

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

OBJETIVO

El objetivo de este ejercicio es que el alumno aprenda a interpretar los conceptos de evaluación de la exposición a ruido contenidos en el RD 1316/89.

MATERIAL

Copia de la transparencia HI.VII.28

Enunciado del ejercicio. El ejercicio se ha dividido en cuatro apartados, los tres primeros dedicados cada uno a un concepto de evaluación (ruido de nivel estable, ruido de nivel variable, evaluación de grupos), y el cuarto a cuestiones adicionales (incremento del nivel sonoro al introducir una nueva máquina y cálculo de la atenuación de las protecciones personales). Este último apartado supone que se han explicado a los alumnos los conceptos relativos a análisis espectral.

DESARROLLO (Tiempo estimado para la totalidad del ejercicio 3 horas)

Se recomienda que la resolución del ejercicio se haga en grupos reducidos con una puesta en común posterior que se aprovechará para exponer, además de la solución numérica del ejercicio, las acciones preventivas a aplicar según sea el resultado.

Se puede optar indistintamente por resolver todo el ejercicio de una vez, o por partes, a medida que vaya avanzando la explicación de los conceptos teóricos implicados en cada parte del ejercicio. En cualquier caso el desarrollo consistirá en entregar el enunciado del ejercicio (total o parcial) a los alumnos y pedirles que evalúen la exposición a ruido y que hagan una lista de las acciones preventivas a adoptar basándose en el contenido de la transparencia HI.VII.28.

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

En una empresa dedicada a la fabricación de componentes para automóviles (radiadores, bombas de agua, climatizadores, etc.) se debe realizar la evaluación de la exposición a ruido en los puestos de trabajo. La fabricación se divide en tres secciones separadas, taller de prensas, línea de montaje y taller de mantenimiento.

1. DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO EN LA LÍNEA DE MONTAJE

Para la evaluación de la exposición a ruido en un puesto de trabajo de la cadena de montaje de radiadores se utiliza un sonómetro de tipo 2 (CEI 651).

El resultado de la medición es:

- El nivel sonoro es poco variable a lo largo de toda la jornada de trabajo
- Nivel mínimo medido: 84 dBA
- Nivel máximo medido: 88 dBA.
- No se aprecian ruidos de impacto
- Duración de la jornada (excluidos descansos): 7 h. 45 min. (7,75 horas), de lunes a viernes.

En otro puesto de trabajo de las líneas de montaje un trabajador ocupa su jornada en varias actividades en lugares con diferente nivel sonoro:

- Movimentación de materiales entre las líneas 5 h/día. Nivel sonoro 84 dBA
- Rondas de revisión de los compresores 1 h/día. Nivel sonoro 98 dBA
- Rondas por la sala de calderas 1 h/día. Nivel sonoro 92 dBA
- Trabajos varios en el almacén 1 h/día. Nivel sonoro 78 dBA
- Periodos de descanso 20 min./día. Nivel sonoro 75 dBA

2. DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO EN EL TALLER DE PRENSAS

La observación de los puestos de trabajo del taller de prensas ha mostrado los siguientes hechos:

- a) El nivel sonoro es muy variable dentro de una jornada de trabajo, pero no hay diferencias entre jornadas
- b) Existen ruidos de impacto (golpes de las prensas)
- c) La jornada es de 8 h 10 min., pero existen pausas (una de 20 min. y dos de 10 min.) en que cesa toda actividad en el taller y el nivel sonoro es inferior a 80 dBA

En una de las prensas de estampación con alimentación manual se han medido los siguientes valores:

- Frecuencia de impactos: 5 golpes/minuto
- Nivel de pico de los impactos: 128 dB
- Numero de impactos diarios: 2000 impactos/día
- Nivel sonoro entre impactos: 88 dBA.
- Duración total de la jornada: 7,5 horas

Para la medida de la exposición a ruido en el taller de prensas se ha optado por medir el nivel equivalente durante 3 horas, sin incluir ninguna pausa en el periodo de medición, con un dosímetro que además tiene detector de picos. El resultado es:

- Nivel equivalente 93 dBA.
- Nivel de pico máximo detectado 135 dB.

3. DATOS PARA LA EVALUACIÓN DEL RUIDO EN EL TALLER DE MANTENIMIENTO

En el taller de mantenimiento trabajan 10 personas, la observación de las tareas realizadas en el taller ha mostrado los siguientes hechos:

- a) El nivel sonoro en el taller es muy variable dentro de una jornada de trabajo, pero no hay diferencias entre jornadas.
- b) Existen ruidos de impacto (golpes de martillo).
- c) Todos los operarios realizan, un día por otro, tareas similares, de forma que los 10 puestos de trabajo del taller se pueden considerar como equivalentes en lo que respecta a exposición a ruido.
- d) La exposición de cada trabajador puede ser diferente de un día a otro.
- e) La jornada es de 8 h 10 min., pero existen pausas (una de 20 min. y dos de 10 min.) en que cesa toda actividad en el taller y el nivel sonoro es inferior a 80 dBA.
- f) Además los trabajadores de mantenimiento realizan salidas tanto al taller de montaje como al de prensas de duración variable (aunque siempre breves) para realizar pequeñas reparaciones o controlar alguna máquina.

Para realizar la evaluación de estos trabajadores se ha procedido a la medición del nivel equivalente durante toda la jornada, y del nivel de pico máximo, mediante el uso de dosímetros portados por los 10 trabajadores. Los resultados han sido:

Trabajador	Lq (dBA)	Nivel de pico (dB)
1	92	135
2	89	136
3	94	130
4	96	137
5	88	129
6	87	125
7	89	132
8	93	131
9	93	142
10	88	125

4. EJERCICIOS ADICIONALES

4.1. Instalación de nueva maquinaria

En el taller de montaje se piensa instalar una nueva máquina. El fabricante de la misma informa que el nivel del ruido, medido en el puesto del operador tiene los valores siguientes (niveles en bandas de octava).

frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA (dB)	84	81	73	79	81	80	79	72

Se piensa colocar esta máquina en un punto de la cadena de montaje en el que actualmente existe un NPA de 87 dBA.

Estimar cual será el nivel sonoro en el puesto del operador una vez instalada.

En previsión de que el nivel sonoro resulte excesivo se decide buscar otra máquina menos ruidosa. ¿Cuál debe ser el nivel sonoro en el puesto del operador que se solicite a la máquina para que al instalarla en un lugar en el que ya hay un nivel sonoro de 87 dBA, el nivel global no sobrepase 88 dBA?

4.2. Atenuación de un protector individual

Mientras se permanezca en la sala de compresores (98 dBA) se utilizarán protectores personales. Para calcular el nivel sonoro percibido por un trabajador que utiliza un protector es necesario conocer la atenuación del protector en cada banda de frecuencia (dato que debe proporcionar el fabricante del protector) y el espectro del ruido. Ambos datos se dan en la tabla siguiente. Calcular a partir de ellos el nivel sonoro percibido.

frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA (dB)	98	101	101	95	93	91	79	75
Atenuación del protector	2.0	2.4	8.5	13.6	20.6	26.2	30.6	25.4

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

1. LÍNEA DE MONTAJE

En el puesto de trabajo fijo en la cadena de montaje es admisible utilizar como dato para calcular el NRDE el valor del nivel sonoro medido con un sonómetro ya que es constante a lo largo de toda la jornada y la diferencia entre los valores máximo y mínimo es menor de 5 dBA.

Tomaremos como nivel sonoro la media de los valores máximo y mínimo, esto es:

$$NPA = 86 \text{ dBA.}$$

Puesto que la exposición no es de 8 horas diarias, para el cálculo del NRDE aplicaremos la relación:

$$NRDE = NPA + 10 \log (T_{exp}/8) = 86 + 10 \log (7,75/8) = 86 - 0,1 = 85,9 \text{ dBA}$$

Puesto que el NRDE supera 85 dBA sin llegar a 90 dBA el plan de medidas debe incluir, por lo menos:

- En la medida de lo posible, reducir el nivel sonoro, o el tiempo de exposición.
- Examen audiométrico de los trabajadores al ingreso en el puesto de trabajo, dos meses después del ingreso y periódicamente cada tres años. Archivo de resultados durante 30 años.
- Repetir la evaluación ambiental anualmente. Archivo de resultados durante 30 años.
- Informar a los trabajadores de la exposición y del riesgo.
- Informar a los trabajadores de los resultados de los controles audiométricos.
- Suministrar protectores personales a los trabajadores expuestos.

En el puesto de trabajo no fijo de la línea de montaje, también es admisible calcular el NRDE a partir de valores de Nivel sonoro obtenidos con un sonómetro ya que la exposición diaria puede dividirse en periodos de duración conocida, en cada uno de los cuales el nivel sonoro es constante.

El cálculo puede hacerse por dos métodos:

a) Cálculo directo

$$NRDE = 10 \log 1/8 \{ \sum T_i \cdot 10^{(NPA/10)} \} = 10 \log 1/8 \{ 5 \cdot 10^{(84/10)} + 1 \cdot 10^{(98/10)} + 1 \cdot 10^{(92/10)} + 1 \cdot 10^{(78/10)} + 0,3 \cdot 10^{(75/10)} \} = 10 \log 1/8 (9,21 \cdot 10^9) = 90,6 \text{ dBA}$$

b) Cálculo a través de las dosis de ruido

El 0/1 EMP para cada periodo de exposición se calcula dividiendo el tiempo de exposición por el tiempo máximo permitido dado por:

$$T_{Max} = 8 \cdot 10^{(90-NPA/10)}$$

Con esta ecuación se construye la tabla de la página siguiente.

Periodo	NPA	TMax	T exposición	Dosis
1	84	32	5	0.16
2	98	1.27	1	0.79
3	92	5.1	1	0.20
4	78	todo	1	No signif.
5	75	todo	0,3	No signif.

$$0/1EMP = 0.16+0.79+0.20 = 1.15$$

$$NRDE = 90 + 10 \log (0/1 EMP) = 90 + 10 \log 1.15 = 90 + 0.6 = 90.6 \text{ dBA}$$

Si en vez de medir los niveles sonoros y tiempos de exposición separadamente hubiéramos utilizado un dosímetro de ruido durante toda la jornada el resultado de la lectura habría sido 115% de dosis o 90.6 dBA según el tipo de dosímetro utilizado.

Puesto que el NRDE supera 90 dBA, el programa de prevención en este puesto de trabajo deberá incluir por lo menos:

- Un programa de medidas técnicas de reducción del ruido. Por ejemplo incluir en los planes de inversiones la sustitución de los compresores por otros menos ruidosos, o prever la instalación de cabinas insonorizadas, o acondicionar el local de compresores para que sea menos ruidoso.
- Señalización del puesto de trabajo con indicación de la obligatoriedad del uso de protecciones personales, que en este caso afectaría a la sala de compresores y a la de calderas puesto que son los lugares en los que hay un nivel sonoro más elevado
- Restricción de acceso a estos lugares al personal mínimo necesario.
- Examen audiométrico de los trabajadores al ingreso, dos meses después del ingreso y periódicamente cada año. Archivo de resultados durante 30 años.
- Repetir la evaluación ambiental anualmente. Archivo de resultados durante 30 años.
- Informar a los trabajadores de la exposición y del riesgo.
- Informar a los trabajadores de los resultados de los controles audiométricos.

2. TALLER DE PRENSAS

La medición realizada durante un periodo representativo (en nuestro caso tres horas) con un dosímetro que además registra el nivel máximo de pico es el procedimiento reglamentario.

Puesto que en el periodo de medida se han excluido las pausas es necesario considerar el tiempo diario real de exposición a ruido para determinar el NRDE

$$NRDE = \text{Nivel Equiv.} + 10 \log (T_{exp}/8) = 93 + 10 \log (7,5/8) = 93-0.1 = 92.9 \text{ dBA}$$

Puesto que el NRDE supera 90 dBA, el programa de prevención en el taller de prensas deberá incluir por lo menos:

- Un programa de medidas técnicas de reducción del ruido.
- Señalización del puesto de trabajo con indicación de la obligatoriedad del uso de protecciones personales.

- Restricción de acceso al taller al personal mínimo necesario.
- Examen audiométrico de los trabajadores al ingreso en el puesto de trabajo, dos meses después del ingreso y periódicamente cada año. Archivo de resultados durante 30 años.
- Repetir la evaluación ambiental anualmente. Archivo de resultados durante 30 años.
- Informar a los trabajadores de la exposición y del riesgo.
- Informar a los trabajadores de los resultados de los controles audiométricos.

Hay que resaltar que el programa preventivo sería el mismo si el nivel de pico superase 140 dB, aunque el NRDE fuese inferior a 90 dBA

3. TALLER DE MANTENIMIENTO

Por tratarse de niveles sonoros variables el único procedimiento admitido por el RD 1316/89 es la medida del nivel equivalente con un sonómetro integrador (o un dosímetro) de tipo 2 o 1 según norma CEI 804, eligiendo un tiempo de medida que sea representativo. En situaciones en que el nivel sonoro es muy variable este periodo debe abarcar toda la jornada tal como ocurre en este caso. Además como el periodo de medición incluye toda la jornada, la lectura del sonómetro integrador o del dosímetro es el valor del NRDE sin que sea necesario realizar ningún cálculo adicional.

La medición debe ser en todos los puestos de trabajo (10 personas), no obstante, si todos ellos son equivalentes, es admisible realizar la medición en un número menor de trabajadores (elegidos al azar) y aplicar técnicas estadísticas para determinar la exposición.

Al existir ruidos de impacto es necesario medir también el nivel de pico de los impactos para comprobar que no se supera el límite de 140 dB de pico.

Por tratarse de trabajos equivalentes una estimación del NRDE de todos los trabajadores es la media de los NRDE obtenidos, esto es NRDE medio: 90,9 dBA.

Hay que resaltar que la validez de esta conclusión se basa en que los trabajos desarrollados por todos los trabajadores son equivalentes, es decir que la diferencia entre el trabajador nº4 (Máximo NRDE) y el nº 6 (Mínimo NRDE) en el día en que se realizó la medición es debida al azar y es perfectamente posible encontrar en otro día resultados individuales distintos, aunque manteniéndose el mismo valor medio.

Si el análisis de las tareas realizadas por cada trabajador muestra que son diferentes, no es correcto tomar la media como indicador de la exposición del conjunto, sino que se deben considerar como puestos de trabajo distintos y evaluarlos separadamente.

4. PROBLEMAS ADICIONALES (Deben omitirse si en la explicación se omite lo relativo a análisis de frecuencias)

4.1. Introducción de una nueva máquina

El primer paso consiste en estimar el nivel sonoro en dBA en el puesto de trabajo del operador a partir del espectro suministrado por el fabricante. La manera más fácil de operar es construir la tabla siguiente:

frec. (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA (dB)	84.0	81.0	73.0	79.0	81.0	80.0	79.0	72.0
Corrección. A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1	-1.1
NPA correg	57.8	64.9	64.4	75.8	81.0	81.2	80.0	70.9

La suma logarítmica de la última fila será el NPA en dBA. $NPA = 10 \log [\sum 10^{(Li/10)}] = 86.0 \text{ dBA}$

Una vez conocido el NPA debido a la máquina, al emplazar la máquina en el taller el nivel sonoro será la suma del ruido producido por la máquina más el nivel sonoro ya existente en ese punto. Lógicamente la suma debe hacerse por el procedimiento habitual de sumar niveles sonoros, esto es:

$$\text{NPA Total} = 10 \cdot \log [10^{(86./10)} + 10^{(87/10)}] = 89.5 \text{ dBA}$$

Conclusión: Aunque la máquina en sí misma no es muy ruidosa, es previsible que al instalarla en el punto elegido del taller el nivel sonoro sea muy próximo, o sobrepase, los 90 dBA y en consecuencia se deba implantar un programa de prevención importante. Es aconsejable buscar otra máquina menos ruidosa, (o disminuir el ruido existente en el taller), para ello busquemos una máquina cuyo nivel sonoro añadido a los 87 dBA ya existentes no sobrepase el valor total de 88 dBA (así tendremos 2 dBA de margen). Esto significa que el Ruido generado por la máquina sola debe ser inferior a la diferencia de 88 y 87 dBA

Aplicando la ecuación de la resta de dB:

$$\text{Nivel máquina} < 10 \log [10^{(88/10)} - 10^{(87/10)}] = 10 \log (1.3 \cdot 10^8) = 81 \text{ dBA}$$

Conclusión: Es necesario que la máquina genere en el puesto del operador un nivel inferior a 81 dBA para que al instalarla en el taller no se supere el nivel de 88 dBA.

4.2. ATENUACIÓN DE UN PROTECTOR AUDITIVO

Para el cálculo del nivel sonoro percibido cuando se utilizan protectores personales es conveniente construir una tabla de cálculo como la siguiente:

frec.(Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NPA(dB)	98.0	101.0	101.0	95.0	93.0	91.0	79.0	75.0
Atenuación	2.0	2.4	8.5	13.6	20.6	26.2	30.6	25.4
Nivel resultante	96.0	98.6	92.5	81.4	72.4	64.8	48.4	49.6
Corrección. A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1.0	-1.1
NPA corregido	69.8	82.5	83.9	78.2	72.4	66.0	49.4	48.5

La suma logarítmica de la última fila será el nivel sonoro percibido en dBA, que resulta ser de 87,1 dBA.

El resultado, aunque correcto, ya que el nivel percibido es inferior a 90 dBA, es mejorable si se busca un protector que tenga una atenuación mayor a frecuencias bajas, en particular a 250 y 500 Hz.

El objetivo óptimo sería utilizar un protector cuyo uso llevase a un nivel percibido inferior a 80 dBA.