



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

EVALUACIÓN DE EXPOSICIÓN AL RUIDO DE LOS TRABAJADORES DE UNA ALMAZARA

Alumno/a: Valdivia Sutil, Domingo

Tutor/a: Carlos Pérez de la Torre

Dpto: Higiene Industrial

Febrero, 2021

ÍNDICE

1. RESUMEN, OBJETO Y DESCRIPTORES	4
1.1. RESUMEN Y OBJETO	4
1.2. DESCRIPTORES	4
1.3. ABSTRACT	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	6
2.1. INTRODUCCIÓN	6
2.1.1. EFECTO DEL RUIDO SOBRE LA SALUD	8
2.1.2. TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES.....	10
2.2. MARCO NORMATIVO	11
3. METODOLOGÍA.....	13
3.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN AL RUIDO	14
3.2. ESTUDIO DE UNA JORNADA DE TRABAJO NOMINAL	20
3.3. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN	21
3.3.1. ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA.....	22
3.4. DESARROLLO DEL PLAN DE MEDICIÓN	30
3.4.1. OPERARIO DE MOLTURACIÓN	31
3.4.2. PESADOR.....	35
3.4.3. OPERARIO DE PATIO DE TOLVAS DE RECEPCIÓN.....	39
3.4.4. OPERARIO DE PATIO DE CINTAS.....	42
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	45
5. PROTECCIÓN AUDITIVA	51
6. CONCLUSIONES.....	55
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS	58
ANEXO I: OTROS RIESGOS HIGIÉNICOS ENCONTRADOS DURANTE LA VISITA	59
ANEXO II: AGENTES OTOTÓXICOS	60
ANEXO III: AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	61
ANEXO IV: ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE ACCESO DE COPIA DIGITAL DEL TFM	62

1. RESUMEN, OBJETO Y DESCRIPTORES

1.1. RESUMEN Y OBJETO

El presente Trabajo Final de Máster muestra los conocimientos adquiridos durante el desarrollo del Máster en Prevención de Riesgos Laborales. En este caso en la especialidad de Higiene Industrial, a través de la realización de una evaluación de exposición al ruido de los trabajadores de una almazara de la provincia de Jaén.

En el marco legislativo laboral tiene vital importancia la prevención de riesgos laborales, así como las medidas correctoras para prevenir dichos riesgos.

Este trabajo comienza con la observación directa de las actividades realizadas en la almazara, con el objetivo de identificar la exposición al ruido a la que están sometidos los trabajadores y los posibles efectos y riesgos que tiene el ruido para la salud del personal de la almazara, además de mencionar otros riesgos que suelen estar presentes en este tipo de establecimientos.

La parte más importante de este TFM se puede decir que es la medición, que se llevará a cabo con una metodología que se aplicará más adelante, y las medidas correctoras que se propondrán una vez se analicen los datos obtenidos y se comparen con los del RD 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, además de seguir las indicaciones de las guías y notas técnicas de prevención del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

También se analizará el instrumento con el que se realiza la medición, en este caso un sonómetro (tipo 1), y los tipos de protectores auditivos que utilizan los trabajadores y su correspondiente atenuación, sin menoscabar la incertidumbre y error que pueden resultar de la medición.

1.2. DESCRIPTORES

Prevención de Riesgos Laborales, Higiene Industrial, Evaluación de exposición a ruido, Almazara, Protección auditiva, medidas preventivas.

1.3. ABSTRACT

This Final Master's Degree Paper shows the knowledge acquired during the development of the Master's Degree in Occupational Risk Prevention. In this case in the specialty of Industrial Hygiene, through the accomplishment of an evaluation of exposure to the noise in an oil mill of the province of Jaén.

In the labor legislative framework, the prevention of labor risks is of vital importance, as well as the corrective measures to prevent such risks.

This work begins with the direct observation of the activities carried out in the oil mill, with the objective of identifying the exposure to noise to which the workers are subjected and the possible effects and risks that noise has on the health of the oil mill personnel, in addition to mentioning other risks that are usually present in this type of establishments.

The most important part of this TFM can be said to be the measurement, which will be carried out with a methodology to be applied later, and the corrective measures that will be proposed once the data obtained is analyzed and compared with those of RD 286/2006, on the protection of the health and safety of workers against risks related to exposure to noise, in addition to following the indications of the guides and technical notes on prevention of the National Institute of Safety and Health at Work

The instrument with which the measurement is made, in this case a sound level meter (type 1), and the types of hearing protectors used by the workers and their corresponding attenuation will also be analyzed, without reducing the uncertainty and error that can result from the measurement.

Descriptors: Prevention of Occupational Risks, Industrial Hygiene, Evaluation of exposure to noise, Oil Mill, Hearing Protection, Preventive Measures.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. INTRODUCCIÓN

Según la Agencia de Información y control alimentarios, en la actualidad existen en España 1.761 almazaras, distribuidas por 13 CCAA., siendo Andalucía donde se concentra el mayor porcentaje (45%). A su vez el 40% de las ubicadas en esta Comunidad Autónoma se encuentran en Jaén. A dicha región y provincia les corresponden, respectivamente, el 77% y el 32% de producción, referidos al total nacional.

El proceso de obtención del aceite de oliva procedente de la molturación de la aceituna requiere de una serie de operaciones específicas, así como del empleo de equipos e instalaciones que, podemos decir, son características de este tipo de empresas.

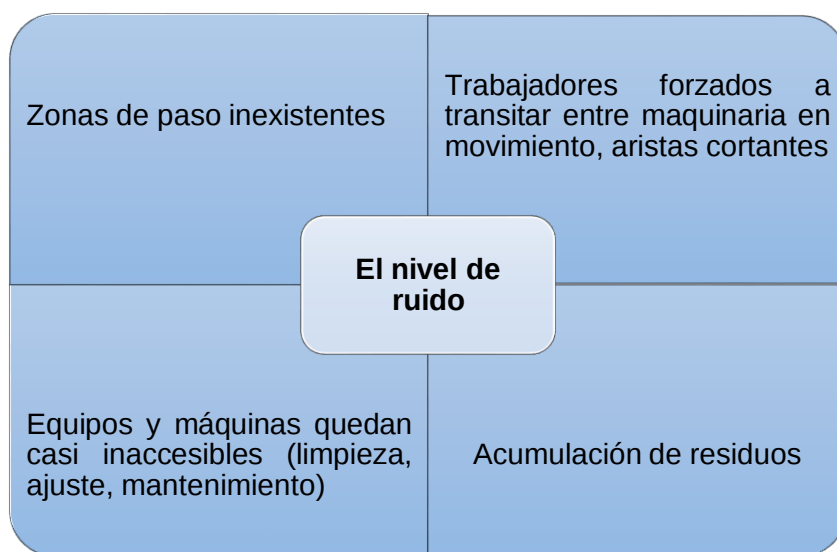
Por tanto, conociendo las instalaciones y procesos, es posible determinar una parte importante de los riesgos a que pueden verse expuestos los usuarios. Pero si bien es verdad que, a priori, se puede identificar un gran número de riesgos, también es verdad que no todos estos riesgos tienen porqué estar presentes; del mismo modo como puede ser sustancialmente diferente la magnitud de éstos, ya que ello dependerá en gran medida de aspectos propios de cada organización e instalación.

Es importante reseñar que los técnicos y profesionales de las almazaras, generalmente, han de enfrentarse a una serie de condiciones de trabajo, al igual que ocurre en gran número de actividades, que les obligan a adoptar decisiones y realizar cambios con relativa frecuencia. Una parte importante de esos factores son derivados de la necesaria adecuación de las instalaciones y procesos a los continuos cambios tecnológicos o reglamentarios que a menudo surgen en el sector, si bien, otros muchos, son por propia iniciativa, en la búsqueda de la calidad o el aumento del rendimiento operacional.

Estos cambios, en la mayoría de las ocasiones, obligan a introducir nuevos equipos o líneas o, en su caso, a incorporar nuevas conexiones y enlaces entre procesos o equipos, modificando las instalaciones existentes.

Sin embargo, estos cambios y ajustes, no sólo traen consigo mejoras en el proceso, aumento del rendimiento de extracción, o mayores niveles de calidad en los productos; en la mayoría de los casos, obliga a llevar a cabo configuraciones del proceso enormemente complejas y enrevesadas, repercutiendo directamente en las condiciones de trabajo y, por tanto, en la seguridad y salud laboral.

Ilustración 1. Principales defectos que se pueden observar en una almazara.



Fuente: Libro de prevención de riesgos en almazaras (Junta de Andalucía) - Elaboración propia.

Por tanto, cada almazara requerirá de un análisis concreto, ajustado a su realidad. Son tantos los pequeños o grandes cambios y ajustes que periódicamente se llevan a cabo en este tipo de instalaciones, que quizás sean las instalaciones en las que la revisión continua de riesgos toma una mayor importancia. Tanto es así, que es fundamental que, al menos cada año, antes del comienzo de la nueva campaña, ésta sea revisada en profundidad, corrigiendo las desviaciones detectadas y actualizando la formación e información de los trabajadores.

Pero, si debemos considerar importante la revisión de la evaluación de riesgos, no menos importancia y trascendencia es para este tipo de empresas una adecuada integración de la prevención. Una prevención integrada permitirá y garantizará, además de la rápida identificación y actuación sobre cualquier disconformidad, que todo cambio se afronte teniendo presente desde un primer momento la prevención de riesgos laborales, es decir, los efectos que éstos puedan ocasionar en las condiciones de trabajo, lo cual permitirá, desde el primer momento, adoptar la solución que menores repercusiones genere, así como las medidas preventivas que sean necesarias.

No obstante, es evidente que el uso o presencia de un determinado equipo de trabajo o proceso, conlleva la posible aparición de una serie de factores de riesgo típicos, derivados de las propias características y uso de éstos: dimensiones, funcionamiento, ubicación, operación o mantenimiento, etc.

Es muy importante destacar de forma especial algunos factores de riesgo, dado que son frecuentes y su contribución a la siniestralidad de este sector es importante, por lo que

requieren de medidas continuas por parte de los responsables de las almazaras. Estos factores de riesgo son:

Superficies de tránsito con aceites, grasas, aceitunas o restos vegetales que pueden provocar: **caídas al mismo o distinto nivel**, golpes o choques contra objetos, etc.

Órganos o elementos de máquinas en movimiento, accesibles, que pueden provocar **atrapamientos** de partes del cuerpo, ropa, etc.

Realización de **trabajos en altura y situaciones complejas** con dificultad para la colocación y posicionamiento de los equipos necesarios. Trabajos realizados en tolvas, cintas transportadoras, etc.

Niveles de ruido elevados, principalmente, en la zona de fábrica, aunque en la zona de recepción también pueden existir situaciones de riesgo.

En este último factor de riesgo se centrará el presente trabajo de fin de máster, a continuación se verán los efectos que puede provocar una exposición al ruido en los trabajadores.

2.1.1. EFECTO DEL RUIDO SOBRE LA SALUD

El ruido es un agente que puede dar lugar a efectos auditivos tanto sobre el receptor del sonido como extrauditivos de tipo fisiológico y comportamental. En la siguiente tabla se muestran, de forma esquemática, aquellos efectos de los que se dispone de evidencia y los niveles de ruido mínimo para los que han sido observados.

Tabla 1. Efectos del ruido sobre la salud.

EFECTO			Nivel de presión sonora dB(A)
Evidencia suficiente	Malestar	Ambiente de Oficina	55
		Ambiente Industrial	85
	Hipertensión		55-116
	Disminución de la capacidad auditiva	Adultos	75
		Feto	85

Fuente: Guía técnica RD 286/06.

El impacto del ruido sobre la función auditiva es el efecto mejor documentado. El ruido presente en el entorno tanto laboral como extralaboral puede dar lugar a alteraciones auditivas temporales, lo que llamamos fatiga auditiva, o permanentes, como pueden ser, la hipoacusia o sordera. Esas lesiones dependen de factores como:

Calidad del ruido

A igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas

Espectro de frecuencias

Un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido de amplio espectro

Intensidad, emergencia y ritmo

Existe una mayor lesividad de un ruido que sea de carácter imprevisto y brusco

Duración de la exposición

Hay que hacer referencia tanto a la exposición laboral como extralaboral

Vulnerabilidad individual

Depende de la susceptibilidad de cada persona

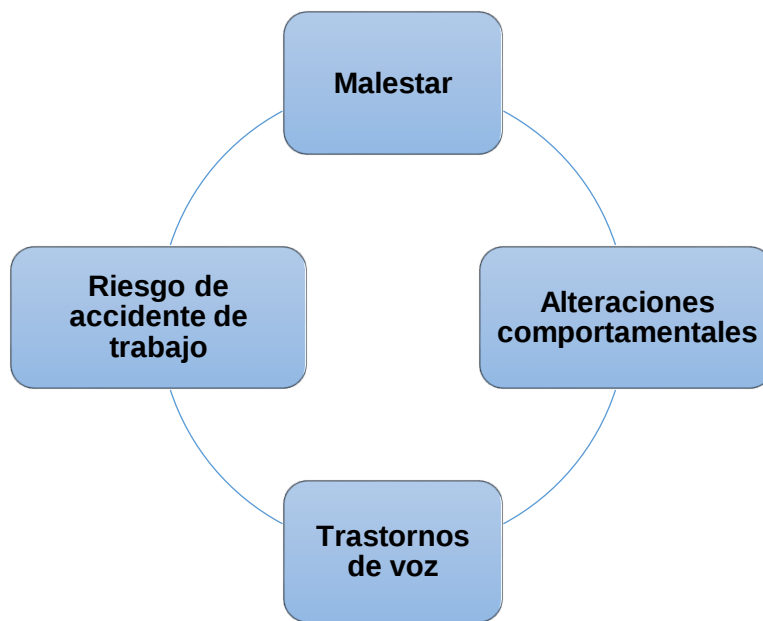
Interacción con otras exposiciones

Las vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia

Los efectos del ruido no solo se limitan al oído. El organismo responde a los estímulos acústicos como lo haría ante cualquier otra agresión ya sea de tipo físico o psíquico mediante modificaciones cardiovasculares, hormonales, digestivas o psíquicas.

Entre estos efectos podemos encontrar los siguientes:

Ilustración 2. Efectos del ruido.



Fuente: Guía técnica RD 286/06 - Elaboración propia.

2.1.2. TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES

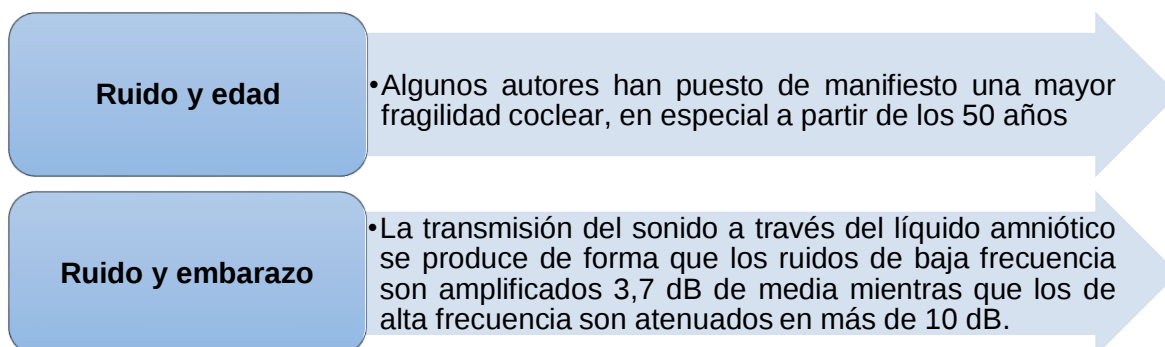
La Ley de Prevención de Riesgos Laborales exige tener en cuenta, en la evaluación de riesgos, los aspectos relacionados con las características personales y la capacidad psicofísica de los trabajadores para adoptar las medidas preventivas y de protección necesarias como dispone en su artículo 25.1. Esa especial sensibilidad ha sido establecida en la normativa por una doble vía: la designación de los grupos expuestos, en cuyo caso la mera pertenencia al mismo determina una protección específica, protección de la maternidad y jóvenes, o el establecimiento de una serie de aspectos o características personales que, si concurren, determinan la protección del trabajador.

Varios son los factores que pueden condicionar una mayor o menor sensibilidad al ruido. Estas variaciones interindividuales son multifactoriales y estarían ligadas a:

- Estado general de salud tanto físico como mental: la salud cardiovascular, la existencia de diabetes, de hipertensión, las hipomagnesemias severas y la neurastenia.
- Oído: algunas alteraciones descritas como potenciadoras de los efectos del ruido son la ausencia del reflejo del estapedio, malformaciones congénitas o hereditarias; antecedentes de traumatismo craneal; ingesta de fármacos; exposición a ciertos agentes químicos; antecedentes de infecciones óticas en la infancia.

Naturalmente, una exposición al ruido que se caracterice por la existencia de múltiples fuentes de exposición (laboral, ambiental y en actividades de ocio) o a la que se le sumen otras exposiciones ototóxicas (fármacos, agentes químicos) debería suponer una mayor atención y un replanteo de las medidas preventivas.

Ilustración 3. Incremento del riesgo por ruido/edad y ruido/embarazo.



Fuente: Guía técnica RD 286/06 - Elaboración propia.

2.2. MARCO NORMATIVO

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz.

Según el artículo 6 de la ley, son las normas reglamentarias las que deben ir concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, estableciendo las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre tales medidas se encuentran las destinadas a garantizar la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Asimismo, la seguridad y la salud de los trabajadores han sido objeto de diversos Convenios de la Organización Internacional del Trabajo ratificados por España y que, por tanto, forman parte de nuestro ordenamiento jurídico. Destaca, por su carácter general, el Convenio número 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo.

En el ámbito de la Unión Europea, el artículo 137.2 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea establece como objetivo la mejora, en concreto, del entorno de trabajo, para proteger la salud y seguridad de los trabajadores. Con esa base jurídica, la Unión Europea se ha ido dotando en los últimos años de un cuerpo normativo

altamente avanzado que se dirige a garantizar un mejor nivel de protección de la salud y de seguridad de los trabajadores.

Ese cuerpo normativo está integrado por diversas directivas específicas. En el ámbito de la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido ha sido adoptada la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de febrero de 2003, 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).

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 y su guía técnica, que no tiene carácter vinculante, completan el ordenamiento jurídico en materia preventiva.

La Guía técnica proporciona criterios y recomendaciones que facilitan la interpretación y aplicación del real decreto mencionado en el párrafo anterior, especialmente en lo que se refiere a la evaluación de riesgos para la salud de los trabajadores involucrados y en lo concerniente a medidas preventivas aplicables

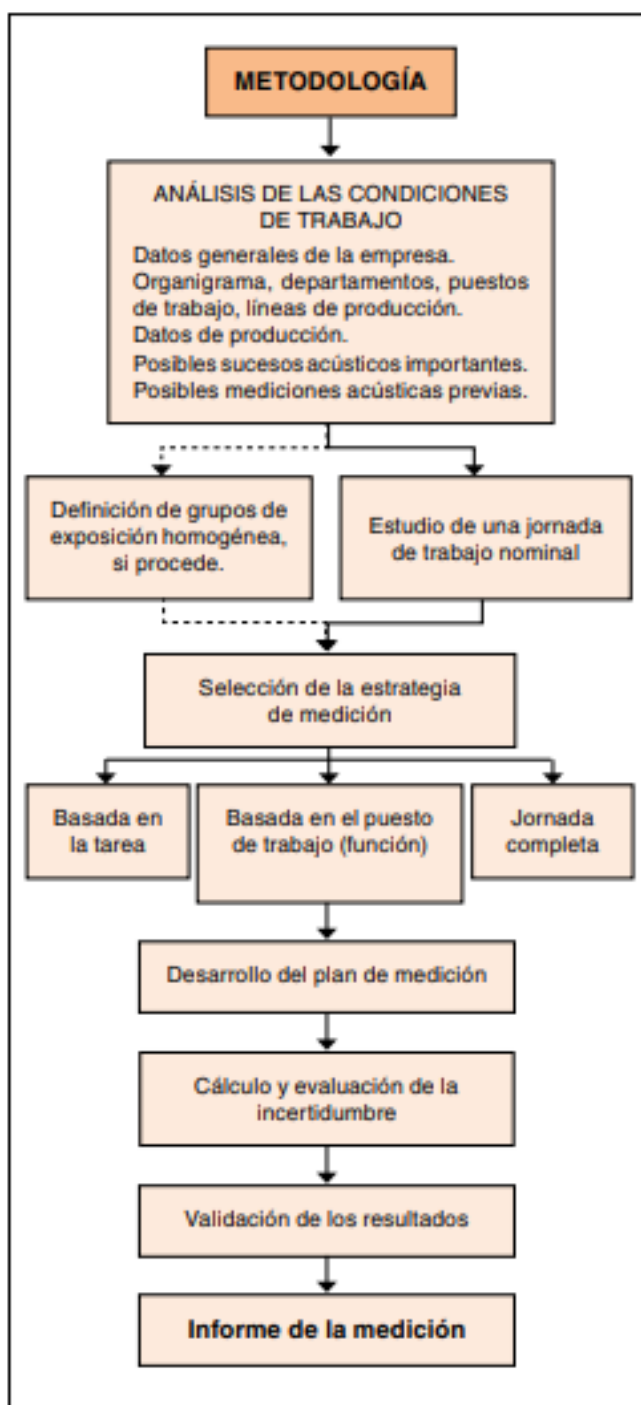
Además se tiene que tener en cuenta las diversas notas técnicas de prevención, elaboradas por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que servirán de orientación para la puesta en práctica. Entre ellas destacamos las siguientes:

- NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos
- 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

3. METODOLOGÍA

La metodología que se utilizará en el presente trabajo viene marcada por el real decreto 286/2006 y se ve desarrollada por la Guía técnica y la NTP 951 del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), seguirá los pasos que muestra la siguiente ilustración.

Ilustración 4. Metodología de actuación para la medición del ruido.



Fuente: INSST - NTP 951.

El objetivo básico de esta metodología es preparar un plan de medición que permita obtener una evaluación representativa y fiable de la exposición al ruido al que están sometidos los trabajadores.

3.1. ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO CON EXPOSICIÓN AL RUIDO

En el corazón de la provincia de Jaén, al pie de la autovía A-4 que conecta los principales núcleos urbanos del sur de España con Madrid, se encuentra una de las compañías que más han revolucionado el sector de los aceites de oliva en los últimos años, y en la cual vamos a llevar a cabo la evaluación a exposición de ruido.

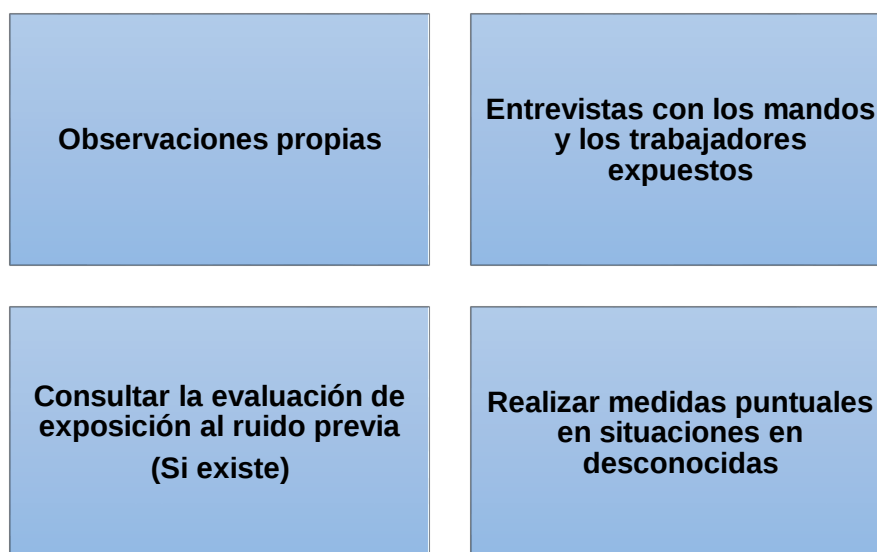
Ilustración 5. Entrada a las instalaciones de la almazara.



El desconocimiento de las condiciones de trabajo en lo que respecta a la exposición al ruido es una de las fuentes de incertidumbre más importantes. Se trata asimismo de una fuente de incertidumbre no evaluable o medible por lo que su control y minimización son muy importantes. Por todo ello, es imprescindible un análisis previo de dichas condiciones en el que la participación activa, tanto de los mandos, como de los trabajadores expuestos, es esencial.

En primer lugar, conviene realizar un análisis de las condiciones de trabajo lo más exhaustivo posible, estudiando las características de la empresa. Se deberá de contrastar los datos aportados con las siguientes fuentes de información:

Ilustración 6. Fuentes de información.



Fuente: Guía técnica RD 286/06 - Elaboración propia.

Con todo ello, se deberá:

- Delimitar en qué áreas de trabajo deberá llevarse a cabo la evaluación de la exposición al ruido.
- Sobre qué puestos de trabajo o trabajadores deberá realizarse la evaluación y si existe la posibilidad de constituir grupos de exposición homogénea.
- Tener en cuenta si existe la posibilidad de que ocurran episodios de ruido significativos en la jornada de trabajo.

A lo largo de la jornada se pueden observar cuatro grandes zonas donde se desarrolla el trabajo:

- 1) Patio de recepción de aceituna: la recepción de aceituna es la tarea más importante de la almazara. Seleccionar y clasificar la aceituna da como resultado final un determinado zumo de aceituna u otro.

En la almazara objeto de estudio este proceso está completamente controlado y automatizado. Cada agricultor posee una tarjeta con tecnología contactless en la cual, una vez se aproximan al panel de recepción de aceituna, automáticamente se produce la disposición para descargar esa aceituna, previamente seleccionada en una fase visual por el personal de patio.

Ilustración 7. Patio de recepción I.



Ilustración 8. Patio de recepción II.



Ilustración 9. Patio de recepción III.



Ilustración 10. Operario en la cabina del patio de recepción



- 2) Molturación y paso a través del molino: Las instalaciones poseen tolvas de clasificación de acero inoxidable en las que la aceituna limpia y perfectamente clasificada se transporta hasta llegar al molino. El molino se compone de un sistema moderno de cribas trituradoras de aceituna, transformando ésta en una masa homogénea que compondrá una parte sólida (el hueso y la piel cortados) y la parte líquida (el zumo de aceituna y el agua que contiene el fruto).
- 3) Extracción del aceite: En este apartado, la compañía para extraer el aceite, opera con lo que se denomina “método en continuo de extracción a baja temperatura”. Para ello, primero se bate la pasta resultante hasta resaltar el componente líquido en dicha masa. Posteriormente se separa por densidad, centrifugando la masa y consiguiendo así que el componente sólido (alperujo) se separe del líquido (agua y

aceite). Finalmente, mediante un proceso de centrifugación vertical se separa el agua del aceite, obteniendo así el zumo de aceituna.

Ilustración 11. Molturación y extracción de aceite I.



Ilustración 12. Molturación y extracción de aceite II.



Ilustración 13. Molturación y extracción de aceite III.



- 4) Filtrado, almacenamiento y envasado: Una vez extraído el zumo de aceituna, llega el momento de filtrarlo con el objetivo de eliminar las posibles impurezas en la extracción. La almazara dispone de una sala especial de filtrado. En esta sala, se clasifican los aceites extraídos, atendiendo al canon de la calidad que se utiliza en las líneas de recepción de la aceituna. Una vez clasificados los zumos de aceituna, llega el momento de filtrarlos mediante un proceso natural de decantación y posteriormente un proceso de desbastado y abrillantado de manera natural mediante filtros de celulosa, preservando así todos los componentes saludables del zumo de aceituna. Realizado este proceso, comienza la entrada de aceites de oliva a la bodega.

Ilustración 14. Filtrado, almacenamiento y envasado I.



Ilustración 15. Filtrado, almacenamiento y envasado II.



3.2. ESTUDIO DE UNA JORNADA DE TRABAJO NOMINAL

Con el objetivo de obtener una visión general y una comprensión global de todos los factores que van a influir en la exposición al ruido, conviene determinar una jornada de trabajo nominal, contemplando los siguientes aspectos de la misma:

- Tareas que se realizan, incluyendo sus características y su duración, y variaciones entre las diferentes tareas.
- Principales fuentes de ruido y áreas de trabajo más ruidosas.
- Patrón de trabajo y episodios de ruido significativos que puedan influir en el nivel de ruido.
- Número y duración de posibles descansos, reuniones, etc. y su inclusión o no dentro de la jornada de trabajo habitual.

Esta jornada de trabajo nominal será objeto de la medición para determinar la exposición al ruido, en la que se pueden encontrar los siguientes puestos:

- **Pesador:** Es el responsable del pesaje de la aceituna y controla las líneas de limpieza y lavado hasta su posterior almacenamiento en las tolvas previas a molinos de molturación. Su trabajo lo realiza en la caseta de control existente en el patio de recepción de aceituna.
- **Operario de patio tolvas recepción:** Se encarga de controlar la entrada de aceituna en el patio.
- **Operario de patio cintas:** Se encarga del control de las líneas de lavado y limpieza de aceitunas y recoger las muestras de aceituna
- **Operario de molturación:** Es el encargado de supervisar y controlar el funcionamiento de las tolvas de almacenamiento de aceitunas limpias, los molinos - martillo, termobatidoras, decantadores y centrifugadoras verticales, jamileros y/o bodegas.

3.3. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

Las tres estrategias de medición para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo son:

Tabla 2. Estrategias de medición

ESTRATEGIA	DEFINICIÓN
Basada en la tarea (Es la que se llevará a cabo en el proyecto).	El trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente.
Basada en el puesto de trabajo.	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 GEH.
Basada en la jornada completa.	La medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral.

Fuente: INSST – NTP 951. Elaboración propia.

La selección de la estrategia de medición más apropiada va a depender de muchos factores tales como el objeto de la medición, la complejidad de las condiciones de trabajo, el número de trabajadores expuestos, la duración de la exposición a lo largo de la jornada de trabajo, e incluso del tiempo disponible por el técnico de prevención para la medición en sí misma y para el posterior análisis de los resultados.

La guía técnica del RD 286/2006, muestra una tabla, donde se puede ver cómo elegir el la estrategia según las características del puesto de trabajo, esta tabla es la siguiente:

Tabla 3. Selección de estrategias de medición

Características del trabajo		Tipo de estrategia de medición		
Movilidad del puesto	Complejidad de la tarea	Basada en la tarea	Basada en el trabajo	Basada en la jornada completa
Fijo	Sencilla o una sola operación	Recomendada	X	X
Fijo	Compleja o con muchas operaciones	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas operaciones	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Trabajo definido con muchas operaciones o con un patrón de trabajo complejo	Aplicable	Aplicable	Aplicable

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Aquí se ve que como para un puesto de trabajo móvil y con pocas tareas, es recomendable usar una estrategia basada en la tarea, estrategia que justo en el apartado siguiente se comenzará a desarrollar.

3.3.1. ESTRATEGIA BASADA EN LA TAREA

La jornada de trabajo nominal estudiada debe poder dividirse en tareas u operaciones diferentes y concretas, de manera que durante la realización de cada una de ellas el trabajador tenga una exposición al ruido similar, es decir, que se obtengan valores de LAeq,T homogéneos.

Las claves del enfoque por tareas son las siguientes:

- Amplio y profundo conocimiento de las condiciones de trabajo.
- Tener en cuenta los posibles episodios de exposición a ruido significativos y asegurarse de que están incluidos en las tareas definidas y en los períodos de medición.
- La estimación de la duración de la tarea es fundamental y es un factor de incertidumbre a calcular posteriormente.
- Tiempos de medición cortos, 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 si el objetivo es priorizar 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, en función de la distribución y la duración de las tareas definidas y medidas.

Para saber a qué nivel de exposición se encuentran los trabajadores de la almazara, se necesita desarrollar una serie de fórmulas, que se verán a continuación:

El $L_{Aeq,T,m}$ correspondiente a cada tarea se calcula con la siguiente ecuación:

Ecuación 1. $L_{Aeq,T,m}$

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Donde:

$L_{Aeq,T,mi} \rightarrow$ Nivel de presión sonora continuo equivalente obtenido en cada medición.

$I \rightarrow$ Número total de mediciones de la tarea llevadas a cabo.

A partir de aquí, para calcular el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$ hay dos opciones:

Por un lado, puede calcularse el nivel de exposición diario equivalente para cada tarea m , $L_{Aeq,d,m}$ mediante la siguiente expresión:

Ecuación 2. $L_{Aeq,d,m}$

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \lg \left[\frac{\overline{T_m}}{T_0} \right] \text{dB(A)}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Donde:

$T_m \rightarrow$ Duración de cada tarea.

T_0 → Duración de la jornada de trabajo nominal.

Y a continuación, calcularse el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, mediante la ecuación:

Ecuación 3. $L_{Aeq,d}$ (I)

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB (A)}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

M → Número total de tareas.

O bien, se puede obtener directamente el nivel de exposición diario equivalente global, $L_{Aeq,d}$, a partir de los $L_{Aeq,T,m}$ correspondientes a cada tarea, calculados según la ecuación 1, mediante la siguiente expresión:

Ecuación 4. $L_{Aeq,d}$ (II)

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M \left(\frac{T_m}{T_0} \right) \times 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,m}} \right] \text{dB(A)}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

T_0 → Tiempo de referencia, que en este caso es de 7,5 horas.

Una vez obtenido el $L_{Aeq,d}$ de la jornada, se tiene que tener en cuenta la incertidumbre para poder comparar los resultados con los valores límites que expone el RD 286/2006.

3.3.1.1. INCERTIDUMBRE

Por lo general, en la realización de cualquier medición, no solo de la exposición al ruido, se cometen imperfecciones que dan lugar a un error en el resultado de la medición.

En la realización de una medición de la exposición al ruido existen numerosas fuentes posibles de incertidumbre debidas tanto a errores como a alteraciones naturales de las condiciones de trabajo. La exactitud y precisión de la medición de la exposición al ruido, objetivos primordiales, van a depender fundamentalmente de un conocimiento profundo

de la/s exposición/es, de los aparatos empleados y de la estimación de los tiempos de exposición. Entre las posibles fuentes de incertidumbre cabe destacar:

Ilustración 16. Fuentes de incertidumbre.



Fuente: INSST – NTP 951. Elaboración propia.

Los errores derivados de los posibles impactos sobre el micrófono, las corrientes de aire o las contribuciones anómalas deben ser controlados y minimizados al máximo, en la medida de lo posible.

Las demás fuentes de incertidumbre en la medición de ruido, por su parte, deben ser también controladas pero en algunos casos imposibles de minimizar. Para su evaluación, son tratadas matemáticamente de forma independiente.

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 propone tres estrategias de medición (tareas, puesto de trabajo o jornada completa) de cara a garantizar la representatividad de una medición de la exposición al ruido, aportando también los cálculos necesarios para la obtención de las correspondientes incertidumbres. Para cada estrategia de muestreo existe un tratamiento matemático diferente de las componentes de la incertidumbre asociada al resultado. Sin embargo, las incertidumbres debidas tanto a los instrumentos de medida empleados como a la posición del micrófono son comunes a las tres estrategias.

Como se ha dicho en el apartado anterior, cada estrategia tiene un cálculo diferente de la incertidumbre, en este trabajo se realiza una estrategia basada en la tarea, que se calcula con las siguientes fórmulas.

La incertidumbre expandida, U, que es la que aporta el intervalo dentro del cual se encuentra el valor del mensurando con un determinado nivel de confianza. Se calcula multiplicando:

Ecuación 5. Incertidumbre expandida

$$U = k u$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Donde:

k → Factor de cobertura que queramos asumir

Tabla 4. Factor de cobertura k

Nivel de confianza	k	
	Intervalo bilateral simétrico	Intervalo unilateral
90	1,645	1,2816
95	1,96	1,645
95.45	2	-
97.5	-	1,96

Fuente: INSST - NTP 950.

u → la incertidumbre estándar combinada

Para el cálculo de la incertidumbre típica combinada, u, se realizará la siguiente ecuación:

Ecuación 6. Incertidumbre típica combinada

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Donde:

$m \rightarrow$ corresponde a cada tarea definida

$M \rightarrow$ El número total de tareas

$u_{1a,m} \rightarrow$ La incertidumbre estándar debida al muestreo por tareas.

$u_{1b,m} \rightarrow$ La incertidumbre estándar debida al cálculo de la duración de la tarea.

$u_{2,m} \rightarrow$ La incertidumbre estándar debida al instrumento de medida empleado.
(Desarrollado en el punto 3.3.1.1.1.)

$u_3 \rightarrow$ La incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono. (Desarrollado en el punto 3.3.1.1.2.)

$C_{1a,m}$ y $C_{1b,m} \rightarrow$ los diferentes coeficientes de sensibilidad.

A continuación se muestra el cálculo para los restantes parámetros de la fórmula

Ecuación 7. $C_{1a,m}$

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{Aeq T,m} - L_{Aeq,d})}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Ecuación 8. $C_{1b,m}$

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Ecuación 9. $U_{1a,m}$

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Donde:

$\bar{L}_{Aeq,T,m}$ → Media aritmética de I niveles de presión sonora continuos equivalentes ponderados A para la tarea m

I → Número total de mediciones de la tarea.

Ecuación 10. $U_{1b,m}$

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Siendo:

J → Número total de observaciones de la duración de la tarea.

T_m → Duración de cada tarea

$T_{m,j}$ → Valor de la duración de la tarea observada

3.3.1.1.1. INCERTIDUMBRE DEBIDA A LOS INSTRUMENTOS DE MEDIDA EMPLEADOS, u_2

En función del instrumento de medida utilizado, se aplicará un valor de incertidumbre estándar diferente. La realización de la medición se llevará a cabo con un sonómetro de clase 1, que, según las especificaciones de la norma UNE EN 61672-1:2005, conlleva un menor valor de incertidumbre estándar, al tratarse de equipos más precisos y con límites de tolerancia menores.

Ilustración 17. Sonómetro clase 1.



Fuente: <https://medidordedecibelios.com/sonometro-clase-1/>

Los valores a aplicar según la Norma UNE EN ISO 9612:2009 se recogen en la siguiente tabla

Tabla 5. Incertidumbre estándar de los instrumentos.

Tipo de instrumento	u_2
Sonómetro Clase 1	0,7 dB
Dosímetro personal	1,5 dB
Sonómetro Clase 2	1,5 dB

Fuente: INSST - NTP 950.

Para el cálculo de la incertidumbre expandida, estos valores de incertidumbre estándar debida a los instrumentos de medida (Sonómetro clase 1) se multiplican por un coeficiente de sensibilidad, c_i . En nuestro caso al llevar a cabo una estrategia de muestreo basada en la tarea, se requiere un cálculo matemático visto anteriormente.

3.3.1.1.2. INCERTIDUMBRE DEBIDA A LA POSICIÓN DEL MICRÓFONO, u_3

La Norma UNE EN ISO 9612:2009, basándose en datos empíricos, considera que la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono es de 1.0 dB. Sin embargo, conviene señalar que la Guía Técnica refleja diferentes valores para esta incertidumbre estándar, en función del instrumento empleado y la ubicación del trabajador.

3.4. DESARROLLO DEL PLAN DE MEDICIÓN

Para empezar a desarrollar el plan de medición, se ha de saber qué tipo de ruido se va a medir, podemos encontrar los siguientes:

Ilustración 18. Tipos de ruido.

Tipos de ruido	Ruido estable Aquél cuyo nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea inferior a 5 dB.
	Ruido periódico Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.
	Ruido aleatorio Aquél cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB, variando LpA aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Fuente: NTP 270. Elaboración propia.

Se debe de tener también en cuenta el ruido de impacto, que es aquél cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

La medición que se llevará a cabo será sobre ruido periódico y con un sonómetro integrador-promediador (tipo 1), ya que este puede emplearse para la medición del LAeq de cualquier tipo de ruido, siempre que se ajusten a las prescripciones establecidas por la norma CEI-804.

Como hemos dicho en el párrafo anterior el ruido fluctúa de forma periódica durante un tiempo T, cada intervalo de medición deberá cubrir varios periodos. Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente (LAeq) obtenidos es inferior o igual a 2dB, el número de mediciones puede limitarse a tres. Si no, el número de mediciones deberá ser como mínimo de cinco.

El LAeq,T se calcula a partir del valor medio de los LAeq obtenidos, si difieren entre ellos 5 dB o menos. Si la diferencia es mayor a 5 dB se actuará como si fuera ruido aleatorio.

Una vez tenidas en cuenta las consideraciones anteriores se va a proceder a realizar mediciones del LAeq,T durante las distintas operaciones, diferenciando bien entre ellas

para conocer la aportación de las diferentes fuentes de ruido los valores de exposición al ruido. Como ya se ha mencionado antes la medición se hará con un sonómetro, que previamente se comprobará si está bien calibrado con un pictófono y se utilizará un trípode para tratar de realizar una medición lo más exacta posible.

Los resultados obtenidos de las mediciones son los siguientes:

3.4.1. OPERARIO DE MOLTURACIÓN

OPERARIO DE MOLTURACIÓN				
TAREAS	TIEMPO EXP. (h/día)	$L_{Aeq,T}$	dBC	L_{PICO}
Molinos	2	86,4	91,7	103,5
		86,3		103,8
		85,9		103,0
Sala de molturación	2,5	87,2	91,9	107,1
		87,5		106,7
		87,3		107,3
Sala ordenador	1,5	62,1		84,3
		63,5		85,6
		62,9		85,4
Laboratorio	1,5	55,3		82,3
		56,1		82,8
		56,4		81,6

Se empieza calculando el $L_{Aeq,T}$ de cada tarea, tal y como hemos visto en la ecuación 1:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)}$$

Una vez llegados a este punto, solo hay que sustituir los datos que ya se han explicado a lo largo del punto 3.3.:

$$L_{Aeq,T,m} - \text{Molinos} = 10 \text{ Log } [1/3 (10^{8,64} + 10^{8,63} + 10^{8,59})] = 86 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,T,m} - \text{Sala de molturación} = 10 \text{ Log } [1/3 (10^{8,72} + 10^{8,75} + 10^{8,73})] = 87 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,T,m} - \text{Sala de ordenador} = 10 \text{ Log } [1/3 (10^{6,21} + 10^{6,35} + 10^{6,29})] = 63 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,T,m} - \text{Laboratorio} = 10 \text{ Log } [1/3 (10^{5,53} + 10^{5,61} + 10^{5,64})] = 56 \text{ dB(A)}$$

La contribución al nivel equivalente diario se calcula con la ecuación 2:

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \lg \left[\frac{\overline{T_m}}{T_0} \right] \text{dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d,m} - \text{Molinos} = 86 + 10 \text{ Log } [2/7,5] = 80 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d,m} - \text{Sala de molturación} = 87 + 10 \text{ Log } [2,5/7,5] = 82 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d,m} - \text{Sala de ordenador} = 63 + 10 \text{ Log } [1,5/7,5] = 56 \text{ dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d,m} - \text{Laboratorio} = 56 + 10 \text{ Log } [1,5/7,5] = 49 \text{ dB(A)}$$

El $L_{Aeq,d}$ **de la jornada** se obtiene de la ecuación 3:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB (A)}$$

$$L_{Aeq,d} \text{ global} = 10 \text{ Log } [(10^8 + 10^{8,2} + 10^{5,6} + 10^{4,9})] = 84 \text{ dB(A)}$$

Una vez tenemos el $L_{Aeq,d}$ global, se calculan las incertidumbres y sus coeficientes, para valorar la situación en la que se encuentran los trabajadores.

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

La ISO 9612:2009 contempla el intervalo de confianza unilateral del 95%, dando como resultado que **$k = 1,645$** (Tabla 4), con lo que quedaría calcular u para poder realizar la operación, que se obtiene de la ecuación 6, sustituyendo los datos obtenidos de los diferentes coeficientes que se calcularan más adelante.

Incertidumbre típica combinada:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

Donde:

El $C_{1a,m}$ se obtiene de la ecuación 7:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{AeqT,m} - L_{Aeq,d})}$$

$$C_{1a,m} - \text{Molinos} = 2/7,5 \times 10^{0,1 \times (86-84)} = \mathbf{0,38}$$

$$C_{1a,m} - \text{Sala de molturación} = 2,5/7,5 \times 10^{0,1 \times (87-84)} = \mathbf{0,62}$$

$$C_{1a,m} - \text{Sala ordenador} = 1,5/7,5 \times 10^{0,1 \times (63-84)} = \mathbf{0,01}$$

$$C_{1a,m} - \text{Laboratorio} = 1,5/7,5 \times 10^{0,1 \times (56-84)} = \mathbf{0,0002}$$

El $C_{1b,m}$ se obtiene de la ecuación 8:

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

$$C_{1b,m} - \text{Molinos} = 4,34 \times 0,38/2 = \mathbf{0,83}$$

$$C_{1b,m} - \text{Sala de molturación} = 4,34 \times 0,62/2,5 = \mathbf{1,07}$$

$$C_{1b,m} - \text{Sala ordenador} = 4,34 \times 0,01/1,5 = \mathbf{0,02}$$

$$C_{1b,m} - \text{Laboratorio} = 4,34 \times 0,0002/1,5 = \mathbf{0,0005}$$

El $u_{1a,m}$ se obtiene de la ecuación 9:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

$$u_{1a,m} - \text{Molinos} = \sqrt{1/3(3-1)} [(86,4 - 86,2)^2 + (86,3 - 86,2)^2 + (85,9 - 86,2)^2] = \mathbf{0,15}$$

$$u_{1a,m} - \text{Sala de molturación} = \sqrt{1/3(3-1)} [(87,2 - 87,3)^2 + (87,5 - 87,3)^2 + (87,3 - 87,3)^2] = \mathbf{0,09}$$

$$u_{1a,m} - \text{Sala ordenador} = \sqrt{1/3(3-1)} [(62,1 - 62,9)^2 + (63,5 - 62,9)^2 + (62,9 - 62,9)^2] = \mathbf{0,41}$$

$$u_{1a,m} - \text{Laboratorio} = \sqrt{1/3(3-1)} [(55,3 - 56)^2 + (56,1 - 56)^2 + (56,4 - 56)^2] = \mathbf{0,33}$$

El $u_{1b,m}$ se obtiene de la ecuación 10:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

$$u_{1b,m} - \text{Molinos} = \sqrt{1/3(3-1)} [(2 - 2)^2] = \mathbf{0}$$

$$u_{1b,m} - \text{Sala de molturación} = \sqrt{1/3(3-1)} [(2,5 - 2,5)^2] = \mathbf{0}$$

$$u_{1b,m} - \text{Sala ordenador} = \sqrt{1/3(3-1)} [(1,5 - 1,5)^2] = \mathbf{0}$$

$$u_{1b,m} - \text{Laboratorio} = \sqrt{1/3(3-1)} [(1,5 - 1,5)^2] = \mathbf{0}$$

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_{3,m}^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

$$u^2 \text{ Pesador} = [[0,38^2 (0,15^2 + 0,7^2 + 1^2) + (0,83 \times 0)^2] + [0,62^2 (0,09^2 + 0,7^2 + 1^2) + (1,07 \times 0)^2] + [0,01^2 (0,41^2 + 0,7^2 + 1^2) + (0,02 \times 0)^2] + [0,0002^2 (0,33^2 + 0,7^2 + 1^2) + (0,0005 \times 0)^2]] = \mathbf{0,79}$$

$$u = 0,88$$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

$$U = 1,645 \times 0,88 = 1,5$$

Resultado total:

Operario de molturación		
Valores de exposición	$84 \pm 1,5$	(82,5 – 85,5) dB(A)

Siguiendo con la filosofía de la Guía Técnica, a efectos de prevención, se optaría por ponerse en el peor de los lugares, para así realizar una mayor protección de los trabajadores, es decir, se cogerá el extremo superior de cada intervalo.

En este caso el operario de molturación está expuesto a un nivel de exposición de **85,5 dB(A)**, es decir, **está por encima de los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.**

Una vez visto cómo se hacen los cálculos, se realizará de la misma manera para los siguientes puestos.

3.4.2. PESADOR

PESADOR				
TAREAS	TIEMPO EXP. (h/día)	$L_{Aeq,T}$	dBC	L_{PICO}
Control pesado aceituna	6,5	77,3		96,7
		77,5		98,3
		77,6		100,1
Uso de sopladora	1	97,4	98,6	113,4
		96,9		115,8
		97,2		111,9

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)}$$

$L_{Aeq,T,m}$ - Control pesado aceituna = $10 \text{ Log } [1/3 (10^{7,73} + 10^{7,75} + 10^{7,76})] = 77 \text{ dB(A)}$

$L_{Aeq,T,m}$ - Uso de sopladora = $10 \text{ Log } [1/3 (10^{9,74} + 10^{9,69} + 10^{9,72})] = 97 \text{ dB(A)}$

La contribución al nivel equivalente diario de cada operación es:

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \lg \left[\frac{\overline{T}_m}{T_0} \right] \text{dB(A)}$$

$L_{Aeq,d,m}$ - Control pesado aceituna = $77 + 10 \text{ Log } [6,5/7,5] = 76 \text{ dB(A)}$

$L_{Aeq,d,m}$ - Uso de sopladora = $97 + 10 \text{ Log } [1/7,5] = 88 \text{ dB(A)}$

El $L_{Aeq,d}$ **de la jornada** se obtiene de la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB (A)}$$

$L_{Aeq,d}$ global = $10 \text{ Log } [(10^{7,6} + 10^{8,8})] = 80 \text{ dB(A)}$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

La ISO 9612:2009 contempla el intervalo de confianza unilateral del 95%, dando como resultado que $k = 1,645$ (Tabla 4), con lo que quedaría calcular u para poder realizar la operación, que se obtiene de la ecuación 6, sustituyendo los datos obtenidos de los diferentes coeficientes que se calcularan más adelante.

Incertidumbre típica combinada:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

Donde:

Coeficiente $C_{1a,m}$:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})}$$

$C_{1a,m}$ - Control pesado de aceituna = $6,5/7,5 \times 10^{0,1 \times (77-88)} = \mathbf{0,07}$

$C_{1a,m}$ - Sopladora = $1/7,5 \times 10^{0,1 \times (97-88)} = \mathbf{0,93}$

Coeficiente $C_{1b,m}$:

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

$C_{1b,m}$ - Control pesado de aceituna = $4,34 \times 0,07/6,5 = \mathbf{0,04}$

$C_{1b,m}$ - Sopladora = $4,34 \times 0,93/1 = \mathbf{4,06}$

Coeficiente $u_{1a,m}$:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

$u_{1a,m}$ - Control pesado de aceituna = $\sqrt{1/3(3-1) [(77,3 - 77,5)^2 + (77,6 - 77,5)^2 + (77,5 - 77,5)^2]} = \mathbf{0,09}$

$$u_{1a,m} - \text{Sopladora} = \sqrt{1/3(3-1)} [(97,4 - 97,2)^2 + (96,9 - 97,2)^2 + (97,2 - 97,2)^2] = \mathbf{0,15}$$

Coeficiente $u_{1b,m}$:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

$$u_{1b,m} - \text{Control pesado de aceituna} = \sqrt{1/3(3-1)} [(6,5 - 6,5)^2] = \mathbf{0}$$

$$u_{1b,m} - \text{Sopladora} = \sqrt{1/3(3-1)} [(1 - 1)^2] = \mathbf{0}$$

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

$$u^2 \text{ Pesador} = [[0,07^2 (0,09^2 + 0,7^2 + 1^2) + (0,04 \times 0)^2] + [0,93^2 (0,15^2 + 0,7^2 + 1^2) + (4,06 \times 0)^2]] = \mathbf{1,33}$$

$$u \text{ Pesador} = \mathbf{1,15}$$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

$$U \text{ Pesador} = 1,645 \times 1,15 = \mathbf{1,9}$$

Resultado total:

Pesador		
Valores de exposición	$80 \pm 1,9$	(78,1 - 81,9) dB(A)

En este caso el pesador está expuesto a un nivel de exposición de **81,9 dB(A)**, es decir, **está por encima de los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.**

3.4.3. OPERARIO DE PATIO DE TOLVAS DE RECEPCIÓN

OPERARIO DE PATIO TOLVAS RECEPCIÓN				
TAREAS	TIEMPO EXP. (h/día)	$L_{Aeq,T}$	dB(C)	L_{PICO}
Descarga de aceituna	7,5	83,3	90,8	104,3
		82,7		101,7
		83,1		103,7

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)}$$

$L_{Aeq,T,m}$ - Descarga de aceituna = $10 \text{ Log } [1/3 (10 \times 8,83 + 10 \times 8,27 + 10 \times 8,31)] = 83 \text{ dB(A)}$

La contribución al nivel equivalente diario de cada operación es:

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{dB(A)}$$

$L_{Aeq,d,m}$ - Descarga de aceituna = $83 + 10 \text{ Log } [7,5/7,5] = 83 \text{ dB(A)}$

El $L_{Aeq,d}$ de la jornada se obtiene de la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB (A)}$$

$L_{Aeq,d}$ global = $10 \text{ Log } [(10 \times 8,30)] = 83 \text{ dB(A)}$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

La ISO 9612:2009 contempla el intervalo de confianza unilateral del 95%, dando como resultado que **$k = 1,645$** (Tabla 4), con lo que quedaría calcular u para poder realizar la operación, que se obtiene de la ecuación 6, sustituyendo los datos obtenidos de los diferentes coeficientes que se calcularán más adelante.

Incertidumbre típica combinada:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

Donde:

Coeficiente $C_{1a,m}$:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})}$$

$C_{1a,m}$ - Descarga de aceituna = $7,5/7,5 \times 10^{0,1 \times (83-83)} = \mathbf{1}$

Coeficiente $C_{1b,m}$:

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

$C_{1b,m}$ - Descarga de aceituna = $4,34 \times 1/7,5 = \mathbf{0,58}$

Coeficiente $u_{1a,m}$:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

$$u_{1a,m} - \text{Descarga de aceituna} = \sqrt{1/3(3 - 1) [(83,3 - 83)^2 + (82,7 - 83)^2 + (83,1 - 83)^2]} = \mathbf{0,18}$$

Coeficiente $u_{1b,m}$:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

$$u_{1b,m} - \text{Descarga de aceituna} = \sqrt{1/3(3 - 1) [(7,5 - 7,5)^2]} = \mathbf{0}$$

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

$$u^2 \text{ Operario tolvas de recepción} = [1^2 (0,18^2 + 0,7^2 + 1^2) + (0,58 \times 0)^2] = \mathbf{1,52}$$

$$u = \mathbf{1,23}$$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

$$U = 1,645 \times 1,23 = \mathbf{2}$$

Resultado total:

Operario de patio tolvas de recepción		
Valores de exposición	83 ± 2	(81 – 85) dB(A)

En este caso el operario de patio de tolvas de recepción está expuesto a un nivel de exposición de **85 dB(A)**, es decir, **está por encima de los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.**

3.4.4. OPERARIO DE PATIO DE CINTAS

OPERARIO DE PATIO CINTAS				
TAREAS	TIEMPO EXP. (h/día)	$L_{Aeq,T}$	dB(C)	L_{PICO}
Patio cintas	7,5	86,8	94,3	108,3
		87,1		107,6
		86,9		108,6

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \lg \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1 \times L_{Aeq,T,mi}} \right] \text{dB(A)}$$

$$L_{Aeq,T,m} - \text{Patio de cintas} = 10 \lg [1/3 (10^{8,68} + 10^{8,71} + 10^{8,69})] = 87 \text{ dB(A)}$$

La contribución al nivel equivalente diario de cada operación es:

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \lg \left[\frac{T_m}{T_0} \right] \text{dB(A)}$$

$$L_{Aeq,d,m} - \text{Patio de cintas} = 87 + 10 \lg [7,5/7,5] = 87 \text{ dB(A)}$$

El $L_{Aeq,d}$ **de la jornada** se obtiene de la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \left[\sum_{m=1}^M 10^{0,1 \times L_{Aeq,d,m}} \right] \text{dB (A)}$$

$$L_{Aeq,d} \text{ global} = 10 \lg [(10^{8,7})] = 87 \text{ dB(A)}$$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

La ISO 9612:2009 contempla el intervalo de confianza unilateral del 95%, dando como resultado que **$k = 1,645$** (Tabla 4), con lo que quedaría calcular u para poder realizar la operación, que se obtiene de la ecuación 6, sustituyendo los datos obtenidos de los diferentes coeficientes que se calcularán más adelante.

Incertidumbre típica combinada:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

Donde:

Coeficiente $C_{1a,m}$:

$$c_{1a,m} = \frac{T_m}{T_0} 10^{0,1 \times (L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d})}$$

$C_{1a,m}$ - Patio de cintas = $7,5/7,5 \times 10^{0,1 \times (87-87)} = 1$

Coeficiente $C_{1b,m}$:

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

$C_{1b,m}$ - Patio de cintas = $4,34 \times 1/7,5 = 0,58$

Coeficiente $u_{1a,m}$:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[\sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,mi} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

$$u_{1a,m} - \text{Patio de cintas} = \sqrt{1/3(3 - 1) [(86,8 - 86,9)^2 + (87,1 - 86,9)^2 + (86,9 - 86,9)^2]} = 0,09$$

Coeficiente $u_{1b,m}$:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} \left[\sum_{j=1}^J (T_{m,j} - T_m)^2 \right]}$$

$$u_{1b,m} - \text{Patio de cintas} = \sqrt{1/3(3 - 1) [(7,5 - 7,5)^2]} = 0$$

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left(\sum_{m=1}^M \left[c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

$$u^2 \text{ Operario de patio de cintas} = [1^2 (0,09^2 + 0,7^2 + 1^2) + (0,58 \times 0)^2] = 1,5$$

$$u = 1,22$$

Incertidumbre expandida:

$$U = k u$$

$$U = 1,645 \times 1,22 = 2$$

Resultado total:

Operario de patio de cintas		
Valores de exposición	87 ± 2	(85 – 89) dB(A)

En este caso el operario de patio de cintas está expuesto a un nivel de exposición de **89 dB(A)**, es decir, **está por encima de los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.**

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Para llevar a cabo el análisis y la interpretación de los datos se tendrá que observar el RD 286/2006, que es el que dictará si habrá o no que tomar medidas en cuanto a la exposición al ruido a la que están sometidos los trabajadores.

A los efectos de este real decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

Ilustración 19. Valores de exposición - RD 286/2006.

Valores Real Decreto 286/2006		
Valores límite de exposición $L_{Aeq,d} = 87 \text{ dB(A)}$ $L_{pico} = 140 \text{ dB (C)}$	Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción $L_{Aeq,d} = 85 \text{ dB(A)}$ $L_{pico} = 137 \text{ dB (C)}$	Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción $L_{Aeq,d} = 80 \text{ dB(A)}$ $L_{pico} = 135 \text{ dB (C)}$

Fuente: Real Decreto 286/2006.

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

Seguidamente se verá un resumen de los resultados de la evaluación, para así aplicar los valores del RD mencionado, y posteriormente se pasará, si es necesario, a tomar medidas preventivas para los diferentes puestos.

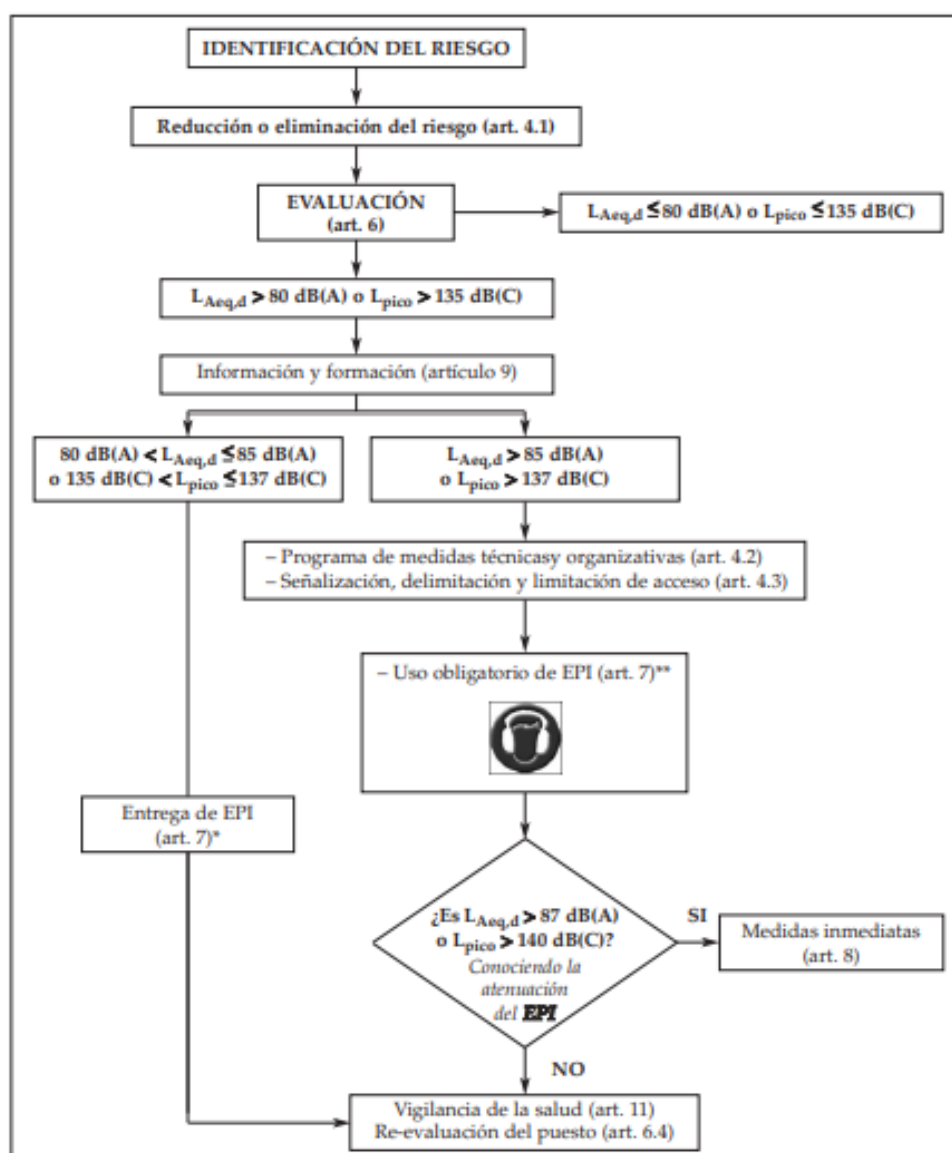
Tabla 6. Resumen de la medición

RESUMEN		
PUESTO	$L_{Aeq,d} \pm U$	INTERVALO
Pesador	$80 \pm 1,9$	(78,1 - 81,9) dB(A)
Operario de patio tolvas de recepción	83 ± 2	(81 – 85) dB(A)
Operario de patio de cintas	87 ± 2	(85 – 89) dB(A)
Operario de molturación	$84 \pm 1,5$	(82,5 – 85,5) dB(A)

Fuente: Elaboración propia

Una vez vistos los resultados obtenidos en desarrollo de la evaluación, se procede a adoptar medidas preventivas. Estas medidas se adoptaran, como bien se ha dicho a lo largo de trabajo, siguiendo los criterios del RD 286/2006 y de su guía técnica, a continuación se verá un diagrama que muestra los pasos a seguir.

Ilustración 20. Diagrama de los pasos a seguir una vez realizada la evaluación.



Fuente: Guía Técnica RD 286/2006

Realizada la evaluación, se puede apreciar claramente que todos los puestos de trabajo sufren una exposición al ruido por encima de 80 dB(A). Es decir, que de conformidad con lo dispuesto en los artículos 18.1 y 19 de la Ley 31/1995, el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre:

Información y formación

- La **naturaleza de tales riesgos**
- Las **medidas tomadas** con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido, incluidas las circunstancias en que aquéllas son aplicables
- Los **valores límite de exposición** y los valores de exposición que dan lugar a una acción
- Los **resultados de las evaluaciones y mediciones** del ruido efectuadas, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales
- El **uso y mantenimiento de los protectores auditivos**, así como su capacidad de atenuación
- La conveniencia y la **forma de detectar** e informar sobre indicios de **lesión auditiva**
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen **derecho a una vigilancia de la salud**, y la finalidad de esta
- Las **prácticas de trabajo seguras**, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido

Fuente: RD 286/2006

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 17.2 de la Ley 31/1995 y en el 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, cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, pero no los valores superiores que dan lugar a una acción, como es el caso de los puestos de **pesador y del operario de patio de recepción**, el empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales y deberá hacer cuanto esté en su mano para que se utilicen, fomentando su uso, ya que este no es obligatorio.

Sin embargo, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, como en los puestos de **operario de patio de cinta y de molturación**, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización que deberán integrarse en la planificación de la actividad preventiva de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta las siguientes medidas:

Medidas técnicas y organizativas

- **Otros métodos de trabajo** que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido
- La elección de **equipos de trabajo adecuados** que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido
- **La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo**
- La **información y formación adecuadas** para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido
- La reducción técnica del ruido: **reducción del ruido aéreo**, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente; **reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos**, por ejemplo mediante amortiguamiento o aislamiento
- Programas apropiados de **mantenimiento** de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo
- La **reducción del ruido mediante la organización del trabajo**: Limitación de la duración e intensidad de la exposición y ordenación adecuada del tiempo de trabajo

Ilustración 23. Fuente: RD 286/2006

Los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos.

Ilustración 24. Señalización



Fuente: RD 485/1997

Además el empresario velará por que se utilicen los protectores auditivos, ya que, la utilización de estos es obligatorio, asimismo, le incumbirá la responsabilidad de comprobar la eficacia de las medidas adoptadas.

Cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, como es este caso, el empresario deberá llevar a cabo una **vigilancia de la salud** de dichos trabajadores, y estos someterse a ésta.

Los trabajadores cuya exposición al ruido supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción tendrán derecho a que un médico, u otra persona debidamente cualificada bajo la responsabilidad de un médico, a través de la organización preventiva que haya adoptado la empresa, lleve a cabo controles de su función auditiva. También tendrán derecho al control audiométrico preventivo los trabajadores cuya exposición supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción cuando la evaluación y las mediciones así lo indiquen.

Su periodicidad será como mínimo, **cada tres años** en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o **cada cinco años** cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

La **evaluación y la medición** de los puestos se programarán y efectuarán **cada año** en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o **cada tres años** cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción.

5. PROTECCIÓN AUDITIVA

Los protectores auditivos son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores auditivos que se comercializan son:

Tabla 7. Tipos y clases de protectores auditivos.

PROTECTORES AUDITIVOS	
PASIVOS	NO PASIVOS
Orejeras	Dependientes del nivel
Tapones	Protectores ANR
Cascos anti-ruido	Con sistema de comunicación

Fuente: Guía Técnica RD 286/2006 - Elaboración propia.

Los protectores auditivos están sometidos a la normativa que regula tanto la fabricación y comercialización como el uso de los Equipos de Protección Individual. La prestación más importante es la atenuación que proporcionan. Esta atenuación es un valor constante para cada banda de octava, pero la protección global es diferente según el espectro de frecuencias del ruido en cuestión, por lo que puede decirse que, para un mismo protector, la protección varía en cada situación.

Existen distintos métodos para calcular la atenuación que proporciona un protector auditivo. La elección vendrá determinada por la información disponible tanto del ruido ambiental como del protector auditivo. Cada método ofrece una estimación de la atenuación, que será más exacta cuanto más completa sea la información de la que se dispone. En la siguiente tabla se verán los distintos métodos para el cálculo de la atenuación.

Tabla 8. Métodos para el cálculo de la atenuación.

Método	Información requerida		Exactitud	Fórmulas
	Ruido ambiental	Protector auditivo		
Banda de octavas	Espectro de frecuencias del ruido (Lineal o ponderado A)	Valor medio de atenuación por banda de octava (m_f)	Alta	$L'_A = 10 \log \sum_{f=63 \text{ Hz}}^{f=8000 \text{ Hz}} 10^{0.1[L_f + A_f - APV_f]}$ $^{(1)} APV_f = m_f - \alpha \sigma_f$
H, M, L	Niveles de ruido globales ponderados A y C	Valores H, M, L	Media-Alta	$\text{Si } L_C - L_A < 2\text{dB} \quad \text{PNR} = M - \frac{(H-M) \cdot (L_C - L_A - 2)}{4}$ $\text{Si } L_C - L_A > 2\text{dB} \quad \text{PNR} = M - \frac{(M-L) \cdot (L_C - L_A - 2)}{8}$ $L_A' = L_A - \text{PNR}$
H, M, L simplificado	Nivel global de ruido ponderado A y la composición cualitativa del ruido	Valores H, M, L	Media	Ruido de baja frecuencia ($L_C - L_A < 5\text{dB}$): $L_A' = L_A - L$ Ruido de media-alta frecuencia ($L_C - L_A \geq 5\text{dB}$): $L_A' = L_A - M$
SNR	Nivel global de ruido ponderado C	Parámetro SNR	Baja	$L_A' = L_C - \text{SNR}$

Tabla 9. Fuente: INSST - Elaboración propia.

La atenuación que teóricamente ofrece el protector auditivo (información del fabricante, obtenida en ensayos de laboratorio) puede verse reducida, entre otros factores, por:

- El tiempo real de uso respecto al de exposición.
- La correcta utilización, teniendo en cuenta factores como la colocación, limpieza, adaptación, desgaste, etc.

Teniendo en cuenta que el protector se use de manera correcta durante todo el tiempo de exposición, se recomienda reducir la atenuación del protector en 4 dB por los factores anteriormente mencionados. Esta reducción debe aplicarse en todos los métodos.

Ilustración 25. Protector auditivo utilizado.



Fuente: <https://www.herramientaprofesional.com>

Durante la visita se puede ver como los trabajadores disponen de orejeras PELTOR H4A con un SNR = 24, estos utilizan los protectores auditivos durante las tareas en las que se ven expuestos a un mayor nivel de ruido, se verá en la siguiente tabla:

TAREAS	dB(C)
OPERARIO DE MOLTURACIÓN	
Molinos	91,7
Sala de molturación	91,9
OPERARIO DE PATIO DE CINTAS	
Patio cintas	94,3
OPERARIO DE PATIO DE TOLVAS DE RECEPCIÓN	
Descarga de aceituna	90,8
PESADOR	
Uso de sopladora	98,6

El nivel de atenuación conseguido por los protectores es el siguiente:

TAREAS	Atenuación	+4 dB(A)
OPERARIO DE MOLTURACIÓN		
Molinos	68 dB(A)	72 dB(A)
Sala de molturación	68 dB(A)	72 dB(A)
OPERARIO DE PATIO DE CINTAS		
Patio cintas	70 dB(A)	74 dB(A)
OPERARIO DE PATIO DE TOLVAS DE RECEPCIÓN		
Descarga de aceituna	67 dB(A)	71 dB(A)
PESADOR		
Uso de sopladora	75 dB(A)	79 dB(A)

Ilustración 26. Nivel de protección auditiva.



Fuente: UNE EN 458 - Elaboración propia.

Se puede decir que el protector auditivo proporciona una atenuación adecuada para el ruido ambiental existente en los diferentes puestos, siempre que se use durante la totalidad del tiempo de exposición y en las condiciones adecuadas.

6. CONCLUSIONES

Como conclusión general, se puede decir que en las almazaras existe una gran fuente de ruido, debido a las tareas, maquinarias y procesos que existen en ellas, y esto se ha podido observar a lo largo de la realización de este trabajo de fin de máster.

En los puestos de trabajo donde se han realizado las mediciones, se han obtenido unos valores relativamente altos, se pueden sacar la siguientes conclusiones:

- **Pesador**

Durante la tarea de control de pesado de aceituna, que es donde más tiempo pasa este operario, no habría problema alguno, el problema viene cuando tiene que usar la sopladora para limpiar el patio, esta es una tarea que aunque sea de duración breve, si no se usan los protectores auditivos, a la larga puede causar daños en el oído.

- **Operario de patio de tolvas de recepción**

En este puesto y durante la duración de su tarea es recomendable el uso de protector auditivo, aunque no obligatorio. El nivel de exposición es de 85 dB(A), es decir, está por encima de los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción y se queda justo al límite de los valores superiores que dan lugar a una acción. Una medida para bajar la exposición al ruido de estos trabajadores, podría ser, realizar un ajuste organizativo y hacer rotación con el pesador.

- **Operario de patio de cintas**

Los valores obtenidos en este puesto están por encima de los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, es decir, es obligatorio el uso de protectores auditivos, ya que si no, sería imposible trabajar en la situación en la que se encuentran estos operarios. Este es un puesto complejo a la hora de adoptar medidas correctoras, la rotación en el puesto de trabajo, evitando tantas horas de exposición, sería una de las más adecuadas.

- **Operario de molturación**

Aunque parezca el puesto más complejo por las diferentes tareas que se realizan en él, solo habría que hacer hincapié en las tareas desarrolladas en los molinos y en la sala de molturación, que es de donde viene la mayor exposición a ruido, estas zonas mencionadas serían donde el uso del protector auditivo es obligatorio. Una medida que se debería de llevar a cabo sería realizar una mejor distribución de la jornada de trabajo, que los operarios pasaran más tiempo en la sala de ordenador y en el laboratorio, ya que están mas protegidos.

Por último, cabe decir que es muy complicado mejorar la prevención en esta almazara, ya que cuenta con unas instalaciones y equipos excelentes, solo se podría incrementar la protección realizando ajustes organizativos y quizás también con implantación de paneles absorbentes de ruido, aunque esta última sería una medida técnica y económicamente difícil de implantar.

RESUMEN			
Puestos	Nivel de exposición	Medidas preventivas	Nivel de protección auditiva
Pesador	81,9 dB(A)	- Información y formación - Entrega de EPI (Uso recomendado) - Vigilancia de la salud - Re-evaluación del puesto (trienal)	72 dB(A)
Operario tolvas de recepción	85 dB(A)	- Información y formación - Entrega de EPI (Uso recomendado) - Vigilancia de la salud - Re-evaluación del puesto (trienal)	71 dB(A)
Operario de patio cintas	89 dB(A)	- Información y formación - Programa de medidas técnicas y organizativas - Señalización, delimitación y limitación de acceso - Uso obligatorio de EPI - Vigilancia de la salud - Re-evaluación del puesto (anualmente)	74 dB(A)
Operario de molturación	85,5 dB(A)	- Información y formación - Programa de medidas técnicas y organizativas - Señalización, delimitación y limitación de acceso - Uso obligatorio de EPI - Vigilancia de la salud - Re-evaluación del puesto (anualmente)	79 dB(A)

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS UTILIZADAS

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- 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.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. INSST.
- NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición. INSST.
- NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias. INSST.
- NTP 952: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación. INSST.
- Gestión de la prevención de riesgos laborales en almazaras de aceite de oliva. Consejería de empleo, Junta de Andalucía.
- NTP 270: Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos. INSST.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo

ANEXO I: OTROS RIESGOS HIGIÉNICOS ENCONTRADOS DURANTE LA VISITA

Durante la visita, además de la exposición al ruido se han encontrado diferentes riesgos higiénicos que pueden a los trabajadores.



Uno de estos riesgos higiénicos se encuentra en el puesto de pesador, mientras el operario está en la cabina para pesar la aceituna, existen **vibraciones** que provienen del patio de cintas. Estas vibraciones obviamente también afectan a los operario de patio de cintas, en las tareas en las que tienen que usar escaleras o andar por las pasarelas que hay en el patio.

Los operarios de patio de cintas se ven expuestos a **polvo** durante las tareas de limpieza (barrido) de suelos de patio y al polvo generado por las líneas de lavado en períodos secos (sin lluvia). Además también están expuestos a **condiciones climáticas adversas**, ya que, su actividad se realiza en su totalidad a la intemperie, principalmente, en los meses de diciembre, enero y febrero.

Por ultimo en el puesto de operario de molturación podemos encontrar una exposición a **agentes químicos** en:

- Operaciones de análisis.
- **Talco**. Se crean nubes de polvo al vaciar los sacos en los dosificadores, así como al dosificar éstos en las termo batidoras.
- Uso de desengrasantes en las operaciones de limpieza

A **agentes biológicos** en:

- En las operaciones de encastrado de jamileros. Aunque esta operación es más propia de los operarios patio

Y a **estrés térmico**, ya que, el nivel de humedad y, en ocasiones, la temperatura puede ser origen de incomodidades.

ANEXO II: AGENTES OTOTÓXICOS

La ototoxicidad de una sustancia puede manifestarse como pérdida de audición o como daño vestibular evidenciado por vértigo, ataxia o alteraciones del equilibrio. El origen de la exposición a sustancias ototóxicas puede ser tanto de origen laboral, como extralaboral y su acción puede provocar daños permanentes o temporales sobre la cóclea, dando lugar a una fragilización del oído interno, o a nivel retrococlear, actuando de forma sinérgica o potenciando los efectos del ruido.

En la siguiente tabla se ofrece, a modo orientativo, un listado de los agentes que han sido relacionados de forma plausible con el desarrollo de ototoxicidad en distintos estudios científicos y su lugar de acción.

Tabla 10. Agentes que pueden encontrarse en el ámbito industrial

Familia de compuestos	Agente	Afección
Disolventes orgánicos	Tolueno	Córtex y cóclea
	Xileno	
	Estireno	Nervio auditivo
	Tricloroetileno	
Metales	Mercurio	Nervio auditivo
	Manganeso	
	Plomo	
	Arsénico	
Gases	Monóxido de carbono	Nervio auditivo
	Cianuro de hidrógeno	
Sales	Cianuro	Córtex

Fuente: Guía técnica RD 286/2006 – Elaboración propia

Durante la visita se puede observar como en los puestos de pesador y operario de patio de recepción se detecta la presencia de agentes ototóxicos en el ambiente laboral, como el anhídrido carbónico y monóxido de carbono, que proceden de motores de combustión interna.

ANEXO III: AUTORIZACIÓN DEL TUTOR

AUTORIZACIÓN PARA LA DEFENSA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Datos del alumno/a:
DNI: 77381098J
Apellidos, Nombre: Valdivia Sutil, Domingo
Máster (y especialidad, en su caso): Prevención de Riesgos Laborales, especialidad de Higiene Industrial

Datos del Trabajo	
Título del Trabajo: Evaluación de la exposición al ruido de los trabajadores de una almazara	
Convocatoria (indicar mes de defensa): Febrero	Año: 2021

El director/tutor(es/as) del Trabajo INFORMA FAVORABLEMENTE la defensa del mismo:	
Director/a- tutor/a: Carlos Pérez de la Torre	
*Fdo.:	Firmado digitalmente por PEREZ DE LA TORRE CARLOS - 26009153V Fecha: 2021.02.03 22:08:19 +01'00'
Director/a –tutor/a:	
*Fdo.:	

*Este formulario, debidamente cumplimentado y firmado (con firma digital o en su defecto, con firma manuscrita y escaneo del documento), deberá ser entregado por el alumno en formato pdf en el mismo soporte digital, junto con el resto de archivos integrantes del trabajo.

ANEXO IV: ENTREGA Y AUTORIZACIÓN DE ACCESO DE COPIA DIGITAL DEL TFM

ENTREGA Y AUTORIZACION DE ACCESO DE COPIA DIGITAL DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Datos del alumno/a	
DNI: 77381098J	
Apellidos, Nombre: Valdivia Sutil, Domingo	
Correo electrónico: Domingovaldiviasutil@hotmail.com	Tfno.: 617011120
Máster (y especialidad en su caso): Prevención de Riesgos Laborales, especialidad de Higiene Industrial	
Título del Trabajo: Evaluación de la exposición al ruido de los trabajadores de una almazara	
Director/Tutor (es/as): Carlos Pérez de la Torre	
Fecha de entrega: Febrero 2021	

El alumno/a ha realizado la entrega preceptiva de una copia digital de su TFM para su depósito en el Repositorio creado al efecto por la Universidad de Jaén, AUTORIZANDO a:		
Su difusión en acceso libre (marcar con una X la opción elegida)	SI ☒	NO ☐

VALDIVIA SUTIL
DOMINGO -
77381098J

Firmado digitalmente por VALDIVIA
SUTIL DOMINGO - 77381098J
DN: cn=VALDIVIA SUTIL DOMINGO -
77381098J, gn=DOMINGO, c=ES
Motivo: Soy el autor de este
documento
Ubicación:
Fecha: 2021-02-10 20:17+01:00

Fdo.:

*Este formulario, debidamente cumplimentado y firmado (con firma digital o en su defecto, con firma manuscrita y escaneo del documento), deberá ser entregado por el alumno en formato pdf en el mismo soporte digital, junto con el resto de archivos integrantes del trabajo.