



**Universitat**  
de les Illes Balears

## **TRABAJO DE FIN DE MÁSTER**

# **EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO EN LA REPARACIÓN CON CORTE DE TUBERÍA DE FUNDICIÓN.**

**Alberto Valle Gómez**

**Máster Universitario en Salud Laboral (Prevención de Riesgos Laborales)**

**Centro de Estudios de Postgrado**

**Año Académico 2021-22**

# **EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO EN LA REPARACIÓN CON CORTE DE TUBERÍA DE FUNDICIÓN.**

**Alberto Valle Gómez**

**Trabajo de Fin de Máster**

**Centro de Estudios de Postgrado**

**Universidad de las Illes Balears**

**Año Académico 2021-22**

Palabras clave del trabajo:

Prevención de Riesgos Laborales (PRL), ruido, fundición, maquinaria, herramientas, decibelios.

*Nombre del Tutor/Tutora del Trabajo: Pere Maria Deyà Serra*

*Diligencia de refrendo de autoría:*

El abajo firmante D. Alberto Valle Gómez da fe de que este Trabajo de Fin de Máster ha sido elaborado fundamentalmente por él mismo y no es copia de otro trabajo elaborado por otra persona.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alberto Valle Gómez', with a stylized flourish at the end.

Alberto Valle Gómez

DNI: 71307062R

En Palma de Mallorca el 08 de septiembre de 2022

## Índice:

1. Breve resumen: .....	5
2. Introducción, objetivos y motivaciones personales.....	6
2.1. Definiciones .....	8
3. Descripción general de la tarea de corte de tubería .....	11
4. Descripción del método y herramientas utilizadas .....	14
4.1. Identificación de peligros: .....	14
4.2. Explicación del método en el estudio de ruido.....	17
4.3. Explicación del método de elección de protectores auditivos.....	20
5. Resultados .....	21
5.1. Resultados de la evaluación de riesgos para operarios:.....	21
5.2. Resultados de la medición de ruido.....	24
5.3. Elección de protectores acústicos:.....	36
6. Planificación preventiva:.....	48
7. Conclusiones .....	51
8. Bibliografía .....	52
ANEXO I: Certificado calibración .....	55
ANEXO II: Ficha técnica tuberías .....	57
ANEXO III: Características fichas técnica maquinaria y herramientas.....	58
ANEXO IV: Selección de estrategias de medición .....	60
ANEXO V: Lista de Control “Protectores Auditivos” .....	61

## **1. Breve resumen:**

El ruido es un contaminante físico. Es una de las causas que, con mucha frecuencia, producen efectos nocivos en la salud de los trabajadores expuestos.

El objetivo de este trabajo de fin de máster es la realización de una evaluación de la exposición al ruido en la tarea de corte y reparación de tubería de fundición para el transporte y suministro de agua potable. La reparación se dará en un entorno de pequeña obra civil, donde se encontrará una variedad de maquinaria pesada implicada en la tarea de abrir una zanja para poder acceder a la tubería enterrada.

Se tomarán mediciones de ruido tanto de maquinaria como de herramientas de corte de tubería y se analizarán los datos, asegurándose que se cumple con la Ley 31/1995, del 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales y con el 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.

En cuanto a la metodología, se realizarán una serie de mediciones dependiendo del tiempo que dure la tarea y el tipo de tarea a evaluar.

Centrándonos en la tarea de corte de tubería de fundición emplearemos tres herramientas diferentes de corte y según se emplee una u otra variará el tiempo de exposición del trabajador implicado en la tarea. Para todo ello nos guiaremos de la NTP 960. Ruido: control de la exposición. Comprobaremos la capacidad de los protectores auditivos que actualmente proporciona la empresa e intentaremos buscar varias opciones para dar con la que más se ajuste a la necesidad del trabajador. Si se llegara a incumplimientos por superar los límites de exposición se tomarían medidas preventivas y se propondrían recomendaciones.

## **2. Introducción, objetivos y motivaciones personales**

Este proyecto nace, a consecuencia, de mis prácticas del máster de prevención de riesgos laborales realizadas en una empresa dedicada a la gestión de redes de agua potable. La empresa, que en adelante llamaremos RedaquaSA, proporciona agua a viviendas, hidrantes, jardines, fuentes, etc.

Esta empresa también se dedica al mantenimiento de la red de tuberías de agua potable para conservar el buen suministro a los clientes potenciales y la mejora y optimización de rendimientos, eficiencia y recursos mediante modificaciones en la red y reparaciones en caso de avería.

Gracias a haber podido hacer cuantiosas visitas de obra, pude observar un hecho puntual que se repetía en numerosas ocasiones y al que no se le daba importancia, y me pregunté si era correcto obviarlo o merecía un estudio concreto. Este hecho consistía en la realización de corte de tubería de fundición mientras se desarrollaban otras actividades con maquinaria pesada.

Llegados a este punto y con el TFM pendiente, decidí llevar a cabo el estudio de esta situación concreta.

El ruido es considerado, con frecuencia, el agente físico más común en los puestos de trabajo relacionados con la actividad industrial. Sus efectos nocivos son muy conocidos, siendo la pérdida de sensibilidad auditiva el más estudiado. Estos efectos dependen de dos variables: el nivel de presión acústica y el tiempo de exposición. Por tanto, hay que considerar las dos variables a la hora de poner unos límites. También hay que estudiar el tipo de ruido al que están expuestos los trabajadores ya que los ruidos continuos son más tolerados que los discontinuos.

Por lo general los efectos nocivos del ruido se dividen en dos tipos: auditivos y no auditivos. Los auditivos podríamos subdividirlos en reversibles y en no reversibles. Los reversibles serían los efectos nocivos temporales, que denominaríamos como “disminución temporal auditiva” y que pueden durar minutos, horas o días, provocados por la exposición a niveles perjudiciales de ruido de las personas expuestas durante su jornada de trabajo. Si esta situación se mantuviera en el tiempo podría dar lugar a efectos nocivos irreversibles o permanentes provocando lesiones en las fibras nerviosas de la cóclea que serían irrecuperables, ya que las células nerviosas no se regenerarían.

La enfermedad laboral reconocida, inducida por el ruido, es la hipoacusia que sería una pérdida bilateral, de los dos oídos, que generalmente se ven afectados por igual y que no es evolutiva, ya que al cesar la exposición esta no progresa.

Se considera un efecto crónico del ruido porque se produce por una exposición continuada al mismo.

Por otra parte, el efecto de un ruido muy brusco o intenso de corta duración lo consideraríamos un efecto agudo del ruido, ya que el organismo produce una respuesta inmediata ante esa exposición durante un corto periodo de tiempo. Con frecuencia los efectos son reversibles.

Los efectos no auditivos del ruido son igualmente preocupantes, ya que tienen efectos sobre la mayoría de los órganos del cuerpo. Pueden ser: efectos respiratorios (aumentos de frecuencia respiratoria), efectos cardiovasculares (hipertensión, arterioesclerosis), efectos digestivos (úlceras gastroduodenales, aumento de acidez, ...), efectos visuales, efectos endocrinos, efectos en el sistema nervioso (trastornos del sueño, irritabilidad).

También mencionar efectos ergonómicos debidos al ruido, ya que el ruido dificulta la comunicación hablada entre los trabajadores, disminuye la concentración y la atención por lo que propicia el aumento de errores y accidentes de trabajo, disminuyendo el rendimiento.

Por todo lo anteriormente expuesto es necesario evaluar la exposición a la que están sometidos los trabajadores durante su jornada laboral para conocer y valorar los posibles riesgos con el fin de proponer cambios en la operativa. En este caso concreto lo haremos en una obra civil y consideraremos el uso de protectores auditivos, así como todo instrumento que proteja al trabajador.

Como consecuencia de lo anterior, la propuesta de este trabajo de fin de máster que consiste en conocer los niveles de ruido a los que se expone un trabajador en la tarea puntual de cortar una tubería de fundición en el emplazamiento de una obra civil, donde existe la posibilidad de realizar el corte con varias herramientas y donde cada una necesita diferentes tiempos de corte para el mismo diámetro de tubería. Algunas herramientas necesitan otras máquinas para funcionar, como sería el caso de la radial eléctrica que depende de un grupo electrógeno. Existe la variabilidad de tipos de tuberías y a todo esto se suman otras fuentes de ruido frecuentes en el ecosistema de una obra que pueden agravar la situación. Una vez se conozcan los datos, se evaluará el protector acústico usado hasta el momento, se propondrán otras opciones y se hará una propuesta de mejoras y una serie de recomendaciones que se podrían llevar a cabo en la obra en la que están implicados los trabajadores de la empresa. Todo ello comprobando el cumplimiento de los parámetros del Real decreto 286/2006, de 10 de marzo.

## 2.1. Definiciones

A continuación, voy a proporcionar una serie de definiciones ayudándome del Anexo I del RD 286/2006.

**Escalas de ponderación:** nos permiten visualizar mediante escalas el comportamiento del oído basándonos en las características del ruido al que está expuesto. Encontramos dos tipos de escalas:

- Escalas de ponderación “A”: se emplean para el nivel de presión acústica continuo equivalente ( $L_{Aeq}$ ).
- Escalas de ponderación “C”: empleadas para representar el nivel de pico ( $L_{pico}$ ).

**Nivel de presión acústica ( $L_p$ ):** Fenómeno producido cuando las ondas sonoras provocan cambios de presión respecto a la presión atmosférica. Su cálculo se realiza mediante la siguiente fórmula:

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

*Ecuación 1: Nivel de presión acústica ( $L_p$ )*

Donde:

- P: presión acústica eficaz a la que está expuesto el trabajador (en pascales).
- $P_0$ : presión acústica de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  Pa).

**Nivel de presión acústica ponderado A ( $L_{pA}$ ):** es el nivel de presión acústica (medida en decibelios con ponderación “A” [dBA]), determinado por el filtro de ponderación frecuencial “A”. La fórmula empleada para calcular este parámetro es:

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

*Ecuación 2: Nivel de presión acústica ponderado A ( $L_{pA}$ )*



Donde:

- $P_A$ : es el valor eficaz de la presión acústica existente, expresado en pascales, con el filtro de ponderación frecuencial “A”.
- $P_0$ : presión acústica de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  pascales [Pa]).

**Nivel de presión acústica ponderado C ( $L_{pC}$ ):** es el nivel de presión acústica (medida en decibelios con ponderación “C” [dBC]), determinado por el filtro de ponderación frecuencial “C”. La fórmula empleada para calcular este parámetro es:

$$L_{pC} = 10 \log \left( \frac{P_C}{P_0} \right)^2$$

*Ecuación 3: Nivel de presión acústica ponderado C ( $L_{pC}$ )*

Donde:

- $P_C$ : es el valor eficaz de la presión acústica existente, expresado en pascales, con el filtro de ponderación frecuencial “C”.
- $P_0$ : presión acústica de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  pascales [Pa]).

**Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ( $L_{Aeq,T}$ ):** es el nivel de ruido constante que tiene la misma energía que el ruido variable en el periodo de tiempo evaluado:

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

*Ecuación 4: Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ( $L_{Aeq,T}$ )*

Donde:

- $T = t_2 - t_1$  es el tiempo de exposición del trabajador al ruido (horas/días).
- $P_A(t)$  es la presión acústica instantánea en pascales con el filtro de ponderación frecuencial “A”.
- $P_0$ : presión acústica de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  pascales).

**Nivel de exposición diario equivalente ( $L_{Aeq,d}$ ):** es el nivel sonoro (medido en dB(A)) evaluado en 8 horas de exposición.

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left( \frac{T}{8} \right)$$

*Ecuación 5: Nivel de exposición diario equivalente ( $L_{Aeq, d}$ )*

Donde:

- $L_{Aeq,T}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A”.
- T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/días.

**Nivel de pico ( $L_{peak}$  o  $L_{pico}$ ):** es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascuales) a que está sometido el trabajador, determinado con el filtro de ponderación “C”.

$$L_{pico} = 10 \log \left( \frac{P_{pico}}{P_0} \right)^2$$

*Ecuación 6: Nivel pico ( $L_{pico}$  o  $L_{peak}$ )*

Donde:

- $P_{pico}$  = valor máximo de la presión acústica instantánea, expresado en pascuales, a la que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación “C”.
- $P_0$  = presión acústica de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  Pa)

### 3. Descripción general de la tarea de corte de tubería

Vamos a presentar la tarea en la que se centra este TFM. El trabajo de corte de tubería puede ser necesario mayoritariamente por dos causas:

- La primera causa vendría de la necesidad de reparar una avería, ya sea porque un vecino ha avisado o porque el equipo busca fugas ha encontrado una fuga o porque simplemente al pasar se ve acumulación de agua donde no debería haberla.
- La segunda causa vendría de la necesidad de ajustar in situ la longitud de la tubería para adaptarse a las restricciones de la calle, curvas cerradas u otros obstáculos que no se habían tenido en cuenta al hacer el estudio del montaje en papel en obras de ampliación o sustitución de tubería, ya sea de distribución o de transporte, ya que los tubos de fundición vienen en tamaños fijos de 6 m de longitud.

El corte de tubería es una tarea de adaptación, por lo que no se suele tomar como una tarea principal, además se da muchas veces de una manera un tanto “espontánea” para poder continuar con la obra cuanto antes.

Una vez presentada la tarea de corte de tubería, vamos a definir también el tipo de personal implicado en la tarea. Las personas implicadas en el corte de tuberías son lo que denominaremos “Operario de mantenimiento de red de agua potable”. En adelante nos referiremos al término agua potable como (AP). Estos trabajadores dedicados a realizar trabajos de mantenimiento que implican contacto con elementos de agua potable (montajes, mantenimiento de elementos de distribución, cortes de tubería de AP, ...) trabajan junto con los trabajadores relacionados con la obra civil, que pertenecen a una subcontrata, por lo que los operarios de mantenimiento no manipulan maquinaria pesada, sin embargo con gran frecuencia trabajan en el mismo lugar que la subcontrata, por lo que están expuestos a los riesgos derivados de una obra.

Inicialmente, para poder hacer una modificación/reparación en tuberías de agua potable, por el hecho de ser subterránea, habría que llevar a cabo una obra civil, en la que se retiraría el pavimento, aceras o todo elemento que se encuentre en el recorrido de la tubería, mediante maquinaria pesada.

En adelante vamos a centrarnos en un caso concreto de reparación de tubería de fundición de diámetro nominal 80 mm (DN80), ya que la mayoría del material gráfico pertenece a ese diámetro, aunque es extrapolable a la mayoría de las

reparaciones frecuentes en las que estaría implicada la misma maquinaria y las mismas herramientas.

Un vecino de la c/ Humedad n.º 3 comunica a la oficina de RedaquaSA que hay una zona en la carretera, en frente de su casa, mojada desde hace unas semanas. El aviso le llega al Jefe de Distribución y manda a los operarios de mantenimiento de red de agua potable a verificar si es una posible avería.

Una vez comprobado que se trata de una fuga subterránea, se comunica a la subcontrata que hay que levantar el pavimento para poder acceder a la tubería para repararla. Los operarios de mantenimiento llevan en la furgoneta herramientas de corte para tuberías, así como elementos de reparación como abrazaderas, carretes, etc.

La subcontrata lleva un camión con herramientas y lleva a la zona la maquinaria típica para abrir una zanja: camión-grúa, grupo electrógenos, retroexcavadora con diferentes utensilios..., etc. Mientras, el Jefe de Distribución obtiene los planos de servicio para conocer qué tipo de conducciones pueden interferir con la obra que se va a realizar. Estas conducciones pueden ser tuberías de gas, distribución eléctrica de baja y media tensión, servicios telefónicos, etc.

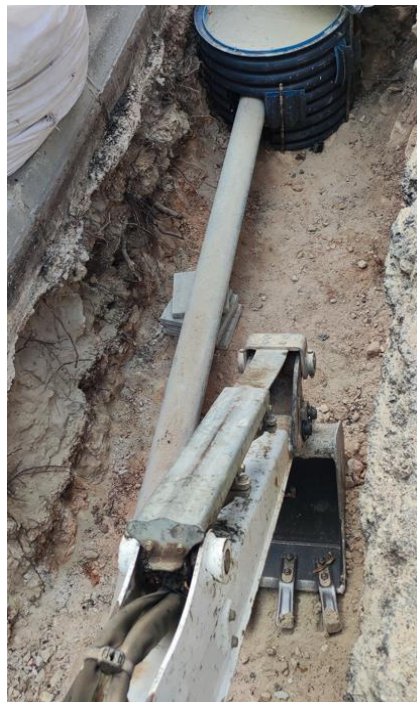
Una vez en el lugar de la avería tanto los trabajadores de la subcontrata que hace la obra como los trabajadores de mantenimiento, se comienza con la realización de la zanja, todo en un recinto bien señalizado, puesto que la avería sucede en el pavimento de una vía de circulación de vehículos. Previamente se interrumpe la circulación, para evitar accidentes tanto de vehículos como de peatones.



*Ilustración 1: Corte parcial de la calle*



*Ilustración 2: Apertura zanja hasta mostrar tubería*



*Ilustración 3: Excavación de zanja*

## 4. Descripción del método y herramientas utilizadas

### 4.1. Identificación de peligros:

Comenzaremos haciendo una identificación de los peligros a los que está expuesto el operario de mantenimiento de red de agua potable, en la tarea de reparación con corte y manipulación de tuberías, y establecemos un orden de prioridad para la corrección de peligros. Para ello emplearemos tal como se hace en otros métodos, como el de NTP 330: “Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente” o como en el método William T. Fine, unos valores de ponderación para tres factores, que determinan el nivel de peligrosidad de un riesgo: el tiempo de exposición a un determinado riesgo (E), la probabilidad de que se materialice un accidente cuando se está expuesto a un riesgo (P) y las posibles consecuencias de un riesgo (C). Con estos tres factores se puede obtener un grado de peligrosidad (G.P.) para un determinado riesgo a través de la siguiente fórmula:

$$G.P. = E * P * C$$

*Ecuación 7: Determinación Grado Peligrosidad.*

En las siguientes tablas (1, 2, 3, 4) se recogen las ponderaciones reales, de cada factor, con las que trabaja la empresa RedaquaSA. He preferido mantener los valores de ponderación propios de la empresa, con el fin de que puedan utilizar este proyecto como una herramienta de trabajo, en agradecimiento a las facilidades que me han dado para su realización.

Como aclaración, los valores ponderativos son similares a los del método de William T. Fine, pero se ha prescindido de valores inferiores a 1 y se han añadido algunos adicionales. Haciendo que G.P. sea más restrictivo, al no dividir nunca el resultado, como ocurriría con los valores 0,5 o 0,1, con los que pondera el Método Fine.

Tiempo de exposición al riesgo	ponderación
Continua o muchas veces al día	10
Muy frecuente	8
Frecuente	6
Ocasional.	4
Escasa.	2
Rara.	1

*Tabla 1: Tiempo de exposición al riesgo*

En la tabla de “tiempo de exposición al riesgo” se dan diferentes ponderaciones entre el 1 y el 10, según sea la duración del riesgo para los trabajadores. El mayor riesgo es el que está presente continuamente durante la jornada (ponderación 10), el siguiente sería un riesgo “muy frecuente”, que podríamos establecer en un tiempo menor al 50% de la jornada laboral (ponderación 8), el siguiente sería el de una exposición “frecuente” que se daría una o dos veces al día y de corta duración (ponderación 6), el riesgo “ocasional” sería aquel que se da una vez a la semana, (ponderación 4), la exposición “escasa” se daría una vez al mes (ponderación 2) y por último la exposición “rara” es aquella que alguna vez se ha producido, con frecuencia mayor a un mes (ponderación 1).

Probabilidad de que ocurra:	ponderación
Difícilmente evitable	10
Muy posible	8
Posible.	6
No frecuente pero probable.	4
Probabilidad remota	2
Improbable	1

Tabla 2: Probabilidad de que ocurra

En la tabla de probabilidad al igual que en la anterior tenemos valores de ponderación entre 1 y 10 y estaríamos hablando de un accidente “difícilmente evitable” (ponderación 10), un accidente “muy posible”, donde la probabilidad de que suceda es superior al 50% (ponderación 8), “posible”, aquel en que la probabilidad es cercana al 50% (ponderación 6), “no frecuente pero probable”, explicable (ponderación 4), probabilidad “remota” sería aquel en que quizás podría darse la situación (ponderación 2) y por último “improbable” que tendría una probabilidad muy remota (ponderación 1).

Consecuencias: Daño al materializarse el riesgo.	ponderación
Accidente catastrófico.	100
Varios Muertos	50
Accidente Mortal	25
Lesiones graves. Intoxicaciones. Incapacidad	15
Pequeñas amputaciones. Bajas de más de 30 días	10
Accidentes con Incapacidad transitoria.	5
Asistencia en mutua. Bajas inferiores a 3 días.	3
Daños menores. Cura simple	1

Tabla 3: Consecuencia. Daño al materializarse el riesgo



En cuanto a la ponderación de las consecuencias del accidente, tendríamos una escala que va del 1 al 100, donde 100 sería un “accidente catastrófico” o accidente mayor, 50 sería el valor cuando hay “varios muertos”, “accidente mortal” sería si hay un trabajador fallecido (ponderación 25), y así sucesivamente hasta llegar a “daños menores” con ponderación de 1, que sería una cura simple mediante botiquín o un dolor de cabeza...

En la siguiente tabla se recogen cinco agrupaciones (leve, tolerable, moderado, importante e intolerable) que van en función del resultado procedente de la “Ecuación 1” y además proporciona en la columna de “Acción y temporización” las pautas sobre las acciones y plazos. Esta tabla tiene gran similitud con el criterio sugerido para la toma de decisiones, establecido en las Directrices básicas para la evaluación de riesgos laborales del INSST.

Riesgo	Acción y temporización	Resultado
Leve (L)	No se requiere acción específica	<=60
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.	<=160
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.	<=250
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.	<=400
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.	>400

Tabla 4: Acción y temporización



## 4.2. Explicación del método en el estudio de ruido.

El método aplicado a la hora de medir la exposición al ruido de los trabajadores está basado en la normativa existente en el RD 286/2006 y guiado mediante la “Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido”, aplicado al tipo de trabajador ya mencionado como “Operario de Mantenimiento de Red de Agua Potable”. La toma de mediciones se ha realizado sobre un único trabajador.

Como estrategia he elegido la medición basada en la operación o tarea, para lo cual dividiremos la jornada en tareas de una duración determinada, mediante consulta a los trabajadores, encargado y jefe de distribución. Para la estrategia de medición me he guiado por la Tabla 2 (pág. 80) de la “Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido” que incluyo en el anexo IV, donde se analizan diferentes características del trabajo (movilidad del puesto, complejidad de la tarea) y se recomienda la aplicación de unas u otras estrategias de medición. En el caso concreto de reparación de tubería con corte he considerado como: “Movilidad del puesto” > “fijo” y como “Complejidad de la tarea” > “compleja o con muchas operaciones”. Esto me da, que la estrategia de medición recomendada sería la “basada en la operación”, aunque las otras dos estrategias de medición también serían de aplicación.

Las medidas que se han realizado corresponden a un ruido estable pero con exposición no continua, por lo tanto, son medidas puntuales. Por otra parte, se han efectuado solamente sobre el puesto de trabajo más afectado por la tarea de corte de tubería, que sería el del operario de mantenimiento de red de distribución. Quedarían excluidos de este estudio el encargado o jefes de distribución, ya que su asistencia en la operación sería momentánea y en cualquier caso lejana al ruido potencial.

Las mediciones se realizaron en todo momento con los equipos y maquinaria a pleno rendimiento, con el fin de evaluar el caso más extremo de presión acústica. El tiempo de cada medición tiene una duración de 5 minutos en todos los casos, teniendo en cuenta que durante estos minutos existe el mayor nivel sonoro posible y estable, entendiéndolo como ruido estable todo aquel que su nivel de presión acústica ponderada A no varía más de 5 dB entre su nivel máximo y mínimo de  $L_{pA}$  de acuerdo con la UNE-EN 60651:1996. Para ello se iniciaba la tarea a medir con el sonómetro encendido y cuando se observaba que el valor de presión sonora se estabilizaba se comenzaba la grabación, vigilando que las fluctuaciones sonoras fueran mínimas.

Las muestras se realizaron en dos entornos diferentes a causa de la operatividad de la empresa. Las mediciones de maquinaria (Tabla 7: Medidas maquinaria) se

llevaron a cabo in situ en reparaciones reales. Como las tareas de cada máquina tenían duraciones bastante superiores a las de la muestra, no hubo problema en poder hacer 3 medidas de cada una. Por otro lado, se realizaron las mediciones de herramientas de corte (Tabla 8: Medidas herramientas de corte). Estas medidas se tomaron en un almacén al aire libre del que dispone la empresa, donde se solicitó a un operario que realizara varios cortes en una tubería DN80, con varias herramientas, tal como se puede observar en las ilustraciones 12, 13 y 14.

Para estar seguros de que existe repetibilidad y coherencia en lo medido se han cogido tres muestras diferentes de cada operación y en los cálculos utilizaremos la media aritmética como valor representativo de las tres mediciones. Se realizarán mediciones de 5 minutos en todas en las tareas en que se pueda mantener el funcionamiento del equipo a pleno rendimiento para tener un  $L_{Aeq, t}$  lo más representativo y real posible. Cada medida se comparará con las otras dos por si se hubiesen cometido fallos, tomando como fallo o medición no significativa todo valor que se aleje más de 3 dB de los otros dos. Si se diera el caso de fallo se cogerían otras tres muestras más de la misma operación.

El instrumento de medida, que se ha utilizado para medir el ruido, es un sonómetro integrador de clase 2, marca: CASELLA CEL Modelo 620A micrófono tipo CEL-252. El sonómetro cumple con lo especificado en el anexo 3 (Instrumentos de medida y condiciones de aplicación) del RD 286/2006 y se ajusta a las prescripciones de las normas UNE-EN 60651:96, 60684:02 y 61260:97, respectivamente. El equipo ha sido calibrado en fecha 23/02/2022 y los certificados se muestran en el Anexo 1, así como su calibrador, también calibrado en la misma fecha. El mantenimiento de las condiciones de calibración se ha verificado antes y después de cada medida obteniéndose una precisión de +/- 1 dB(A)

El valor del nivel equivalente de presión sonora ya nos viene como resultado, por lo que realizaremos directamente la media aritmética de las tres medidas de la misma operación y posteriormente realizaremos el nivel equivalente diario con los tiempos y los valores equivalentes medidos con el sonómetro.

$$\text{Media aritmética} = \frac{\sum_1^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 \dots + x_n}{N}$$

*Ecuación 8: Formula media aritmética*



*Ilustración 4: Calibración sonómetro*

### 4.3. Explicación del método de elección de protectores auditivos.

Una vez detectada la necesidad de poner soluciones al “importante” riesgo que representa el ruido, vamos a poner las bases para realizar la elección de los correctos protectores auditivos.

Para ello vamos a utilizar el Método H, M y L, ya que nuestro instrumento de medida no nos da los valores por bandas de octava, sino que nos da el valor de presión sonora con ponderación A y C, resultante del tiempo en el que se hace la medición.

Posteriormente tendremos que obtener los valores de H, M y L, que son valores que proporciona el fabricante de los equipos de protección.

- H: es la atenuación a altas frecuencias  $L_C - L_A = -2$  dB.
- M: es la atenuación a medias frecuencias  $L_C - L_A = +2$  dB.
- L: Atenuación a bajas frecuencias  $L_C - L_A = +10$  dB.

Explicaremos el significado del valor SNR: que es el índice de reducción único, que no vamos a utilizar en nuestro método de cálculo de atenuación H, M, L, pero que es interesante de conocer por si se aplicara el método SNR o simplemente para hacernos una idea de la capacidad de atenuación del EPI sin realizar apenas cálculos, ya que el nivel de presión sonora efectivo ponderado A sale directamente de restar a  $L_C$  el valor de SNR.  $\rightarrow (L'_A = L_C - SNR)$

## **5. Resultados**

### **5.1. Resultados de la evaluación de riesgos para operarios:**

Comenzaremos haciendo una identificación de los peligros a los que este tipo de trabajador está expuesto, en la tarea de corte y manipulación de tuberías.

Hay que explicar que no se recogen la totalidad de peligros a los que podrían estar expuestos los trabajadores, ya que nos desviaría de la finalidad de este proyecto, que es la medición y evaluación del ruido. Como criterio, a la hora de elegir una serie de riesgos, se han elegido los riesgos implicados en los últimos accidentes laborales, también los riesgos que han transmitido los propios trabajadores mediante un comunicado de riesgos y otros riesgos que debemos tener siempre presentes, como sería el caso de la exposición a partículas de amianto.

A continuación, detallo los riesgos específicos, el emplazamiento y los valores de ponderación que he considerado atribuir en términos de exposición, probabilidad y consecuencia. Obteniendo así el Grado de Peligrosidad (G.P) y según este, mediante la tabla 4, podemos obtener el Nivel de riesgo:


 Empresa Trabajador Tarea Código Informe		Redaqua.s.a				
		Operario de mantenimiento de red AP				
		Reparación de avería red AP				
		22.06.13_Redaquasa				
IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO		VALORACIÓN DEL RIESGO				
Riesgo Específico Identificado	Lugar /Tarea	Exposición	Probabilidad	Consecuencias	Grado Peligrosidad	Nivel de Riesgo
Picaduras Insectos	Trabajos en el exterior o en zonas próximas con vegetación.	2	2	5	20	LEVE
Caídas de personas en el interior de las zanjas	Reparaciones de averías, acometidas y montaje de tuberías	6	2	15	180	MODERADO
Contacto eléctrico indirecto	Trabajos en el interior zanjas en presencia de agua.. Interferencias de Servicios./Reparaciones de averías, acometidas y montaje de tuberías/Manejo de herramientas y máquinas Equipos eléctricos a la intemperie	4	2	25	200	MODERADO
Golpe contra las piezas. Atrapamiento. Proyección de útiles, fragmentos o partículas.	Uso de MÁQUINAS-HERRAMIENTAS en general/Uso de Fresadora/Taladro/Muela Abrasiva/Radial/...	4	4	15	240	MODERADO
Golpes y caídas	Manejo de herramientas y máquinas	2	1	10	20	LEVE
Golpe de calor/Lluvias	Trabajos a la intemperie	4	2	10	80	TOLERABLE
Emergencias y accidentes graves (Actuación en caso de emergencia)	Instalaciones en general Plan de emergencias	2	4	15	120	TOLERABLE

Tabla 5: Identificación de riesgos I

Riesgo Específico Identificado	Lugar /Tarea	Exposición	Probabilidad	Consecuencias	Grado Peligrosidad	Nivel de Riesgo
Exposición a partículas de amianto	Reparaciones de averías, acometidas y montaje de tuberías Intervenciones en tuberías de fibrocemento / transporte/ almacenamiento de residuos de fibrocemento	2	4	10	80	TOLERABLE
Fatiga física por postura forzada	Reparaciones de averías, acometidas y montaje de tuberías/Lecturas Posición de trabajo/ /Trabajos interior de espacios confinados (EECC)	4	4	15	240	MODERADO
Cortes y arañazos	Reparaciones de averías, acometidas y montaje de tuberías. Uso de herramientas de corte	6	4	5	120	TOLERABLE
Vibraciones y sobreesfuerzos	Manejo de herramientas y máquinas Martillo picador y pisón	4	2	10	80	TOLERABLE
Manipulación manual de cargas	Instalaciones en general Sobreesfuerzos	4	4	10	160	TOLERABLE
Ruido	Reparación de avería/ Con corte tubería/ Maquinaria en funcionamiento	6	6	10	360	IMPORTANTE
Golpes con maquinaria pesada en movimiento	Emplazamiento obra/ via publica	2	1	15	30	LEVE

Tabla 6: Identificación de riesgos II

Podemos observar cómo nos han resultado riesgos leves, moderados, tolerables y en concreto nos ha salido el ruido como riesgo “importante”. Esto vendría como consecuencia de ponderar a la exposición (E) con un 6, ya que los trabajadores están expuestos frecuentemente a ruidos, salvando los desplazamientos, acopios y planificaciones previas al trabajo. También es fruto de valorar la posibilidad (P) con otro 6, ya que el trabajo en sí va muy ligado a maquinaria que habitualmente excede los límites recomendados de presión sonora. Y, por último, he considerado que la consecuencia (C) sería un 10, ya que a corto plazo puede producir pérdidas puntuales de audición, que impidan la correcta comunicación en un entorno hostil, posibles problemas de salud, problemas psicológicos o la pérdida permanente de audición a largo plazo.

Por este motivo, tal como indica la tabla de valoración del riesgo, es necesario remediar esta situación. Para ello debemos conocer la magnitud del riesgo y una vez conocido proponer soluciones para, en la medida de lo posible, reducirlo al mínimo.

## 5.2. Resultados de la medición de ruido.

Una vez realizadas la totalidad de las mediciones, conectamos el sonómetro al ordenador y hacemos la extracción de los datos. En principio el sonómetro nos hace un archivo Excel por cada una de las mediciones. En total se realizaron 29 mediciones efectivas y 3 mediciones más, que no se han mostrado, donde no se pudo conservar el nivel de ruido estable por despiste o interrupción de la operación a medir y que he considerado nulas.

De todos los parámetros que proporcionaba el sonómetro solamente voy a indicar 3, que son los que considero más relevantes ( $L_{Ceq}$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Cpeak}$ ), de cada una de las mediciones. Estos valores se han definido en el apartado “2.1. Definiciones”.

A continuación, a modo de resumen, muestro los resultados de las mediciones de los parámetros citados en el anterior punto, divididos en dos tablas: la primera sería la tabla de maquinaria fija en una obra “tipo” de reparación de acometida (camión grúa, retro excavadora, etc.) y la segunda tabla serían los valores de corte de tubería según las herramientas utilizadas (sierra sable, radial, etc.)

Indicaremos la procedencia de la lectura, los parámetros medidos, el tiempo de la medición, el número de medición, el promedio de las medidas y por último la comprobación de la calidad (diferencia de  $<3$  dB(A)) de las mediciones, por si hubiera habido algún error e hiciera falta hacer más mediciones.



Ilustración 5: Maquinaria y herramientas



Como ejemplo, para el camión grúa los resultados de las tres mediciones de 5 minutos cada una, muestran como valores de  $L_{Aeq}$  (expresados en decibelios con ponderación A): 1ª muestra= 70,3 dB(A), 2ª muestra= 71,8 dB(A) y 3ª muestra= 72,1 dB(A). Una vez tenemos los tres valores sacamos la media aritmética, que será con la que trabajemos, y antes de comenzar a calcular otras cosas, nos cercioramos de que las medidas tomadas no se diferencian entre la máxima y la mínima más de 3 dB(A).

Esta forma de mostrar los datos se muestra igual tanto en la tabla 7, como en la tabla 8.

nº	Lecturas	Parámetros	T med. [min]	1º	2º	3º	Promedio	Max - Min <3
1	camión Grúa	Lceq [dB(C)]	5´	72,20	73,50	74,80	73,50	-
		LAeq [dB(A)]	5´	70,30	71,80	72,10	<b>71,40</b>	<b>1,80</b>
		LCpeak [dB(C)]	5´	96,80	94,10	96,20	95,70	-
2	Retro cazo	Lceq [dB(C)]	5´	88,60	87,90	88,90	88,47	-
		LAeq [dB(A)]	5´	85,20	82,30	83,70	<b>83,73</b>	<b>2,90</b>
		LCpeak [dB(C)]	5´	104,10	104,20	104,40	104,23	-
3	Retro martillo	Lceq [dB(C)]	5´	97,00	96,20	95,70	96,30	-
		LAeq [dB(A)]	5´	96,70	96,00	95,40	<b>96,03</b>	<b>1,30</b>
		LCpeak [dB(C)]	5´	119,80	122,00	120,20	120,67	-
4	Retroexcavadora	Lceq [dB(C)]	5´	87,60	88,30	87,90	87,93	-
		LAeq [dB(A)]	5´	77,70	79,50	78,80	<b>78,67</b>	<b>1,80</b>
		LCpeak [dB(C)]	5´	109,50	119,70	105,90	111,70	-
5	Gupo elect. + Camión	Lceq [dB(C)]	5´	103,70	103,40	102,70	103,27	-
		LAeq [dB(A)]	5´	94,90	94,60	94,00	<b>94,50</b>	<b>0,90</b>
		LCpeak [dB(C)]	5´	114,70	114,20	113,10	114,00	-
6	Ruido ambiente obra	Lceq [dB(C)]	60´	88,90	87,90	-	88,40	-
		LAeq [dB(A)]	60´	87,00	84,40	-	<b>85,70</b>	<b>2,60</b>
		LCpeak [dB(C)]	60´	109,90	105,00	-	107,45	-
7	Ruido calle / carretera	Lceq [dB(C)]	5´	72,20	73,80	72,10	72,70	-
		LAeq [dB(A)]	5´	68,30	69,80	70,10	<b>69,40</b>	<b>1,80</b>
		LCpeak [dB(C)]	5´	86,80	84,10	86,20	85,70	-

Tabla 7: Medidas maquinaria

nº	Lecturas	Parámetros	T med. [min]	1º [dB]	2º [dB]	3º [dB]	Promedio	Max - Min <3
8	Sierra sable	L <sub>ceq</sub> [dB(C)]	5´	95,30	95,53	96,05	95,63	-
		L <sub>Aeq</sub> [dB(A)]	5´	96,60	97,10	97,39	97,03	0,79
		L <sub>Cpeak</sub> [dB(C)]	5´	113,60	114,49	114,05	114,05	-
9	Sierra motobomba	L <sub>ceq</sub> [dB(C)]	5´	106,70	107,42	107,95	107,36	-
		L <sub>Aeq</sub> [dB(A)]	5´	106,60	106,93	107,39	106,97	0,79
		L <sub>Cpeak</sub> [dB(C)]	5´	123,80	124,36	125,27	124,48	-
10	Radial + Grupo	L <sub>ceq</sub> [dB(C)]	5´	90,51	90,90	91,21	90,87	-
		L <sub>Aeq</sub> [dB(A)]	5´	87,02	88,10	88,91	88,01	1,89
		L <sub>Cpeak</sub> [dB(C)]	5´	106,10	105,50	106,41	106,00	-

Tabla 8: Medidas herramientas de corte

A priori, podemos observar maquinaria o equipos que según su tiempo de exposición pueden entrañar riesgos a causa de sus elevados niveles de presión sonora. Según tengan mayor duración dentro de la jornada de trabajo, aproximarán el  $L_{Aeq,d}$  o Nivel de exposición diario a su nivel de presión sonora característico. En concreto tendríamos que vigilar con mayor atención la operación de retroexcavadora cuando tiene montado el martillo hidráulico, también el grupo electrógeno en combinación con el camión y las tareas de corte de tubería sea cual sea el tipo de herramienta de corte, ya que todas estas dan valores superiores de 85 dB(A), que es donde el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, fija el valor superior de exposición que da lugar a una acción y superando los 87 dB(A) que es el valor límite de exposición diario ( $L_{Aeq,d}$ ).

No sé ha observado que se superen los niveles de pico ( $L_{pico}$ ) ni de 140dB(C) ni 137 dB(C) que serían los niveles de incumplimiento o paso a una acción correctiva, respectivamente.

Gracias a la encuesta realizada a los operarios, capataces y jefes de distribución, se determinó unos tiempos “tipo” de utilización de maquinaria en los trabajos de reparación de tubería de distribución. Los tiempos promedio “tipo” son los siguientes:

Tabla de Tiempos [tubería DN80 Fd,]		
nº	Máquina/herramienta	hr.
1	Camión Grua	2
2	Retro cazo	2
3	Retro martillo	0,5
4	Retroescaavadora	1,5
5	Grupo elec. Camión	0,5
6	Ruido ambiente obra	6,5
7	Ruido calle	1,5
8	Sierra sable	0,25
9	Sierra motobomba	0,05
10	Radial + Grupo	0,12

Tabla 9: Medidas tiempo utilización

Una vez tengo presentadas las tablas de valores de ruido y de tiempo, quiero explicar una medición que considero que haría falta aclarar ya que puede llevar a confusión. Estaría hablando de lo siguiente: en la “Tabla 7” el nº 6 “Ruido ambiente obra”. Estos datos provienen de dos muestras de ruido en una obra “tipo” de reparación, durante un periodo aleatorio de la jornada de trabajo, de una hora de duración cada una. Esta muestra de una hora la consideré práctica para comprobar si los valores obtenidos en las mediciones de maquinaria, individuales y los tiempos proporcionados por la encuesta a los trabajadores, guardan el mismo orden de magnitud. Una comprobación adicional a la calidad de la toma de muestras (ruidos medidos) y los datos reunidos (tiempos de funcionamiento).

Para ello, se obtuvo el  $L_{Aeq,d}$ , mediante la fórmula siguiente, de las mediciones individuales de maquinaria y tiempo no productivo “ruido calle/carretera” y se comparó con el  $L_{Aeq,d}$  resultante del promedio de las mediciones de una hora ininterrumpida y el tiempo no productivo.

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

Ecuación 9:  $L_{Aeq,d}$  Nivel de exposición diario equivalente

Los resultados de la comprobación nos dieron:

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \text{LOG}_{10} \left( \frac{1}{8} \cdot \left( (2 \cdot 10^{(71,4/10)}) + (2 \cdot 10^{(83,73/10)}) + (0,5 \cdot 10^{(96,03/10)}) + (1,5 \cdot 10^{(78,67/10)}) + (0,5 \cdot 10^{(94,5/10)}) + (1,5 \cdot 10^{(69,4/10)}) \right) \right) = 87,0 \text{ dB(A) por tarea.}$$

Mientras que, haciéndolo con la misma fórmula, pero con el promedio de la medición interrumpida de una hora y valor de ruido de las tareas no productivas “ruido calle/carretera” nos da:

$$L_{Aeq,d} = 10 \cdot \text{LOG}_{10} \left( \frac{1}{8} \cdot \left( (6,5 \cdot 10^{(85,7/10)}) + (1,5 \cdot 10^{(69,4/10)}) \right) \right) = 84,8 \text{ dB(A) con medida promediada de una hora.}$$

Mediante esta comprobación, podríamos asegurar que los datos recogidos de las mediciones, así como los tiempos de utilización de maquinarias, pueden ser válidos, ya que se guarda un mismo orden de magnitud.

Por ahora, sólo hemos tenido en cuenta la maquinaria de obra civil, que se suele usar en todo tipo de reparaciones de averías, pero para tener la tarea completa tenemos que incluir corte de tubería de fundición. Dependiendo de la herramienta utilizada para realizar el corte y del diámetro de tubería, será una tarea que varía enormemente tanto en tiempo de exposición como en el nivel sonoro al que estarán expuestos nuestros trabajadores “operarios de mantenimiento de red de agua potable”, a los que aplica el estudio.

Como en la realización de este proyecto solamente hemos podido realizar el corte de tubería de DN80, vamos a realizar una extrapolación de los tiempos de corte de tubería DN80 con las tres herramientas de corte, para obtener los tiempos de corte en todo el abanico de diámetros disponibles en catálogo.

Para ello hemos buscado el catálogo de la marca Electrosteel (Anexo 2), que es la usada en este tipo de reparaciones, para sacar los espesores de tubería. Vamos a sacar una relación de tiempos de corte en función de la herramienta, diámetro y espesor. Esta relación de tiempos los utiliza la empresa Redaquasa para el control de la productividad de los trabajadores y que lo implementa en el programa de Gestión de Ordenes de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) que utiliza. Aun así, hemos contrastado estos tiempos posteriormente con los operarios por si en alguno se alejara de la realidad.



Ilustración 6: Tubos fundición Electrosteel

Tiempo corte tubería SIERRA SABLE según diámetro				
DN	Area de pared a cortar (cm <sup>2</sup> )	tiempo corte (min)	tiempo corte (hr)	LAeq,d
80	14,05	15,00	<b>0,25</b>	81,98
100	17,07	18,22	<b>0,30</b>	82,82
125	20,99	22,40	<b>0,37</b>	83,72
150	25,92	27,66	<b>0,46</b>	84,64
200	36,75	39,22	<b>0,65</b>	86,15
250	48,87	52,16	<b>0,87</b>	87,39
300	62,29	66,48	<b>1,11</b>	88,44
350	81,59	87,08	<b>1,45</b>	89,62
400	103,21	110,16	<b>1,84</b>	90,64
450	126,63	135,16	<b>2,25</b>	91,53
500	147,87	157,83	<b>2,63</b>	92,20
600	194,42	207,50	<b>3,46</b>	93,39
700	246,73	263,34	<b>4,39</b>	94,42
800	305,19	325,73	<b>5,43</b>	95,35
900	369,08	393,92	<b>6,57</b>	96,17
1000	438,75	468,27	<b>7,80</b>	96,92

Tabla 10: Tiempos Sierra Sable / diámetro

Se puede observar que el corte con esta herramienta además de muy lento, tiene niveles de ruido muy elevados. Para una tubería de las más delgadas (DN80) se estaría expuesto a un nivel sonoro diario de 81,9 dB(A)

Tiempo corte tubería MOTOBOMBA según diámetro				
DN	Area de pared a cortar (cm2)	tiempo corte (min)	tiempo corte (hr)	LAeq,d
80	14,05	3,00	0,05	84,93
100	17,07	3,64	0,06	85,78
125	20,99	4,48	0,07	86,67
150	25,92	5,53	0,09	87,59
200	36,75	7,84	0,13	89,11
250	48,87	10,43	0,17	90,34
300	62,29	13,30	0,22	91,40
350	81,59	17,42	0,29	92,57
400	103,21	22,03	0,37	93,59
450	126,63	27,03	0,45	94,48
500	147,87	31,57	0,53	95,15
600	194,42	41,50	0,69	96,34
700	246,73	52,67	0,88	97,38
800	305,19	65,15	1,09	98,30
900	369,08	78,78	1,31	99,13
1000	438,75	93,65	1,56	99,88

Tabla 11: Tiempos Motobomba / diámetro

Tiempo corte tubería RADIAL ELECTRICA+GRUPO según diámetro				
DN	Area de pared a cortar (cm2)	tiempo corte (min)	tiempo corte (hr)	LAeq,d
80	14,05	7,00	0,12	69,65
100	17,07	8,50	0,14	70,49
125	20,99	10,45	0,17	71,39
150	25,92	12,91	0,22	72,31
200	36,75	18,30	0,31	73,82
250	48,87	24,34	0,41	75,06
300	62,29	31,02	0,52	76,11
350	81,59	40,64	0,68	77,29
400	103,21	51,41	0,86	78,31
450	126,63	63,07	1,05	79,20
500	147,87	73,65	1,23	79,87
600	194,42	96,83	1,61	81,06
700	246,73	122,89	2,05	82,09
800	305,19	152,01	2,53	83,02
900	369,08	183,83	3,06	83,84
1000	438,75	218,53	3,64	84,59

Tabla 12: Tiempos Radia + Grupo / diámetro

Una vez que conocemos todos los niveles de presión acústica por herramienta y conociendo los tiempos requeridos en cortar una tubería por herramienta y por diámetro, ya estamos en situación de sacar los niveles de exposición diario

equivalente, juntando los datos de la maquinaria fija de una obra con los datos de la tarea de cortar tubería, sea cual sea su diámetro.

A parte de obtener los  $L_{Aeq, d}$ , vamos a sacar también lo  $L_{Ceq, d}$  en previsión del cálculo de atenuación de los protectores auditivos. Para los dos cálculos usaremos la “Ecuación 9” con la diferencia, y para obtener la  $L_{Aeq, d}$  pondremos los valores  $L_{Aeq}$  de las *tablas 7 y 8*, mientras que para  $L_{Ceq, d}$  lo haremos con los valores  $L_{Ceq}$  de las mismas tablas.

A modo de ejemplo calcularemos el valor correspondiente a  $L_{Aeq, d}$  para el corte de tubería de DN80 con la herramienta “motobomba”

Para ello, localizamos los valores que necesitamos:

De la “*Tabla 7*” (valores en gris), “*Tabla 8*” (valores amarillos) y “*Tabla 11*” (valor azul)

nº	Lecturas	$L_{Aeq}$	$L_{Ceq}$	tiempo [hr]
1	Camión Grua	71,40	73,50	2,00
2	Retro cazo	83,73	88,47	2,00
3	Retro martillo	96,03	96,30	0,50
4	Retroexcavadora	78,67	87,93	1,50
5	Gupo elect.+Cami	94,50	103,27	0,50
7	Ruido calle / carre	69,40	72,70	1,50
nº	Lecturas	$L_{Aeq}$	$L_{Ceq}$	tiempo [hr]
9	Sierra motobomb	106,97	107,36	0,05

Tabla 13: Ejemplo  $L_{Aeq, d}$  para DN80/motobomba

Sustituimos los valores en la “Ecuación 9”:

$$L_{Aeq, d} = 10 \cdot \text{LOG}_{10} \left( \frac{1}{8} \cdot \left( (2 \cdot 10^{(71,4/10)}) + (2 \cdot 10^{(83,73/10)}) + (0,5 \cdot 10^{(96,03/10)}) + (1,5 \cdot 10^{(78,67/10)}) + (0,5 \cdot 10^{(94,5/10)}) + (1,5 \cdot 10^{(69,4/10)}) + (0,05 \cdot 10^{(106,97/10)}) \right) \right) = 89,1 \text{ dB(A)}$$

Cálculo LAeq,d según diámetro tubería			
Tubo	Con sierra sable	Con motobomba	Con radial +grupo
80	88,1	89,1	87,0
100	88,4	89,4	87,0
125	88,6	89,8	87,1
150	89,0	90,3	87,1
200	89,6	91,2	87,1
250	90,2	92,0	87,2
300	90,8	92,7	87,3
350	91,5	93,6	87,4
400	92,2	94,4	87,5
450	92,8	95,2	87,6
500	93,3	95,8	87,7
600	94,3	96,8	87,9
700	95,1	97,8	88,2
800	95,9	98,6	88,4
900	96,7	99,4	88,7
1000	97,3	100,1	88,9

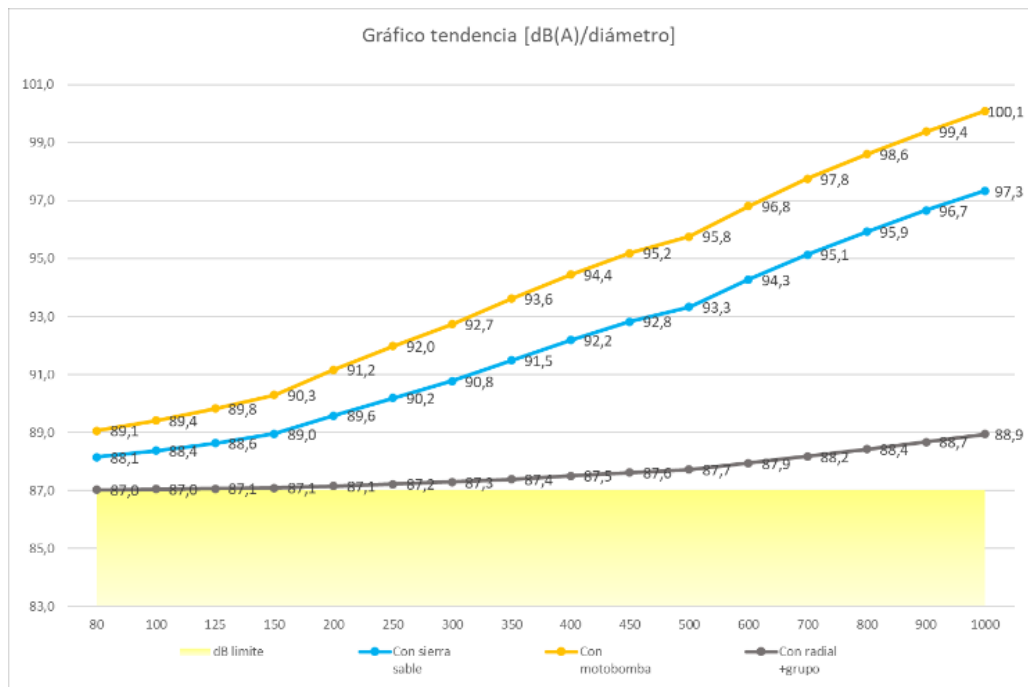
Tabla 14: LAeq, d Conjunto Máquinas y herramientas

Mediante esta tabla se recogen todos los cálculos realizados según el ejemplo de la “Tabla 13” de la LAeq, d para las tres herramientas de estudio en combinación de los diferentes diámetros de tubería.

Podemos observar como todos los valores parten de 87,0 dB(A) en adelante por lo que para cualquier caso estaríamos hablando de proponer soluciones correctivas.

A continuación, representamos gráficamente la “Tabla 14”, mostrando cómo va evolucionando LAeq, d en función del diámetro que se pretende cortar, ya que aumenta el tiempo de la tarea de corte de tubería en función del diámetro, al no variar los tiempos de la maquinaria (tiempo de obra civil) y solamente variar el tiempo empleado en el corte de tubería según (“Tabla 10, 11 y 12” expresado en horas).





Gráfica 1:  $L_{Aeq,d}$  Conjunto Máquinas y herramientas

A modo de ejemplo diremos que la  $L_{Aeq,d}$  para la obra civil y el corte de tubería de fundición DN80, con la herramienta “motobomba” es de 89,1dB(A) y  $L_{Aeq,d}$  para la obra civil y el corte de tubería de fundición DN350, también con la herramienta “motobomba” es de 93,6 dB(A).

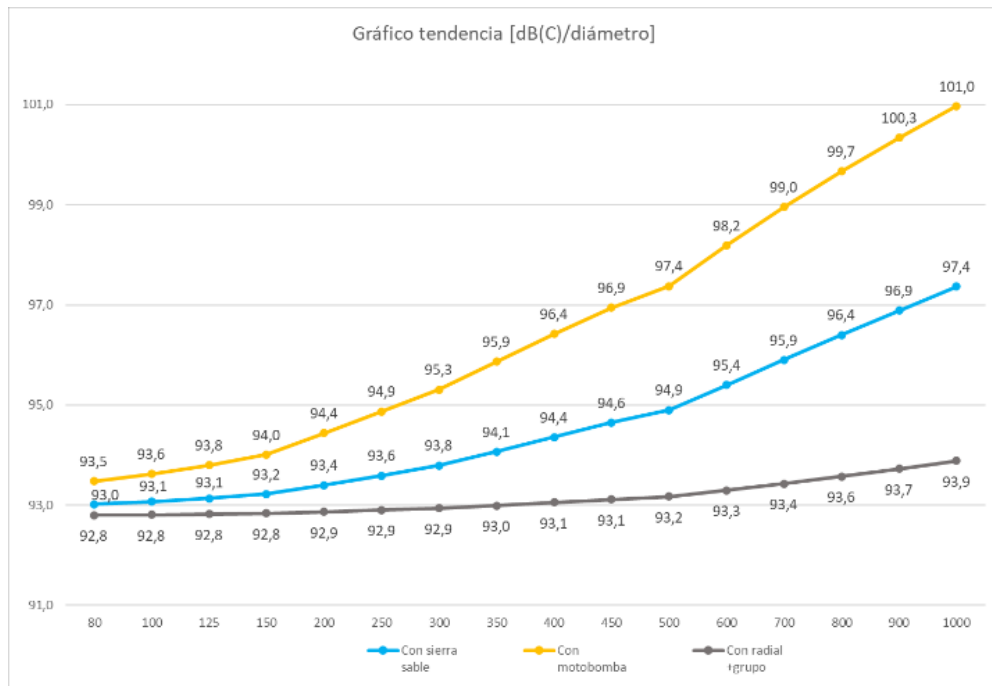
Al igual que hemos hecho en la “Tabla 13” con el ejemplo de cálculo de  $L_{Aeq,d}$  ahora realizaremos el mismo ejemplo para los valores  $L_{Ceq,d}$  partiendo de esos mismos datos:

$$L_{Ceq,d} = 10 \cdot \text{LOG}_{10} \left( \frac{1}{8} \cdot \left( 2 \cdot 10^{(73,5/10)} + 2 \cdot 10^{(88,47/10)} + 0,5 \cdot 10^{(96,03/10)} + 1,5 \cdot 10^{(87,93/10)} + 0,5 \cdot 10^{(103,27/10)} + 1,5 \cdot 10^{(72,7/10)} + 0,05 \cdot 10^{(107,36/10)} \right) \right) = 93,5 \text{ dB(C)}$$

Cálculo $L_{Ceq,d}$ según diámetro tubería			
Tubo	Con sierra sable	Con motobomba	Con radial +grupo
80	93,0	93,5	92,8
100	93,1	93,6	92,8
125	93,1	93,8	92,8
150	93,2	94,0	92,8
200	93,4	94,4	92,9
250	93,6	94,9	92,9
300	93,8	95,3	92,9
350	94,1	95,9	93,0
400	94,4	96,4	93,1
450	94,6	96,9	93,1
500	94,9	97,4	93,2
600	95,4	98,2	93,3
700	95,9	99,0	93,4
800	96,4	99,7	93,6
900	96,9	100,3	93,7
1000	97,4	101,0	93,9

Tabla 15:  $L_{Ceq,d}$  Conjunto Máquinas y herramientas

De igual manera que hemos hecho en la gráfica 1, vamos a representar los valores de  $L_{Ceq,d}$  de la “Tabla 15”, en otra gráfica para que sea más visual.



Gráfica 2:  $L_{Ceq,d}$  Conjunto Máquinas y herramientas

Una vez comprobado que los trabajadores, con total certeza, van a estar expuesto a valores superiores a 87 dB(A) que sería el límite de nivel equivalente diario ponderado A, procedemos a la selección de protectores auditivos.

### 5.3. Elección de protectores acústicos:

Primeramente, el objetivo será conseguir, eligiendo entre unos cuantos protectores acústicos, la reducción prevista del nivel de ruidos (PNR) y con ello seremos capaces de determinar el nivel de presión sonora efectivo ponderado A ( $L_A$ ). Se ha seguido a modo de guía y de recopilación de información y condiciones del ruido la Lista de Control de protectores Auditivos de la Guía Técnica (pág. 75), y que yo adjunto como Anexo V.

Se ha buscado entre proveedores habituales protectores acústicos con diferentes valores de atenuación y diferentes formas (tipo diadema, tapón, tapón con banda, etc.). Se valoró introducir un estudio adicional de protectores auditivos con sistema de comunicación, que en un entorno con maquinaria en funcionamiento podría minimizar accidentes, pero al estar trabajando el operario de mantenimiento mayoritariamente con subcontratas se descartó por la dificultad de implantación.

Protectores auditivos						
nº	Nombre comercial	Marca	SNR [dB]	L [dB]	M [dB]	H [dB]
1	TAPÓN AUDITIVO "DETECT" CON CUERDA	Wurth	37	34	34	34
2	AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC	Wurth	24	14	21	29
3	3M™ E-A-Rcaps (de banda)	3M	23	17	19	27
4	AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA H.V.	Wurth	32	24	30	32
5	3M™ PELTOR™ Optime™ I Orejeras (diadema H510A)	3M	27	15	25	32

Tabla 16: Protectores auditivos

Una vez tenemos elegidos los protectores y conocemos sus características comprobamos cual de todos se adaptan correctamente a nuestras necesidades y de haber más de uno que cumple con los criterios de atenuación, se asesorará al trabajador para elegir el que por ergonomía más le favorezca y le ayude a tenerlo puesto correctamente la totalidad del tiempo mínimo exigido para no superar los niveles de presión acústica equivalente con ponderación "A" diaria.

Vamos a tener en cuenta la norma UNE EN 458:2005, donde se recomienda seleccionar protectores auditivos donde el nivel de presión sonora percibido por el trabajador oscile entre 65 dB(A) y 80 dB(A), ya que el sobre aislamiento provocado por el exceso de protección crea molestias en los trabajadores, haciendo que no respeten el tiempo mínimo de uso.

Se han marcado en gris los valores de  $L'_{a\text{eq,d}}$  que protegen por exceso (<65 dB(A)) y en verde los comprendidos entre 65 y 80 dB(A). Este patrón de colores se repite en las “*Tablas 17, 19, 21, 23 y 25*”.

## 1 TAPÓN AUDITIVO “DETECT” CON CUERDA – Würth



Ilustración 7: TAPÓN AUDITIVO “DETECT” CON CUERDA - Würth

Los valores H, M y L de este tipo de protector acústico, tal como vemos en la tabla de características “Tabla 16”, son de 34 dB siendo la SNR de 37 dB, tal como se puede ver en la tabla siguiente. Este protector provoca una atenuación excesiva en la mayoría de los casos y la mayoría de las herramientas usadas ya que estarían los valores de  $L'_A$  por debajo de 65 dB.

Solamente daría valores correctos de atenuación en dos casos muy concretos que sería el corte de tubería de 900mm y de 1000mm con la herramienta de “motobomba”. Para todos los demás, que son los más habituales, estaría sobre protegiendo.

Por ahora descartaremos este protector por exceso de aislamiento.

Cálculo de PNR (nº1)									
Tubo	Con sierra sable			Con moto bomba			Con radial+grupo		
	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d
80	88,1	34	54,1	89,1	34	55,1	87,0	34	53,0
100	88,4	34	54,4	89,4	34	55,4	87,0	34	53,0
125	88,6	34	54,6	89,8	34	55,8	87,1	34	53,1
150	89,0	34	55,0	90,3	34	56,3	87,1	34	53,1
200	89,6	34	55,6	91,2	34	57,2	87,1	34	53,1
250	90,2	34	56,2	92,0	34	58,0	87,2	34	53,2
300	90,8	34	56,8	92,7	34	58,7	87,3	34	53,3
350	91,5	34	57,5	93,6	34	59,6	87,4	34	53,4
400	92,2	34	58,2	94,4	34	60,4	87,5	34	53,5
450	92,8	34	58,8	95,2	34	61,2	87,6	34	53,6
500	93,3	34	59,3	95,8	34	61,8	87,7	34	53,7
600	94,3	34	60,3	96,8	34	62,8	87,9	34	53,9
700	95,1	34	61,1	97,8	34	63,8	88,2	34	54,2
800	95,9	34	61,9	98,6	34	64,6	88,4	34	54,4
900	96,7	34	62,7	99,4	34	65,4	88,7	34	54,7
1000	97,3	34	63,3	100,1	34	66,1	88,9	34	54,9

Tabla 17: Cálculo de PNR (nº1)

A continuación, voy a tratar de explicar los datos mostrados en la “Tabla 17” y que nos servirá para entender también las siguientes “Tablas 19, 21, 23 y 25” donde se sigue haciendo el estudio de protectores auditivos.

La finalidad de la tabla es el cálculo del nivel de presión sonora efectivo ponderado A ( $L'_{A\text{ eq}}$ ). Para ello se muestra en la primera columna los diámetros de los tubos a estudiar y después tres agrupaciones de 3 columnas cada una, correspondientes a las tres herramientas de corte (sierra sable, motobomba y radial+ grupo). A su vez cada agrupación está formada por otras 3 columnas.

La primera columna, de la agrupación por herramienta, correspondería a la  $L_{A\text{ eq}, d}$ , que obtenemos de la “Tabla 14”.

La segunda columna, de la agrupación por herramienta, corresponde al valor PNR. Para este método necesitamos disponer de los valores  $L_A$  y  $L_C$ , que ya los tenemos calculados en la “Tabla 14” y “Tabla 15”. Una vez conocidos, habría que aplicar las siguientes fórmulas dependiendo de si:

$$L_C - L_A \leq 2\text{dB aplicaremos: } PNR = M - \frac{H - M}{4} [L_C - L_A - 2]$$

$$L_C - L_A \geq 2\text{ dB aplicaremos: } PNR = M - \frac{M - L}{8} [L_C - L_A - 2]$$

Para que quede más claro, realizaré el ejemplo con resultado  $PNR=34$  en tubo DN80, para la herramienta “sierra sable”.

Valor  $L_{A\text{ eq}, d} = 88,1$  y  $L_{C\text{ eq}, d} = 93,0$ . Realizamos la resta  $L_C - L_A = 93,0 - 88,1 = 4,9$  dB.

$4,9 > 2$  por lo que elegimos la fórmula correspondiente y sustituimos ayudándonos de los valores H, M y L de la “Tabla 16” para el 1º caso:

$$PNR = 34 - ((34 - 34)/8) * (93,0 - 88,1 - 2) = 34\text{ dB.}$$

Ahora que conocemos el valor de la primera columna y segunda del agrupador “herramienta”, la tercera columna simplemente sería la resta del valor de presión sonora ponderado (A) = 88,1dB menos la capacidad del protector auditivo de reducción, que en este caso sería 34 dB y nos daría nivel de presión sonora efectivo ponderado A ( $L'_{A\text{ eq}}$ ) =  $88,1 - 34 = 54,1$  dB(A).

## 2 AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC – Würth



Ilustración 8: AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC – Würth

nº	Nombre comercial	Marca	SNR [dB]	L [dB]	M [dB]	H [dB]
2	AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC	Würth	24	14	21	29

Tabla 18: Datos AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC – Würth

Este tipo de protector acústico, tal como vemos en la tabla de características “Tabla 16” tiene valores de H, M y L bastante más bajos que el anterior y su SNR es de 24 dB, por lo que la protección acústica es bastante correcta, dándonos como resultado para todos los casos de herramientas y tuberías, valores comprendidos entre los 65 y los 80 dB.

En principio, puede ser una posible opción, siempre que se haga uso correcto de este.

Tubo	Cálculo de PNR (nº2)								
	Con sierra sable			Con moto bomba			Con radial+grupo		
	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d
80	88,1	18	69,7	89,1	19	70,2	87,0	18	69,3
100	88,4	19	69,7	89,4	19	70,3	87,0	18	69,3
125	88,6	19	69,8	89,8	19	70,5	87,1	18	69,4
150	89,0	19	69,9	90,3	19	70,8	87,1	18	69,4
200	89,6	19	70,2	91,2	20	71,3	87,1	18	69,4
250	90,2	20	70,4	92,0	20	71,8	87,2	18	69,4
300	90,8	20	70,7	92,7	20	72,2	87,3	18	69,5
350	91,5	20	71,0	93,6	21	72,8	87,4	18	69,5
400	92,2	21	71,3	94,4	25	69,4	87,5	18	69,6
450	92,8	25	67,5	95,2	25	69,7	87,6	18	69,7
500	93,3	26	67,5	95,8	26	70,0	87,7	18	69,7
600	94,3	27	67,5	96,8	26	70,6	87,9	18	69,9
700	95,1	27	67,7	97,8	27	71,2	88,2	18	70,0
800	95,9	28	67,9	98,6	27	71,7	88,4	18	70,2
900	96,7	29	68,1	99,4	27	72,3	88,7	18	70,3
1000	97,3	29	68,4	100,1	27	72,8	88,9	18	70,5

Tabla 19: Cálculo de PNR (nº2)



### 3 E-A-Rcaps (de banda) – 3M™



Ilustración 9: 3M™ E-A-Rcaps (de banda) – 3M

nº	Nombre comercial	Marca	SNR [dB]	L [dB]	M [dB]	H [dB]
3	3M™ E-A-Rcaps (de banda)	3M	23	17	19	27

Tabla 20: Datos E-A-Rcaps (de banda) – 3M™

Este tipo de protector acústico tal como vemos en la tabla de características “Tabla 16” tiene valores de H, M y L bastante más bajos que el primero y bastante parecidos al segundo, siendo su SNR de 23 dB.

Tal como es de esperar, salvo con pequeñas variaciones de atenuación, este protector también tendría la misma efectividad que el anterior, dándonos como resultado para todos los casos de herramientas y tuberías valores comprendidos entre los 65 y los 80 dB.

En principio, puede ser otra posible opción, siempre que se haga uso correcto de este.

Tubo	Cálculo de PNR (nº3)								
	Con sierra sable			Con moto bomba			Con radial+grupo		
	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d
80	88,1	18	69,9	89,1	18	70,7	87,0	18	69,0
100	88,4	18	70,0	89,4	18	71,0	87,0	18	69,0
125	88,6	18	70,3	89,8	19	71,3	87,1	18	69,0
150	89,0	18	70,5	90,3	19	71,7	87,1	18	69,0
200	89,6	19	71,0	91,2	19	72,5	87,1	18	69,1
250	90,2	19	71,5	92,0	19	73,2	87,2	18	69,1
300	90,8	19	72,0	92,7	19	73,9	87,3	18	69,2
350	91,5	19	72,6	93,6	19	74,7	87,4	18	69,3
400	92,2	19	73,2	94,4	23	71,4	87,5	18	69,4
450	92,8	23	69,5	95,2	23	71,7	87,6	18	69,5
500	93,3	24	69,5	95,8	24	72,0	87,7	18	69,6
600	94,3	25	69,5	96,8	24	72,6	87,9	18	69,8
700	95,1	25	69,7	97,8	25	73,2	88,2	18	70,0
800	95,9	26	69,9	98,6	25	73,7	88,4	18	70,2
900	96,7	27	70,1	99,4	25	74,3	88,7	18	70,4
1000	97,3	27	70,4	100,1	25	74,8	88,9	18	70,7

Tabla 21: Cálculo de PNR (nº3)

#### 4 AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA H.V. - Würth



Ilustración 10:AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA H.V - Würth

nº	Nombre comercial	Marca	SNR [dB]	L [dB]	M [dB]	H [dB]
4	AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA H.V.	Würth	32	24	30	32

Tabla 22:Datos AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA H.V. - Würth

Este tipo de protector acústico tiene un comportamiento bastante similar al primer ejemplo analizado. Tiene valores L, M, H y SNR próximos a 30 por lo que, para la mayoría de los casos, proporciona un aislamiento, a priori, bastante alto. No aísla al trabajador tanto como lo haría el primer protector, ya que en este caso se rondan valores de 60 dB hasta unos 68 dB.

En principio y ya teniendo dos posibles candidatos vamos a desestimar este protector acústico también.

Tubo	Cálculo de PNR (nº4)								
	Con sierra sable			Con moto bomba			Con radial+grupo		
	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d
80	88,1	28	60,3	89,1	28	60,9	87,0	27	59,9
100	88,4	28	60,4	89,4	28	61,1	87,0	27	59,9
125	88,6	28	60,5	89,8	29	61,3	87,1	27	59,9
150	89,0	28	60,7	90,3	29	61,6	87,1	27	59,9
200	89,6	29	60,9	91,2	29	62,1	87,1	27	59,9
250	90,2	29	61,2	92,0	29	62,6	87,2	27	60,0
300	90,8	29	61,5	92,7	30	63,2	87,3	27	60,0
350	91,5	30	61,9	93,6	30	63,8	87,4	27	60,1
400	92,2	30	62,3	94,4	31	63,4	87,5	27	60,2
450	92,8	31	61,7	95,2	31	64,1	87,6	27	60,2
500	93,3	31	62,1	95,8	31	64,6	87,7	27	60,3
600	94,3	31	62,8	96,8	31	65,5	87,9	27	60,5
700	95,1	32	63,5	97,8	31	66,4	88,2	28	60,6
800	95,9	32	64,2	98,6	31	67,1	88,4	28	60,8
900	96,7	32	64,8	99,4	32	67,9	88,7	28	61,0
1000	97,3	32	65,4	100,1	32	68,5	88,9	28	61,1

Tabla 23:Cálculo de PNR (nº4)

5 PELTOR™ Optime™ I Orejeras (diadema H510A) – 3M™



Ilustración 11: PELTOR™ Optime™ I Orejeras (diadema H510A) – 3M™

nº	Nombre comercial	Marca	SNR [dB]	L [dB]	M [dB]	H [dB]
5	3M™ PELTOR™ Optime™ I Orejeras (diadema H510A)	3M	27	15	25	32

Tabla 24: Datos PELTOR™ Optime™ I Orejeras (diadema H510A) – 3M™

Este tipo de protector acústico tiene un comportamiento similar a los ejemplos 2 y 3, pero se puede observar que la atenuación no está muy balanceada entre alta y baja frecuencias, por lo que nos da unos casos concretos en los que se sobre protege. Aun así, podríamos considerarlo válido, ya que para tuberías de hasta 400mm no habría ningún problema y para tuberías de 450 mm a 800mm son valores muy cercanos a 65 dB. También podemos valorar que para esos casos concretos el corte con sierra sable se va a unos valores de tiempos muy elevados, por lo que, si se dispone de otro tipo de herramienta, la sierra sable no será la primera opción.

Podemos considerar este protector auditivo como una tercera opción válida para el trabajo.

(tabla en la siguiente hoja)

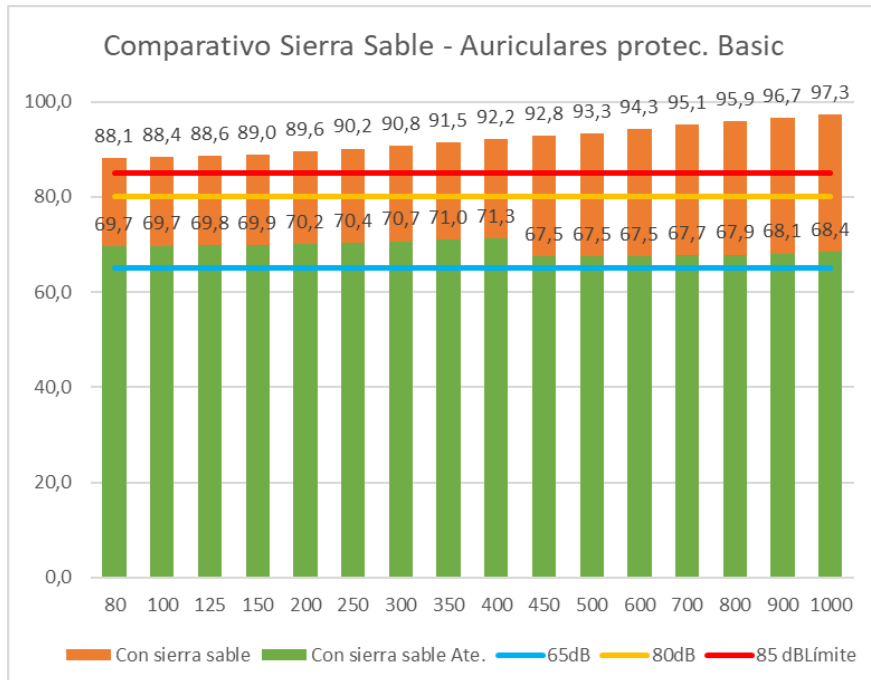
Cálculo de PNR (nº5)									
Tubo	Con sierra sable			Con moto bomba			Con radial+grupo		
	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d	La eq, d	PNR	L'a eq, d
80	88,1	21	66,7	89,1	22	67,1	87,0	20	66,7
100	88,4	22	66,7	89,4	22	67,2	87,0	20	66,8
125	88,6	22	66,8	89,8	23	67,3	87,1	20	66,8
150	89,0	22	66,8	90,3	23	67,4	87,1	20	66,8
200	89,6	23	66,9	91,2	23	67,8	87,1	20	66,8
250	90,2	23	66,9	92,0	24	68,1	87,2	20	66,8
300	90,8	24	67,0	92,7	24	68,5	87,3	20	66,9
350	91,5	24	67,2	93,6	25	68,9	87,4	20	66,9
400	92,2	25	67,4	94,4	29	65,9	87,5	21	66,9
450	92,8	29	64,0	95,2	29	66,3	87,6	21	67,0
500	93,3	29	64,1	95,8	29	66,6	87,7	21	67,0
600	94,3	30	64,2	96,8	30	67,2	87,9	21	67,1
700	95,1	31	64,5	97,8	30	67,9	88,2	21	67,2
800	95,9	31	64,8	98,6	30	68,5	88,4	21	67,4
900	96,7	32	65,1	99,4	30	69,1	88,7	21	67,5
1000	97,3	32	65,4	100,1	30	69,6	88,9	21	67,6

Tabla 25: Cálculo de PNR (nº5)

Para ayudar a entender estas tablas, a continuación, se va a mostrar gráficamente los valores de presión sonora equivalente con ponderación A ( $L_{Aeq}$ ) y los valores de presión sonora equivalente atenuando con ponderación A ( $L'_{Aeq}$ ) que corresponden a la “Tabla 17”, del segundo protector auditivo estudiado “AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC – Würth”.

En estas 3 graficas, que corresponden a las tres herramientas de corte, tal como puede apreciarse en la gráfica 3, tendríamos en color naranja el valor de presión sonora sin atenuación y en verde el valor sonoro una vez atenuado con el protector auditivo. También se muestran a modo de guía tres líneas horizontales para marcar el nivel de los 65 dB(A) el de los 80 dB(A), y el de 85 dB(A). Es muy fácil comprobar, a simple vista, que una vez atenuado el ruido con el protector auditivo, los valores de ruido quedan entre 65 dB (A) y 80 dB(A), evidenciando una atenuación correcta.

### Corte con Sierra Sable:

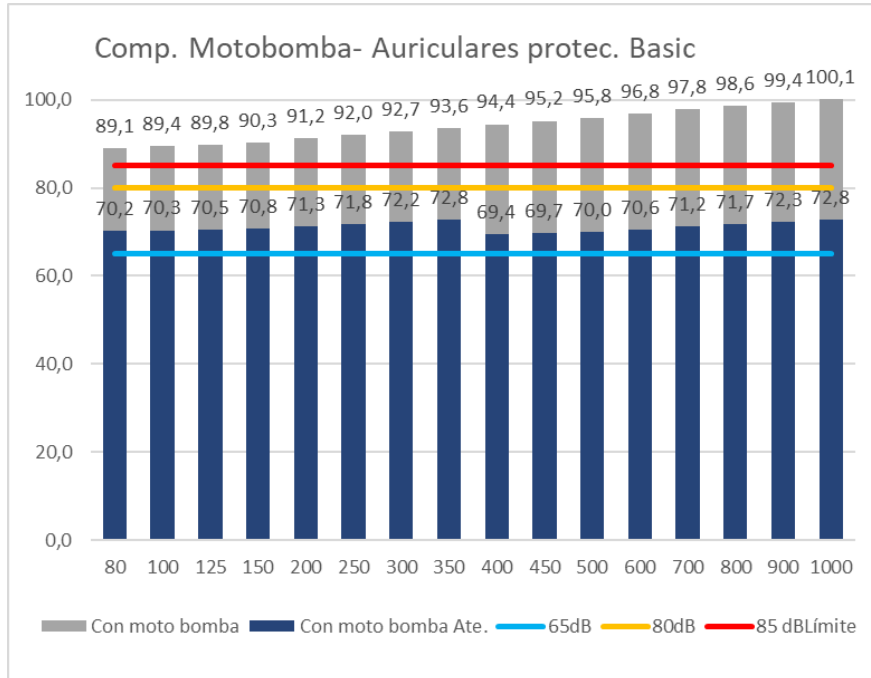


Gráfica 3: Comparativo Sierra Sable - Auriculares protec. Basic



Ilustración 12: Medición ruido Sierra Sable

Corte con Motobomba:

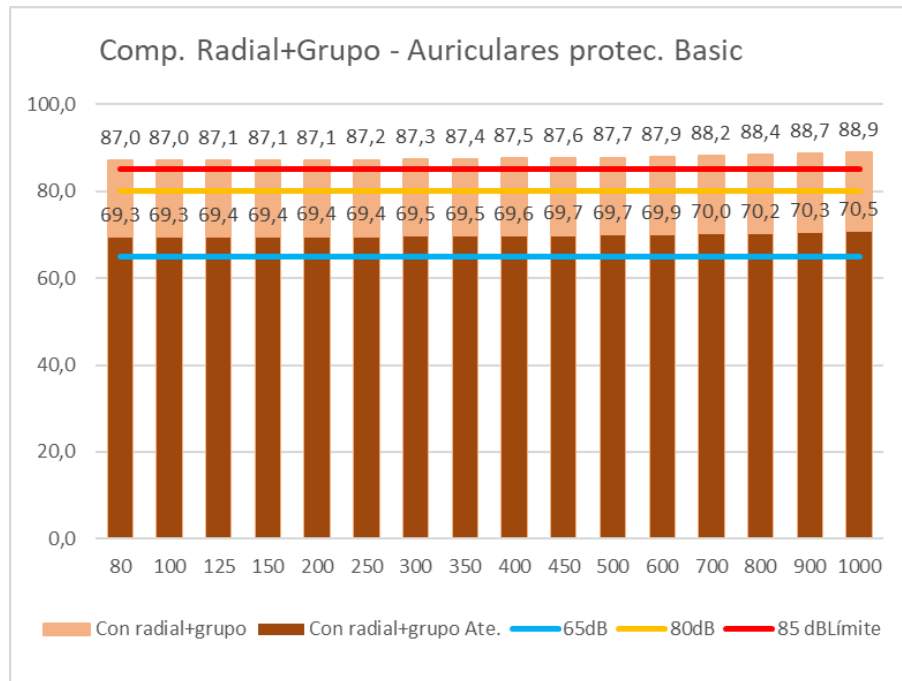


Gráfica 4: Comparativo Motobomba- Auriculares protec. Basic



Ilustración 13: Medición ruido Motobomba

Corte con Radial + Grupo electrógeno:



Gráfica 5: Comparativo Radial + Grupo - Auriculares protec. Basic

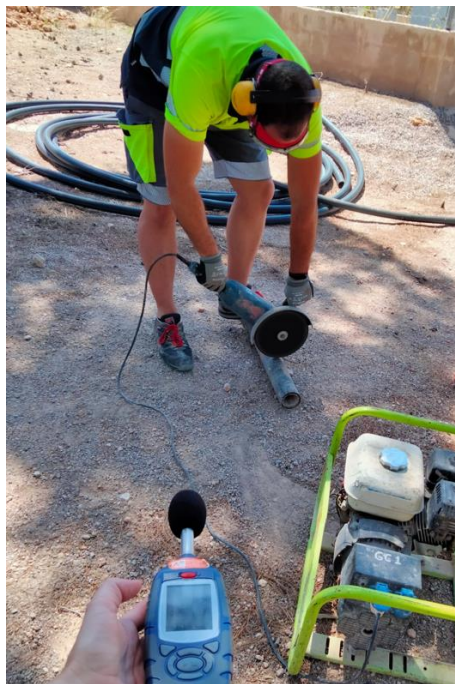


Ilustración 14: Medición ruido Radial + Grupo

## 6. Planificación preventiva:

En el apartado anterior hemos podido comprobar, que para toda la casuística planteada se excedían los límites equivalentes diarios de presión sonora. Sería prácticamente imposible evitar el ruido en una obra y por su diversidad, complejidad y dinamismo, sería muy difícil aislar el proceso de trabajo por lo que nos decantamos, no por evitar el ruido sino por reducir en la medida de lo posible, la exposición. También hemos comprobado una serie de protectores auditivos y según sus atenuaciones hemos podido establecer recomendaciones.

Actualmente los trabajadores de la empresa usan el protector auditivo “AURICULARES DE PROTECCIÓN BASIC”, que nos brindaba protección en todos los casos estudiados. Una vez analizados más tipos, podríamos ampliar la oferta de protectores acústicos, en especial al protector acústico “E-A-Rcaps (de banda) – 3M™” ya que puede ser menos aparatoso y en periodos de calor puede resultar más fácil de llevar de continuo.

Se propondrá a la empresa incluso proporcionar ambos protectores para que sus propietarios puedan elegir entre los dos, según la temperatura a la que estén expuestos, ya que realizando trabajos a la intemperie, un protector acústico que cubra la totalidad de la oreja puede favorecer la sensación de confort térmico en invierno, evitando que se enfríen las orejas, mientras que un protector que se introduce en el canal auditivo puede ayudar a evitar posibles sensaciones de sofoco o incluso golpes de calor al favorecer la transpiración, ya que a veces, junto con el casco y mascarilla se han reportado múltiples quejas por calor.

Uno de los motivos por los que se da el hecho de cortar tubería, cuando no es una avería, suele ser por errores de medición. En este caso es necesario sacar los planos de los servicios previamente y realizar exhaustivas comprobaciones de longitudes antes de realizar los montajes, con el fin de no tener que realizar corte de tubería in situ. En este caso, una vez previsto un corte, se podría subcontratar la tarea en taller y aprovisionar el material ya cortado, según requerimiento. Incluso se podría barajar la opción de tener en almacén una gran variedad de tuberías de diferentes longitudes y diámetros, en vista de este tipo de obras o reparaciones, llevando un control mediante stock y posible estudio de los diámetros y longitudes más recurrentes en el histórico.

Otra opción, puestos ya a analizar el problema de cortar tubería en una obra, sería poder hacer el corte en un espacio próximo a donde se están realizando los trabajos de excavación, montajes, ..., pero no en el mismo sitio donde se realizan otros tipos de trabajos. Centrándonos en la inmensa pérdida de energía del sonido en relación con la distancia, diremos que existe una pérdida de 6 dB al duplicar la distancia, es decir, si a un metro tenemos 100 dB a dos metros tendremos 94 y a 4 metros serán 88 dB. Así sería posible tener a un solo operario



implicado en la tarea de mayor riesgo en cuanto a ruido, teniendo a esta persona protegida y controlada.

Ya que hemos hablado de aislar a un trabajador para que el resto estén mínimamente afectados por esa tarea de corte de tubería, podríamos hablar de tiempos máximos de exposición. Hemos podido comprobar que, con el protector acústico adecuado, podemos estar en valores de ruido aceptables, sin implicar un gran riesgo para los trabajadores. Este cálculo se ha llevado a cabo, presuponiendo un uso adecuado de los EPI's, pudiendo asumir menos riesgo si la empresa propone un tiempo máximo de corte por jornada, haciéndose cambio de funciones cuando se llega a este. Ejemplo: ningún trabajador podrá desarrollar tareas de corte de tuberías durante más de 2,5 hr por jornada con sierra sable, 30 minutos con motobomba o 1,25 hr con corte por radial + grupo electrógeno. Con esta medida se favorece también la reducción de otros riesgos como podrían ser riesgos posturales, vibraciones o trastornos musculoesqueléticos (TME), debidos a sobreesfuerzos, bien es verdad que, si se detectan factores de este tipo, habría que hacer un estudio exhaustivo concreto)

Habría que hacer un estudio de viabilidad, para la adquisición de herramienta de corte mediante oxígeno también llamada lanza térmica. Si bien es cierto, que podríamos reducir los niveles de ruido al hacer el corte y también el tiempo empleado en la tarea, por el contrario, habría que tener un depósito de oxígeno, con sus problemas ligados, posibilidad de inhalación de humos, EPIs acordes a la tarea, generación de energía irradiada...



*Ilustración 15: Corte por lanza térmica tubería*

Se ha detectado en la toma de datos, que no todas las tareas de maquinaria exceden individualmente los límites de presión sonora equivalente, por lo que podemos justificar la obligatoriedad de llevar protectores auditivos en las tareas detectadas como muy ruidosas: Retro con martillo, grupo electrógeno con camión corte de tubería con herramienta.

Se ha detectado que el grupo electrógeno “PRAMAC E4000” hace excesivo ruido. Gracias a su ficha técnica, podemos ver que sus valores de ruidos deberían estar próximos a 67 dB(A) y en conjunto con el camión está dando 94 dB(A). Siendo el ruido del grupo el más sobresaliente de los dos, se debería reparar o sustituir, ya que a priori, podría pensarse que es un equipo silencioso y en este caso no lo es.

De este estudio detallado ha surgido una plantilla de cálculos con varias máquinas y varias herramientas, que puede ser ampliable con más mediciones en un futuro, para poder abarcar la mayor cantidad de herramientas y maquinaria en una obra y así poder ser utilizado a modo de guía, por personal no cualificado. Se pondrían los tipos de máquina y herramientas a usar y una estimación al alza, pero ajustada, del tiempo de uso para que de forma intuitiva la plantilla pueda hacer el cálculo inmediato de los niveles sonoros a los que se exponen, la obligación o no de protectores auditivos, así como los tiempos necesarios de utilización del protector auditivo. De llegar a implantarse, habría que hacer verificaciones anuales o bianuales de los valores de ruido, por los desgastes y posibles deterioros, siempre que no se incorporen elementos nuevos, en cuyo caso habría que hacer el estudio concreto del ruido. En resumen, podría ser una buena herramienta para tener una idea del ruido que se puede generar en una tarea concreta, pero que NO puede sustituir a la medida experimental del ruido en la tarea.

## 7. Conclusiones

Una vez realizada la evaluación de ruido en la tarea de cortar tubería en una obra al aire libre, tal como exige el RD 286/2006, podemos asegurar que:

Según la evaluación del ruido, en el uso de maquinaria y herramienta de corte, se hace visible la existencia de riesgo y la necesidad de aplicar medidas correctoras, como sería la utilización de protectores acústicos en las tareas de más nivel sonoro, reducir lo máximo la exposición continuada a ruidos y demás medidas preventivas, enunciadas y explicadas en el apartado anterior.

Si estas medidas no se tomaran estaríamos ante un gran riesgo de pérdida de audición de los trabajadores dedicados al mantenimiento de redes de agua potable, que habitualmente están expuestos a elevado ruido, por reparaciones en tubería.

Una vez terminado el trabajo de fin de máster y después de haber estudiado diferentes casuísticas en una obra en la tarea de corte de tuberías, después de experimentar la toma de datos in situ con sonómetro y posterior tratamiento de estos, así como después de haber indagado más en la combinación de presiones sonoras y de cómo predominan unas sobre las otras, en mi opinión, considero que ha sido un proyecto muy esclarecedor y útil, dando una idea que va, de lo más global a lo más particular sobre los factores del ruido que intervienen en una reparación de tubería de DN80, pero pudiendo ser fácilmente extrapolable a otro tipo de reparaciones de tuberías de mayor diámetro.

También, como comento en la planificación preventiva, puede haber supuesto una primera piedra, a la hora de tener una plantilla con la que tener controlados de una manera muy empírica, los riesgos sonoros que se dan habitualmente en una reparación con obra civil, una circunstancia casi diaria, debido a la inmensa longitud de la red y a la antigüedad de las tuberías existentes.

En resumen, se tenían sospechas de una tarea, que podía entrañar riesgo, y que, por su espontaneidad, no era analizada ni valorada como una tarea, sino como un “añadido” a la tarea de reparación de tubería. Y es evidente que estábamos en lo correcto, se han dado magnitud al riesgo y se han propuesto unas soluciones u opciones correctoras, con las que se espera que se mejoren las condiciones de corte de tuberías de fundición y se minimicen los riesgos para los operarios.

## 8. Bibliografía

### Documentos de consulta:

- 1) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.  
<https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con> [En línea]
- 2) 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.  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-4414-consolidado.pdf> [En línea]
- 3) Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido :  
<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido/96a86542-1ac3-42c1-9df2-8c385c67db60> [En línea]
- 4) INSHT, NTP 960. Ruido: control de la exposición (I). Programa de medidas técnicas o de organización, disponible en:  
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/960w.pdf> [En línea]
- 5) NTP 951; Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias  
<https://www.insst.es/documents/94886/326879/951w.pdf/fc57e51d-5251-4662-ba16-e1b3a6a8706d> [En línea]
- 6) NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos  
[https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_270.pdf/9c674732-ce77-481f-8c38-ffc03579bb75](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_270.pdf/9c674732-ce77-481f-8c38-ffc03579bb75) [En línea]
- 7) NTP 101: Comunicación de riesgos en la empresa:  
[https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp\\_101.pdf/297f1763-317c-4147-a51f-5b738242aa5f?version=1.0&t=1617977156286](https://www.insst.es/documents/94886/326853/ntp_101.pdf/297f1763-317c-4147-a51f-5b738242aa5f?version=1.0&t=1617977156286) [En línea]
- 8) NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente  
[https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp\\_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b](https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b) [En línea]

- 9) Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. BOE núm. 140, de 12 de junio.  
<https://www.boe.es/boe/dias/1997/06/12/pdfs/A18000-18017.pdf> [En línea]
- 10) Real Decreto 889/2006, de 21 de julio, por el que se regula el control metrológico del Estado sobre instrumentos de medida. BOE núm. 183, de 2 de agosto.  
<https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-14017-consolidado.pdf> [En línea]

#### Herramientas de comprobación de resultados:

- 11) Evaluación de la exposición al ruido  
Cálculos básicos.  
<https://herramientasprl.insst.es/higiene/evaluacion-de-la-exposicion-al-ruido/formulario/7>

#### Páginas de consulta herramientas:

- 12) Sierra sable Dewalt DCS388T2-QW  
<https://www.dewalt.es/products/dcs388t2-qw--sierra-sable-sin-escobillas-xr-flexvolt-54v-con-2-baterias-54v-18v-li-ion-6-0ah-y-maletin>
- 13) Retroexcavadora E17z  
<https://www.bobcat.com/eu/es/excavators/models/e17z/specs-options>
- 14) Amoladora angular GWS 22-230 PROFESSIONAL  
<https://www.bosch-professional.com/bo/es/products/gws-22-230-06018A20E0>
- 15) Motobomba: Norton Clipper CP 514-350  
[https://www.expondo.es/norton-clipper-cortadora-de-disco-4-000-w-profundidad-de-corte-125-mm-10440014?gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkQ6n3kid2W6jL7Stk2BCTRvjat1z9ivF-ah4Ej5\\_ptmCTfVskmSLgxoC0pcQAvD\\_BwE](https://www.expondo.es/norton-clipper-cortadora-de-disco-4-000-w-profundidad-de-corte-125-mm-10440014?gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkQ6n3kid2W6jL7Stk2BCTRvjat1z9ivF-ah4Ej5_ptmCTfVskmSLgxoC0pcQAvD_BwE)

16) Generador PRAMAC E4000

[https://www.leroymerlin.es/fp/10861914/generador-pramac-e4000-gasolina-sin-plomo-de-2600-w?keyword=&ds\\_kid=92700070367626281&ds\\_ag=Todas+Categorias&ds\\_c=LM+Empoderar+AO+SmartShopping+Todas+Categoria/final+Google+Conversion+OMD&source=google&adtype=&gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkVWeL\\_66J3kq6FhSJofl0SnkbJc6SmhaOCn8fr36tjKftmvh4NWb\\_RoCYvAQAvD\\_BwE&gclidsrc=aw.ds](https://www.leroymerlin.es/fp/10861914/generador-pramac-e4000-gasolina-sin-plomo-de-2600-w?keyword=&ds_kid=92700070367626281&ds_ag=Todas+Categorias&ds_c=LM+Empoderar+AO+SmartShopping+Todas+Categoria/final+Google+Conversion+OMD&source=google&adtype=&gclid=CjwKCAjwqauVBhBGEiwAXOepkVWeL_66J3kq6FhSJofl0SnkbJc6SmhaOCn8fr36tjKftmvh4NWb_RoCYvAQAvD_BwE&gclidsrc=aw.ds)

Protectores auditivos:

17) TAPÓN AUDITIVO DETECT AZUL

<https://www.wurth.es/tapon-auditivo-detect-azul>

18) AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA BASIC

<https://www.wurth.es/auriculares-de-proteccion-auditiva-basic>

19) 3M™ E-A-Rcaps™ Tapones con banda

[https://www.3m.com.es/3M/es\\_ES/p/d/b00015097/](https://www.3m.com.es/3M/es_ES/p/d/b00015097/)

20) AURICULARES DE PROTECCIÓN AUDITIVA H.V.

[http://www.wurth.es/media/pdf\\_infos/17%2002%200405.pdf](http://www.wurth.es/media/pdf_infos/17%2002%200405.pdf)

21) PELTOR™ Optime™ I Orejeras (diadema H510A) – 3M™

<https://multimedia.3m.com/mws/media/2125008O/3m-peltor-optime-series-earmuffs-data-sheet-spanish.pdf>

Instrumento de medida:

22) Sonómetro:

<https://casella-es.com/cel620-sonometro/>

## ANEXO I: Certificado calibración

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Número C-08913.02251  
*Number*

Página 1 de 3 páginas  
*Page 1 of 3 pages*

TRADELAB, S.L.

Parque Tecnológico de Leganés LEGATEC. Edificio CISET  
C/Margaria Salas, 16 Planta Baja, Local D  
28918 Leganés (Madrid) Tel.: 910 851 560



OBJETO **Calibrador Acústico**

*Item*

MARCA **Casella**

*Mark*

MODELO **CEL-110/1**

*Model*

IDENTIFICACIÓN **069638**

*Identification*

SOLICITANTE **RedaquaSA**

*Applicant*

FECHA/S DE CALIBRACIÓN **23/02/2022**

*Date/s of calibration*

PERSONA(S) QUE AUTORIZA **Firmado por Victor Marín Jimenez**

*Person(s) authorizing*

FECHA DE EMISIÓN

*Date of issue*

**Fecha** 23/02/2022

**CSV** 2857-F52Y-7BC6-73JT

**CIF** B-50771872

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

*This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)*



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Número C-08913.02250  
*Number*

Página 1 de 10 páginas  
*Page 1 of 10 pages*

TRADELAB, S.L.

Parque Tecnológico de Leganés LEGATEC. Edificio CISET  
C/Margarita Salas, 16 Planta Baja, Local D  
28918 Leganés (Madrid) Tel.: 910 851 560



OBJETO **Sonómetro**  
*Item*

MARCA **Casella**  
*Mark*

MODELO **CEL-820 (2)**  
*Model*

IDENTIFICACIÓN **2001682**  
*Identification*

SOLICITANTE **RedaquaSA**  
*Applicant*

FECHA/S DE CALIBRACIÓN **23/02/2022**  
*Date/s of calibration*

PERSONA(S) QUE AUTORIZA **Firmado por Victor Marín Jimenez**  
*Person(s) authorizing*

FECHA DE EMISIÓN  
*Date of issue*

**Fecha** 23/02/2022

**CSV** 313K-LMPD-262C-HD6U

**CIF** B-50771872

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI).

*This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)*





## ANEXO II: Ficha técnica tuberías



### Ficha Técnica tubería para agua potable Tubo de fundición dúctil K-9

La tubería de fundición dúctil K-9 es utilizada principalmente en abastecimientos de agua potable, redes contra incendios,... El color negro es distintivo de su aplicación, lo que permite la identificación de las redes, de especial interés en zonas urbanas.

**Norma:** EN 545 – 2007 / ISO 2531

**Sistema de unión:** Junta automática flexible EPDM según en 681- 1

**Revestimiento exterior:** aleación zinc ( $200 \text{ g/m}^2$ ) + pintura bituminosa

**Revestimiento interior:** mortero de cemento según EN 197-1



#### CUADRO DE MEDIDAS

GEOMETRÍA									
DN	DE nominal	Tolerancia	D max enchufe	DI	espesor nominal	tolerancia	m	n	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
80	98	+1 / -2,7	146	102	6,0	-1,3	9	3	
100	118	+1 / -2,7	166	122	6,0	-1,3	9	3	
125	144	+1 / -2,8	197	148	6,0	-1,3	9	3	
150	170	+1 / -2,9	219	174	6,0	-1,3	9	3	
200	222	+1 / -3,0	277	222	6,3	-1,5	9	3	
250	274	+1 / -3,1	329	278	6,8	-1,6	9	3	
300	326	+1 / -3,3	386	330	7,2	-1,6	9	3	
350	378	+1 / -3,4	439	382	7,7	-1,7	10	3	
400	429	+1 / -3,5	495	434	8,1	-1,7	12	4	
450	480	+1 / -3,6	549	485	8,6	-1,8	12	4	
500	532	+1 / -3,8	604	537	9,0	-1,8	14	4	
600	635	+1 / -4,0	713	640	9,9	-1,9	14	4	
700	738	+1 / -4,3	820	744	10,8	-2	16	5	
800	842	+1 / -4,5	932	848	11,7	-2,1	16	5	
900	945	+1 / -4,8	1047	952	12,6	-2,2	18	6	
1000	1048	+1 / -5,0	1159	1055	13,5	-2,3	20	6	

## ANEXO III: Características fichas técnica maquinaria y herramientas

### Generador:

#### Ficha técnica

Tipo de uso	Industrial	Tipo de arranque	Cuerda manual
Potencia máxima al encendido (en W)	3100	Potencia en uso continuo (en W)	2600
Capacidad del depósito (en l)	31	Carburante utilizado	Gasolina sin plomo
Nivel de ruido (en dB(A))	67	Número de fase	Monofásica
Inverter	No	Asa de transporte	Sí
Batería incluida	No	Altura (en cm)	40
Anchura (en cm)	64	Profundidad (en cm)	45,8
Marca del motor	HONDA	Ruedas suministradas	No

### Retroexcavadora:

Excavadora compacta E17z	↕	Características	<b>Especificaciones y opciones</b>	Galería de fotos y vídeos	Implementos
⊖ Aspectos ambientales					
Nivel de ruido LpA (Directiva de la UE 2006/42/CE)		81 dB(A)			
Nivel de ruido LWA (Directiva de la UE 2000/14/CE)		93 dB(A)			
Vibración en la totalidad del cuerpo (ISO 2631-1)		0,1 ms <sup>-2</sup>			
Vibración en mano/brazo (ISO 5349-1)		0,5 ms <sup>-2</sup>			

## Motobomba:

<b>Tipo de motor</b>	Motor de un cilindro con dos tiempos, descarga de cuatro canales
<b>Profundidad de corte [mm]</b>	125
<b>Mezcla de combustible</b>	Gasolina + aceite $\geq$ 92 RON + 2%
<b>Presión del sonido [dB]</b>	98
<b>Velocidad de rotación [rpm]</b>	4450
<b>Capacidad del tanque de combustible [L]</b>	0,9
<b>Dimensiones (LxAxA) [cm]</b>	70 x 29 x 42
<b>Peso [kg]</b>	10.3

## Sierra Sable:

Potencia de salida	1550 W	Longitud	455 mm
Alto	175 mm	Presión sonora	86 dB (A)
Incertidumbre K 1 (sonido)	3 dB (A)	Presión Acústica	97 dB (A)
Incertidumbre K 2 (sonido)	3 dB (A)	Incertidumbre K 1 (vibración)	2.3 m/s <sup>2</sup>
Hand/Arm Vibration - Cutting boards	12.5 m/s <sup>2</sup>	Incertidumbre K 2 (vibración)	1.5 m/s <sup>2</sup>
Hand/Arm Vibration - Cutting wooden beams	12 m/s <sup>2</sup>	Incertidumbre K 3 (vibración)	2.3 m/s <sup>2</sup>

## ANEXO IV: Selección de estrategias de medición

Selección de estrategias de medición

Características del trabajo			Tipo de estrategia de medición		
Movilidad del puesto	Complejidad de la tarea	ejemplo	Mediciones basadas en la operación	Mediciones basadas en el trabajo	Mediciones de la jornada completa
fijo	Sencilla o una sola operación	Soldar componentes electrónicos en línea de montaje	recomendada		
fijo	Compleja o con muchas operaciones	Cortar, preparar soldar piezas	recomendada	aplicable	aplicable
móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas operaciones	Cargar y descargar camiones en puerto descarga	recomendada	aplicable	aplicable
móvil	Trabajo definido con muchas operaciones o con un patrón de trabajo complejo	Taller de carpintería Operaciones con sierra, tupí, cepillado, etc.	aplicable	aplicable	aplicable
móvil	Patrón de trabajo impredecible	Reparaciones-mantenimiento. Conductor de toro		aplicable	recomendada
fijo o móvil	Compuesta de muchas operaciones cuyo tiempo de duración es impredecible	Trabajos en taller calderería		recomendada	aplicable
fijo o móvil	Sin operaciones asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	Encargado de un taller		recomendada	aplicable

**ANEXO V: Lista de Control “Protectores Auditivos”**

EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES AL RUIDO			
LISTA DE CONTROL “PROTECTORES AUDITIVOS”			
<b>DATOS DE CARACTER GENERAL</b> Tipo de empresa/sector de actividad <u>agua potable</u> ..... Tarea ejecutada <u>reparación de avería con corte de tubería de fundición DN80 con Motobomba</u> .....			
CONDICIONES EXISTENTES EN EL TRABAJO Y SU ENTORNO	(poner una cruz en la columna correspondiente)		PRECISIONES
<b>RIESGOS MECÁNICOS</b>	SI	NO	
Caída de objetos .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....
Ascenso de escalerillas y andamios .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....
Vías estrechas .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>trabajos en zanjas</u> .....
<b>RIESGOS ELÉCTRICOS</b>			
Contactos eléctricos .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Tensión voltios
Descargas electrostáticas .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
<b>RIESGOS TÉRMICOS</b>			
Frío .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>invierno</u> .....
Calor .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<u>verano</u> .....
Humedad .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....
LLuvia, nieve .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
Proyección de metales en fusión .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	.....
<b>RIESGOS QUÍMICOS</b>			Naturaleza de los productos químicos
Polvos .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
Ácidos .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
Bases .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
Disolventes .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
Aceites .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
Otros (indíquese) .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	.....
UTILIZACIÓN DE OTROS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (especificúese) ..... <u>Casco, guantes, gafas, zapatos de protección, ropa alta visibilidad</u> .....			

EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES AL RUIDO

**LISTA DE CONTROL “PROTECTORES AUDITIVOS”**

DESCRIPCIÓN DE LOS RIESGOS	(poner una cruz en la columna correspondiente)		PRECISIONES
	SI	NO	
<b>CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO</b>			
Ruido continuo .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel: ..... 106,97 ..... dB (A)
Ruido intermitente .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel: ..... - ..... dB (A)
Ruido fluctuante .....	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Nivel continuo equivalente ..... 89,1 ..... dB(A)
Ruidos de impulso .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nivel pico ..... 123,64 ..... dB (A)
Ruido grave .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	A ser posible, índice armónico: Lc - La ..... 4,4 ..... dB
Ruido agudo .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posibilidad de conversar a 3 m ...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Posibilidad de conversar a 1 m ...	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>PERCEPCIÓN DEL HABLA Y DE SEÑALES SONORAS</b>			
Necesidad de percibir:			
Señales sonoras de peligro .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Órdenes o señales orales de advertencia .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otras informaciones acústicas ...	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Necesidad de comunicarse verbalmente con otras personas .....	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>OTROS DATOS</b>			
Duración diaria de exposición al ambiente ruidoso .....			6,5 h
Nivel habitual de exposición sonora (si se sabe) $L_{eq, 8}$ .....			dB (A)
Análisis espectral del (o de los) ruido (s): adjúntese (si se posee)			
Otros datos útiles para la definición del protector auditivo .....			
.....			

76