protector:

tapon silicona 3M 1230

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS(L_i ($i=1..7$))	91	91,5	93	91	88,5		87		85	96

$$Q_1 = 35,9 \quad L_1 - Q_1 = 55,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 323593,7$$

$$Q_2 = 30,1 \quad L_2 - Q_2 = 61,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 1380384$$

$$Q_3 = 28,2 \quad L_3 - Q_3 = 64,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 3019952$$

$$Q_4 = 27,8 \quad L_4 - Q_4 = 63,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 2089296$$

$$Q_5 = 28,8 \quad L_5 - Q_5 = 59,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 933254,3$$

$$Q_6 = 35,8 \quad L_6 - Q_6 = 51,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 131825,7$$

$$Q_7 = 34,3 \quad L_7 - Q_7 = 50,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 118850,2$$

$$S = 7997156$$

$$10 \log S = 69$$

reducc	27
Lefect	69

EMPAQUE

ZARANDAS

protector: Fono Bilsom Warrior

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS(L_i ($i=1..7$))	91	91,5	93	91	88,5		87		85	96

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 25,4 & L_1 - Q_1 &= 65,6 & \text{Antilog [0.1 x (L}_1 - Q_1)] &= 3630781 \\
 Q_2 &= 21,7 & L_2 - Q_2 &= 69,8 & \text{Antilog [0.1 x (L}_2 - Q_2)] &= 9549926 \\
 Q_3 &= 24,5 & L_3 - Q_3 &= 68,5 & \text{Antilog [0.1 x (L}_3 - Q_3)] &= 7079458 \\
 Q_4 &= 28,2 & L_4 - Q_4 &= 62,8 & \text{Antilog [0.1 x (L}_4 - Q_4)] &= 1905461 \\
 Q_5 &= 30,2 & L_5 - Q_5 &= 58,3 & \text{Antilog [0.1 x (L}_5 - Q_5)] &= 676083 \\
 Q_6 &= 31,2 & L_6 - Q_6 &= 55,8 & \text{Antilog [0.1 x (L}_6 - Q_6)] &= 380189,4 \\
 Q_7 &= 36,5 & L_7 - Q_7 &= 48,5 & \text{Antilog [0.1 x (L}_7 - Q_7)] &= 70794,58 \\
 & & & & S = & 23292692
 \end{aligned}$$

$$10 \log S = 73,7$$

reducc (R) 22,3

Lefect 73,7

protector: Fono Bilsom Blue

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS(L_i ($i=1..7$))	91	91,5	93	91	88,5		87		85	96

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 24 & L_1 - Q_1 &= 67 & \text{Antilog [0.1 x (L}_1 - Q_1)] &= 5011872 \\
 Q_2 &= 20,9 & L_2 - Q_2 &= 70,6 & \text{Antilog [0.1 x (L}_2 - Q_2)] &= 11481536 \\
 Q_3 &= 25,1 & L_3 - Q_3 &= 67,9 & \text{Antilog [0.1 x (L}_3 - Q_3)] &= 6165950 \\
 Q_4 &= 30,6 & L_4 - Q_4 &= 60,4 & \text{Antilog [0.1 x (L}_4 - Q_4)] &= 1096478 \\
 Q_5 &= 32 & L_5 - Q_5 &= 56,5 & \text{Antilog [0.1 x (L}_5 - Q_5)] &= 446683,6 \\
 Q_6 &= 32,9 & L_6 - Q_6 &= 54,1 & \text{Antilog [0.1 x (L}_6 - Q_6)] &= 257039,6 \\
 Q_7 &= 32,7 & L_7 - Q_7 &= 52,3 & \text{Antilog [0.1 x (L}_7 - Q_7)] &= 169824,4 \\
 & & & & S = & 24629384
 \end{aligned}$$

$$10 \log S = 73,9$$

reducc (R) 22,1

Lefect 73,9

EMPAQUE**ZARANDAS****protector:**

Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS(L _{i(i=1..7)})	91	91,5	93	91	88,5		87		85	96

$$\begin{aligned}
 Q_1 &= 29 & L_1 - Q_1 &= 62 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] &= & 1584893 \\
 Q_2 &= 25,9 & L_2 - Q_2 &= 65,6 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] &= & 3630781 \\
 Q_3 &= 23,3 & L_3 - Q_3 &= 69,7 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] &= & 9332543 \\
 Q_4 &= 32,4 & L_4 - Q_4 &= 58,6 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] &= & 724436 \\
 Q_5 &= 33,2 & L_5 - Q_5 &= 55,3 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] &= & 338844,2 \\
 Q_6 &= 36,5 & L_6 - Q_6 &= 50,5 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] &= & 112201,8 \\
 Q_7 &= 34,2 & L_7 - Q_7 &= 50,8 & \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] &= & 120226,4 \\
 & & & & S &= & 15843925
 \end{aligned}$$

$$10 \log S = 72$$

reducc (R)	24
Lefect	72

EMPAQUE**ENVASADORAS PASTA CORTA****protector:** tapon 3M (moldeable)

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS(L_i ($i=1..7$))	80	80	82	80,5	84		87,5		88,5	92,6

$$Q_1 = 39,8 \quad L_1 - Q_1 = 40,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 10471,3$$

$$Q_2 = 34,2 \quad L_2 - Q_2 = 45,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 38018,9$$

$$Q_3 = 32,6 \quad L_3 - Q_3 = 49,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 87096,4$$

$$Q_4 = 31,7 \quad L_4 - Q_4 = 48,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 75857,8$$

$$Q_5 = 33,4 \quad L_5 - Q_5 = 50,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 114815$$

$$Q_6 = 34,5 \quad L_6 - Q_6 = 53,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 201837$$

$$Q_7 = 37,7 \quad L_7 - Q_7 = 50,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 120226$$

$$S = 648323$$

$$10 \log S = 58,1$$

reducc (R) 34,5**Lefect 58,1****protector:** tapon silicona 3M 1230

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS(L_i ($i=1..7$))	80	80	82	80,5	84		87,5		88,5	92,6

$$Q_1 = 35,9 \quad L_1 - Q_1 = 44,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 25704$$

$$Q_2 = 30,1 \quad L_2 - Q_2 = 49,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 97723,7$$

$$Q_3 = 28,2 \quad L_3 - Q_3 = 53,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 239883$$

$$Q_4 = 27,8 \quad L_4 - Q_4 = 52,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 186209$$

$$Q_5 = 28,8 \quad L_5 - Q_5 = 55,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 331131$$

$$Q_6 = 35,8 \quad L_6 - Q_6 = 51,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 147911$$

$$Q_7 = 34,3 \quad L_7 - Q_7 = 54,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 266073$$

$$S = 1294634$$

$$10 \log S = 61,1$$

reducc (R) 31,5**Lefect 61,1**

EMPAQUE ENVASADORAS PASTA CORTA

protector:		Fono Bilsom Warrior								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS(L_i ($i=1..7$))	80	80	82	80,5	84		87,5		88,5	92,6

$$Q_1 = 25,4 \quad L_1 - Q_1 = 54,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 288403$$

$$Q_2 = 21,7 \quad L_2 - Q_2 = 58,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 676083$$

$$Q_3 = 24,5 \quad L_3 - Q_3 = 57,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 562341$$

$$Q_4 = 28,2 \quad L_4 - Q_4 = 52,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 169824$$

$$Q_5 = 30,2 \quad L_5 - Q_5 = 53,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 239883$$

$$Q_6 = 31,2 \quad L_6 - Q_6 = 56,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 426580$$

$$Q_7 = 36,5 \quad L_7 - Q_7 = 52 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 158489$$

$$S = 2521604$$

$$10 \log S = 64$$

reducc 28,6

Lefect 64

protector:		Fono Bilsom Blue								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS(L_i ($i=1..7$))	80	80	82	80,5	84		87,5		88,5	92,6

$$Q_1 = 24 \quad L_1 - Q_1 = 56 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 398107$$

$$Q_2 = 20,9 \quad L_2 - Q_2 = 59,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 812831$$

$$Q_3 = 25,1 \quad L_3 - Q_3 = 56,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 489779$$

$$Q_4 = 30,6 \quad L_4 - Q_4 = 49,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 97723,7$$

$$Q_5 = 32 \quad L_5 - Q_5 = 52 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 158489$$

$$Q_6 = 32,9 \quad L_6 - Q_6 = 54,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 288403$$

$$Q_7 = 32,7 \quad L_7 - Q_7 = 55,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 380189$$

$$S = 2625522$$

$$10 \log S = 64,2$$

reducc (R) 28,4

Lefect 64,2

EMPAQUE ENVASADORAS PASTA CORTA
protector: Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS(L _{i(i=1..7)})	80	80	82	80,5	84		87,5		88,5	92,6

$Q_1 = 29$	$L_1 - Q_1 = 51$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] =$	125893
$Q_2 = 25,9$	$L_2 - Q_2 = 54,1$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] =$	257040
$Q_3 = 23,3$	$L_3 - Q_3 = 58,7$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] =$	741310
$Q_4 = 32,4$	$L_4 - Q_4 = 48,1$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] =$	64565,4
$Q_5 = 33,2$	$L_5 - Q_5 = 50,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] =$	120226
$Q_6 = 36,5$	$L_6 - Q_6 = 51$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] =$	125893
$Q_7 = 34,2$	$L_7 - Q_7 = 54,3$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] =$	269153
		$S =$	1704080

$10 \log S =$	62,3
---------------	------

reducc (R)	30,3
Lefect	62,3

EMPAQUE ENVASADORAS PASTA LARGA

protector:		Tapon 3M (moldeable)								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	33,4	35,1	38,3	37,5	39,4	41,5	42,2	43,2	45,2	
Desv.est (δ)	4,9	4,8	4,5	2,9	2,4	3,6	2,8	2,6	5	
NPS(L _i (i=1..7))	79	75	77	81	83,5		81,5		77	82,2

$$Q_1 = 39,8 \quad L_1 - Q_1 = 39,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 8317,64$$

$$Q_2 = 34,2 \quad L_2 - Q_2 = 40,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 12022,6$$

$$Q_3 = 32,6 \quad L_3 - Q_3 = 44,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 27542,3$$

$$Q_4 = 31,7 \quad L_4 - Q_4 = 49,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 85113,8$$

$$Q_5 = 33,4 \quad L_5 - Q_5 = 50,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 102329$$

$$Q_6 = 34,5 \quad L_6 - Q_6 = 47,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 50699,1$$

$$Q_7 = 37,7 \quad L_7 - Q_7 = 39,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 8511,38$$

$$S = 294536$$

$$10 \log S = 54,7$$

reducc (R) 27,5

Lefect 54,7

protector:		tapon silicona 3M 1230								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	22,9	24,8	28,9	31,8	35,4	40,5	43,1	40,1	38,4	
Desv.est (δ)	1,6	1,7	2	2	2,7	2,1	2,9	3,1	3	
NPS(L _i (i=1..7))	79	75	77	81	83,5		81,5		77	82,2

$$Q_1 = 35,9 \quad L_1 - Q_1 = 43,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 20417,4$$

$$Q_2 = 30,1 \quad L_2 - Q_2 = 44,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 30903$$

$$Q_3 = 28,2 \quad L_3 - Q_3 = 48,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 75857,8$$

$$Q_4 = 27,8 \quad L_4 - Q_4 = 53,2 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 208930$$

$$Q_5 = 28,8 \quad L_5 - Q_5 = 54,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 295121$$

$$Q_6 = 35,8 \quad L_6 - Q_6 = 45,7 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 37153,5$$

$$Q_7 = 34,3 \quad L_7 - Q_7 = 42,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 18836,5$$

$$S = 687219$$

$$10 \log S = 58,4$$

reducc (R) 23,8

Lefect 58,4

EMPAQUE ENVASADORAS PASTA LARGA

protector:		Fono Bilsom Warrior								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	13	17	26	33	37	38	40	43	42	
Desv.est (δ)	1,9	2	2,4	2,4	2,8	3,1	3,7	3	4,1	
NPS(L_i ($i=1..7$))	79	75	77	81	83,5		81,5		77	82,2

$$Q_1 = 25,4 \quad L_1 - Q_1 = 53,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 229087$$

$$Q_2 = 21,7 \quad L_2 - Q_2 = 53,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 213796$$

$$Q_3 = 24,5 \quad L_3 - Q_3 = 52,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 177828$$

$$Q_4 = 28,2 \quad L_4 - Q_4 = 52,8 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 190546$$

$$Q_5 = 30,2 \quad L_5 - Q_5 = 53,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 213796$$

$$Q_6 = 31,2 \quad L_6 - Q_6 = 50,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 107152$$

$$Q_7 = 36,5 \quad L_7 - Q_7 = 40,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 11220,2$$

$$S = 1143425$$

$$10 \log S = 60,6$$

reducc (R)	21,6
Lefect	60,6

protector:		Fono Bilsom Blue								
	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	DB-A
Atenuac	12	15	25	35	37	39	37	37	34	
Desv.est (δ)	2,1	1,4	1,6	2,2	1,9	2,3	1,8	2,3	1,6	
NPS(L_i ($i=1..7$))	79	75	77	81	83,5		81,5		77	82,2

$$Q_1 = 24 \quad L_1 - Q_1 = 55 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] = 316228$$

$$Q_2 = 20,9 \quad L_2 - Q_2 = 54,1 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] = 257040$$

$$Q_3 = 25,1 \quad L_3 - Q_3 = 51,9 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] = 154882$$

$$Q_4 = 30,6 \quad L_4 - Q_4 = 50,4 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] = 109648$$

$$Q_5 = 32 \quad L_5 - Q_5 = 51,5 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] = 141254$$

$$Q_6 = 32,9 \quad L_6 - Q_6 = 48,6 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] = 72443,6$$

$$Q_7 = 32,7 \quad L_7 - Q_7 = 44,3 \quad \text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] = 26915,3$$

$$S = 1078410$$

$$10 \log S = 60,3$$

reducc (R)	21,9
Lefect	60,3

EMPAQUE ENVASADORAS PASTA LARGA**Protector:** Fono Bilsom Comfort

	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000	dB-A
Atenuac	17	21	24	36	38	41	42	39	36	
Desv.est (δ)	2,1	1,9	2	1,8	1,8	2,4	1,6	2,5	1,9	
NPS(L _{i(i=1..7)})	79	75	77	81	83,5		81,5		77	82,2

$Q_1 = 29$	$L_1 - Q_1 = 50$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_1 - Q_1)] =$	100000
$Q_2 = 25,9$	$L_2 - Q_2 = 49,1$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_2 - Q_2)] =$	81283,1
$Q_3 = 23,3$	$L_3 - Q_3 = 53,7$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_3 - Q_3)] =$	234423
$Q_4 = 32,4$	$L_4 - Q_4 = 48,6$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_4 - Q_4)] =$	72443,6
$Q_5 = 33,2$	$L_5 - Q_5 = 50,3$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_5 - Q_5)] =$	107152
$Q_6 = 36,5$	$L_6 - Q_6 = 45$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_6 - Q_6)] =$	31622,8
$Q_7 = 34,2$	$L_7 - Q_7 = 42,8$	$\text{Antilog} [0.1 \times (L_7 - Q_7)] =$	19054,6
		$S =$	645979

$10 \log S =$	58,1
---------------	------

reducc (R)	24,1
Lefect	58,1

IX.- ENCERRAMIENTO MAQUINAS ENVASADORAS

CARACTERISTICAS GENERALES DEL DISEÑO:

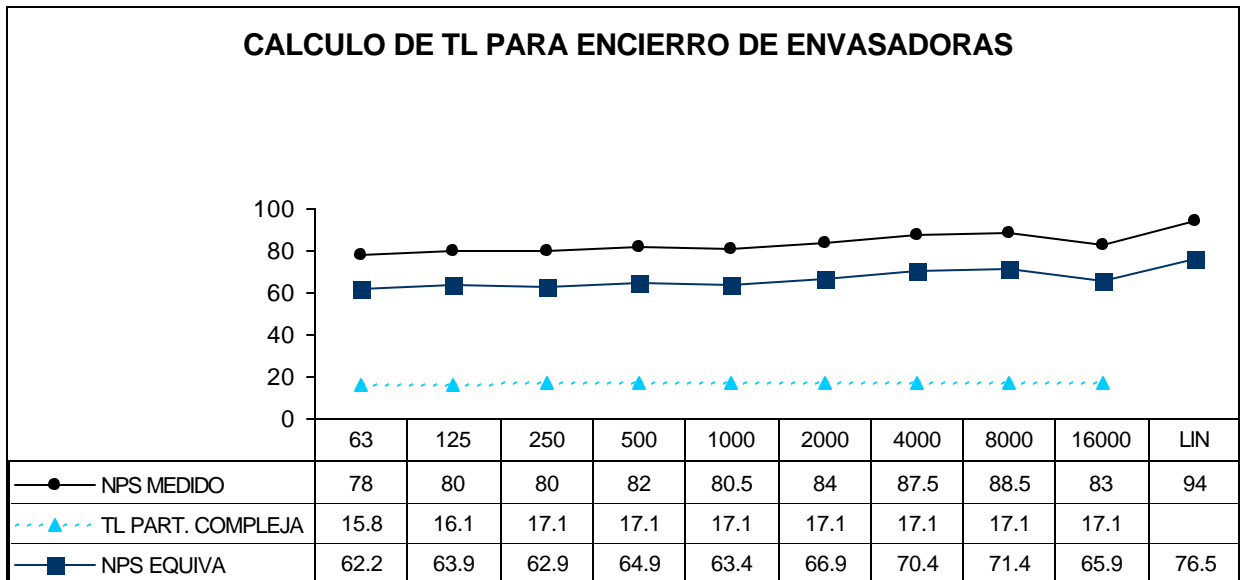
Pared y puertas de acero (plancha doble de e=2 y 1mm)

Ventanales de vidrio doble (e= 6 y 8 mm)

CALCULO DE TL PARA CADA ELEMENTO

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	LIN
NPS MEDIDO	78	80	80	82	80.5	84	87.5	88.5	83	94
TL PANELES-PUERTAS	21.0	22.1	40.1	58.2	76.3	89.1	101.1	79.7	59.7	
TL VENTANAS	24.6	30.6	34.2	52.3	70.3	64.5	61.1	82.2	93.9	

CALCULO DE TL PARA PARTICIÓN COMPUESTA



X.- ENCERRAMIENTO DE ZARANDAS

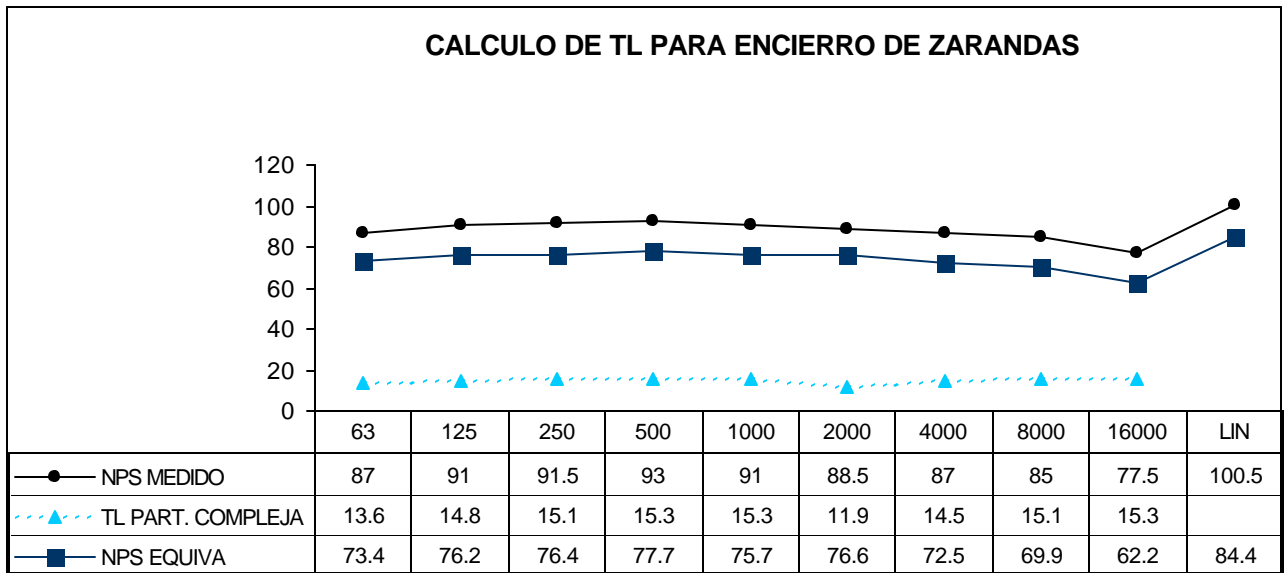
CARACTERISTICAS GENERALES DEL DISEÑO

Módulos sandwich de acero (1,5mm) y trupán (19mm)

Ventanas dobles (6mm)

CALCULO DE TL PARA CADA ELEMENTO

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	LIN
NPS MEDIDO	87	91	91.5	93	91	88.5	87	85	77.5	101
TL PANEL SANDWICH	18.0	23.9	29.9	36.0	42.0	14.1	21.6	29.1	36.6	
TL VENTANAS	23.3	29.3	31.7	49.8	67.8	85.9	58.0	79.0	90.8	

CALCULO DE TL PARA PARTICIÓN COMPUESTA

XI.- ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO DE CABINAS DE SUPERVISION

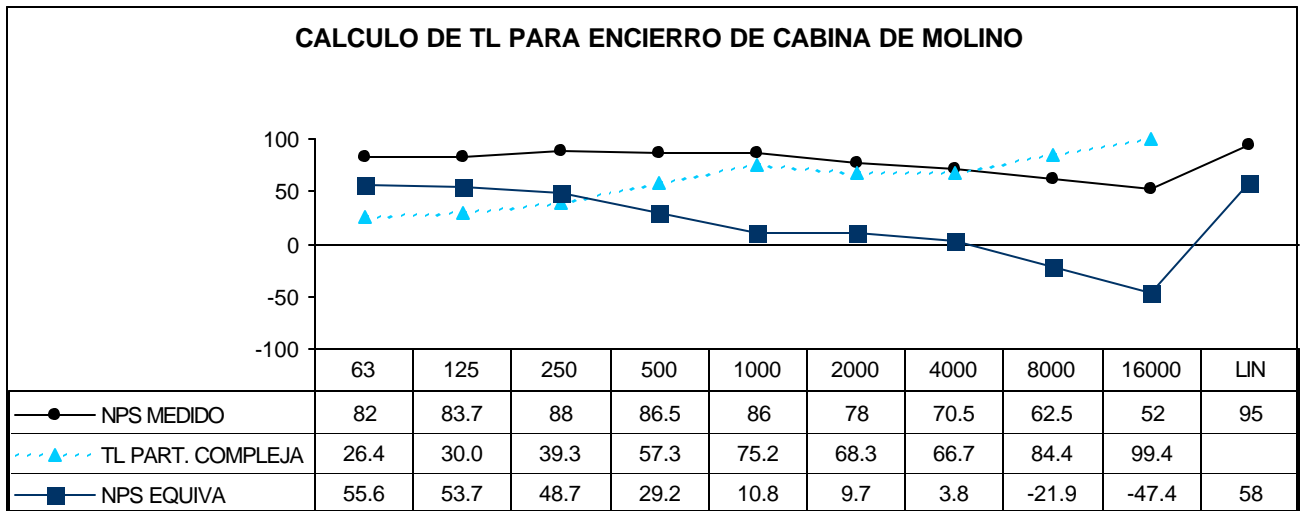
CARACTERISTICAS GENERALES DEL DISEÑO:

- Pared doble de volcanita (e=100mm)
- Puerta de dos planchas de masisa (e=20 mm)
- Ventanales de vidrio doble (e= 6 y 8 mm)

CALCULO DE TL PARA CADA ELEMENTO

	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000	LIN
NPS MEDIDO	82	83.7	88	86.5	86	78	70.5	62.5	52	95
TL PANELES	41.3	59.1	77.2	69.4	85.2	100.3	115.3	130.4	145.4	
TL PUERTA	21.4	23.8	41.8	59.9	77.9	65.5	80.6	95.6	110.7	
TL VENTANA	24.6	30.6	34.2	52.3	70.3	64.5	61.1	82.2	93.9	

CALCULO DE TL PARA PARTICIÓN COMPUESTA



XII.- CALCULO DE TL - FORMULAS UTILIZADAS [7], [8], [9]

TL PARA PAREDES SIMPLES

$$\text{Si } f < f_c \Rightarrow TL = 20 \log \left[\frac{\rho m f}{r_0 c} \right] - 3$$

$$\text{Si } f > f_c \Rightarrow TL = 20 \log \left[\frac{\rho m f}{r_0 c} \right] - 10 \log \left[\frac{1}{2h} \sqrt{\frac{f_c}{f}} \right]$$

TL PARA PAREDES DOBLES

$$f_R = \frac{1}{2\rho} \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) r_0 c^2}{m_1 m_2 d}}$$

$$f_D = \frac{c}{4d}$$

$$\text{Si } f < f_R \Rightarrow TL \cong 10 \log \left[\frac{w^2 (m_1 + m_2)^2}{4 * r_0^2 * c^2} \right]$$

$$\text{Si } f_R < f < f_D \Rightarrow TL = TL(m_1) + TL(m_2) + 20 \log \left[\frac{4\rho f d}{c} \right]$$

$$\text{Si } f > f_D \Rightarrow TL = TL(m_1) + TL(m_2) + 6$$

TL PARA PANELES SANDWICH

$$r_s(m) = r_1 * e_1 + r_2 * e_2$$

$$B \approx \frac{E_1 * e_1}{12} \left[e_1^2 + \left(y - \frac{e_1}{2} \right)^2 \right] + \frac{E_2 * e_2}{12} \left[e_2^2 + \left(y - \frac{2e_1 + e_2}{2} \right)^2 \right]$$

$$y = \frac{[E_1 * e_1 + E_2(2e_1 + e_2)]}{2(E_1 + E_2)}$$

$$f_c = \frac{c^2}{2\rho} \sqrt{\frac{r_s(m)}{B}}$$

CALCULO DE TL PARTICION COMPLEJA [10]

$$TL = 10 \log \left(\frac{1}{\bar{z}} \right)$$

$$\bar{z} = \frac{\sum (S_i * z_i)}{\sum S_i}$$

XIII.- CALCULO DE TL – CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES [9]

Material	r_v [Kg/m ³]	$f_c * r_s$ [Hz Kg/m ²]	η	E [N/m ²]
Acero	7700	97500	$10^{-4} - 10^{-2}$	
Vidrio	2500	38000	0.001 – 0.01	
Volcanita	650	20000	0.01 – 0.03	
Masisa	600	12700	0.01 – 0.04	
Trupán (*)	600		0.026	$2,8 * 10^9$

Para el cálculo de TL se consideraron los factores de pérdida mínimo, a fin de evaluar el peor de los casos.

(*) Corresponden a valores obtenidos en el Instituto de Acústica.