



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
FACULTAD DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO
EN UNA GALLETERA

AUTOR: VALERIA SERRANO RODRÍGUEZ

TUTOR: D. PLÁCIDO LÓPEZ ENCINAR

VALLADOLID, 2013

INDICE

1- INTRODUCCIÓN.

- 1.1.- Lugar de realización: Servicio de prevención Asepeyo.
- 1.2.- Motivo del trabajo.
- 1.3.- Fecha de las prácticas.
- 1.4.- Tutor de la Empresa.
- 1.5.- Tutor del proyecto.

2- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

- 2.1.- Objetivo generales.
- 2.2.- Objetivos específicos.

3- MEDIOS UTILIZADOS.

- 3.1.- Medios materiales: Aplicaciones informáticas, equipos de medición.
- 3.2.- Medios humanos: Técnicos de la empresa.

4- METODOLOGÍA EMPLEADA.

- 4.1.- Descripción general.
- 4.2.- Fórmulas para el cálculo del nivel diario equivalente.

5- RESULTADOS OBTENIDOS.

- 5.1.- Puestos de estudio.
- 5.2.- Resultados de la medición.

6- ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

- 6.1.- Sistemas de tratamiento de los resultados.
 - 6.1.1.- Criterios de Valoración.
 - 6.1.2.- Estimación del ruido efectivo con el protector colocado.
 - a) UNE-EN ISO 4869-2.
 - b) UNE-EN 458.

7- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

8- ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.

9- CONCLUSIONES EXTRAIDAS.

10- REFERENCIAS.

1- INTRODUCCIÓN.

El ruido se define como un sonido no deseado.

En nuestros días constituye uno de los problemas de salud más relevantes en el mundo desarrollado, siendo la causa de la progresiva pérdida de la capacidad auditiva que viene sufriendo el hombre y que de no tomar medidas eficaces amenaza con la pérdida de la audición de la raza humana.

Dentro del mundo laboral es uno de los peligros más comunes, que en muchos casos suele aceptarse como "un mal necesario", un aspecto inevitable del trabajo industrial. Cuando los trabajadores aguantan los primeros días o semanas de exposición, suelen tener la sensación de "haberse acostumbrado" al ruido. Sin embargo, lo más probable es que hayan empezado a sufrir sus efectos negativos.

Además de la pérdida de audición, otras consecuencias de los ruidos intensos son:

- Acción sobre el aparato circulatorio:
 - o Aumento de la presión arterial.
 - o Aumento del ritmo cardíaco.
 - o Vaso-constricción periférica.
- Acción sobre el metabolismo, acelerándolo.
- Acción sobre el aparato muscular, aumentando la tensión.
- Acción sobre el aparato digestivo, produciendo inhibición de dichos órganos.
- Acción sobre el aparato respiratorio, modificando el ritmo respiratorio.

1.1.- Lugar de realización

He realizado las prácticas en la Sociedad de Prevención de Asepeyo S.L.U., situada en C/ Hernando de Acuña, número 44 de Valladolid. El contenido de la práctica ha sido el acompañamiento y ayuda en labores propias de un Técnico Superior de PRL en un Servicio de Prevención Ajeno, poniendo en práctica todos los conocimientos aprendidos en el Máster en gestión de la prevención de riesgos laborales, calidad y medio ambiente.

La Sociedad de Prevención de Asepeyo SLU nace a partir del proceso de segregación, mediante el cual Mutua Asepeyo libera la gestión y recursos de la Sociedad trasladando, de esta forma, la gestión desde el sector público al sector privado. De esta manera se transfiere también la experiencia, el conocimiento y la calidad en materia de prevención de riesgos, así como los principios y filosofía que rigen dicha actuación.

Es una organización líder, con un concepto de servicio preventivo integral y exclusivo, con vocación de dar respuesta a las empresas. Ofrecen cobertura desde las cuatro especialidades preventivas y garantizando la actuación y asesoramiento con total cobertura tanto técnica como sanitaria.

Las cuatro grandes áreas que responden a las necesidades de las empresas son:

- Gestión de la prevención: Definir las responsabilidades de los diferentes niveles jerárquicos de la empresa, el sistema organizativo y los procedimientos que permitirán gestionar la prevención de una forma integral, eficaz, efectiva y fiable.
- Gestión de los riesgos: Actuaciones dirigidas a identificar y controlar los agentes y factores de riesgo en un entorno laboral y la definición de las medidas a adoptar.
- Gestión de las emergencias: Controlar las situaciones de emergencia, en relación a la lucha contra incendios, evacuación y primeros auxilios u otras situaciones que pudieran generarse durante el trabajo.
- Gestión de la formación.

Tienen más de 1.300 profesionales de la prevención a disposición de las empresas:

- 490 técnicos (300 técnicos de nivel superior y 190 de nivel intermedio).
- 530 sanitarios (220 médicos, 290 DUEs y 20 técnicos de laboratorio).
- 325 profesionales de administración.
- 115 Delegaciones.
- 20 Unidades Móviles.
- 2 Laboratorios de analítica propia.

Todo ello permite ofrecer un servicio exclusivo de gestión preventiva a más de 41.000 empresas clientes, colaborando con ellas en la protección de más de 1.000.000 de trabajadores.

1.2.- Motivo del trabajo

Una vez concluidos los aspectos doctrinales en el Máster en Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente, he realizado mi periodo de prácticas dentro del Servicio de Prevención Ajeno de Asepeyo.

Nuestro trabajo ha consistido en visitas a empresas acompañando al Técnico Superior de Prevención de la empresa. Al mismo tiempo he efectuado labores administrativas y de preparación y análisis de informes.

Me ofrecieron la posibilidad de realizar el proyecto de fin de máster en una industria galletera (nos reservamos el nombre en virtud de la confidencialidad).

El tema se nos ofreció, dadas las características de la empresa, y el tema ofrecido lo aceptamos con grado.

Por ello hemos realizado la **EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO** que nos ha permitido conocer y proponer herramientas de mejora. Para nosotros ha sido un complemento para nuestra formación, que nos permita poder desarrollar nuestro trabajo como Técnica de Prevención.

1.3.- Fecha de las prácticas

La fecha de comienzo de las prácticas fue el 15 de Abril de 2013 y se finalizaron el 21 de Junio de 2013, realizando un total de 300 horas en una jornada de 8:00 a 15:00 horas, de lunes a viernes.

1.4.- Tutor de la empresa

Rocío Grandío Barro, Directora de la delegación de Asepeyo en Valladolid.

1.5.- Tutor del proyecto

Plácido López Encinar, Profesor titular de la Universidad de Valladolid y coordinador del módulo de Higiene Industrial en el Máster en Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente.

2- JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.

2.1.- Objetivos generales

Conocer la exposición de los trabajadores en las diferentes puestos de producción frente al ruido.

Los factores a tener en cuenta para conocer el daño en los operarios son: el nivel de ruido (con más de 85 dB(A) es potencialmente peligroso) y el tiempo de exposición.

2.2.- Objetivos específicos

- Determinar los puestos de producción con posible riesgo higiénico frente a los valores límites de exposición del ruido.
- Estimar el riesgo en los trabajadores.
- Establecer medidas de prevención y/o mejora para los trabajadores de la fábrica, entre otros:
 - o Los EPIS a utilizar por los trabajadores.
 - o Zonas a señalar.
 - o Plazos para la realización de nuevas mediciones.
- Valorar el cumplimiento de los EPIS frente a los niveles de ruido.

3- MEDIOS UTILIZADOS.

Son varios los medios que he utilizado para la realización del informe, explicados a continuación.

3.1.- Medios materiales.

La aplicación informática que posee Asepeyo dispone de una intranet con variedad de programas para desarrollar las distintas funciones que desarrollan.

Uno de los programas más utilizado por los técnicos se llama RHO. Sirve para gestionar los contratos y las actividades a realizar con cada empresa. Dentro de cada empresa, están todos los informes y estudios realizados desde que comenzaron su contrato. La evaluación higiénica de ruido realizada forma parte de este sistema.

Otro de los programas que he necesitado para realizar el informe de ruido fue VICTOR, utilizado para los cálculos de las ponderaciones del tiempo.

El equipo de medición utilizado para el estudio ha sido un sonómetro propiedad de Asepeyo. El sonómetro es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora. En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio.

Características técnicas:

EQUIPO DE MEDICIÓN	
Equipo:	Sonómetro integrador-promediador modelo 2238A y micrófono de condensador prepolarizado del modelo 4188 que se ajusta a lo especificado para instrumentos de tipo 1 en la UNE-EN 60651, la UNE-EN 60804 y lo exigido en el Anexo 3 "Instrumentos de medición y condiciones de aplicación" del R.D.286/06.
Marca/Fabricante:	Brüel&Kjaer
Nº serie:	2174534 Y 2179510
Observaciones:	Antes y después de la serie de mediciones se verificó el instrumento de medida mediante un calibrador acústico. Tal proceder es conforme con lo exigido en el Artículo 6 "Evaluación de los riesgos" punto 3 del R.D.286/06.

Tabla 1. Equipo de medición.



Imagen 1: Sonómetro.



Imagen 2: Sonómetro.

OTRAS CARACTERÍSTICAS:

Las mediciones se realizaron, siempre que fue posible, en ausencia del trabajador afectado para poder medir el campo sonoro no perturbado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador fue necesaria, el micrófono se colocó frente a su oído, a unos 10 cm de distancia. Dicho proceder cumple con lo establecido en el Anexo II "Medición de ruido" del R.D. 286/06.

A lo largo de las mediciones se obtuvieron los valores del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ($L_{Aeq,T}$), expresados en decibelios A (dBA). La constante de tiempo fue de 125 ms. ("Fast") y se seleccionó la corrección de incidencia sonora "Random" debido a las características de campo difuso donde se realizaron las mediciones.

La medición del nivel de pico (L_{Pico}) con el sonómetro 2238 se realiza por un circuito independiente del de medición del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, por lo que la ponderación a seleccionar para el circuito de medición de picos será la C para obtener directamente dB(C) de pico, con una constante de tiempo en el ascenso inferior a 100 μ s, de acuerdo con lo indicado en el punto 2 del Anexo III "Instrumentos de medición y condiciones de aplicación" del R.D.286/06.

El equipo de calibración utilizado para el sonómetro es:

EQUIPO DE CALIBRACIÓN	
Equipo	Calibrador acústico
Marca/Fabricante	Brüel&Kjaer
Modelo	4231
Nº serie	9910717
De acuerdo con la ORDEN ITC/2845/2007, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos, los mencionados equipos de medición y calibración pasaron la preceptiva verificación periódica anual el pasado día 7 de junio de 2012.	

Tabla 2. Equipo de calibración



Imagen 3: Calibrador acústico.



Imagen 4: Calibrador acústico.

EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se ha efectuado según el procedimiento interno C2620806, elaborado a partir de la norma UNE-EN 60942:2005, aplicable a calibradores acústicos.

Los ensayos realizados corresponden a la selección de apartados de las normas de referencia propuesta en la Orden Ministerial ITC/2845/2007 para la verificación periódica de calibradores acústicos.

Las tolerancias definidas en el apartado de resultados son las definidas en la norma mencionada.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura ambiente: 22 ± 2 °C
Humedad relativa: 50 ± 10 %
Presión atmosférica: 994 ± 2 mbar

CONDICIONES DE REFERENCIA

Temperatura ambiente: 23 °C
Humedad relativa: 50 %
Presión atmosférica: 1013 mbar

TRAZABILIDAD

La trazabilidad de las medidas acústicas se refiere al DPLA (DANAK, Dinamarca).

La trazabilidad de las medidas eléctricas se refiere a FLUKE (NKO, Holanda).

INCERTIDUMBRE DE CALIBRACIÓN

Las incertidumbres expresadas en este documento corresponden a la incertidumbre expandida de calibración, obtenida multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EAL-R2 (1996). La designación actual de EAL-R2 es EA-4/02.

RESULTADOS

Los resultados de las medidas de nivel de presión sonora (SPL), frecuencia generada y distorsión armónica son los que aparecen en la tabla siguiente:

Nota: Los valores de error, tolerancia e incertidumbre están expresados en %, excepto para las medidas de nivel, en dB

	Valor nominal	Valor medido	Error	Tolerancia	Incertidumbre
Nivel SPL (dB)	94.00	94.14	0.14	0.37	0.10
Nivel SPL (dB)	114.00	114.15	0.15	0.37	0.10
Frecuencia (Hz)	1000.00	999.98	-0.00	1.00	0.05
Distorsión THD (%)	---	0.28	---	3.00	0.09

Tabla 3. Resultados.

3.2.- Medios humanos: Técnicos de la empresa.

- Técnico de Prevención de Riesgos Laborales de Asepeyo, al que ayudé en las labores pertinentes.
- Técnicos de laboratorio encargados del análisis de las muestras obtenidas, en Barcelona.
- Tutor de la Universidad de Valladolid.

4- METODOLOGÍA EMPLEADA.

4.1.- Descripción general.

Dentro del presente estudio, podemos distinguir dos etapas bastante diferentes: una de campo y otra de oficina.

La primera etapa consiste en la visita a la empresa y la toma de datos. Esta etapa no la pude realizar. Como ya hemos comentado, se ha utilizado un sonómetro para todos los puestos.

Durante las mediciones las condiciones de trabajo fueron las habituales, sin alteración del proceso productivo. Asimismo, las actividades y exposiciones en los puestos de trabajo fueron las de una jornada laboral aparentemente normal.

En todos los puestos se consideran 30 minutos de descanso de los que dispone el trabajador a lo largo de la jornada a una exposición de 60dB(A).

En una segunda etapa, se realizó el informe con los datos obtenidos. Lo primero es el cálculo del nivel diario equivalente $L_{Aeq,t}$ (dB(A)) en cada puesto de trabajo. Durante la jornada laboral, algunos trabajadores desempeñan dos puestos. Por ello, algunos de los valores finales calculados corresponden a dos puestos diferentes con diferentes niveles de ruido. Para que quede más claro, a continuación están los puestos que forman la línea 1 comentados brevemente.

Ubicación de la medición	Puesto de trabajo	Exposición (Horas/Día)	$L_{Aeq,t}$ (dB(A))	$L_{Aeq,d}$ (dB(A))
LÍNEA 1	SIG	3:45	82,4	82,3
	CONTROL M	3:45	82,8	
	SECUNDARIO	7:30	79,8	79,5

Tabla 4. Ejemplo línea 1.

Tenemos dos trabajadores. Uno que realiza 4 horas en el puesto SIG y otras 4 horas en el puesto CONTROL DE MALAS, y otra persona que realiza su jornada laboral de 8 horas en SECUNDARIO. Si estudiamos al primer trabajador, vemos que el nivel de presión acústico continuo equivalente obtenido durante las 4 horas es similar, pero estudiando la jornada completa vemos que da un total de 82.3 dB. A este valor de nivel de presión acústico se ha llegado ponderando para una jornada laboral de 8 h con los dos valores (incluido el descanso).

Una vez calculados dichos datos (apartado 5), el **Real Decreto 286/06** de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, en su *artículo 5*, establece unos **valores límite de exposición** (que no deben sobrepasarse) y unos valores de exposición que dan lugar a una acción, que se detallan en la tabla 6 y la tabla 7 del apartado 6, dónde se estudian los resultados obtenidos.

El mismo artículo expone que al aplicar los valores límite de exposición en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

Estos últimos valores están desarrollados también en el apartado 6: Interpretación de los resultados obtenidos.

4.2.- Fórmulas para el cálculo del nivel diario equivalente.

Según el Real Decreto 286/06, en aquellos puestos de trabajo ubicados en los lugares en los que se ha efectuado la medición y cuyo tiempo de exposición sea de 8 horas/día, el nivel diario equivalente coincide con el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A. En caso contrario, el nivel diario equivalente se calcula de acuerdo con la fórmula incluida en el Anexo I "Definiciones" del Real Decreto mencionado:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \frac{T}{8}$$

Siendo:

- $L_{Aeq,d}$ = nivel diario equivalente, en dB(A).
- $L_{Aeq,T}$ = nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A.
- T = tiempo de exposición en horas/día.

En el supuesto de puestos de trabajo sometidos a lo largo de la jornada laboral a distintos niveles de presión acústica continuos equivalentes ponderados A y tiempos de exposición, el nivel diario equivalente será el resultado de aplicar la fórmula:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i \cdot 10^{(0,1 L_{Aeq,T_i})}$$

Siendo:

- $L_{Aeq,d}$ = nivel diario equivalente.
- $L_{Aeq,Ti}$ = nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado para una determinada situación ruidosa m durante la jornada laboral.
- Ti = tiempo de exposición en horas/día para la mencionada situación.

Todos estos cálculos implican que para un $L_{Aeq,d} > 87$ dB(A) y $L_{pico} > 140$ dB(C), se deben tener en cuenta las atenuaciones que proporcionan los protectores auditivos que obligatoriamente utilizan los trabajadores, estimando el nivel de ruido efectivo en el oído con el protector puesto.

5- RESULTADOS OBTENIDOS.

5.1.- Puestos de estudio.

Dentro de la planta se han estudiado 12 líneas de producción. La maquinaria y los procesos realizados son variados, pero algunos puestos se repiten, y el personal en la mayoría de las líneas es de dos personas.

Las líneas y puestos estudiados son:

LÍNEA 1.

Se dedican al empaquetado de las galletas. Está formado por tres puestos:

- 1) ENVASADORA SIG: La labor del operario es el control del empaquetado automático de la envasadora. Ha de comprobar que la máquina no se atasca y debe reponer el film cuándo se termine.
- 2) CONTROL DE MALAS: consta de un vibrador en forma de medio cono por el que pasan las galletas ya hechas. El operario ha de observar las galletas defectuosas y retirar aquellos que no cumplan con las especificaciones que se han preestablecido.
- 3) SECUNDARIO: consiste en el empaquetado manual en cajas una vez envasadas las galletas. En este proceso los operarios están un poco alejados de las máquinas anteriores.

LÍNEA 2

El proceso que realizan es idéntico, pero el único cambio es el tipo de envasadora inicial. Por ello los tres procesos son:

- 1) ENVASADORA CAVANNA: Es el mismo proceso que la ENVASADORA SIG en la LÍNEA 1 pero con una envasadora modelo CAVANNA.
- 2) CONTROL DE MALAS: Es el mismo proceso que en la LÍNEA 1.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 4

En esta línea se realizan aquellas galletas que llevan dos tapas.

- 1) GRT + PALO: Envasado automático con envasadoras modelo GRT y PALO.
- 2) VOLTEO: En esta etapa se produce el sellado de las galletas dobles. Está formado por dos cintas transportadoras en paralelo, en las que en un punto determinado la de arriba deja caer en la de abajo la galleta. El operario debe controlar que ambas cintas estén sincronizadas y consiga la calidad esperada en las galletas.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 5

En esta línea se realizan aquellas galletas que llevan dos tapas.

- 1) GRT 1 + 2: Envasado automático con envasadoras modelo GRT.
- 2) PICADO: Es el mismo proceso que el VOLTEO en la LÍNEA 4.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 6

En esta línea se realizan aquellas galletas con rellenos.

- 1) CABINA: el operario deberá supervisar el echado de rellenos sobre la galleta.
- 2) GRT: Envasado automático con envasadora modelo GRT.
- 3) CONTROL DE MALAS: Es el mismo proceso que en la LÍNEA 4.
- 4) ENVASADORA PAAL: Mismo proceso que en las líneas de envasado automático pero con la envasadora modelo PAAL.

PLANTA MEZCLAS

En esta línea se realizan los rellenos de las galletas: chocolate, nata, etc.

- 1) PLANTA: Cubas grandes donde preparan los rellenos de las galletas para posteriormente mandarlo a las zonas de llenado.
- 2) PAAL L6: Envasadora automática modelo PAAL.

LÍNEA 10-11

En esta línea se realizan aquellas galletas que van en capas, con chocolate y galleta tipo barquillo.

- 1) SIERRA: Proceso en el que realizan barritas formadas por láminas con galleta tipo barquillo y un tipo de relleno. El trabajo del operario es el control del proceso y detección de posibles fallos en la máquina.
- 2) CAV - GRT: Envasado automático con envasadoras modelo GRT y CAVANNA.
- 3) EMPAQUETADO: manual. Es el mismo procedimiento que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 27

Línea de envasado.

- 1) GRT: Envasado automático con envasadora modelo GRT.
- 2) PALO: Envasado automático con envasadora modelo PALO.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 22

Línea de envasado.

- 1) PALO: Envasado automático con envasadora modelo PALO.
- 2) HCS/ROBOT: El proceso de envasado automático se realiza con un robot con brazos. El operario controlará el proceso.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 21

Línea de envasado.

- 1) HCS: Proceso de envasado automático mediante robot.
- 2) PALO: Envasado automático con envasadora modelo PALO.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 19

En esta línea se realizan aquellas galletas con rellenos.

- 1) GRT: Envasado automático con envasadora modelo GRT.
- 2) PALO: Envasado automático con envasadora modelo PALO.
- 3) BOLLO: Consiste en un revisado de paquetes ya embasados, comprobando que cumplen con las especificaciones requeridas. Para ello hay varias revisiones. Uno de ellos es el pesado de los paquetes, desechando aquellos que no cumplan el peso preestablecido que coincidirá con el número de galletas y tamaño de ellas, así como del envasado. De esta manera, sacarán de la línea esos paquetes que serán revisados posteriormente por el operario. Éste también realizará una inspección ocular a los paquetes para comprobar que el envoltorio está sellado perfectamente. Los paquetes desechados se estudiarán comprobando el fallo que tiene y se devolverá a la línea de envasado aquello que sirva.
- 4) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

LÍNEA 27

Línea de envasado.

- 1) GRT: Envasado automático con envasadora modelo GRT.
- 2) PALO: Envasado automático con envasadora modelo PALO.
- 3) SECUNDARIO: Es el mismo proceso de empaquetado manual que en la LÍNEA 1.

5.2.- Resultados de la medición.

Debe entenderse que los riesgos higiénicos analizados, afectarán en su caso, al conjunto de trabajadores relacionados en la lista de ámbitos y trabajadores expuestos, recogida en el Anexo I.

Nº Reg.	Ubicación de la medición	Puesto de trabajo	Exposición (Horas/Día)	L _{Aeq,t} (dB(A))	L _{Aeq,d} (dB(A))
1	LÍNEA 1	SIG	3:45	82,4	82,3
2		CONTROL M	3:45	82,8	
11		SECUNDARIO	7:30	79,8	79,5
3	LÍNEA 2	CAVANNA	3:45	82,9	81,7
4		CONTROL M	3:45	80,7	
12		SECUNDARIO	7:30	78,9	78,6
7	LÍNEA 4	GRA	3:45	83,9	82,7
6		PALO	3:45	81,8	
5		VOLTEO	2:45	80,4	78,1
9		SECUNDARIO	4:45	76,6	
13	LÍNEA 5	GRT 1+2	5:45	85,3	84,2
14		PICADO	1:45	79,8	
10		SECUNDARIO	7:30	76,9	76,6

EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO

15	LÍNEA 6	CABINA	3:50	90,8	88,2
16		GRT	1:50	82	
18		CONTROL M	1:50	83,9	
19		PAAL	7:30	80,2	79,9
8	PLANTA MEZCLAS	PLANTA	5:45	90	88,7
19		PAAL L6	1:45	80,2	
20	LÍNEA 10-11	SIERRA	2:50	78,3	80,4
21		CAV-GRT	2:50	83,3	
22		EMPAQUETADO	1:50	75,8	
23	LÍNEA 27	GRT	2:50	84,7	82,6
24		PALO	2:50	81,7	
32		SECUNDARIO	1:50	80,7	
30	LÍNEA 22	PALO	5:45	85,6	84,9
31		HCS/ROBOT	1:45	83,6	
35		SECUNDARIO	7:30	82	81,7
36	LÍNEA 21	HCS	2:50	84,9	84,4
38		PALO	2:50	85,7	
37		SECUNDARIO	1:50	82	
25	LÍNEA 20	GRT	2:50	83,4	84,2
26		PALO	2:50	86,6	
33		SECUNDARIO	1:50	80,1	

EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO

27	LÍNEA 19	GRT	2:50	88,1	88,4
28		PALO	2:50	90,8	
29		BOLLO	1:50	81,9	
34		SECUNDARIO	7:30	81,2	80,9

Tabla 5. Resultados de la medición.

Existe peligro higiénico en 14 de los 25 puestos de trabajo medidos. En el siguiente punto se analiza el nivel de ruido estimado con los protectores colocados de los puestos que superan los valores que obligan a la protección de los trabajadores.

6- ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

6.1.- Sistemas de tratamiento de los resultados.

6.1.1.- Criterios de Valoración.

Los criterios de valoración utilizados en este informe son los establecidos en el **Real Decreto 286/06** de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

En su *artículo 5* establece unos **valores límite de exposición** (que no deben sobrepasarse) y unos valores de exposición que dan lugar a una acción, que se detallan en la siguiente tabla:

R.D. 286/2006	L_{Aeq,d}	L_{pico}
Valores límite de exposición	87 dB(A)	140 dB(C)
Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción	85 dB(A)	137 dB(C)
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	80 dB(A)	135 dB(C)

Tabla 6. Valores límite de exposición.

Atendiendo a los valores límites de exposición obtenemos los siguientes puestos dentro de cada rango:

Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: L_{Aeq,d} = 80 dB(A)

- LÍNEA 1 (SECUNDARIO).
- LÍNEA 2 (SECUNDARIO).
- LÍNEA 4 (SECUNDARIO).
- LÍNEA 5 (SECUNDARIO).
- LÍNEA 6 (PAAL).

Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 85 \text{ dB(A)}$

- LÍNEA 1 (SIG + CONTROL DE MALAS).
- LÍNEA 2 (CAVANNA + CONTROL DE MALAS).
- LÍNEA 4 (GRA + PALO).
- LÍNEA 5 (GRT 1 + GRT 2 + PICADO).
- LÍNEA 10-11 (SIERRA + CAN-GRT + EMPAQUETADO).
- LÍNEA 27 (GRT + PALO + SECUNDARIO).
- LÍNEA 22 (PALO + HCS/ROBOT).
- LÍNEA 22 (SECUNDARIO).
- LÍNEA 21 (HCS + PALO + SECUNDARIO).
- LÍNEA 20 (GRT + PALO + SECUNDARIO).
- LÍNEA 19 (SECUNDARIO)

Valores límites de exposición: $L_{Aeq,d} = 87 \text{ dB(A)}$

- LÍNEA 6 (CABINA + GRT + CONTROL DE MALAS).
- PLANTA MEZCLAS.
- LÍNEA 19 (GRT + PALO + BOLLO).

El citado R.D. fija también una graduación de **acciones preventivas** en función de los niveles diarios equivalentes o niveles de pico que se registren en los distintos puestos de trabajo. Son los mostrados a continuación:

EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO

ACCIONES PREVENTIVAS (R.D.286/2006)	Nivel Diario Equivalente ($L_{Aeq,d}$)			
	≤ 80 dB(A)	Valores inferiores que dan lugar a una acción >80 dB(A) y/o >135 dB(C) de L_{pico}	Valores superiores que dan lugar a una acción >85 dB(A) y/o >137 dB(C) de L_{pico}	Valores límite de Exposición >87 dB(A) y/o >140 dB(C) de L_{pico}
Información y formación a los trabajadores y/o sus representantes		Sí (1)	Sí	Sí
Evaluación de la exposición al ruido		Mínimo cada tres años (2)	Mínimo anualmente	Mínimo anualmente
Protectores auditivos individuales		Disposición para todo el personal expuesto	Disposición, suficiencia y uso obligado por los expuestos (3)	Disposición, suficiencia y uso obligado por los expuestos
Señalización de las zonas de exposición			Sí (acceso restringido si es viable)	Sí (acceso restringido si es viable)
Control médico auditivo		Sí (cuando exista riesgo para la salud; mínimo cada cinco años)	Sí (mínimo cada tres años)	Sí (mínimo cada tres años)
Programa técnico /organizativo para reducir la exposición al ruido			Sí	Sí
Reducción inmediata exposición al ruido y actuación para evitar nuevas sobreexposiciones. Informar a los delegados de prevención				Sí (Con protector insuficiente o sin protector que atenúe por debajo de los límites de exposición)

Tabla 7. Acciones preventivas.

- (1) Se informará y formará a los trabajadores cuando $L_{Aeq,d} \geq 80$ dB(A) y/o $L_{pico} \geq 135$ dB(C).
 (2) Se evaluará la exposición al ruido mínimo cada tres años si $L_{Aeq,d} > 80$ dB(A).
 (3) Se utilizarán protectores auditivos cuando $L_{Aeq,d} \geq 85$ dB(A) y/o $L_{pico} \geq 137$ dB(C).

6.1.2.- Estimación del ruido efectivo con el protector colocado (UNE-EN ISO 4869-2 y UNE-EN 458).

Teniendo en cuenta las exposiciones al ruido en los puestos de trabajo que superan los valores límite de exposición se procede a estimar los niveles globales efectivos de ruido en el oído con el protector auditivo colocado, de los valores que obligan a la protección de los trabajadores (LÍNEA 6, PLANTA MEZCLASE Y LÍNEA 19), teniendo en cuenta los datos HML así como las atenuaciones medias y desviaciones tipo por banda de octava que se recabaron de los protectores que utilizaban los trabajadores el día de la visita.

Los métodos utilizados están desarrollados a continuación:

Dichas estimaciones se pueden realizar en base a mediciones en bandas de octava y su correspondiente detracción de niveles de acuerdo con las atenuaciones que proporcione el fabricante, o también utilizando métodos simplificados de cálculo a partir de mediciones en dB(A) y dB(C) (este es el caso que vamos a desarrollar), siguiendo lo indicado en la norma **UNE-EN ISO 4869-2** "Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: Estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos" (1996) y en la norma **UNE-EN 458** "Protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento. Documento guía" (2005).

a) Métodos UNE-EN 458

ANEXO A: (MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA EN RELACIÓN CON EL LAeq)

Ejemplo de valoración de la atenuación acústica de un protector auditivo para una situación de ruido específica

Nivel efectivo en el oído (L'A en dB)	Nivel efectivo en el oído (L'A en dB)	Índice de protección
Mayor que Lact	Mayor que 80	Insuficiente
Entre Lact y Lact -5	Entre 80 y 75	Aceptable
Entre Lact -5 y Lact -10	Entre 75 y 70	Bueno / Satisfactorio
Entre Lact -10 y Lact -15	Entre 70 y 65	Aceptable
Menor que Lact -15	Menor que 65	Excesivo (Sobreprotección)

Tabla 8. Valoración de la atenuación acústica.

De acuerdo con el criterio establecido por el INSHT en la "Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido", el valor Lact es 80 dB(A).

ANEXO B: (MÉTODOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA EN RELACIÓN CON RUIDOS IMPULSIVOS)

La atenuación acústica de un protector auditivo se puede considerar que es suficiente si el nivel de presión acústica de pico efectivo en el oído con el protector auditivo colocado (L'_{pk}) es igual o menor que el valor inferior de exposición que da lugar a una acción, $L_{act, pk}$ (135dB(C)). A continuación se indica un procedimiento práctico para el cálculo de L'_{pk} .

1. Medir el nivel L_{pk} del ruido.
2. Consultar la tabla 9 para determinar el tipo de ruido (1, 2 ó 3).

Tipo de ruido	Intervalo de frecuencias	Fuentes de ruido
Tipo 1	Con la mayoría de la energía acústica distribuida en el intervalo de las bajas frecuencias	Prensa punzonadora Moldeadoras Explosivo (1Kg) Explosivo (8Kg)
Tipo 2	Con la mayoría de la energía acústica distribuida entre las medias y altas frecuencias	Pistola de clavos Martillo sobre plancha Clavadora Martillo (acero) Martillo (aluminio) Fusil Disparos de prueba
Tipo 3	Con la mayoría de la energía acústica distribuida entre las altas Frecuencias	Pistola Pistola (ligera) Pistola (pesada)

Tabla 9. Tipo de ruido.

3. Consultar la tabla 10 para determinar el valor d_m (dB)

Valores de atenuación acústica modificada

Tipo de ruido de impulso / impacto	dm (dB)a
1	L – 5
2	M – 5
3	H

a Donde los valores H, M y L se han obtenido de los datos de atenuación pasiva suministrados por el fabricante o de acuerdo con la Norma EN 4869-2.

Tabla 10. Valor dm.

4. Calcular el L'pk el nivel de la presión acústica de pico efectiva en el oído:
 $L'pk = Lpk - dm$

Valoración: Comparar L'pk con el Lact, pk de 135 dB(C). Si $L'pk < Lact, pk$ el protector auditivo se considera adecuado.

5. Calcular L'Aeq

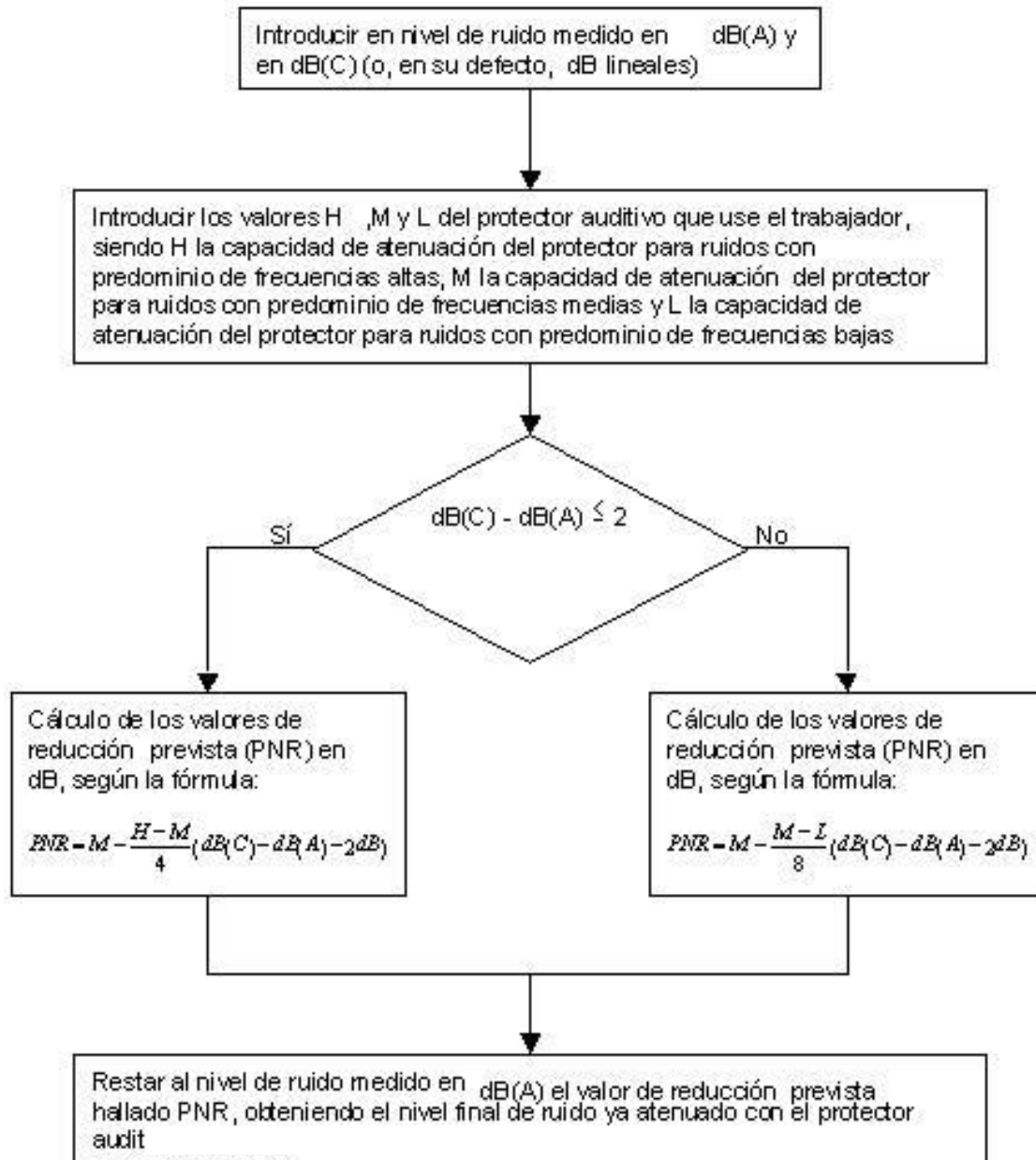
$$L'Aeq = LAeq - dm$$

En la mayoría de los casos de exposición a ruidos de impulso/impacto el valor LAeq depende fundamentalmente de Lpk. Por tanto para la determinación de L'Aeq., el valor de atenuación acústica modificada dm es aplicado de nuevo, en lugar de los métodos propuestos para los Leq (Bandas de octava, HML y SNR).

Valoración: **Comparar L'Aeq con el nivel inferior de exposición que da lugar a una acción (80dB(A)). Si $L'Aeq < Lact$ el protector auditivo se considera adecuado.**

b) Métodos UNE-EN ISO 4869-2: Método HML

El método HML especifica tres atenuaciones; High (Alta), Medium (Media) y Low (Baja), que combinadas con los niveles de presión sonora medidos, en banda ancha, en dB(A) y en dB(C), servirán para calcular el nivel global efectivo estimado en el oído con el protector colocado.



EVALUACIÓN HIGIÉNICA DE RUIDO

El cálculo de los niveles de presión acústica finales ponderados A efectivos en el oído con el protector colocado y de la atenuación global se lleva a cabo siguiendo el diagrama de flujo del método HML.

PUESTO DE TRABAJO: LÍNEA 6 (CABINA + GRT + CONTROL MALAS)	
L _{Aeq,t}	88,2 dB(A)
L _{Ceq,t}	97,8 dB(C)
Protector auditivo utilizado	1.- TAPON MEDOP RUN RUN 2.- OREJERA MEDOP RUMOR IV
Datos de atenuación del protector	1.- H=23 dB M=19 dB L=17 Db 2.- H=32 dB M=22 dB L=13 dB
Cálculos siguiendo el diagrama de flujo del método HML (Anexos)	
Nivel global efectivo estimado en el oído:	1.- 71,1 dB(A) 2.- 74,7 dB(A)
Atenuación global del protector:	1.- 17,1 dB 2.- 13,5 dB

PUESTO DE TRABAJO: PLANTA MEZCLAS + PAAL L6	
L _{Aeq,t}	88,7dB(A)
L _{Ceq,t}	97,7 dB(C)
Protector auditivo utilizado	1.- TAPON MEDOP RUN RUN 2.- OREJERA MEDOP RUMOR IV
Datos de atenuación del protector	1.- H=23 dB M=19 dB L=17 Db 2.- H=32 dB M=22 dB L=13 dB
Cálculos siguiendo el diagrama de flujo del método HML (Anexos)	
Nivel global efectivo estimado en el oído:	1.- 71,4 dB(A) 2.- 74,6 dB(A)
Atenuación global del protector:	1.- 17,3 dB 2.- 14,1 dB

PUESTO DE TRABAJO: LÍNEA 19 (GRT +PALO + BOLLO)	
L _{Aeq,t}	88,4 dB(A)
L _{Ceq,t}	100,5 dB(C)
Protector auditivo utilizado	1.- TAPON MEDOP RUN RUN 2.- OREJERA MEDOP RUMOR IV
Datos de atenuación del protector	1.- H=23 dB M=19 dB L=17 Db 2.- H=32 dB M=22 dB L=13 dB
Cálculos siguiendo el diagrama de flujo del método HML (Anexos)	
Nivel global efectivo estimado en el oído:	1.- 71,9 dB(A) 2.- 77,8 dB(A)
Atenuación global del protector:	1.- 16,5 dB 2.- 10,6 dB

7- INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Se expone a continuación el estudio de los resultados ofreciendo las medidas correctoras adecuadas en cada caso.

MEDIDA 1

ACTO/CONDICIÓN DETECTADA: Exposición a niveles elevados de exposición al ruido en los puestos:

- LÍNEA 1 (SIG + CONTROL DE MALAS)
- LÍNEA 2 (CAVANNA + CONTROL DE MALAS)
- LÍNEA 4 (GRA + PALO)
- LÍNEA 5 (GRT 1 + GRT 2 + PICADO).
- LÍNEA 10-11 (SIERRA + CAN-GRT + EMPAQUETADO)
- LÍNEA 27 (GRT + PALO + SECUNDARIO)
- LÍNEA 22 (PALO + HCS/ROBOT)
- LÍNEA 22 (SECUNDARIO)
- LÍNEA 21 (HCS + PALO + SECUNDARIO)
- LÍNEA 20 (GRT + PALO + SECUNDARIO)
- LÍNEA 19 (SECUNDARIO)

RIESGO IDENTIFICADO: Enfermedad profesional por ruido $L_{Aeq,d} > 80$ dB (A) y/o pico > 135 dB (C).

MEDIDAS PREVENTIVAS:

1. Continuar con la puesta a disposición de protectores auditivos individuales para todo el personal expuesto. Se considera necesario su uso en las zonas superiores a 85 dBA. Estudiar la posibilidad de señalar su uso obligatorio en dichas zonas.
2. Proseguir con la información y formación relativa a los riesgos derivados de la exposición al ruido a los trabajadores y/o sus representantes.
3. Continuar con la evaluación y medición de la exposición al ruido mínimo cada tres años.
4. Controles médicos de la función auditiva cuando exista riesgo para la salud (mínimo cada 5 años).

MEDIDA 2

ACTO/CONDICIÓN DETECTADA: Exposición a niveles elevados de exposición al ruido en los puestos:

- LÍNEA 6 (CABINA + GRT + CONTROL DE MALAS).
- PLANTA MEZCLAS.
- LÍNEA 19 (GRT + PALO + BOLLO).

RIESGO IDENTIFICADO: Enfermedad profesional por ruido $L_{Aeq,d} > 87$ dB (A) y/o pico > 140 dB (C).

MEDIDAS PREVENTIVAS:

1. Proseguir impartiendo información y formación relativa a los riesgos derivados de la exposición al ruido a los trabajadores y/o sus representantes.
2. Utilización obligatoria de los protectores auditivos.
3. Si no se utiliza por parte de los trabajadores protectores auditivos:
 - Los delegados de prevención deberán de continuar recibiendo información sobre la magnitud con que se han superado los valores límite, dónde y en qué circunstancias ha ocurrido, las medidas que, con carácter de urgencia, se consideran apropiadas para la reducción inmediata de la exposición, las causas que han motivado la sobreexposición y las acciones previstas para evitar reincidencias.
4. Continuar con la evaluación y medición como mínimo anual de la exposición al ruido en los casos en los que los valores superen los 87 dB(A).
5. Estudiar la posibilidad de señalizar las zonas de exposición (R.D. 485/97) así como, cuando sea viable, acceso restringido a las mismas
6. Proseguir con controles médicos de la función auditiva cuando exista riesgo para la salud (mínimo cada 3 años).
7. Aplicación de un programa de medidas técnicas y/o de organización destinado a reducir la exposición al ruido, integrado en la planificación de la actividad preventiva de la empresa.

8- ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA.

La viabilidad técnica es realizable, pues se cuenta con material y métodos suficientes, al amparo de la legislación.

Dada la confidencialidad, no tenemos los costes económicos ofrecidos por la empresa, pero estimamos después de las consultas efectuadas para esta evaluación higiénica de ruido que:

- Se han necesitado 10 minutos por medición (5 minutos en cada puesto y otros 5 minutos para los desplazamientos), con un total de 38 mediciones:

$$38 \text{ mediciones} \times 10 \text{ minutos} = 380 \text{ minutos.}$$

$$380 \text{ minutos} / 60 \text{ min/h} = 6,33 \text{ horas. Aproximadamente } 6,5 \text{ horas.}$$

- Para la realización del informe se estiman 8 horas de trabajo.
- Esto hace un total de 14,5 horas de trabajo.
- La hora se factura a 67 €/hora.

$$14,5 \text{ horas} \times 67 \text{ €/hora} = 971,5 \text{ €.}$$

Por tanto, la estimación del **coste económico** es de **970 €**.

Se incluye:

- Desplazamiento para la toma de mediciones.
- Toma de muestras in situ.
- Equipos de medición y calibración.
- Material utilizado.
- Personal técnico necesario.
- Análisis de los resultados en el Laboratorio General de Análisis, laboratorio especializado en análisis clínicos de la Sociedad de Prevención de Asepeyo.

9- CONCLUSIONES EXTRAIDAS.

1. De los 25 puestos estudiados, en 14 de ellos se detectó riesgo higiénico frente al ruido.
2. El puesto SECUNDARIO se manifestó como el de menor riesgo.
3. Los protectores auditivos son obligatorios en 3 de los puestos de riesgo. Corresponden a los puestos de: PLANTA, CABINA y ENVASADORA.
4. La protección con los protectores auditivos TAPON MEDOP RUN RUN y OREJERA MEDOP RUMOR IV, que les ofrece la empresa, se han mostrado eficientes. Los niveles frente a la exposición al ruido obtenidos oscilan entre 71,1 y 77,8 dB, que no superan los valores normativos reglamentarios.
5. Los protectores auditivos son recomendables en el resto de puestos estudiados.
6. La información y formación relativa al riesgo higiénico del ruido es una herramienta imprescindible.
7. La evaluación y medición de la exposición al ruido se realizará de acuerdo a la normativa vigente (anualmente cuando superen los 87 dB(A) y cada tres años cuando estemos de encima de los 80 dB(A).
8. La señalización adecuada es recomendada en todas las zonas de exposición.
9. Los controles médicos de la función auditiva son necesarios.
10. Como experiencia personal me ha resultado muy útil, pues creo que me ha servido para completar mi formación en el Máster en Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente.

10- REFERENCIAS.

Toda la información aportada durante mi estancia en **Asepeyo**.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 286/06, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

UNE-EN ISO 4869-2, sobre acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos

UNE-EN 458, sobre protectores auditivos. Recomendaciones relativas a la selección, uso, precauciones de empleo y mantenimiento. Documento guía.

Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Técnicas de Prevención de riesgos laborales. Seguridad e higiene en el trabajo. De José María Cortés Díaz

