

MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN
DE RIESGOS LABORALES



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**“EVALUACIÓN DEL RUIDO EN EL
LABORATORIO Y ANÁLISIS DE LAS
MEDIDAS ATENUADORAS DEL RUIDO”**

POR

ANA ISABEL SÁNCHEZ BERMÚDEZ

Tutor Académico: Vicente Blas Sempere López



**INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER
UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

D Vicente Sempere López, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado "Evaluación del Ruido en el laboratorio y análisis de las medidas atenuadoras del ruido" realizado por la estudiante Dña. Ana Isabel Sánchez Bermúdez,

hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 31/5/2018

Fdo.: Vicente Sempere López
Tutor TFM



INDICE

1. RESUMEN

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Ruido

2.2 Efectos del Ruido

2.3 Medición del ruido

2.4 Control de Ruido

2.5 Ruido en el laboratorio clínico

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

3.2 Objetivos específicos

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Estudio previo de exposición al ruido

4.2 Medidas correctoras

4.3 Valoración de la exposición al ruido

4.3.1 Estructura de la actividad del laboratorio clínico

4.3.2 Selección de la estrategia de medición

4.3.3 Medición

4.3.4 Evaluación de los trabajadores

5. RESULTADOS

5.1 Opinión de los trabajadores

5.2 Medición ruido

5.3 Impacto de las medidas correctoras

6. DISCUSIÓN

6.1 Eficacia de las medidas correctoras

7. CONCLUSIÓN

8. BIBLIOGRAFÍA

9. ANEXO I (CUESTIONARIO TRABAJADORES)

10. ANEXO II (FICHA TÉCNICA DEL TECHO)

1. Resumen

En la actualidad, el ruido es uno de los principales problemas ambientales. La exposición diaria a altos niveles de ruido reduce la capacidad auditiva, y además, puede provocar pérdidas de concentración por parte de los afectados, cansancio e irritabilidad. En un entorno laboral, estas alteraciones pueden afectar al rendimiento del trabajador y a la calidad del trabajo realizado.

En las últimas décadas ha habido un aumento de automatización en los procesos analíticos considerable. El número de analizadores empleados en los laboratorios clínicos es numeroso, lo que provoca importantes niveles de ruido. La evaluación periódica de los niveles de ruido es necesaria para la detección de daños en la salud del trabajador.

Tras una evaluación inicial de ruido en el laboratorio clínico de un Hospital de la Región de Murcia, se realizaron una serie de medidas correctoras con el fin de disminuir los niveles de ruido, y así mejorar el ambiente laboral de los trabajadores. En este trabajo, se ha querido evaluar la eficacia de las medidas atenuadoras realizando una nueva evaluación del ruido en ese mismo laboratorio.

Palabras clave: Ruido, medidas correctoras, laboratorio clínico.

2. Introducción

El proceso en las sociedades desarrolladas conlleva una progresiva mecanización del entorno doméstico, laboral y de ocio. Dicha mecanización facilita enormemente las cosas, pero al mismo tiempo genera algunos efectos añadidos no deseados, entre los que se encuentra el incremento sustancial de los niveles de ruido a los que está expuesta la población.

Mediante su sistema auditivo, el ser humano es capaz de comunicarse de forma hablada y de disfrutar sensaciones tan agradables como escuchar música. Sin embargo, nuestro sistema auditivo no tiene protección natural frente a las agresiones externas en forma de ruido, entendiendo por ruido todo sonido desagradable o no, que puede dañar al órgano de la audición, producir trastornos fisiológicos y psicológicos o perturbar significativamente una actividad.

Los ruidos a los que se está sometido en nuestro entorno desarrollado pueden acabar mermando las facultades de audición. Si son elevados y persistentes, generan hipoacusia o pérdidas precoces de las facultades auditivas en los individuos expuestos. Dichas pérdidas pueden producirse en el ámbito de trabajo, provocando una enfermedad profesional, o fuera de él.

La protección de la capacidad auditiva de los trabajadores ha sido siempre una de las principales preocupaciones y ocupaciones de la higiene industrial en el marco de las sucesivas disposiciones legales que se han promulgado al respecto, en su afán por prevenir las enfermedades profesionales originadas por el ruido.

El primer marco legislativo específico relativo al ruido laboral entró en escena con la aprobación del Real Decreto 1316/89 sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Posteriormente, apareció el RD 286/2006 de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, publicado el 10 de Marzo, y supone la actualización del anterior decreto.

2.1 Ruido

El ruido es un sonido no deseado y molesto. Es el producto de una mezcla de ondas sonoras de distintas frecuencias y distintas amplitudes.

La frecuencia del sonido se define como el número de veces que la onda sonora adquiere el mismo valor por unidad de tiempo. Es decir, el número de veces que vibra una ola sonora por unidad de tiempo. Se expresa en ciclos por segundo, es decir, hercios (Hz). La frecuencia determina el tono del sonido. Los sonidos graves o de baja frecuencia son los que se repiten poco en el tiempo (pocos ciclos por segundo), como por ejemplo un trueno o la bocina de un camión. Los sonidos agudos o de alta frecuencia se repiten más en el tiempo, por ejemplo el producido por un silbato. Estos últimos son más perjudiciales para la salud. El oído humano es capaz de percibir sonidos de frecuencias comprendidas entre 20 y 20.000 Hz

La intensidad corresponde a la fuerza de la vibración, de la alteración que se produce en el aire; se mide en decibelios (dB). El oído humano es capaz de percibir entre 0 dB, umbral de audición, y 140 dB, umbral de dolor. Es importante conocer, que en la escala de medición del sonido, las grandes variaciones de intensidad se reflejan como pequeñas variaciones numéricas.

- Cada vez que aumenta o disminuye el ruido en 3dB, la intensidad del ruido se multiplica o se divide por 2.
- Así, 83 dB “no es casi lo mismo” que el valor inferior de exposición que dan lugar a una acción que son 80dB, sino que es exactamente el doble.
- Medidas que consigan reducir el ruido en 3 dB, en realidad han conseguido que la exposición se reduzca a la mitad.

Así, para dos fuentes sonoras iguales emitiendo a la vez, por ejemplo, a 85dB cada una, el sonido resultante sería de una intensidad de 88 dB, y en general: 2fuente = 1 fuente + 3Db.

Para valorar el riesgo por ruido, además de la intensidad, hay que tener en cuenta el tiempo de exposición. Por ello, los límites de exposición se fijan para 8 horas diarias. De esta forma, desde el punto de vista del riesgo, podemos decir que: $dB+3 = \text{Tiempo} /2$.

Según la periodicidad que presente, se pueden diferenciar varios tipos de ruido (NTP 270):

- **Ruido estable:** Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece constante a lo largo del tiempo. Se considerará que se cumple tal

condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea inferior a 5 dB. Un ejemplo de este tipo de ruido es el producido por un ventilador o un compresor.

- **Ruido fluctuante:** Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB
 - o **Ruido periódico.** : Cuando la variación de nivel sigue una cadencia cíclica. Un ejemplo podría ser el ruido de una sierra de cinta o máquina/herramienta en la que se distinguen claramente las fases del ruido correspondientes al funcionamiento en vacío y durante el trabajo.
 - o **Ruido aleatorio:** El nivel de presión acústica varía aleatoriamente a lo largo del tiempo, sin seguir ningún patrón definido. Este es el tipo de ruido que se puede encontrar en un taller de reparaciones mecánicas.
- **Ruido de impacto o impulsos:** Aquel cuyo nivel de presión acústica presenta picos de alta intensidad y duración inferior a un segundo que decrecen exponencialmente con el tiempo. Un ejemplo de este ruido es el generado por golpe de martillo o una herramienta.

2.2 Efectos del Ruido

Un ruido excesivo nos afecta de forma negativa, origina daños no solamente a los órganos de audición, sino también a nuestro organismo en general.

Cuando nos referimos a los efectos perjudiciales del ruido, hay que considerar tres factores:

- La "calidad" del ruido, que viene determinada por su intensidad y frecuencia
- La sensibilidad del individuo, que depende del estado de salud, edad, sexo, etc...
- La duración de la exposición

Dentro de los efectos que el ruido puede provocar en las personas, encontramos los *efectos fisiológicos*. La exposición prolongada a ruidos puede suponer riesgo de pérdida de audición. Los niveles excesivos de ruido lesionan ciertas terminaciones nerviosas del oído. Las fibras nerviosas encargadas de transmitir al cerebro ruidos de frecuencia 4000 Hz son las primeras en lesionarse, continuando progresivamente el resto. El individuo es consciente de esta pérdida irrecuperable cuando son afectadas las frecuencias conversacionales, lo que le perjudica su relación con los demás.

Además de los problemas de audición, la exposición al ruido en el puesto de trabajo puede provocar otros problemas, como por ejemplo:

Sistema afectado	Efecto
Sistema Nervioso Central	Hiperreflexia y alteraciones en el EEG
Sistema Nervioso Autónomo	Dilatación pupilar
Aparato Cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardíaca, e hipertensión arterial (aguda)
Aparato Digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal
Sistema Endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato Respiratorio	Alteraciones del ritmo
Aparato Reproductor - Gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, prematuridad, riesgos auditivos en el feto
Órgano de la Visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato Vestibular	Vértigos y nistagmus

Tabla 1: Efectos del ruido a nivel sistémico

- a) Elevados niveles de ruido pueden provocar trastornos del sueño, irritabilidad y cansancio.
- b) Disminución del nivel de atención y aumento del tiempo de reacción del individuo frente a estímulos diversos por lo que favorece el crecimiento del número de errores cometidos y, por lo tanto, de accidentes.

El riesgo de pérdida auditiva empieza a ser significativo a partir de un nivel ($L_{Aeq,d}$) equivalente diario de 80 dBA suponiendo varios años de exposición.

El $L_{Aeq,d}$ es el promedio diario del nivel de presión sonora asignable a un puesto de trabajo, en decibelios "A" (dBA). El dBA es la unidad en la que se mide el nivel de ruido (presión sonora) en la escala de ponderación A, mediante la cual el sonido que recibe el aparato medidor es filtrado de forma parecida a como lo hace el oído humano

Otros efectos que el ruido puede causar son los de tipo *psicológico*. El ruido es uno de los pocos estímulos que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa (no es un miedo aprendido). Ente los efectos psicológicos (que se acompañan normalmente de síntomas físicos) podemos destacar:

- Perturbación del reposo y descanso.
- Alteraciones del sueño nocturno.
- Disminución de la capacidad de concentración.
- Malestar, ansiedad, irritabilidad, estrés.

Estos efectos van a alterar la vida social de la persona y, visto desde una perspectiva global del modo de enfermar, pueden modificar sus relaciones con el entorno. La relación entre la intensidad del sonido y la sensación de molestia es subjetiva y se expresa en la **Tabla 2**.

Nivel de Db	Valoración (subjetiva)
30	Débil
50-60	Moderado
70-80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecedor
130	Umbral de sensación dolorosa

Tabla 2: Intensidad del ruido en dB y valoración subjetiva de su percepción

Los efectos psicológicos que el ruido produce dependen de:

- la actitud del sujeto;
- la sensibilidad personal;
- la evaluación personal de las posibilidades de reducirlo;
- la actitud del sujeto respecto al tipo y condiciones del puesto de trabajo;
- el momento de la jornada.

Por último, cabe destacar el *efecto de encubrimiento* que el ruido tiene sobre la comunicación. Un ruido intenso no deja al oído registrar otros sonidos importantes como la conversación o señales de peligro, es decir, provoca una interferencia de la comunicación.

El proceso de comunicación verbal depende de parámetros físicos como son:

- el nivel de presión sonora, distribución de frecuencias y tiempo;
- las condiciones del local;
- la distancia entre locutor y oyente, así como la existencia de contacto visual entre ellos;
- la utilización o no de protección auditiva.

Asimismo, influirán una serie de parámetros personales:

- El estado auditivo del oyente.
- La existencia de señales verbales efectivas (claridad de articulación, esfuerzo vocal).
- El conocimiento y familiaridad con el mensaje.
- Las motivaciones de los sujetos (expectativas, fatiga, estrés).

La existencia de un nivel de ruido, fondo sonoro, puede dificultar la comprensión del mensaje verbal, con la importancia que esto puede tener tanto para la propia seguridad como para el proceso productivo (14, msc, ruido). La disminución del nivel de atención y aumento del tiempo de reacción del individuo frente a estímulos diversos favorece el crecimiento del número de errores cometidos y, por lo tanto, de accidentes.

Las alteraciones en el desarrollo de tareas producidas por el ruido están influidas por factores como el tipo de ruido (continuo o intermitente) o la frecuencia este (mayor de 2.000 Hz). También influyen características de la persona y de la propia tarea. Existen diferentes niveles de complejidad o de demanda mental y auditiva en función de la tarea a realizar.

2.3 Medición del ruido

El primer paso para garantizar la seguridad y la salud de los trabajadores es la identificación y valoración del ruido en la empresa, para poder tomar medidas correctoras y preventivas oportunas.

La acción preventiva en la empresa se planifica siempre a partir de la evaluación de riesgos, que es el proceso que permite obtener la información necesaria sobre los riesgos existentes para adoptar las acciones preventivas necesarias. En la evaluación

de riesgos deberá constar si existe riesgo por exposición a ruidos elevados o no, y según lo que determine se deberán realizar mediciones para valorar el nivel sonoro.

En el ámbito laboral, en cuanto al ruido, se deberán tener presente el RD. 286/2006, sobre la protección de los trabajadores ante los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo donde se establecer las disposiciones mínimas en materia de protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y salud que puede originarse por la exposición al ruido, en particular los riesgos para el oído.

Los métodos e instrumentos que se utilicen deben permitir la determinación del

- **Nivel de presión acústica**, L_p : El nivel, en dB, dado por la siguiente expresión:

$$L_p = 10 \lg \left(\frac{P}{P_0} \right)^2$$

donde P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales) y P es el valor eficaz de la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

- **Nivel de presión acústica ponderado A**, L_{pA} : Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \lg \left(\frac{P_A}{P_0} \right)^2$$

donde P_A es el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en pascales.

- **Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A**, $L_{Aeq,T}$: El nivel, en dB A, dado por la expresión: donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 \cdot dt \right]$$

- **Nivel de exposición diario equivalente, LAeq,d:** El nivel, en dB A, dado por la expresión: donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

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

-

Si un trabajador está expuesto a «m» distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel de exposición diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones: donde LAeq,Ti es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto Ti horas por día, y (LAeq,d)i es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido.

- **Nivel de exposición semanal equivalente, LAeq,s:** El nivel, en decibelios A, dado por la expresión: donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y LAeq,di es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i».

$$L_{Aeq,s} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0,1 \cdot L_{Aeq,di}}$$

- **Nivel de pico, Lpico:** Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión: donde Ppico es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascales) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales).

$$L_{pico} = 10 \lg \left[\frac{P_{pico}}{P_0} \right]^2$$

Los valores de exposición que generan una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en el artículo 5 del Real Decreto y son los siguientes (**Tabla 3**):

Valores del RD 286/2006 de exposición al ruido	Nivel de exposición diaria (LAeq,d)	Nivel de pico (Lpico)
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 3. Valores del RD 286/2006 de exposición al ruido.

Para aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido se debe tener en cuenta la atenuación que proporcionan los protectores auditivos individuales utilizados por parte de los trabajadores. Para los valores de exposición que generan una acción no se tienen en cuenta los efectos causados por los protectores mencionados.

El nivel de exposición diario equivalente LAeq,d = 87 dB(A) no debe ser excedido en ninguna jornada laboral. Por ello, si a pesar de todas las medidas adoptadas para eliminar o reducir en lo posible el riesgo por exposición al ruido, hubiera valores por encima de los límites de exposición, el empresario deberá:

- Tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límites de exposición.
- Determinar las razones de la sobreexposición.
- Corregir las medidas de prevención y protección, para evitar la reincidencia de sobre-exposición.
- Informar a los delegados de prevención de tales circunstancias.

En la siguiente tabla (**Tabla 4**), según el ruido máximo que exista en el lugar de trabajo, se calcula cual es el tiempo máximo al que se puede estar expuesto en los diferentes niveles. (Artículo 8 del RD 286/2006)

TIEMPO MÁXIMO DE EXPOSICIÓN AL RUIDO PARA ALCANZAR UN NIVEL EQUIVALENTE DIARIO DE 87 dB(A)	
L_{Aeq,T} en dB(A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	1/2 hora
102	1/4 hora
105	71/2 minutos
112	11/2 minutos
117	1/2 minuto
120	15 segundos

Tabla 4. Tiempo máximo de exposición al ruido

Los instrumentos de medida utilizados para determinar niveles de ruido son los sonómetros, sonómetros integradores – promediadores y los dosímetros.

El sonómetro es un instrumento que mide la presión acústica en cada momento, aplicando filtros y ponderaciones al resultado para asimilarlo al escuchado por el oído humano (**Figura 1** y **Figura 2**). Se emplea fundamentalmente para la medida del nivel de presión acústica ponderado A (LpA) del ruido estable. La lectura promedio se considerará igual al Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (L_{Aeq,T}) de dicho ruido. Los sonómetros se clasifican según la Norma IEC 61672 según su grado de precisión, en los siguientes tipos (en base a las normas internacionales):

- Tipo 0: Se utiliza en laboratorios para obtener niveles de referencia. Es el más preciso (menor incertidumbre).
- Tipo 1: permite el trabajo de campo con precisión (Incertidumbre $\pm 0,7$ dB)
- Tipo 2: permite realizar mediciones generales (Incertidumbre $\pm 1,5$ dB)
- Tipo 3: es el menos preciso y solo permite realizar mediciones aproximadas, por lo que se utiliza para realizar reconocimiento.

Los sonómetros están formados por los siguientes elementos:

- Un micrófono: convierte las variaciones de presión de las ondas sonoras en una tensión eléctrica equivalente proporcional a la presión. Es el componente

- principal del sonómetro y condiciona el resto de sus funciones. Suele ir protegido por una espuma de poliuretano para evitar el deterioro
- Componentes eléctricos y electrónicos: amplifican y procesan las señales, retienen resultados, etc.
 - Uno o varios filtros: conjunto de filtros eléctricos cuya respuesta simula la respuesta auditiva humana. redes de ponderación de frecuencia.
 - Un detector de señal (Convertidor): encargado de obtener el valor de pico de una señal.
 - Una pantalla: visualizador analógico o digital que muestra los resultados.
 - Una carcasa de protección: equipada con varios mandos y, en ocasiones, salidas para conectar el sonómetro a otros aparatos.

El sonómetro integrador-promediador, con respecto al anterior, tiene la ventaja de que permite variar el tiempo de medida desde segundos hasta horas. Podrán emplearse para la medición del LAeq,T de cualquier tipo de ruido.



Figura 1. Sonómetro de clase 1 (izquierda) y sonómetro de clase 2 (derecha)

El dosímetro personal es un medidor personal de exposición al ruido. Se recomiendan cuando los trabajadores se mueven en ambientes acústicos muy diversos durante la jornada laboral porque el trabajador puede llevarlo consigo. Podrá ser utilizado en la medición del nivel de exposición diario equivalente.

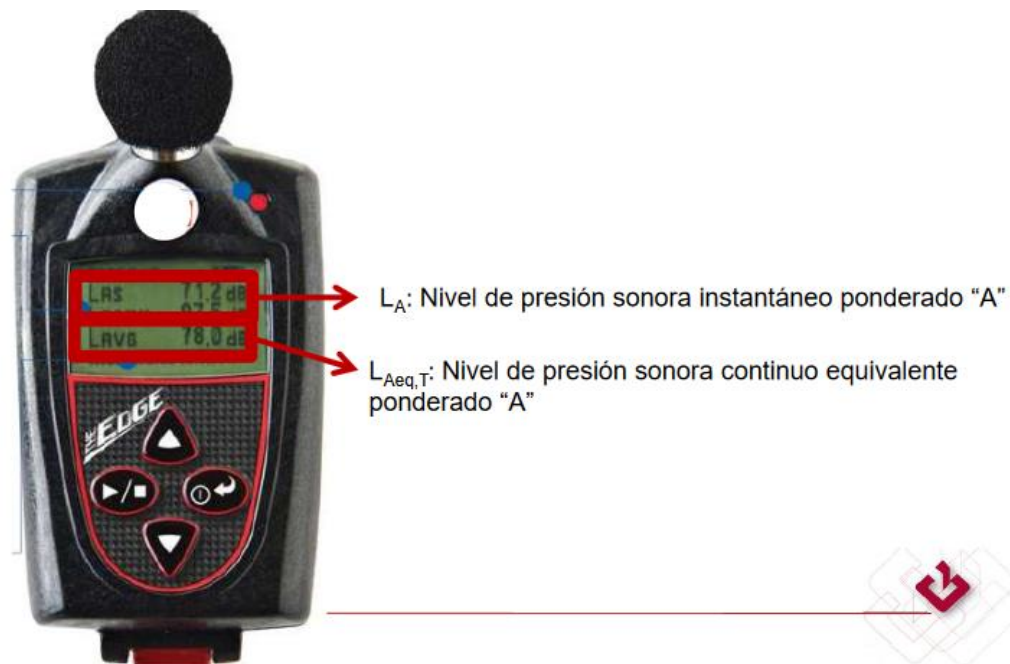


Figura 2. Dosímetro personal

La evaluación y la medición mencionada se deben efectuar cada año, como mínimo, en los puestos de trabajo en los que se superan los valores máximos de exposición que generan una acción, o cada tres años cuando se sobrepasan los valores inferiores de exposición que generan una acción.

La evaluación de riesgos, la podrá realizar un técnico con la formación de nivel intermedio, excepto cuando se deba establecer una estrategia de medición o sea necesario llevar a cabo una interpretación o aplicación no mecánica de los criterios de evaluación, casos en los que será imprescindible disponer de la formación de nivel superior en la especialidad de Higiene Industrial.

Existen Normas Técnicas de Prevención (NTP), que aunque no tienen carácter legislativo, son documentos oficiales publicados por el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo* donde se unifican criterios que no se encuentran suficientemente desarrollados en los anexos de los diferentes textos legislativos. Las Normas Técnicas de Prevención sirven como guías técnicas para realizar acciones marcadas por los documentos legislativos. En la siguiente tabla se enumeran las NTP relacionadas con el ruido en el trabajo (**Tabla 5**).

NTP N ^o	Título
NTP-270	Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos
NTP-284	Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea
NTP-285	Audiometría tonal liminar: vía ósea y enmascaramiento
NTP-287	Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico
NTP-366	Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad
NTP-503	Confort acústico: el ruido en oficinas
NTP-638	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos
NTP-950	Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición
NTP-951	Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias
NTP-952	Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación
NTP-960	Ruido: control de la exposición (I). Programa de medidas técnicas o de organización

Tabla 5. NTP relacionadas con el ruido en el trabajo

2.4 Control de Ruido

Para poder alcanzar una disminución en la exposición al ruido se pueden adoptar tanto medidas técnicas, encaminadas a disminuir el ruido, como medidas organizativas destinadas a disminuir la exposición del trabajador, siendo siempre las de elección prioritaria aquellas que disminuyen el ruido en el origen.

Entre las *medidas técnicas* podemos distinguir las actuaciones en función del objetivo sobre el que se tomen.

1. Actuación sobre el foco de emisión: Estas actuaciones suele ser las más eficaces y las menos costosas.
 - Selección los equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido. La Unión Europea ha dictado directivas que obligan a los fabricantes de máquinas a facilitar la información sobre el ruido emitido, y, en determinados casos, limitan las emisiones sonoras de las mismas. El Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las

emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas al aire libre y el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, son trasposiciones al ordenamiento jurídico español.

- Reducir el ruido de impacto.
 - Evitar fricciones.
2. Actuación sobre el medio: aunque normalmente la vía de transmisión más importante del ruido es la aérea, no debe olvidarse que, en ocasiones, también puede transmitirse a través de las estructuras del edificio o cuerpos sólidos en general. Para reducir el ruido aéreo procedente de la fuente o debido a reflexiones en paredes, techo, suelo, etc, se puede recurrir a:
- Uso de recubrimientos absorbentes del sonido en los paramentos del local.
 - Aislar la fuente emisora del ruido mediante cerramientos.
 - Colocación de barreras entre el foco emisor y las personas expuesta.
 - Distribución adecuada de las maquinas (alejadas de zonas donde pueda producirse reflexión).

La transmisión del ruido por cuerpos sólidos puede reducirse, por ejemplo, mediante el empleo de amortiguamiento y aislamiento de las maquinas al suelo (conexiones flexibles).

3. Actuación sobre el receptor:
- Instalación de cabinas insonorizadas si el aislamiento de la máquina no es posible o resulta insuficiente para reducir el nivel de ruido hasta valores aceptables.
 - Utilización de equipos de protección individual de protección auditiva adecuados.

Dentro de las *medidas organizativas* se encuentran las siguientes actuaciones:

1. Programas adecuados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo. Con el paso del tiempo, los equipos de trabajo suelen convertirse en equipos más ruidosos, así, el programa de mantenimiento debe incluir actuaciones como engrasar y lubricar regularmente las máquinas para evitar fricciones, equilibrarlas dinámicamente, sustituir las piezas desgastadas y alinear adecuadamente los engranajes y cojinetes

2. Limitar la duración e intensidad de la exposición. Reducir el tiempo de exposición individual, sin modificar el nivel de ruido ni el tiempo durante el que se emite, exige establecer algún tipo de rotación entre los trabajadores.
3. Ordenación adecuada del tiempo de trabajo.
 - Realización de los trabajos ruidosos en las horas en que existan menos trabajadores expuestos.
 - Organizar el trabajo de modo que, si es posible, se alternen tareas ruidosas con otras que no se produzca exposición al ruido.
4. Concepción y disposición de los lugares de trabajo
 - Disponer los equipos emisores de ruido teniendo en cuenta la ubicación habitual de los trabajadores, alejando, siempre que sea posible, a los trabajadores de los equipos más ruidosos.
 - Organizar el trabajo de tal forma que sólo estén expuestos a las operaciones más ruidosas aquellos trabajadores que realicen dicha tarea.
5. Señalización: la comparación del valor de exposición con los valores de referencia determinará si es preceptiva la señalización de la obligatoriedad del uso de la protección auditiva. Además, si se sobrepasan los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, cuando sea posible, se colocarán señales de advertencia que informen del riesgo de exposición al ruido y se limitará el acceso a la zona.
6. Información y formación a los trabajadores. Los trabajadores expuestos deben recibir información y formación relativa a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre la naturaleza de tales riesgos, sus consecuencias, las medidas tomadas para eliminar o reducir al mínimo posible los riesgos derivados del ruido, los valores de referencia, los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido, el uso y mantenimiento correcto de los protectores auditivos, criterios para que el propio trabajador pueda detectar indicios de pérdida auditiva, circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud y su finalidad y prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición.
7. Vigilancia de la salud. El empresario debe garantizar la vigilancia de la salud de los trabajadores en función de los riesgos inherentes al trabajo.
 - Reconocimiento inicial. Facilitará el seguimiento de la salud del trabajador y proporcionará información suficiente para detectar a trabajadores sensibles.
 - Reconocimiento médico periódico. La comparación del valor de exposición con los valores de referencia determinará la periodicidad del

reconocimiento. No obstante puede ser necesario un incremento en la frecuencia de reconocimientos si se detecta una especial o en circunstancias de exposición atípicas o de difícil evaluación.

2.5 Ruido en el laboratorio clínico

Como hemos comentado al principio de este trabajo, los avances tecnológicos se hacen presentes en el campo de los laboratorios clínicos. En las últimas décadas ha habido un aumento de automatización en los procesos analíticos considerable. El número de analizadores empleados en el laboratorio es numeroso, lo que provoca importantes niveles de ruido. La evaluación periódica de los niveles de ruido es necesaria para la detección de daños en la salud del trabajador. El ruido puede afectar a la capacidad auditiva de los trabajadores, pero también puede causar efectos sobre su estado de concentración en el trabajo, lo que puede ser causa de errores y accidentes laborales.

Un parámetro fundamental de los resultados de un laboratorio clínico es la calidad analítica. Las condiciones en las que se encuentra la maquinaria y las condiciones laborales de los trabajadores son factores de los que depende esa calidad. Para un rendimiento adecuado que garantice la calidad analítica se deben realizar un mantenimiento periódico de los equipos así como garantizar unas condiciones de los trabajadores adecuadas.

La identificación de los riesgos a los que están expuestos los trabajadores un punto fundamental para prevenir los accidentes laborales y errores analíticos. La evaluación del ruido como un riesgo laboral conduce a la toma de medidas que lo disminuyan o lo eliminen del lugar de trabajo.

Este trabajo surge tras una evaluación previa que se realizó del ruido como factor de riesgo en el laboratorio clínico en 2015, y como necesidad de validación de las medidas adoptadas para la disminución de ruido en el laboratorio. Además, el cambio de las condiciones de trabajo debido a la sustitución de unos analizadores por otros de modelo diferente y el cambio en la disposición espacial de estos analizadores en el laboratorio, hace necesario una nueva evaluación del ruido al que están expuestos los trabajadores.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Conocer y aplicar los criterios para realizar una correcta evaluación de riesgos higiénicos por exposición a ruido laboral.

3.2 Objetivos específicos

- Estudiar el grado de cumplimiento de la normativa referente al ruido laboral.
- Valorar el efecto del cambio de maquinaria y de disposición estructural del laboratorio en los niveles de ruido.
- Verificación de la eficacia de las medidas atenuadoras adoptadas tras una valoración inicial del ruido en el laboratorio.



4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 Estudio previo de exposición al ruido

Los instrumentos esenciales para la gestión y aplicación del Plan de prevención de riesgos laborales de una empresa son la evaluación de riesgos y la planificación de la actividad preventiva. Esta planificación debe permitir implantar las medidas pertinentes para evitar o reducir la exposición a los riesgos detectados previamente en la evaluación. En el artículo 4.2 del Real Decreto 286/2006 se hace referencia a un programa de medidas técnicas o de organización (PMTO) que debe llevarse a cabo de forma obligatoria cuando la exposición al ruido en un puesto de trabajo sobrepase los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.

En este caso, partimos de un estudio previo de diagnóstico, donde se obtuvieron unos valores de exposición al ruido inferiores a 80 dB (A), por lo tanto, son inferiores a los valores que marca el RD 262/2006 a partir de los cuales se debe realizar una acción. Sin embargo, teniendo en cuenta que el trabajo que se realiza en esta área del laboratorio requiere una concentración aceptable, se tuvo en cuenta lo que marca la legislación en cuanto al ruido en tareas de oficina o que requieren concentración. El Real Decreto establece que el nivel aceptable de ruido estable en tareas de oficina debe encontrarse por debajo de los 55 dBA y si se requiere mucha concentración por debajo de los 45 dBA. Puesto que en nuestro caso, nos encontramos por encima de esos niveles, y estos producen una molestia en los trabajadores, el RD 286/2006 recomienda adoptar algunas medidas para controlar los niveles de ruido perturbadores. (tb norma une-iso ...)

Además, en esta evaluación previa para conocer la situación de los trabajadores se utilizó un cuestionario elaborado por el INSHT llamado "Ruido: Evaluación y Acondicionamiento ergonómico". Con este cuestionario se valoró el ruido en el laboratorio por los trabajadores como molesto y que interfería en la comunicación y en el trabajo diario.

Finalmente se concluyó que en el laboratorio había un disconfort acústico y se recomendó realizar alguna medida correctora que disminuya este ruido.

4.2 Medidas correctoras

De acuerdo con los principios de la acción preventiva, señalados en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), la solución prioritaria frente a una exposición excesiva a ruido elevado es la eliminación de la fuente que causa el riesgo. Si esto no es posible, o no es razonablemente practicable, se debe minimizar la exposición implantando medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

Unas de las acciones correctoras realizadas tras el estudio de exposición al ruido tuvieron lugar sobre los analizadores. Hubo un cambio tanto en la distribución de los equipos como en la disposición espacial de los analizadores en el laboratorio. En la **figura 3** se muestra como estaban distribuidos los equipos en la evaluación inicial. En la **figura 4** se muestra la disposición actual de los equipos en el laboratorio.

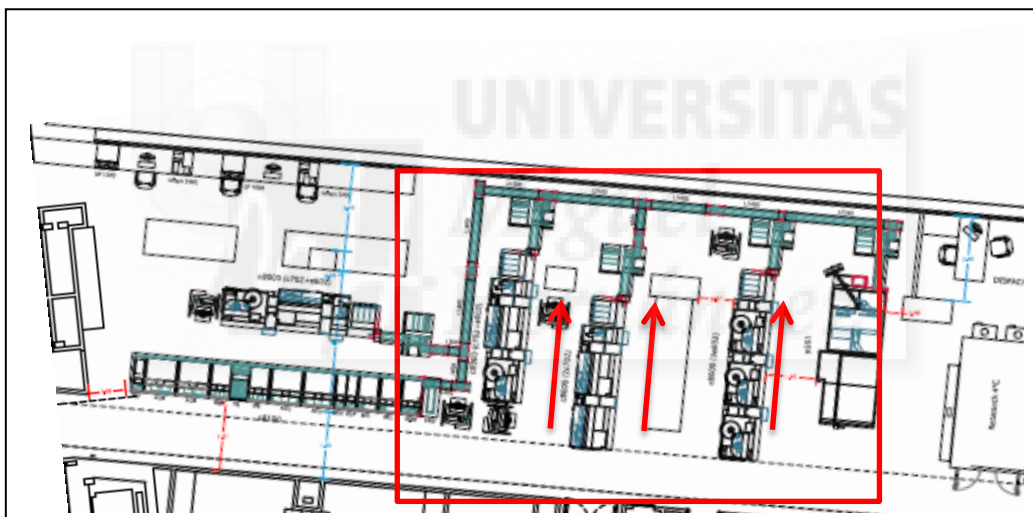


Figura 3. Plano del laboratorio en la evaluación inicial. 2015

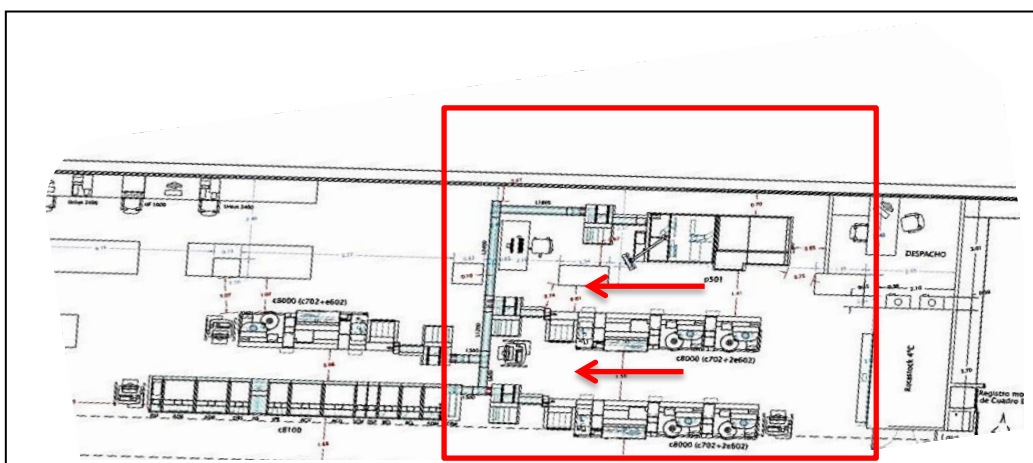


Figura 4. Plano del laboratorio actual. 2018

Otra de las medidas realizadas se centró sobre el lugar de trabajo. Se mejoró el acondicionamiento acústico del laboratorio mediante el revestimiento del techo con un material fonoabsorbente. Se sustituyeron las placas de escayola del techo por paneles a base de virutas de madera de 1,5mm aglomeradas con cemento blanco. Estas placas proporcionan corrección térmica y mejoran el aislamiento frente al ruido. En el Anexo II se encuentra la ficha técnica del material.

4.3 Valoración de la exposición al ruido

Para comenzar este análisis se debe proceder en primer lugar a la localización de las fuentes de ruido. Es importante identificar a los trabajadores más expuestos y estimar su nivel de exposición. Normalmente los propios trabajadores podrán indicar cuáles son esas fuentes.

A continuación se debe determinar qué factores definen que el ruido sea molesto, afecte a la concentración o interfiera en la comunicación. En ocasiones, el problema es debido a la existencia de niveles de presión sonora elevados, por lo que la medición de ruido continuo equivalente sería suficiente. En otros casos, las mediciones del ruido deben cumplimentarse con el estudio de aspectos físicos para determinar el grado de molestia que ocasiona el ruido. En estos casos tendríamos en cuenta el tipo de tarea, el grado de distracción que supone el ruido o la actitud de las personas frente al ruido.

En el siguiente esquema se describe el procedimiento que se va a seguir para la valoración de la exposición al ruido en el laboratorio (**Figura 5**).

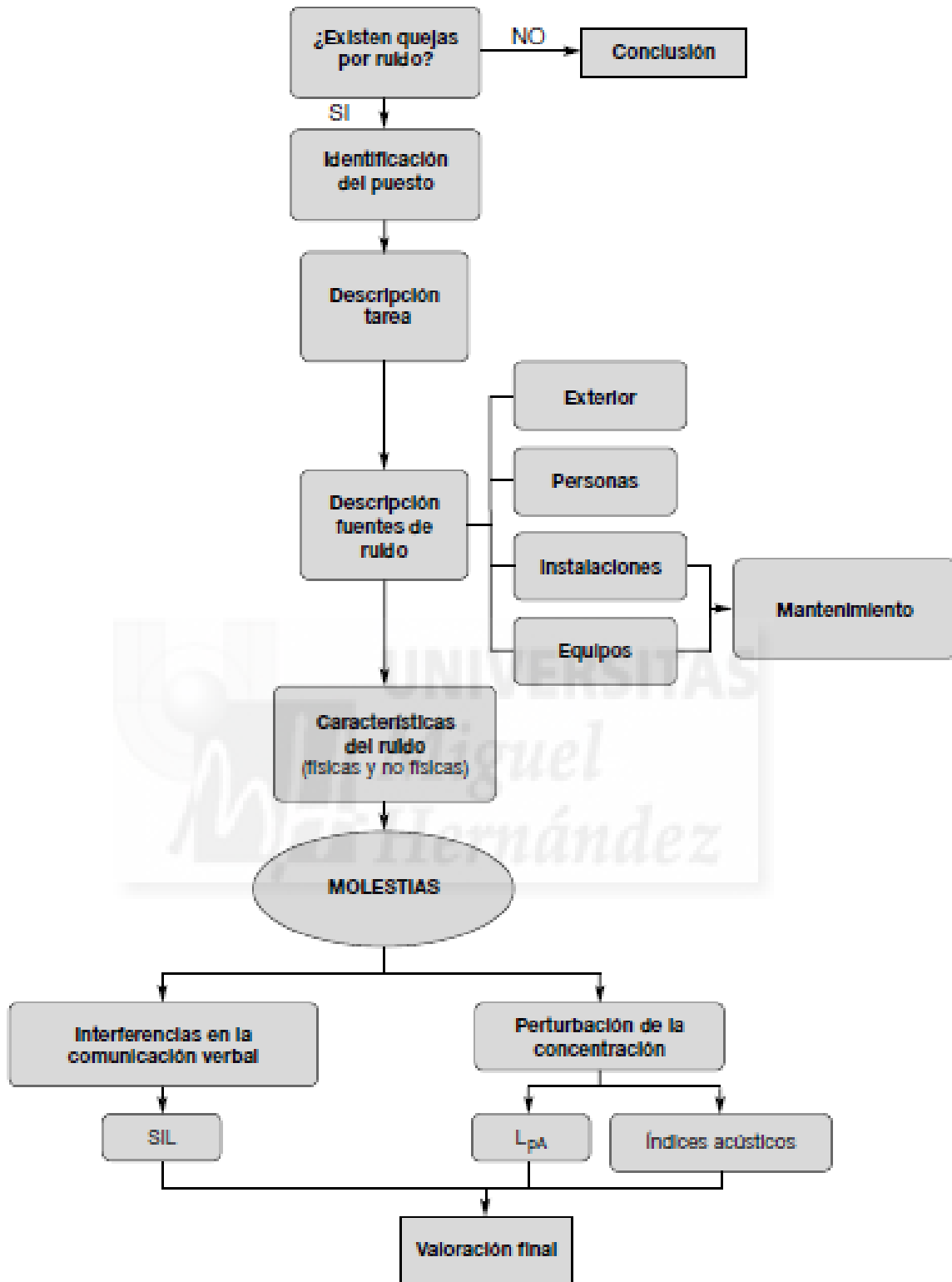


Figura 5. Esquema de procedimiento

4.3.1 Estructura de la actividad del laboratorio clínico

➤ Descripción de la actividad

En el laboratorio clínico se procesan 1500 muestras de sangre de pacientes al día. Las muestras pueden proceder de pacientes ingresados en el hospital, pacientes de consultas externas y pacientes de centros de salud periféricos. El horario de trabajo es de lunes a viernes de 8:00 a 15:00 horario ordinario.

➤ Descripción del centro de trabajo

La superficie del laboratorio es de 190 m² y la altura de 2,30. Todo situado en una misma planta. Los equipos de los que se dispone en este espacio son: 3 analizadores de bioquímica, 5 de inmunoquímica, 2 analizadores de urianálisis, un modular preanalítico y una nevera automática.

Una de las paredes del laboratorio está provista de ventanas con acristalamiento simple, otra de las paredes se encuentra prácticamente cubierta por un armario metálico y las otras dos no tienen ningún elemento. Estas dos últimas así como el suelo están formados por lozas de azulejos. El techo posee placas de escayola.

Dentro de las fuentes de ruido en el laboratorio de análisis clínicos podemos destacar elementos mecánicos como centrifugas, autoanalizadores e impresoras. Además, durante el trabajo diario se mantiene conversaciones. Los trabajadores se encuentran expuestos a estos ruidos durante el tiempo que se procesan muestras de sangre y orina, que generalmente es toda la jornada.

➤ Descripción de los puestos de trabajo

El siguiente plano muestra delimitado en rojo, el área del laboratorio sobre la que vamos a trabajar. Con círculos azules se muestran numerados los diferentes puestos de trabajo (**Figura 6**).

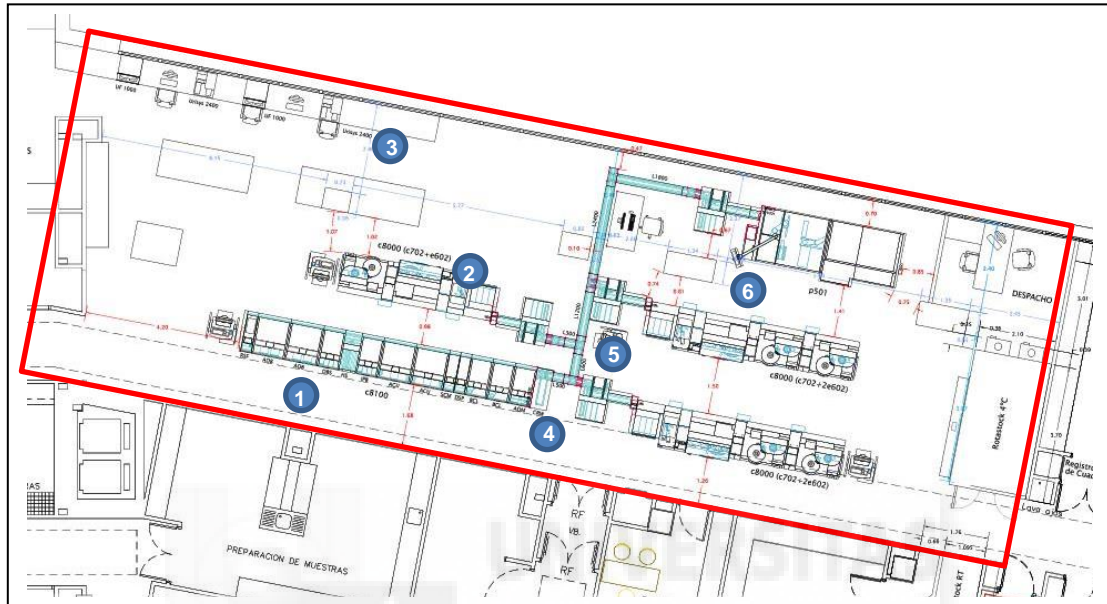


Figura 6. Plano del laboratorio

Puesto 1: preanalítica

Este puesto se sitúa en un espacio entre el analizador preanalítico (C 8100) y una mesa de trabajo donde se sitúa el material para recargar el analizador y las muestras de sangre que hay que procesar (**Figura 7**).

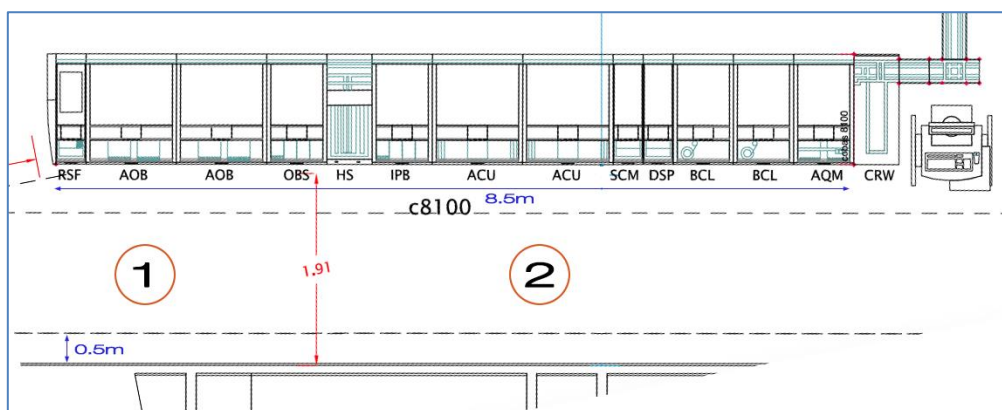


Figura 7: Zona de trabajo del puesto 1

La mesa de trabajo tiene 0,5m de anchura. El espacio entre el analizador y la pared es de 1,68m. Por tanto, el área de trabajo queda con una anchura de 1,18m, que multiplicada por los 8,5m de largo que tiene el analizador resulta una superficie total de 10,03 m². En esta área de trabajo se encuentran 2 trabajadores (1 y 2).

La tarea de los trabajadores en este puesto, es la de introducción de muestras en el modular preanalítico a través de la estación de entrada y recogida de muestras de la estación de salida, reposición de consumibles, donde hay que reponer tanto puntas, como racks, tapones, etiquetas en diferentes módulos y también eliminar los desechos de tapones que genera el modular y resolución de las incidencias que se dan en las muestras y en el propio modular analítico. Esta es una tarea que se realiza a lo largo de toda la jornada de trabajo, desde que llega al laboratorio el primer tubo de sangre hasta que se procesa el último, parando la media hora del almuerzo.

El analizador preanalítico (**Figura 8**) es una colección de módulos interconectados para procesamiento y transporte de muestras de sangre de pacientes. El sistema puede centrifugar las muestras (si estas no se han centrifugado previamente en la parte de recepción de muestras), retirar e insertar los tapones de los tubos de muestra, aplicar etiquetas de código de barras a los tubos secundarios (alícuotas), y preparar alícuotas a partir de las muestras primarias. Posteriormente clasifica las muestras para su análisis en línea o fuera de línea. El sistema transporta las distintas muestras individuales entre los módulos a través de correas, y las muestras que procesa en línea las transporta a los diferentes analizadores conectados utilizando racks de 5 muestras a través de cintas transportadoras. En cada uno de los módulos encontramos unos brazos robóticos que sirven para coger los tubos de manera individual, destaponar, taponar, o realizar alícuotas.

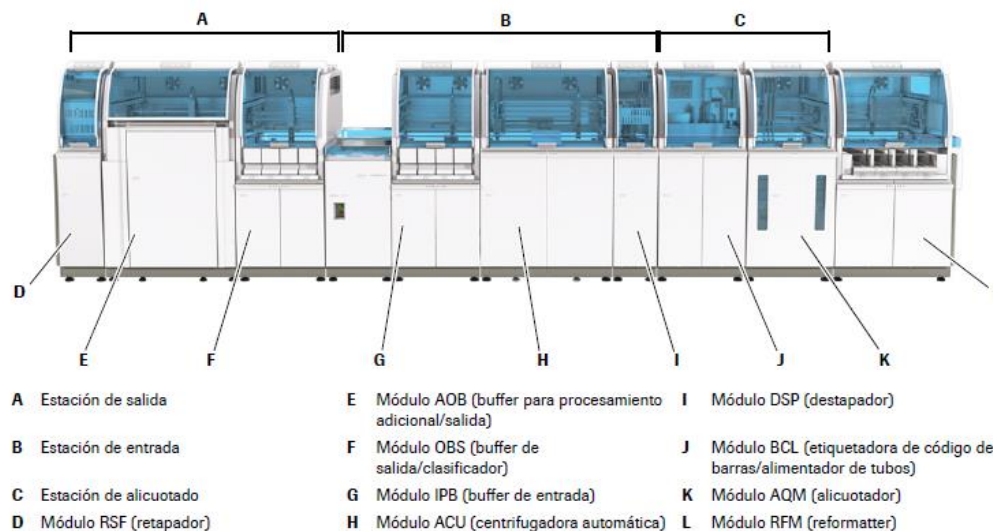


Figura 8: modular preanalítico

El analizador preanalítico cumple con la directiva Europea de productos sanitarios para diagnósticos IVD 98/79/CE.

La principal fuente de emisión de ruido es la que proviene del analizador preanalítico que produce al procesar los tubos de sangre. Este ruido es continuo ya que depende de las muestras que se van introduciendo en el analizador preanalítico, y estas están continuamente llegando a lo largo de toda la jornada de trabajo. Hay que tener en cuenta que los diferentes módulos trabajan a la vez y tienen un flujo continuo de muestras. El ruido producido en este modular preanalítico es la suma del ruido producido por el avance de las distintas cintas transportadoras y del ruido producido por el movimiento, al mismo tiempo, de cada uno de los brazos robóticos de los distintos módulos.

Puesto 2. Urgencias

Este puesto se sitúa en la parte trasera del analizador preanalítico (que es donde se encuentran las diferentes cintas transportadoras) y en él se maneja un analizador de bioquímica e inmunoquímica (c8000) donde se realizan las muestras del laboratorio de urgencias (**Figura 9**).

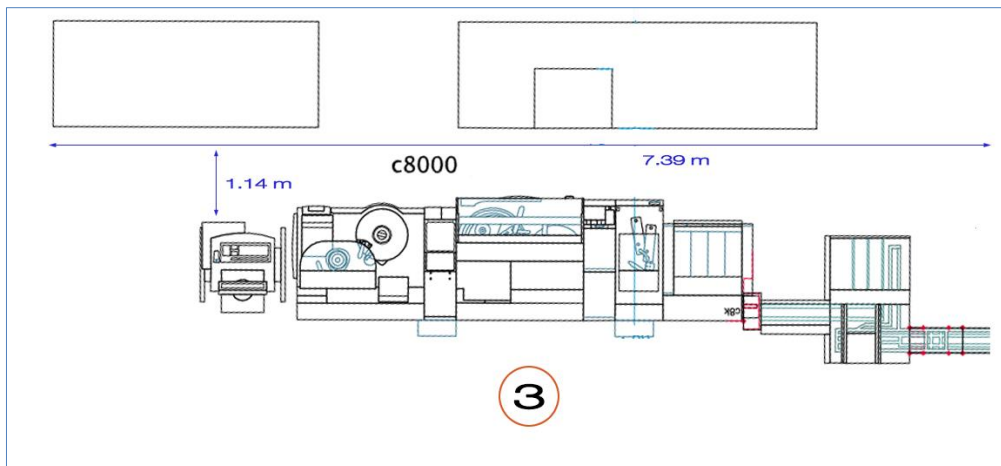


Figura 9: Zona de trabajo del puesto 2.

El área de esta zona de trabajo es de $7,39\text{m} \times 1,14\text{m} = 8,43\text{m}^2$, y en ella se encuentra un solo trabajador (3).

La tarea de este puesto de trabajo, es la de procesamiento de controles y muestras en el analizador, sacar las muestras finalizadas de la zona de salida y en un ordenador situado en ese puesto revisar las muestras que salen y una vez finalizadas archivarlas en bandejas de forma manual. También se revisan las diferentes alarmas que se producen en el analizador y se reponen los consumibles que va solicitando el analizador.

Este analizador tiene un módulo de entrada manual, a través del cual se introducen las muestras colocadas en racks y el analizador las introduce para su procesamiento a través de cintas transportadoras y haciéndose uso de palas que van empujando el rack hacia las diferentes zonas del analizador. Además en este analizador, también se derivan de forma automática alícuotas que proceden del modular preanalítico. Dentro del analizador encontramos diferentes brazos que se encargan de pipetear las muestras y los reactivos (**Figura 10**). El continuo movimiento tanto de las cintas transportadoras, palas y pipetas genera un ruido continuo a lo largo de la jornada laboral. Según las especificaciones técnicas de la marca Roche Diagnostics, estos equipos modulares emiten unos niveles de ruido menor o igual a 65 dB.



Figura 10: analizador bioquímica

Puesto 3: zona de orinas.

En este puesto de trabajo se procesan las muestras de orina, procedentes de urgencias y de rutina para el estudio bioquímico y morfológico de la orina (sedimento). En esta zona se encuentran dos analizadores automatizados de orina (**Figura 11**).

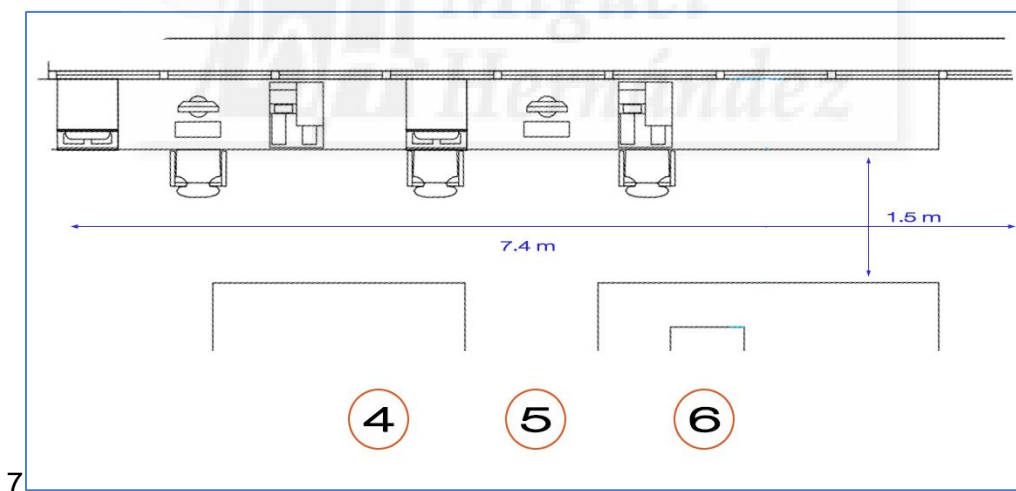


Figura 11: Zona del puesto 3

El área de trabajo de esta zona es de $7,4\text{m} \times 1,5\text{m} = 11,1\text{m}^2$ y en ella se encuentran 3 trabajadores (4,5 y 6).

Puesto 4 y 5. Bioquímica de rutina

En este puesto se encuentran dos analizadores de bioquímica situados de forma paralela entre ellos y enfrentados al analizador de bioquímica e inmunoquímica de urgencias (**Figura 12**).

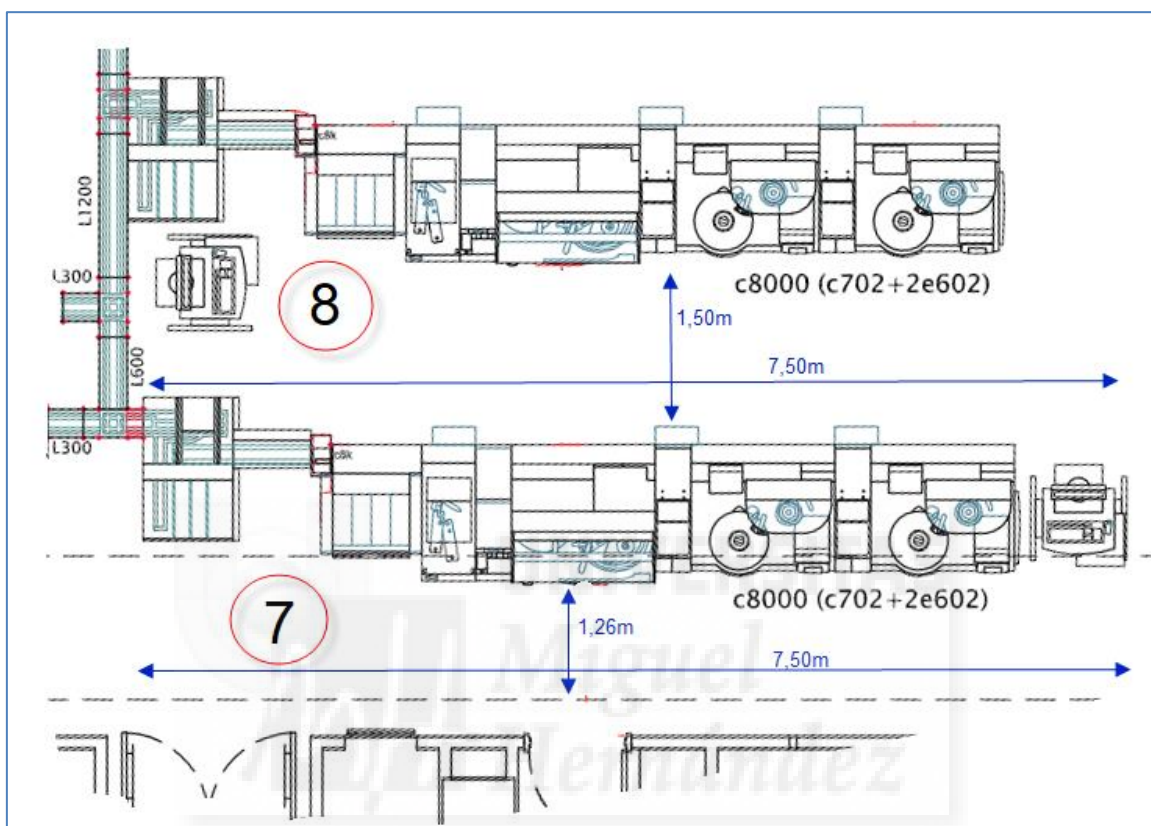


Figura 12: Zona puesto 4 y 5

El área de trabajo de estos puestos es de $1,26\text{m} \times 7,50\text{m} = 9,45\text{ m}^2$, para el trabajador 7 y de $1,50\text{m} \times 7,50\text{m} = 11,25\text{ m}^2$ para el trabajador 8.

Los analizadores de bioquímica (c8000), están conectados a través de cintas transportadoras al modular preanalítico, a través de los cuales van entrando las muestras de forma automática, aunque también se procesan muestras de forma manual. La tarea de este puesto de trabajo es la misma que la realizada en el puesto de urgencias, pero en muestras de rutina donde el volumen de trabajo es muy superior al del puesto de urgencias. En este puesto de trabajo no se realiza un archivo de muestras manual, ya que existe un puesto de trabajo específico de almacenamiento automatizado, para muestras de rutina.

La función del trabajador en este puesto de trabajo, es la de procesamiento de controles y muestras, reposición de material fungible y retirada de desechos, así como la resolución de incidencias tanto de muestras como del mecanismo del analizador.

Puesto 6. Seroteca

En este puesto se encuentra una nevera automática (**Figura 13**), que contiene una zona refrigerada donde se encuentran los tubos en gradillas y otra zona que es donde se introducen los tubos y dos brazos gigantes van taponando y guardando tubo a tubo en las gradillas. La nevera tiene asociada varios compresores, los cuales van enchufándose periódicamente a lo largo de la jornada de trabajo.



Figura 13: nevera

Esta zona de trabajo (**Figura 14**) abarca un área de $5,6\text{m} \times 1,41\text{ m} = 7,9\text{ m}^2$, y se encuentra un trabajador (9).

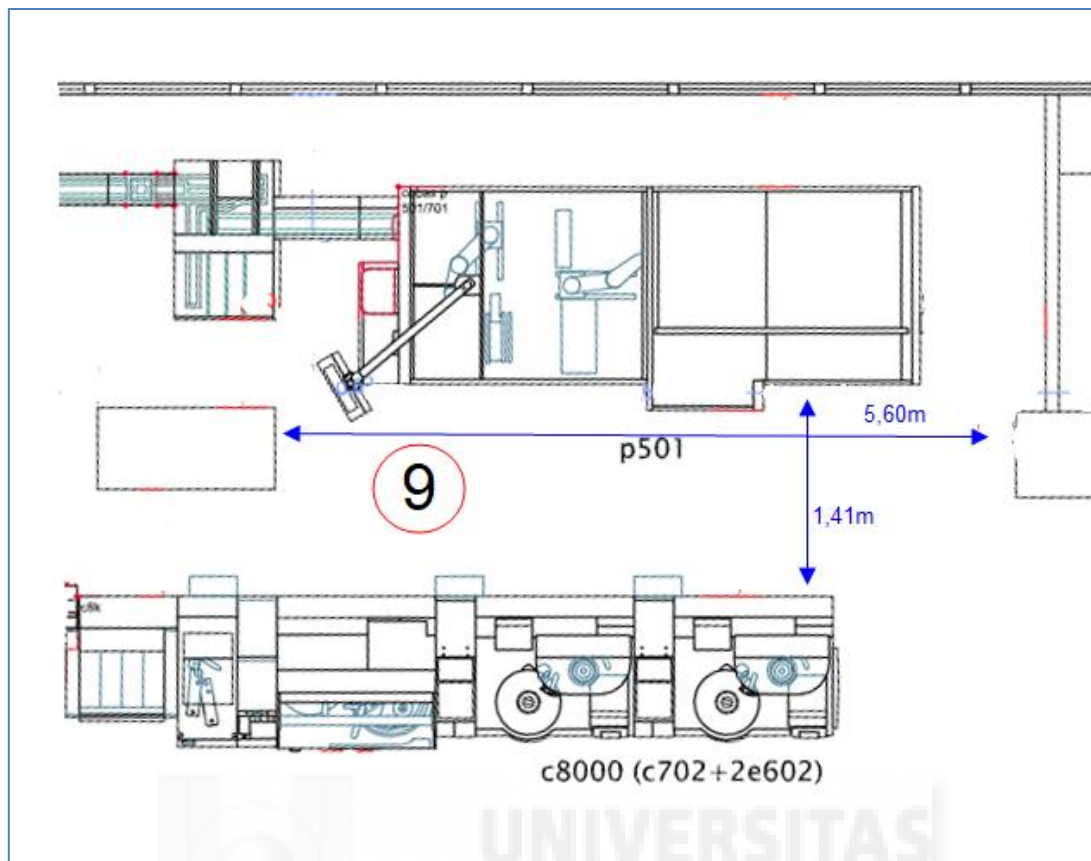


Figura 14: Zona del puesto 5

4.3.2 Selección de la estrategia de medición

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 propone varias estrategias de medición con el fin de garantizar que las medidas de exposición al ruido representen realmente el modelo que tiene lugar en el puesto de trabajo, aportando también los cálculos necesarios para la obtención de las correspondientes incertidumbres. Las estrategias de medición para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo se desarrollan en la NTP 951 y son las siguientes:

a) *Basada en la tarea*: el trabajo que se realiza durante toda la jornada laboral se subdivide en unas tareas determinadas que representan entre todas el trabajo que se desarrolla. Para cada tarea identificada se realizará una medición independientemente.

b) *Basada en el puesto de trabajo (función)*: la medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un grupo de exposición homogénea.

c) *Jornada completa*: la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral.

La selección de la estrategia de medición depende de factores como el objetivo de la medición, la complejidad de las condiciones de trabajo, el número de trabajadores expuestos o la duración de la exposición a lo largo de la jornada de trabajo. Asimismo, la selección se basará en el conocimiento previo de la exposición al ruido de que se disponga. Cada estrategia presenta peculiaridades que la hacen ser la más o menos adecuada para cada situación.

➤ **Estrategia basada en la tarea**

Para realizar este tipo de estrategia, la jornada laboral sometida a estudio debe poder dividirse en tareas u operaciones diferentes y concretas, de manera que durante la realización de cada una de estas tareas el trabajador tenga una exposición al ruido similar, es decir, que se obtengan valores de LAeq,T homogéneos. Esto es lo que ocurre en cada uno de los puestos de trabajo, ya que a lo largo de toda la jornada de trabajo están procesándose las muestras de sangre por lo que el ruido de los distintos analizadores es continuo.

Las claves de la medición por tareas son:

- Tener un amplio y profundo conocimiento de las condiciones de trabajo.
- Asegurarse de que están incluidos en las tareas definidas y en los períodos de medición los posibles episodios de exposición a ruido significativos.
- La estimación de la duración de la tarea es muy importante ya que es un factor de incertidumbre a calcular posteriormente.
- Los tiempos de medición son cortos, lo que supone un menor esfuerzo de medición que las otras estrategias.

Esta estrategia aporta una valiosa información sobre las contribuciones de las diferentes tareas u operaciones al nivel de exposición diario global. Esto supone una gran ventaja cuando priorizan las actuaciones preventivas en el marco de un programa de control de la exposición al ruido.

Asimismo, esta estrategia permite la posibilidad de calcular el nivel de exposición al ruido de jornadas de trabajo diferentes a aquéllas en las que se han llevado a cabo las

mediciones propiamente dichas, en función de la distribución y la duración de las tareas definidas y medidas.

➤ **Duración de la tarea**

La duración de la tarea puede ser estimada a partir de la información obtenida de los trabajadores y demás personal entrevistado o bien puede medirse tras repetidas observaciones.

Para cada tarea, m , se medirá el LAeq,T,m correspondiente. La duración de cada medición se prolongará lo suficiente como para que sea ésta representativa de la exposición al ruido durante el desarrollo de la tarea en cuestión.

En cuanto al número de mediciones a realizar, la norma considera que deben llevarse a cabo, al menos, 3 medidas. Atendiendo a los resultados de estas 3 mediciones, si los valores difieren en 3 dB o más se deberá realizar una de las siguientes medidas con el fin de reducir la incertidumbre:

- a) Llevar a cabo 3 o más mediciones de la tarea,
- b) o bien revisar la definición de las tareas y subdividir en tareas más sencillas,
- c) o bien repetir las medidas pero con mayores tiempos de medición.

4.3.3 Medición

Para llevar a cabo las mediciones de ruido existentes en cada puesto de trabajo se utilizó un sonómetro integrador-promediador marca Casella Cel, *modelo CEL-400 Serie 450/490 (Nº de serie: 015420)*. Este sonómetro realiza inspecciones de ruido in-situ y monitoriza la exposición personal al ruido conforme a los estándares europeos ISO o americanos OSHA y DOD.

Se realizó una calibración acústica del micrófono antes y después de realizar las mediciones. Para ello se utilizó un calibrador CASELLA CEL modelo 110/1 Clase 1, un nivel nominal de 114,0 dB a 1 kHz. Una vez calibrado el sonómetro se realizaron las diferentes medidas en cada uno de los puestos de trabajo. Para ello se colocó el sonómetro a la altura del oído del trabajador y se mantuvo separado del cuerpo del operario. Se midió el LAeq,d en dB y el Lpico en dB. Se realizaron 3 medidas de 5 minutos en cada uno de los puestos de trabajo.

El tiempo de exposición es de 7 horas por jornada de trabajo (en el puesto y realizando sus tareas específicas), con un descanso de 30 minutos en una sala separada del puesto de trabajo (exposición al ruido en la misma menor a 80dB A), lo que hace un total de 6,5 horas por jornada (5 días a la semana). El tiempo de descanso ha sido tenido en cuenta a la hora de los cálculos.

4.3.4 Evaluación de los trabajadores

En la evaluación de la exposición al ruido realizada en 2015 se valoró especialmente la opinión de los trabajadores para determinar cómo interfiere y afecta el ruido en las tareas anteriormente descritas. Para ello se aplicó un cuestionario sobre confort auditivo (Anexo I) del cual se obtiene información sobre las condiciones de trabajo, así como la descripción de la tarea y la caracterización del ruido (aspectos físicos y no físicos) y de su procedencia.

Este cuestionario se aplica cuando los niveles de ruido son moderados (menores de 80 dBA) y es una herramienta de gran utilidad como parte del estudio higiénico previo ya que aporta datos muy interesantes, como por ejemplo, grado de molestia que el ruido produce al trabajador, grado de perturbación en la concentración mental o interferencias en la comunicación verbal que el trabajador percibe durante su jornada laboral. Todos estos datos son de gran utilidad para reflejar de manera estructurada las observaciones oportunas y valorar el efecto que las medidas correctoras aplicadas han tenido sobre los trabajadores.

El diagnóstico del problema de ruido, su estudio y la implantación de las medidas de control del ruido se desarrollan en colaboración con todas las partes implicadas de la empresa: la dirección, comité de seguridad y salud, departamento de compras, servicio médico, mantenimiento, departamentos de producción y procesos, personal técnico, sindicatos y, obviamente, los trabajadores. El éxito del control del ruido depende de la implicación y compromiso activo de todos ellos.

5. Resultados

5.1 Opinión de los trabajadores

Mediante el cuestionario “Ruido: Evaluación y Acondicionamiento ergonómico” elaborado por el INSHT, se recogió la situación percibida por los trabajadores respecto al ruido en el laboratorio (Anexo I). La plantilla del laboratorio está compuesta por 9 trabajadores, todos son técnicos de laboratorio (TEL).

El cuestionario consta de una serie de preguntas, que les fueron formuladas a los trabajadores in situ. Este cuestionario es una herramienta de gran utilidad para el técnico de prevención de riesgos laborales en la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición de los trabajadores. Las 4 primeras preguntas son genéricas y sirvieron para conocer mejor las tareas realizadas en el laboratorio y las diferentes fuentes de ruido. El resto de preguntas fueron contestadas por cada trabajador de forma individual.

1. Características de las tareas realizadas

EL trabajo de los TEL en estos puestos consiste en el procesamiento de muestras de sangre y orina. Esta tarea implica niveles de atención altos, con el fin de evitar errores de identificación de tubos. También requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad en las que se debe decidir sobre cómo actuar ante errores de calibración o en los controles de calidad los cuales pueden influir en los resultados de los pacientes. Durante toda la jornada, se exige una elevada discriminación auditiva ya que los analizadores avisan de algún error grave con la emisión de un sonido, los cuales apenas se discriminan ante todo el ruido del laboratorio. De igual forma el sonido del teléfono, al cual llaman para informarse acerca de los resultados de analíticas o informar acerca de alguna otra incidencia con los tubos, apenas se escucha en el laboratorio.

2. Fuentes del ruido

El ruido del laboratorio es principalmente producido por fuentes como son los equipos o analizadores de trabajo, impresoras o teléfonos. También es molesto el ruido procedente de personas, ya que los compañeros se comunican entre ellos para informar de errores o preguntar sobre el estado de las muestras procesadas. Con el ruido presente en el laboratorio esta comunicación

solamente se puede realizar elevando la voz, aumentando así el ruido del laboratorio. El ruido que producen los analizadores es constante desde que se comienza la jornada de trabajo hasta que finaliza.

3. Mantenimiento de equipos-instalaciones

Existe un programa de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones realizadas por el equipo de mantenimiento del hospital, en el caso de instalaciones propias del hospital, y por el servicio técnico de la casa comercial que suministra cada uno de los analizadores.

4. Características del ruido

En el laboratorio el nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo, sin sufrir grandes variaciones a lo largo de la jornada. Existe habitualmente ruido de impactos o golpes, que se producen al desmontar algunas de las placas metálicas que cubren a los analizadores, las cuales hay que quitar cuando se produce algún atasco de racks o tubos u otra incidencia. Durante la jornada puede producirse en algún momento un ruido aleatorio e inesperado que puede sobresaltar al trabajador. Los ruidos existentes son de varios tipos, combinados habitualmente (suma del ruido producido por cada analizador de forma individual), sin existir algún tono o frecuencia del ruido predominante.

Porcentualmente se obtuvieron los siguientes resultados de las preguntas individuales realizadas a los 9 trabajadores:

5. Molestias (opinión de los trabajadores)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo: 12,5% mucho, 75% bastante y 12,5% regular.

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto → 50% durante toda la jornada y 37,5% más de media jornada. Todos coinciden en los momentos de mayor ruido se encuentra en el horario de 10 a 14h.

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador → 80% de los trabajadores, la primera fuente de ruido molesto procede de los equipos de trabajo, mientras que a un 20%

le molesta más el ruido de las instalaciones. En todos los casos el ruido menos molesto es el procedente del exterior.

6. Perturbación de la concentración mental

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las tareas → 37,5% regular, 37,5% bastante y 25% mucho.

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las tareas →, 50% regular, 25% bastante y 25% mucho.

7. Interferencia en la comunicación verbal.

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo → 12,5% regular, 37,5% bastante y 50% mucho.

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor → 25% regular, 50% bastante y 25% mucho.

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía → 37,5% regular, 25% bastante y 37,5% mucho.

5.2 Medición ruido

Las medidas fueron realizadas en todos los puestos de trabajo, P1, P2, P3, P4, P5 y P6 (ver plano). Se midió el nivel de presión acústica equivalente ponderado ($L_{Aeq,T}$). Durante las mediciones los trabajadores mantuvieron algunas conversaciones. Debido al tipo de ruido (continuo y estable), el tiempo de muestreo se ajustó hasta que los valores del nivel de presión sonora se mantuvieron constantes.

Efectuado un estudio previo sobre el tipo de ruido al que está expuesto el trabajador se ha llegado a las siguientes conclusiones: durante la duración de la tarea, el ruido al que se está sometido es periódico. Las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador-promediador utilizando la siguiente metodología: se efectuaron 3 mediciones de 5 minutos de duración, del nivel equivalente correspondiente al ruido generado en cada puesto de trabajo.

Para calcular el nivel de exposición diario equivalente en cada puesto de trabajo, se han seguido las instrucciones marcadas por el RD 286/2006 aplicando la siguiente fórmula.

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\frac{1}{T_j} \sum_{i=1}^{i=m} T_i * 10^{0.1(L_{AeqT_i})} \right]$$

Donde T_J es la duración de la jornada laboral en horas/día, habitualmente será de 8 horas, pero en nuestro caso la jornada consta de 7 horas diarias donde 30 minutos son de descanso.

T_i es el tiempo en horas durante el que está expuesto el trabajador a un ruido constante, "i" serán los distintos periodos y los distintos tipos de ruidos a los que está expuesto. Finalmente la fórmula utilizada queda como:

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

Donde en nuestro caso T= 6,5 horas.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla (**Tabla 6**):

DATOS RECOGIDOS CON EL SONÓMETRO					
PUESTO DE TRABAJO	ANALIZADOR	Texp	L _{Aeq,T} (dBA)	L _{Aeq,D} (dBA)	L _{MAX PICO} (dB)
1	Modular Preanalítico	6,5 h	65,4	65,3	101,1
2	Bioquímica urgencias	6,5 h	64,4	64,3	89,9
3	Orinas	6,5 h	62,9	62,8	88,1
4	Bioquímica rutina. Cobas 1	6,5 h	65,9	65,8	99,8
5	Bioquímica rutina. Cobas 2	6,5 h	66,1	66,0	93,4
6	Nevera	6,5 h	65,9	65,8	91,3

Tabla 6. Datos recogidos en el estudio de 2018.

5.3 Impacto de las medidas correctoras

PUESTO DE TRABAJO	ANALIZADOR	L _{Aeq,T} (dBA). Estudio 2015	L _{Aeq,T} (dBA). Estudio 2018	Db disminuidos	Disminución %
1	Modular Preanalítico	72,0	65,4	6,6	9,17
2	Bioquímica urgencias	69,2	64,4	4,8	6,94
3	Orinas	68,5	62,9	5,6	8,18
4	Bioquímica rutina. Cobas 1	69,0	65,9	3,1	4,49
5	Bioquímica rutina. Cobas 2	69,5	66,1	3,4	4,89
6	Nevera	68,6	65,9	2,7	3,94

Tabla 7. Comparación de los niveles de L_{Aeq,T} recogidos en los estudios de 2015 y 2018.

PUESTO DE TRABAJO	ANALIZADOR	L _{Aeq,D} (dBA). Estudio 2015	L _{Aeq,D} (dBA). Estudio 2018	Db disminuidos	Disminución %
1	Modular Preanalítico	71,1	65,3	5,79	8,14
2	Bioquímica urgencias	68,3	64,3	4,99	7,20
3	Orinas	67,6	62,8	4,79	7,09
4	Bioquímica rutina. Cobas 1	68,1	65,8	2,29	3,36
5	Bioquímica rutina. Cobas 2	68,6	66,0	2,59	3,78
6	Nevera	67,7	65,8	1,89	2,79

Tabla 8. Comparación de los niveles de L_{Aeq,D} recogidos en los estudios de 2015 y 2018.

La mayor disminución de nivel equivalente ponderado ($L_{Aeq,T}$) se observa en el puesto de trabajo 1, en el modular preanalítico (**Tabla 7**). Este puesto era el que mayores niveles de ruido presentaba en el estudio realizado en 2015, con un $L_{Aeq,T}$ de 72 dBA. Gracias a las medidas correctoras implantadas en el laboratorio, los niveles bajaron hasta 65,4 dBA, lo que supone una disminución de 6,6 dBA, alcanzando una reducción de casi un 10% en los niveles de ruido en esta zona.

En otras zonas del laboratorio donde el ruido inicial era menor, como la zona de bioquímica de rutina Cobas 1 o la zona de la nevera, la disminución de los niveles de ruido fue menor. Los decibelios disminuidos en estas zonas son 3,1 y 2,7 respectivamente. Suponiendo una reducción menor del 5%, concretamente 4,5 y 3,9 % respectivamente.



6. Discusión

Según las respuestas de los trabajadores a la encuesta realizada, el ruido en el laboratorio “es molesto”, “interfiere en la comunicación”, “dificulta la concentración”, “es constante” y “proviene de los analizadores”.

La fuente de ruido principalmente destacada por los trabajadores son los equipos de trabajo. El ruido procedente de los equipos es debido al movimiento de los distintos brazos de los analizadores, a las centrifugas internas que tiene y a la entrada y salida de muestras. El movimiento de las muestras por las cintas transportadoras a los distintos módulos también en una fuente importante del ruido percibido por los trabajadores.

Los datos analizados nos muestran que el ruido es prácticamente estable, ya que la diferencia entre los valores máximos y mínimos de nivel de presión acústica equivalente ponderado A es inferior a 5dB ($66,1-62,9 = 3,2$ dB), siendo la zona del centro del laboratorio, en el analizador cobas 8000-2, donde se detectan mayores niveles de ruido (66,1 dB).

El RD 286/2006, se marca como valor inferior de exposición que dan lugar a una acción 80dB (A). En el caso del laboratorio no se alcanzan estos niveles en ninguna de las zonas estudiadas. Pero si bien es cierto, el laboratorio se encuentra en una zona diáfana, donde a lo largo de toda la jornada se encuentra con un ruido estable que produce un discomfort acústico en los trabajadores.

En el apéndice 3 del RD 286/2006 sobre las molestias debidas al ruido se hace referencia a la dificultad de determinar, de forma universal, cuáles son los niveles de ruido por debajo del cuales no se producen molestias. Estas molestias dependen de múltiples factores, en especial los factores individuales, pero también depende de la exigencia de la tarea, de las condiciones físicas del ruido y del diseño del puesto de trabajo.

Para valorar la relación existente entre la exposición al ruido y las molestias de una persona o de un colectivo de una forma objetiva, se han desarrollado unos índices acústicos descritos en varias normas técnicas de entidades de reconocido prestigio (ASHRAE, ANSI, UNE). Los índices acústicos definen una familia de curvas que establecen límites aceptables de confort acústico en

diferentes espacios en los que existen unos niveles de ruido de fondo estables. Según la OMS, a partir de 35 dBA puede aparecer la sensación de malestar.

Durante el trabajo en el laboratorio, existen tareas que requieren una atención especial para evitar errores que pueden tener repercusión directa en los pacientes, como por ejemplo, la identificación de los tubos o el procesado de los controles de calidad ya, que en muchos casos se deben tomar decisiones sobre las medidas correctoras a realizar ante unos valores u otros. Todas estas acciones, se llevan a cabo en un ambiente de disconfort acústico que puede dar lugar a los errores “típicos” de los laboratorios clínicos.

Se determina un nivel aceptable de ruido si se encuentra por debajo de los 55 dBA, para tareas de oficina y aún por debajo de los 45 dBA, si se requiere mucha concentración. Si el proceso de intercambio de información verbal plantea mayores exigencias y dificultades de comprensión, el ruido de fondo no debe exceder de 45 dBA a 50 dBA o debería estar en una relación de 20 dBA por debajo de la voz humana.

6.1 Eficacia de las medidas correctoras

La reducción del ruido, ya sea en su origen o en su trayectoria, debe ser una prioridad de los programas de gestión del ruido y debe considerar tanto el diseño como el mantenimiento del equipo y del lugar de trabajo. En el laboratorio se han realizado modificaciones en la maquinaria, tanto en el equipamiento como en la disposición espacial de este. Se ha reducido el número de analizadores, de tres equipos Cobas 8000 (dos principalmente con módulos de bioquímica y uno dedicado exclusivamente a realizar determinaciones inmunoquímicas) se ha pasado a dos equipos Cobas 8000 con módulos de bioquímica e inmunoquímica combinados. El número de módulos totales en el laboratorio también se ha visto reducido, con un módulo de bioquímica menos. También se han realizado cambios a nivel de disposición espacial. De una posición perpendicular de los equipos Cobas 8000 al modular preanalítico, se ha pasado a una posición paralela.

Tras las mediciones realizadas sobre los niveles de ruido, se observa que el nivel diario equivalente en esta zona se ha reducido casi en un 4%, con una disminución de 2,29 y 2,59 dB. Teniendo en cuenta la escala logarítmica de los

decibelios, esta pequeña reducción de decibelios supone una reducción en la intensidad del ruido a casi la mitad. Por lo tanto, la reducción en el nivel de exposición al ruido de los trabajadores ha sido considerable.

Además de medidas sobre el foco de emisión del ruido, se han realizado acciones sobre el lugar de trabajo con el fin de reducir la exposición de los trabajadores al ruido. Se sustituyeron las placas de escayola del techo por placas absorbentes del ruido. La zona donde se ha obtenido una mayor disminución de los niveles diarios de ruido ha sido la zona del modular preanalítico y en la zona de bioquímica de urgencias, con más de un 8 y 7% respectivamente de reducción. En estas zonas la reducción ha sido de 5,7 y 4,9 dB.

A pesar de que una disminución de 3 dB supone reducir a la mitad los niveles equivalentes diarios, tras la valoración del personal laboral del laboratorio, se siguen teniendo valoraciones negativas con mínimas diferencias con las encuestas previas a las intervenciones.

El alto número de analizadores y mesas de trabajo que existen en el laboratorio muestran que el espacio es insuficiente para una situación ergonómica favorable. La baja altura del techo (2,3 m), y la poca porosidad de los materiales de los que se componen las paredes (cristales y azulejos) y el suelo (azulejos) del laboratorio, no favorecen la absorción del ruido produciendo así las molestias. Este inadecuado ambiente acústico, es un factor estresante, porque la prolongada exposición genera una presión que, incluso en niveles sonoros bajos, inferiores a los 65 dB A, afectan negativamente al comportamiento del trabajador.

Las medidas tomadas hasta ahora han supuesto una disminución de los niveles de ruido, pero es necesario seguir trabajando en el ruido generado por los equipos de trabajo. A continuación se enumeran una serie de medidas que se podrían adoptar en el laboratorio:

- a) Realizar un buen mantenimiento de los analizadores con el fin de que generen el menor ruido posible al realizar los movimientos para los que están diseñados. Esto incluye la cinta transportadora que conecta todos los equipos y que está en continuo movimiento. El programa de

mantenimiento debe incluir actuaciones como engrasar y lubricar regularmente las máquinas para evitar fricciones, equilibrarlas dinámicamente, sustituir las piezas desgastadas y alinear adecuadamente los engranajes y cojinetes.

- b) Sustituir los materiales empleados (siempre que sea posible), por otros que absorban el ruido, como por ejemplo los engranajes de metal por plástico, goma u otros materiales de características similares.
- c) Disminuir el ruido transmitido por las estructuras aislando las máquinas al suelo mediante conexiones flexibles.
- d) Reducir de la transmisión de las vibraciones, con elementos elásticos.
- e) Reducir el sonido radiado por una estructura vibratoria, por ejemplo, capas amortiguadoras sobre planchas metálicas finas, planchas metálicas perforadas, revestimiento con material absorbente, sellar las aberturas que no sean necesarias.
- f) Recubrir el analizador con barreras o pantallas aislantes.

Realizar acciones sobre el lugar del trabajo en más complejo, ya que el espacio del laboratorio está limitado. Ya se intentó mejorar el acondicionamiento acústico del laboratorio mediante un material fonoabsorbente en el techo. Se podría proponer otra medida como revestir las paredes con materiales sintéticos y rugosos. Las superficies rugosas mejoran la absorción del ruido y la naturaleza sintética del revestimiento tiene como objeto facilitar su limpieza y desinfección.

Otro tipo de medidas a adoptar son las medidas organizativas como por ejemplo:

- a) Limitar la duración de la exposición. Disminuir el tiempo de exposición individual, mediante algún tipo de rotación con otras áreas del laboratorio o con intervalos de descansos.
- b) Ordenación adecuada del tiempo de trabajo.
 - Realización de los trabajos ruidosos en las horas en que existan menos trabajadores expuestos.
 - Organizar el trabajo de modo que, si es posible, se alternen tareas ruidosas con otras que no se produzca exposición al ruido.

7. Conclusión

- Las mediciones reflejan que el nivel de ruido en el laboratorio no sobrepasa los límites establecidos en el RD 286/2006 a partir de los cuales es necesario realizar una acción.
- El ruido en el laboratorio es estable y sobrepasa los niveles de 55 dB, produciendo un discomfort acústico.
- Las medidas correctoras realizadas han supuesto una disminución de los niveles de ruido de entre 1,89 y 5,79 dB dependiendo del puesto de trabajo.
- La opinión de los trabajadores muestra que el ruido continua siendo molesto y que ocasiona alteraciones diarias a los trabajadores.



8. Bibliografía

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención y sus modificaciones (Real Decreto 688/2005, Real Decreto 604/2006, Real Decreto 298/2009, Real Decreto 337/2010).
- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y su guía técnica correspondiente.
- Real Decreto 286/2006, 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, que deroga el Real Decreto 1316/1989.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Norma 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.
- BOE 1995 → BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 269 del viernes 10 de noviembre de 1995. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cortes 2002 → CORTÉS J.M. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Madrid: Editorial Tebar, 2002.

- OIT 1998 → ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). *Proyecto "Tecnología de la información, participación de los trabajadores y dialogo social"*. (INT/97/M01/ITA). Oficina Internacional del trabajo. Oficina de Actividades para los Trabajadores. Servicio de Seguridad y Salud en el trabajo: 1998. Disponible en Internet en el sitio del Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/
- OMS 1948 → ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. New York: 22 de julio de 1946. Disponible en Internet en el sitio de la OMS: <http://www.who.int/about/es/>.
- Recuero 2002 → RECUERO, M. Contaminación acústica. Unidades didácticas. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid. 2002.
- Floru R y Cnockaert JC. Effects non traumatiques du bruit sur la santé, la sécurité et l'efficacité de l'homme au travail. Cahiers de notes documentaires. 1994; nº 154: 69-97
- Agún 2012→AGÚN GONZALEZ J.J. Prevención de Riesgos Laborales. Instrumentos de aplicación. 3ª Edición.

9. Anexo I (Cuestionario trabajadores)

Es necesario aclarar que este cuestionario no contiene preguntas directas para los trabajadores sino proposiciones para el técnico quien, antes de pronunciarse sobre ellas, tendrá que recabar los datos que considere necesarios y, en base a ellos, responder según su propio juicio.

Es importante que el técnico lea detenida y literalmente todas las preguntas que le indicarán en qué aspectos se tiene que fijar. Cualquier aclaración o comentario podrá anotarlo en el espacio reservado para ello.

Identificación del puesto

Empresa.....

Área

Puesto

Nº de puestos similares.....

Existen quejas previas de los trabajadores por el ruido.....

Otros datos

NOTA: En el cuestionario, las situaciones incorrectas se indican mediante un doble recuadro:

1. CARACTERÍSTICAS DE LA(S) TAREA(S) REALIZADA(S) (marque con una - la(s) casilla(s) correspondiente(s))

Descripción de la(s) tarea(s):

- 1.1. El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención
- 1.2. El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad
- 1.3. El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

Por ejemplo:

- reconocimiento de conversaciones, sean directas (personal o presencial) o telefónicas, de señales de aviso o de alarma, atención al público
- reconocimiento de diferencias y variaciones de sonido, en tono o intensidad como, por ejemplo, afinación de instrumentos musicales
- reconocimiento de la posición de los sonidos o tonos como, por ejemplo, la localización de sonidos críticos en máquinas funcionando, averías, etc.

Comentarios

.....

2. FUENTES DEL RUIDO (marque con una - la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 2.1. El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador

2.2. El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador
En caso afirmativo, rellene los apartados siguientes 2.2.1 hasta 2.2.6:

Ruido exterior

2.2.1. Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)

SI

NO

En caso afirmativo, pregunte al trabajador en qué momento de la jornada le resulta más molesto

.....

Ruido de personas

2.2.2. Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SI

NO

Especificar en caso afirmativo

.....

Ruido de las instalaciones

2.2.3. Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso

SI

NO

2.2.4. Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea

SI

NO

Especificar en caso afirmativo (localización de las instalaciones, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Ruido de los equipos de trabajo

2.2.5. El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso

SI

NO

2.2.6. Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (Impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SI

NO

Especificar en caso afirmativo (localización de los equipos, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Comentarios sobre las fuentes de ruido

.....

.....

.....

.....

3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS-INSTALACIONES

3.1. Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones

SI NO

Comentarios

.....

4. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO (marque con una "x" la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 4.1. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo
- 4.2. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada
- 4.3. Existe habitualmente ruido de Impactos (golpes)
- 4.4. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador
- 4.5. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente
- 4.6. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante

Comentarios

.....

5. MOLESTIAS ⁽¹⁾ (RECOGER LA OPINIÓN DEL TRABAJADOR)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo (marque con "x" la casilla correspondiente)

Mucho*	
Bastante*	
Regular*	
Poco*	
Nada	

En caso afirmativo* conteste a las siguientes preguntas: 5.1.1 y 5.1.2

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto (marque con "x" la casilla correspondiente)

Comentarios

.....

.....

.....

.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

7. INTERFERENCIA EN LA COMUNICACIÓN VERBAL⁽²⁾
(recoger la opinión del trabajador)

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

Comentarios

.....

.....

.....

.....

(2) Se recomienda el análisis y valoración del efecto del ruido sobre la comunicación mediante el método SIL (Speech Interference Level) UNE-EN ISO 9921:2004.

Siempre	
Más de media jornada	
Entre la media y la cuarta parte de la jornada	
Menos de la cuarta parte de la jornada	
Nunca	

Precise en qué momento y tarea(s) de la jornada laboral

.....

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente. No anote nada si el trabajador no siente ninguna molestia relacionada con alguna de estas fuentes.

- Ruido exterior
- Ruido procedente de personas
- Ruido de las instalaciones.....
- Ruido de equipos de trabajo.....

Comentarios

.....

.....

.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

6. PERTURBACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MENTAL⁽¹⁾
 (recoger la opinión del trabajador)

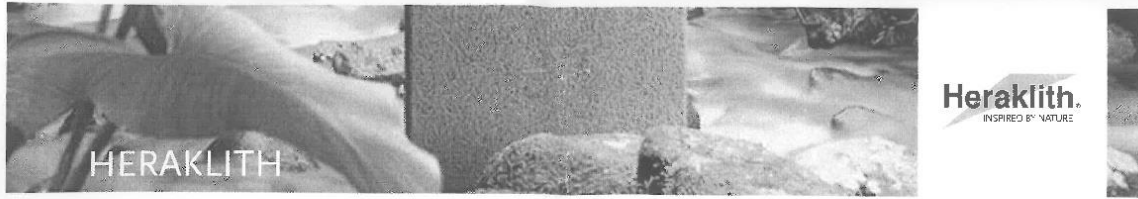
6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

10. Anexo II (Ficha técnica del techo)



Heraklith® [1,5 mm] (Viruta Fina)

Descripción

Panel a base de virutas de madera de 1,5 mm aglomeradas con cemento blanco, de cantos rectos* y color natural**, para acabado decorativo, corrección acústica interior, corrección térmica y mejora del aislamiento frente al ruido en las soluciones constructivas donde se integra.

El origen de la madera de Heraklith [1,5 mm] (Viruta Fina) está en los bosques de abetos certificados por la ecoetiqueta global PEFC (Programa de Reconocimiento de Sistemas de Certificación Forestal), cuyo objetivo es gestionar los bosques de manera sostenible. Asimismo ostenta la preceptiva Declaración de Prestaciones en base al Reglamento de Productos de Construcción.



* Bajo demanda puede suministrarse con diferentes mecanizados de cantos para su instalación en falsos techos suspendidos. Consultar a nuestro departamento comercial.

** Bajo demanda puede suministrarse tintado en diferentes colores según carta RAL. Consultar a nuestro departamento comercial.

Propiedades

- Elevada absorción acústica
- Mejora del aislamiento térmico y acústico
- Resistente a golpes e impactos
- Buen comportamiento frente al fuego
- Elevadas resistencias mecánicas a compresión y a flexión
- Resistencia a la humedad, que permite su aplicación en exteriores.
- Compatible con la mayoría de materiales de construcción y pinturas
- No sirve de soporte nutritivo a hongos y bacterias
- Exento de cloruros
- Fácil montaje en paredes o en techos decorativos

Campos de aplicación

- Espacios donde se requiera una absorción acústica elevada, combinada con aislamiento térmico y acústico: aulas, salas de reuniones, gimnasios, piscinas, salas de juego en áreas residenciales
- Revestimiento de espacios técnicos, de túneles ferroviarios y de pantallas acústicas
- Fondo perdido de encofrado en forjados
- Lóneco como revestimiento de superficies en parkings y anexos donde se requirieran exigencias térmicas y acústicas

Dimensiones y resistencia térmica

Espesor (mm) total	Ancho (mm)	Largo (mm)	R _s (m²·K/W)
15	600	1200	0,15
20	600	1200	0,25
25	600	1200	0,30
35	600	1200	0,40

Forma de suministro: Palets con paneles recubiertos por material retráctil y protegidos con cantoneras

Datos técnicos s/norma EN 13168

Característica	Valor	Norma de ensayo
Reacción al fuego (Euroclase)	A2-s1-d0	EN 13501-1
Tolerancias dimensionales (longitud, anchura, espesor, ortogonalidad, planimetría)	L2 +3, -5 mm	EN 822
	W1 ± 3 mm	EN 822
	T1 +3, -2 mm	EN 823
	S2 ≤ 2 mm/m	EN 824
Resistencia a la compresión (σ ₁₀)	CS (10) ≥ 200 kPa	EN 826
Contenido en cloruros	Cl ₃ ≤ 0,06%	—
Absorción acústica por frecuencias		
Frecuencia (Hz)	125 250 500 1.000 2.000 4.000 Promedio	
Panel de 25 mm (α _s)	0,07 0,12 0,28 0,57 0,82 0,61 0,41	ISO/R 354 y
Panel de 50 mm (α _s)	0,13 0,25 0,70 0,87 0,75 0,86 0,59	DIN 52.212

