MEJORA DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO ASOCIADAS AL RUIDO EN LA INDUSTRIA DE LA PIEDRA NATURAL

mármol
de alicante

Asociación de la Comunidad Valenciana

Promueve

Asociación de la Comunidad Valenciana

Subvenciona

La presente publicación se ha realizado en el marco de actuaciones relacionadas con la ejecución del proyecto solicitado por Mármol de Alicante. Asociación de la Comunidad Valenciana RESOLUCIÓN de 27 de octubre de 2025, de la Dirección General de Trabajo, Cooperativismo y Seguridad Laboral, de concesión de las subvenciones convocadas por la Resolución de 23 de septiembre de 2025, de la Dirección General de Trabajo, Cooperativismo y Seguridad Laboral, por la que se convocan subvenciones en materia de colaboración institucional, a través de acciones sectoriales e intersectoriales mediante programas o actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales en la Comunitat Valenciana, para el ejercicio 2025. Nº de expediente: TRCOIN/2025/12.

Título del proyecto subvencionado: "MEJORA DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO ASOCIADAS AL RUIDO EN LA INDUSTRIA DE LA PIEDRA NATURAL POR MEDIO DE ACTUACIONES DIRIGIDAS AL FOCO, EL MEDIO Y LA PERSONA".

Desarrollo técnico

Centro Tecnológico
Materias Primas Minerales y Materiales

Autores:

Dr. Francisco Hita López
Responsable del Dpto. de Seguridad y Salud laboral en CTM
Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales

Pedro Lozano del Amor
Técnico del Dpto. de Seguridad y Salud laboral en CTM
Técnico Superior de Prevención de Riesgos Laborales

Encarni Abad
Gerente de Mármol de Alicante
Asociación de la Comunidad Valenciana

ÍNDICE

1. INTRODUCCION 4

2. OBJETIVOS 8
2.1. Objetivos generales 8
2.2. Objetivos específicos 8

3. ALCANCE 9

4. DESARROLLO DEL PROYECTO Y METODOLOGÍA 10

5. FUNDAMENTOS DEL RUIDO COMO FACTOR DE RIESGO 14
5.1. Sonido vs ruido 14
5.2. Fisiología del oído 17
5.3. Proceso de audición 18
5.4. Factores condicionantes del daño auditivo 18
Factores físicos asociados al ruido 19
Factores personales 21
Agentes ototóxicos 21
Otros factores 24
5.5. Principales efectos derivados de la exposición al ruido 25
Efectos auditivos 25
Efectos extraauditivos 26
5.6. Sistemas afectados y daño asociado 27
Sistema auditivo 28
Sistema nervioso 28
Sistema cardiovascular 29
Sistema endocrino y metabólico 29
Sistema digestivo 30
Sistema musculoesquelético 30
Sistema inmunológico 30
Sistema social y conductual 31
5.7. Tipos de ruido 31
Ruido constante o estable 31
Ruido intermitente 34
Ruido variable aleatorio 36
Ruido variable periódico 37
Ruido de impacto o de impulso 37
5.8. Escalas de ponderación 38
Importancia de las ponderaciones A y C en la evaluación del ruido 39
Relevancia de los dB(A) y dB(C) en la selección y verificación de protectores auditivos 40

6. NORMATIVA LABORAL CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN AL RUIDO 40
6.1. LPRL 31/1995: el marco general y los principios de la acción preventiva 42
6.2. RD 39/1997: metodología técnica para la evaluación del ruido 42
6.3. RD 286/2006: obligación de actuar a partir de 80 dB(A) y/o 135 dB(C) 43
Evaluación específica del ruido (Art. 6) 43
Eliminación o reducción de la exposición (Art. 4) 44
Protección individual obligatoria (Art. 7) 44
Información y formación de las personas trabajadoras (Art. 9) 45
Consulta y participación (Art. 10) 45
Vigilancia de la salud (Art. 11) 46
Señalización de zonas con ruido elevado (Art. 8 y 4.5) 46

Documentación y verificación (Art. 6.4 y 4.6) 46
6.4. RGNBSM (RD 863/1985): obligaciones específicas del sector minero 46
6.5. RD 1299/2006: Enfermedad profesional asociada al ruido 47

7. GESTIÓN DEL RUIDO COMO RIESGO LABORAL 48
7.1. Identificación del ruido como factor de riesgo 49
7.2. Evaluación 50
Sonómetro 50
Dosímetro 51
Calibrador 51
7.3. Control de las condiciones de trabajo por exposición al ruido 52
Ejemplos de soluciones en el foco 55
a) Perforadoras 55
b) Discos de corte para cortabloques, encabezadoras y discopuentes 57
c) Discos pequeños para equipos de corte en la fase de terminaciones 59
d) Control del ruido en la máquina o parte del proceso productivo 60
Ejemplos de soluciones en el medio 62
a) Acondicionamiento del medio 62
b) Apantallamiento del medio 64
Ejemplos de soluciones en la persona expuesta 66
7.4. Verificación del cumplimiento de las obligaciones 67

8. ACTUACIONES MÉDICAS PARA CONTROL DEL RUIDO 68
8.1. Aspectos genéricos y normativos 68
8.2. La vigilancia de la salud colectiva e individual 69
8.3. El Protocolo para la vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas a ruido 72

9. DIRECTORIO DE EMPRESAS COLABORADORAS 76

10. BIBLIOGRAFÍA 77

1. INTRODUCCION

La extracción y elaboración de la piedra natural constituye un sector de gran relevancia económica, social y cultural para la Comunidad Valenciana.

Las rocas ornamentales producidas en este territorio son reconocidas mundialmente por su calidad y belleza, y representan un motor de empleo y desarrollo en numerosas comarcas. Este sector, profundamente enraizado en el territorio y caracterizado por la especialización de su personal, requiere, no obstante, un compromiso permanente con la mejora de las condiciones de trabajo y de la salud laboral.

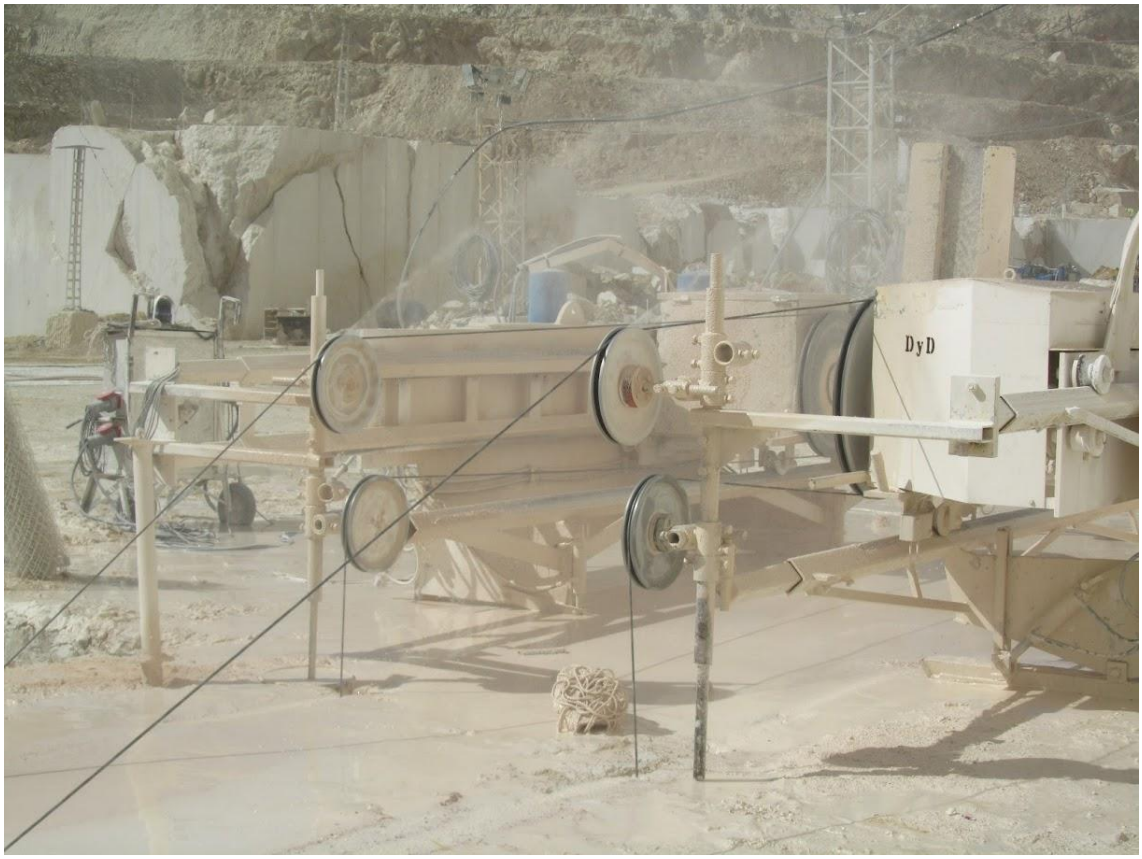


Imagen: Dos cortadoras de hilo diamantado trabajando en paralelo
Fuente: CTM

Entre los factores de riesgo presentes en las canteras y talleres de elaboración, el ruido ocupa un lugar destacado. Su presencia está directamente vinculado a diversas tareas de extracción y elaboración, en particular las operaciones de voladura, extracción, perforación, corte, transporte, pulido y terminaciones, que generan niveles de presión sonora elevados y, en muchos casos, intermitentes o de tipo impulsivo. Estas exposiciones repetidas o continuadas pueden causar hipoacusia profesional, una de las enfermedades laborales más frecuentes en el ámbito industrial, además de otros efectos adversos sobre

la salud: fatiga, estrés, pérdida de concentración, aumento de la siniestralidad, trastornos cardiovasculares y alteraciones del bienestar psicológico.

La problemática del ruido no sólo se traduce en consecuencias sobre la salud, sino también en una reducción de la eficiencia operativa, pudiendo afectar de manera indirecta a la calidad del producto final y el confort en los entornos de trabajo. En consecuencia, abordar el ruido como un riesgo laboral prioritario, desde la higiene industrial, supone actuar simultáneamente sobre la salud de las personas trabajadoras, la productividad y la sostenibilidad de las empresas.

En el marco normativo español, la referencia principal es el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de las personas trabajadoras frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido. Esta norma transpone la Directiva 2003/10/CE e introduce los valores límite de exposición y los valores de acción inferiores y superiores, además de establecer los procedimientos de evaluación, las obligaciones empresariales en materia de información, formación y consulta, y la jerarquía de medidas preventivas, desde la eliminación o reducción en el foco, pasando por el control en el medio, hasta la protección en la persona.

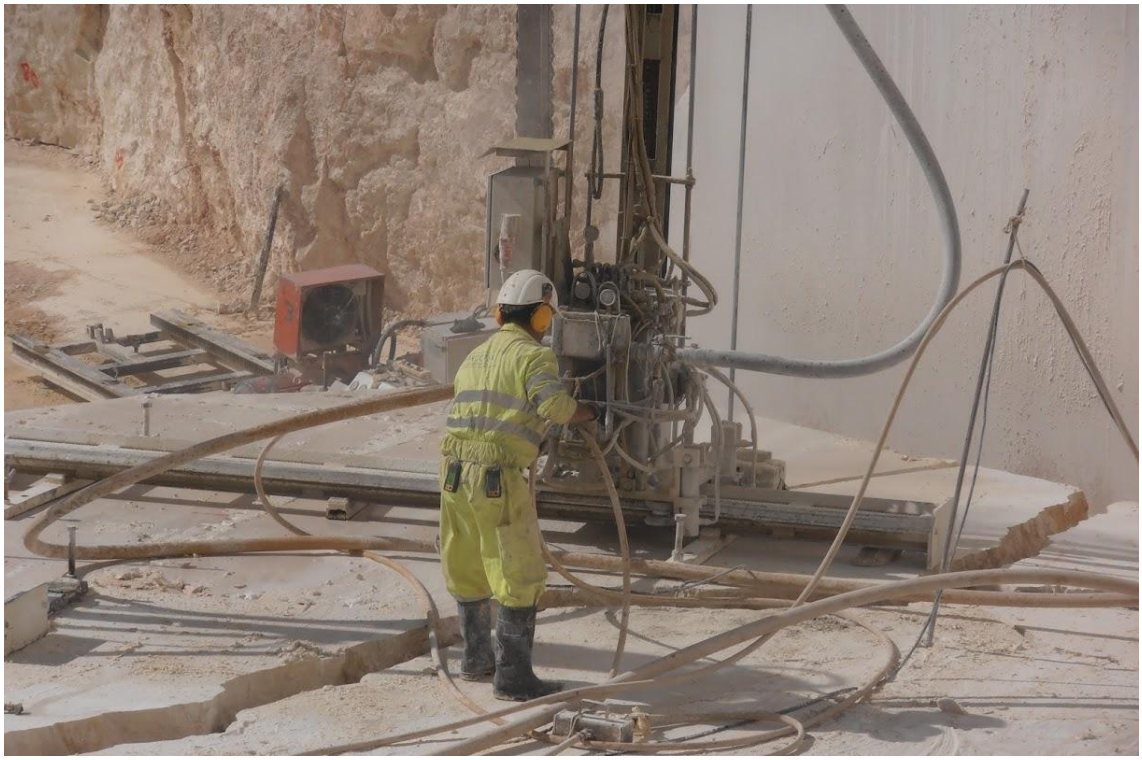


Imagen: Operario de torreta multimartillos sobre una torta volcada
Fuente: CTM

Complementariamente, la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2022) proporciona criterios técnicos actualizados para la interpretación y aplicación práctica del Real Decreto, constituyendo una herramienta esencial para los servicios de prevención y los responsables de seguridad en las empresas.

La Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Laboral 2025-2029, aprobada por el Consell y coordinada por el Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT), sitúa a las personas "en el centro de la prevención" y refuerza el papel de los agentes sociales y empresariales en la promoción de entornos laborales seguros y saludables. Esta estrategia impulsa la mejora continua de las condiciones de trabajo, la cultura preventiva y la coordinación efectiva entre instituciones, empresas y personas trabajadoras.

En este contexto, Mármol de Alicante – Asociación de la Comunidad Valenciana, como entidad representativa y promotora de la presente publicación, asume un papel activo en la mejora de las condiciones de trabajo del sector de la piedra natural, fomentando la aplicación de medidas preventivas eficaces, la formación técnica y la sensibilización frente a los riesgos derivados del ruido. Su compromiso se enmarca en la voluntad de avanzar hacia una industria moderna, responsable y competitiva, en la que la prevención se integre plenamente en la gestión empresarial y en la cultura organizativa.

Los datos del sistema CEPROSS (Comunicación de Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social) evidencian la relevancia de este riesgo. En el Informe Anual CEPROSS-PANOTRATSS 2024, se notificaron 26.803 enfermedades profesionales, un 4,6 % más que el año anterior. De ellas, las enfermedades de los sentidos, categoría que incluye la hipoacusia, representaron el 57,4 % del total, mientras que las causadas por agentes físicos supusieron el 12 %. La industria manufacturera, donde se integran las actividades del CNAE 23 y parte de las del CNAE 08, concentró el 23 % de todas las patologías notificadas, no siendo posible desagregar datos con mayor detalle.

Estos datos, aunque globales, son especialmente significativos para la industria extractiva y de elaboración de piedra natural, en la que el uso de maquinaria de corte, perforación o

pulido implica una exposición continuada a elevados niveles de presión sonora. La evidencia estadística refuerza, por tanto, la necesidad de priorizar el control del ruido como uno de los principales retos preventivos del sector.

Con este panorama, la presente monografía “Mejora de las condiciones de trabajo asociadas al ruido en la industria de la piedra natural por medio de actuaciones dirigidas al foco, el medio y la persona” tiene como finalidad proporcionar un material técnico y divulgativo que sirva de guía práctica para identificar, evaluar, controlar y verificar la eficacia de las medidas preventivas aplicables. Su contenido está orientado a empresas, personas trabajadoras, mandos intermedios, servicios de prevención y delegadas y delegados de prevención, con el propósito de reforzar la cultura preventiva, reducir la siniestralidad y favorecer la sostenibilidad de la industria de la piedra natural.

Imagen: Operario de marmolería tomando medidas antes de iniciar su trabajo
Fuente: CTM

Este documento se alinea con los principios de la Estrategia Valenciana y con el compromiso de Mármol de Alicante de promover una industria más segura, saludable e innovadora, en la que el control del ruido se aborde desde una perspectiva integral: en el foco, en el medio y en la persona.

2. OBJETIVOS

El conjunto de objetivos planteados a continuación busca ofrecer a las empresas del sector de la piedra natural herramientas y pautas prácticas que faciliten el cumplimiento de la normativa sobre exposición al ruido, refuercen la cultura preventiva y mejoren la salud laboral. El proyecto se orienta a alinear a las empresas con estrategias autonómicas en materia de seguridad y bienestar, apoyar la identificación y gestión de riesgos, y promover entornos de trabajo más seguros, accesibles y eficientes mediante materiales técnicos y acciones de difusión dirigidas al sector.

2.1. Objetivos generales

De manera general, el objetivo del presente proyecto es facilitar a las empresas del sector de la roca ornamental de la Comunidad Valenciana las obligaciones enmarcadas en 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.

2.2. Objetivos específicos

Como objetivos específicos, el presente proyecto ha pretendido:

- Alinearse con los objetivos de la convocatoria.
- Favorecer el cumplimiento de determinadas líneas de la Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Laboral 2025-2029: las personas en el centro de la prevención.
- Proporcionar al sector de la piedra natural materiales prácticos que ayuden a generar y mantener condiciones de trabajo seguras y saludables, evitando las enfermedades profesionales asociadas al ruido.
- Facilitar la identificación de riesgos y de las medidas preventivas existentes en el foco, el medio y la persona.
- Mejorar la cultura preventiva de empresas y personas trabajadoras mediante materiales accesibles y prácticos.
- Favorecer la coordinación de actividades preventivas en centros de trabajo con concurrencia de empresas. Dar a conocer la importante labor que realiza la Generalitat Valenciana por medio de la Conselleria de Educación, Cultura, Universidades y Empleo en favor de la mejora de las condiciones de trabajo.

3. ALCANCE

El alcance de la actuación se dirige a las personas trabajadoras de empresas pertenecientes a la industria extractiva y a la industria del corte y elaboración de rocas ornamentales, incluyendo también los talleres de transformación y acabado comúnmente denominados marmolerías.

Estas actividades comparten procesos en los que la exposición al ruido alcanza niveles que pueden comprometer la salud auditiva y el bienestar de las personas trabajadoras, tal como reflejan distintos estudios técnicos y documentos de referencia en materia de seguridad y salud laboral.

Asimismo, el alcance comprende a las empresas externas que desarrollan su actividad en el interior o en colaboración con una empresa principal, con el objetivo de favorecer una coordinación más eficaz de las actividades preventivas. Esta integración busca proteger tanto a las personas que pertenecen al propio centro de trabajo como a aquellas externas que, por motivos operativos —por ejemplo, labores de mantenimiento de instalaciones—, deben permanecer temporalmente en él.

Imagen: Clasificación de piedra cortada en cortabloques
Fuente: CTM

De manera prioritaria, este documento se concibe como una herramienta de consulta práctica para empresas con plantillas de hasta 49 personas trabajadoras, que representan la mayoría del tejido empresarial del sector. No obstante, podrá ser igualmente utilizado por empresas de mayor tamaño y por aquellas de sectores afines que desarrollen actividades con condiciones de exposición al ruido similares.

El objetivo final es favorecer la mejora de las condiciones de trabajo relacionadas con el ruido en la Comunitat Valenciana, proporcionando criterios claros y aplicables que contribuyan a prevenir los daños derivados de la exposición laboral y a promover entornos de trabajo más seguros y saludables.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO Y METODOLOGÍA

El proyecto se ha desarrollado entre enero y noviembre de 2025, siguiendo una metodología estructurada en siete fases consecutivas y complementarias, que han permitido obtener resultados contrastados, útiles y transferibles al conjunto del sector de la piedra natural en la Comunitat Valenciana.

Cada fase ha contado con una planificación temporal coherente con sus objetivos específicos y con el cronograma general del proyecto.

Fase 1. Estudio de la normativa aplicable y de las condiciones de trabajo del sector

Duración: enero – febrero de 2025 (2 meses)

Durante esta primera etapa se ha llevado a cabo un análisis exhaustivo del marco normativo vigente en materia de prevención de riesgos laborales por exposición al ruido, incluyendo el Real Decreto 286/2006, la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la Guía Técnica del INSST (2022) y demás normativa complementaria autonómica y sectorial.

Asimismo, se han identificado y descrito las condiciones de trabajo características de la industria extractiva, del corte y elaboración de rocas ornamentales y de las marmolerías, considerando sus principales procesos, equipos generadores de ruido y prácticas preventivas habituales.

Fase 2. Visitas a centros de trabajo

Duración: marzo – mayo de 2025 (3 meses)

Durante este periodo se han llevado a cabo visitas técnicas a centros de trabajo representativos del sector con el fin de recabar información directa sobre:

- Niveles de ruido en los diferentes puestos y operaciones.
- Medidas preventivas y de protección implantadas en el foco, medio y persona.
- Prácticas de coordinación de actividades preventivas entre empresas principales y externas.

Las visitas se realizaron a empresas de distintos tamaños, priorizando aquellas con 49 o menos personas trabajadoras, y permitieron caracterizar de manera práctica las condiciones reales de exposición al ruido en el sector.

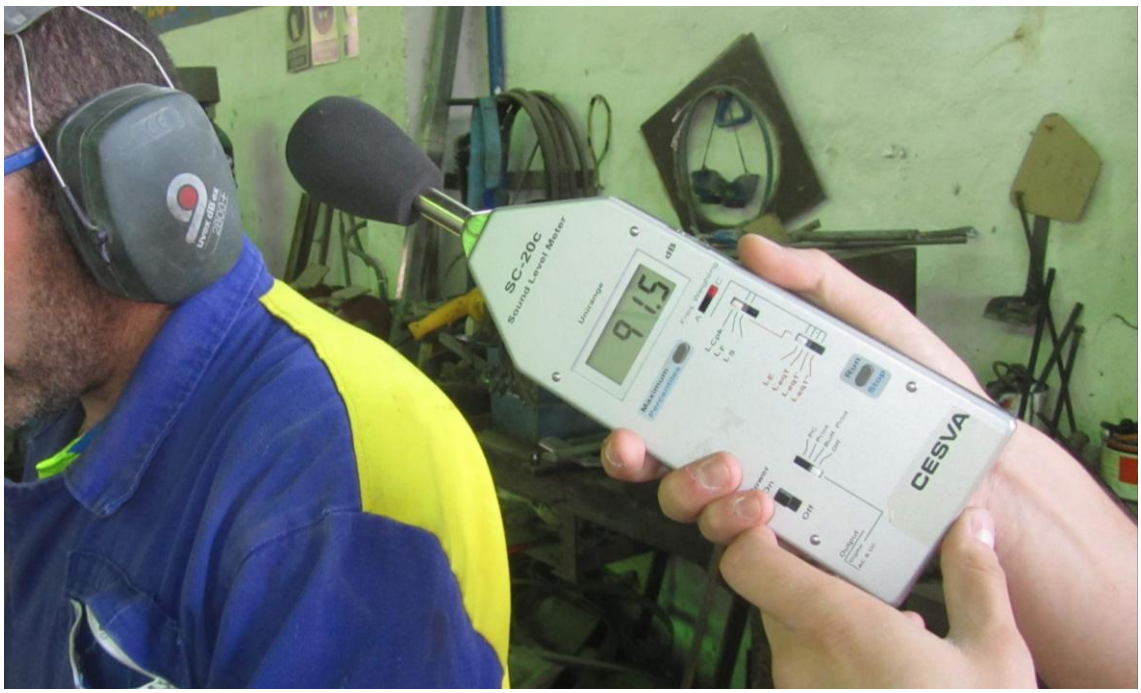


Imagen: Medición de ruido en un operario de taller para valorar con un sonómetro su exposición
Fuente: CTM

Fase 3. Análisis de la documentación y elaboración de un borrador de conclusiones

Duración: junio – julio de 2025 (2 meses)

Durante esta fase se ha procedido al tratamiento y análisis de toda la información recopilada en las etapas anteriores. Se ha elaborado una base de datos técnica con los valores de ruido más representativos y con las medidas de control observadas, lo que ha permitido:

- Identificar los puntos críticos de exposición.
- Detectar deficiencias preventivas comunes.
- Recoger buenas prácticas sectoriales aplicables.

El resultado ha sido un borrador de conclusiones preliminares, que ha servido como base técnica para las siguientes fases del proyecto.

Fase 4. Contacto con proveedores de soluciones preventivas

Duración: octubre – noviembre de 2025 (2 meses)

Durante este mes se ha establecido contacto con proveedores especializados de soluciones preventivas en los tres niveles de intervención:

- En el foco, mediante tecnologías de reducción de ruido en maquinaria y herramientas.
- En el medio, con sistemas de aislamiento, pantallas acústicas y materiales absorbentes.
- En la persona, a través de protectores auditivos y programas de vigilancia de la salud.

Esta recopilación ha permitido seleccionar soluciones técnicas adaptadas a las condiciones y capacidades económicas de las pymes del sector.

Fase 5. Desarrollo de los productos finales: monografía y folleto resumen

Duración: septiembre – noviembre de 2025 (3 meses)

Con base en el análisis y la información técnica obtenida, se han elaborado los materiales finales del proyecto:

- Monografía técnica, donde se describen las causas del ruido, los métodos de evaluación, las medidas de control y los criterios de verificación preventiva.
- Folleto resumen, diseñado como herramienta práctica de consulta rápida para personal técnico y operativo.

Ambos documentos se han redactado en lenguaje inclusivo y accesible, priorizando la claridad técnica y la aplicabilidad práctica en empresas de menor tamaño.

Fase 6. Jornada de presentación

Duración: noviembre de 2025 (segunda quincena)

Durante la primera quincena de noviembre se ha celebrado una jornada técnica de presentación de resultados, en la que se han expuesto las conclusiones del proyecto y se han difundido las soluciones más eficaces para el control del ruido en el sector.

El evento ha contado con la participación de representantes empresariales, técnicos de prevención, delegados de seguridad y proveedores de soluciones acústicas.

Fase 7. Divulgación a empresas del sector

Duración: noviembre de 2025 (segunda quincena)

Finalmente, se ha desarrollado una campaña de divulgación dirigida a las empresas del sector para facilitar el acceso a los materiales generados. Se han empleado diversos canales: difusión digital a través de asociaciones empresariales, redes institucionales y entidades colaboradoras, así como envío directo a empresas y servicios de prevención.

-.-

Esta metodología ha permitido combinar el rigor técnico con la participación directa del sector y otros agentes implicados, generando un conocimiento de alto valor práctico que contribuye a la mejora real de las condiciones de trabajo relacionadas con el ruido.

Imagen: Detalle del corte de un bloque en un telar
Fuente: CTM

5. FUNDAMENTOS DEL RUIDO COMO FACTOR DE RIESGO

El ruido constituye uno de los riesgos laborales más comunes y persistentes en la industria, tanto por su presencia constante como por los efectos acumulativos que genera sobre la salud. Su estudio parte del reconocimiento de que los niveles peligrosos de ruido pueden identificarse con relativa facilidad y que, pese a ello, con frecuencia no se adoptan las medidas necesarias para controlarlos. Aunque existen diversas soluciones técnicas estas no suelen ser económicamente viables, por lo que su implementación suele verse limitada por la falta de sensibilización preventiva y al no alcanzar las expectativas que se pueden generar por personas ajenas a la materia.

Imagen: Operario trabajando con una perforadora por medio de un mando a distancia
Fuente: CTM

5.1. Sonido vs ruido

Sonido es todo aquello que es perceptible de ser oído por el ser humano, mientras que ruido es un sonido que tiene la capacidad de generar daño. La unidad de medida del sonido / ruido es el decibelio (dB), aunque en algunos casos puede ser de utilidad medir la presión sonora en Pascales (Pa).

Este riesgo invisible, que no produce lesiones visibles, pero sí daños irreversibles, exige un tratamiento prioritario dentro de la gestión preventiva. La exposición al ruido afecta a una

amplia variedad de sectores, siendo especialmente significativa en la industria extractiva, en el corte y elaboración de rocas ornamentales, en las fábricas de transformación y en las obras de construcción, donde las operaciones con maquinaria pesada, martillos neumáticos o equipos de corte o perforación producen niveles de presión sonora muy elevados. Según la EU-OSHA (Agencia de información de la Unión Europea para la seguridad y la salud en el trabajo) diversos estudios señalan que una parte considerable de la población trabajadora está sometida a niveles acústicos peligrosos, responsables no sólo de pérdidas auditivas irreversibles, sino también de interferencias en la comunicación, distracciones y un aumento de los accidentes laborales, por lo que su presencia, además de poderse valorar como riesgo asociado a la hipoacusia (enfermedad profesional) puede dar lugar también a accidentes.

El marco normativo que regula este riesgo en el Estado español se articula en torno al Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad frente a la exposición al ruido, complementado por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y por la Guía Técnica elaborada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Estas disposiciones establecen los valores límite de exposición —87 dB(A) de nivel diario o semanal y 140 dB(C) de valor pico—, así como los valores de acción que obligan a adoptar medidas preventivas a partir de 80 y 85 dB(A), así como 135 y 137 dB(C). El enfoque preventivo que se deriva de esta normativa se basa en una jerarquía de actuaciones que prioriza la eliminación o reducción del ruido en su origen, el control colectivo mediante el diseño del entorno y la organización del trabajo, y finalmente la protección individual cuando las medidas anteriores no son suficientes. A ello se suma la necesidad de informar y formar a las personas trabajadoras, realizar evaluaciones periódicas y mantener una vigilancia de la salud centrada en la detección precoz de alteraciones auditivas.

Para comprender este marco y aplicarlo correctamente, es esencial dominar los fundamentos físicos del sonido y del ruido. Se considera ruido todo sonido no deseado que, por su intensidad, frecuencia o duración, puede provocar efectos nocivos. Su cuantificación se realiza mediante el nivel de presión sonora, expresado en decibelios (dB), utilizando ponderaciones como la “A” para aproximar la respuesta del oído humano. La medición se lleva a cabo mediante instrumentos como el sonómetro y el dosímetro, que permiten determinar si se superan los valores establecidos por la normativa. Estos conceptos, junto con la comprensión de las fuentes y modos de propagación del ruido,

resultan imprescindibles para planificar medidas de control eficaces tanto en el foco como en el medio o en la persona.

Desde el punto de vista preventivo, el ruido debe abordarse como un riesgo físico que no sólo amenaza la capacidad auditiva, sino que también interfiere en la comunicación, genera fatiga, estrés, irritabilidad y disminuye la atención. El control técnico y organizativo, combinado con la formación y la participación de las personas trabajadoras, permite reducir su impacto y crear entornos laborales más seguros. En este sentido, el conocimiento de los fundamentos del ruido, su medición, su evaluación y las obligaciones legales asociadas constituye la base necesaria para desarrollar políticas preventivas eficaces y sostenibles en el tiempo, especialmente en sectores donde la exposición acústica es estructural al proceso productivo.

Imagen: Operario controlando el funcionamiento de un discopuente en un taller
Fuente: CTM

Este bloque, dedicado a los fundamentos del ruido como factor de riesgo, sintetiza por tanto la justificación preventiva, los principios técnicos y los criterios legales que sustentan su gestión, proporcionando un marco conceptual indispensable para comprender las fases posteriores de identificación, control y verificación de medidas preventivas en el ámbito laboral.

5.2. Fisiología del oído

El oído humano es el órgano encargado de transformar las ondas sonoras del entorno en impulsos nerviosos que el cerebro interpreta como sonidos. Además de su papel en la audición, interviene en el equilibrio corporal. Su estructura se divide en tres partes interconectadas: el oído externo, el oído medio y el oído interno, cada una con funciones específicas dentro del proceso auditivo.

El oído externo actúa como sistema de captación y canalización del sonido. Está formado por el pabellón auricular, que dirige las ondas sonoras hacia el interior, y por el conducto auditivo externo, un tubo revestido de piel, cartílago y glándulas que segregan cerumen, sustancia que protege frente al polvo y microorganismos. Este conducto finaliza en el tímpano, una membrana delgada que vibra al recibir las ondas de presión sonora.

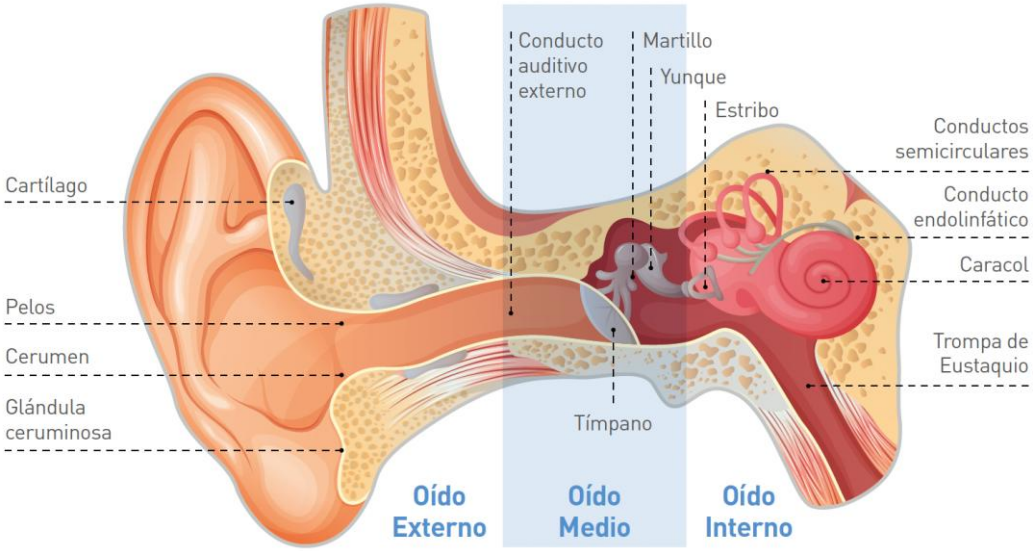


Imagen: Diferentes partes del oído
Fuente: Conceptos de Acústica - Acústica Integral

El oído medio se encuentra a continuación del tímpano y su función es transmitir y amplificar las vibraciones recibidas. En su interior se alojan tres pequeños huesos conocidos como la cadena de huesecillos, martillo, yunque y estribo, que conforman un sistema de palanca que transfiere las vibraciones del tímpano hacia la ventana oval, una abertura que comunica con el oído interno. Este conjunto se encuentra en una cavidad llena de aire llamada caja timpánica, conectada con la faringe a través de la trompa de Eustaquio, cuya función es equilibrar la presión del aire a ambos lados del tímpano, garantizando su correcta movilidad.

El oído interno constituye la parte más delicada del sistema auditivo y es donde se produce la transformación de las vibraciones mecánicas en impulsos eléctricos. Está compuesto por una estructura ósea conocida como laberinto, que alberga dos órganos principales: el vestíbulo y los canales semicirculares, responsables del equilibrio, y la cóclea o caracol, encargada de la audición. Dentro de la cóclea se encuentra el órgano de Corti, formado por células ciliadas sensoriales que, al ser estimuladas por el movimiento del fluido interno (endolinfa), generan señales nerviosas que se transmiten al cerebro a través del nervio auditivo.

5.3. Proceso de audición

El proceso de audición comienza cuando las ondas sonoras son captadas por el pabellón auricular y dirigidas al tímpano. Este vibra y transmite el movimiento a los huesecillos, que actúan como un sistema amplificador y lo trasladan a la ventana oval del oído interno. Las vibraciones generan un desplazamiento del fluido contenido en la cóclea, lo que provoca el movimiento de las células del órgano de Corti. Estas células transforman la energía mecánica en impulsos eléctricos que viajan por el nervio auditivo hasta el cerebro, donde finalmente se produce la percepción consciente del sonido.

En conjunto, este complejo proceso fisiológico explica cómo el oído convierte una vibración física en una experiencia sensorial. Su correcto funcionamiento depende de la integridad de cada una de sus partes, y la exposición prolongada a niveles elevados de ruido puede alterar o destruir las células sensoriales del órgano de Corti, produciendo una pérdida auditiva progresiva e irreversible.

5.4. Factores condicionantes del daño auditivo

El daño auditivo provocado por la exposición al ruido depende de múltiples factores que interactúan entre sí y determinan tanto la magnitud del efecto como la rapidez con que se manifiestan los síntomas. Estos factores condicionantes pueden agruparse en tres grandes categorías: los relacionados con el propio ruido (características físicas), los vinculados con la exposición (condiciones y hábitos de trabajo) y los dependientes de la persona (factores individuales y biológicos).

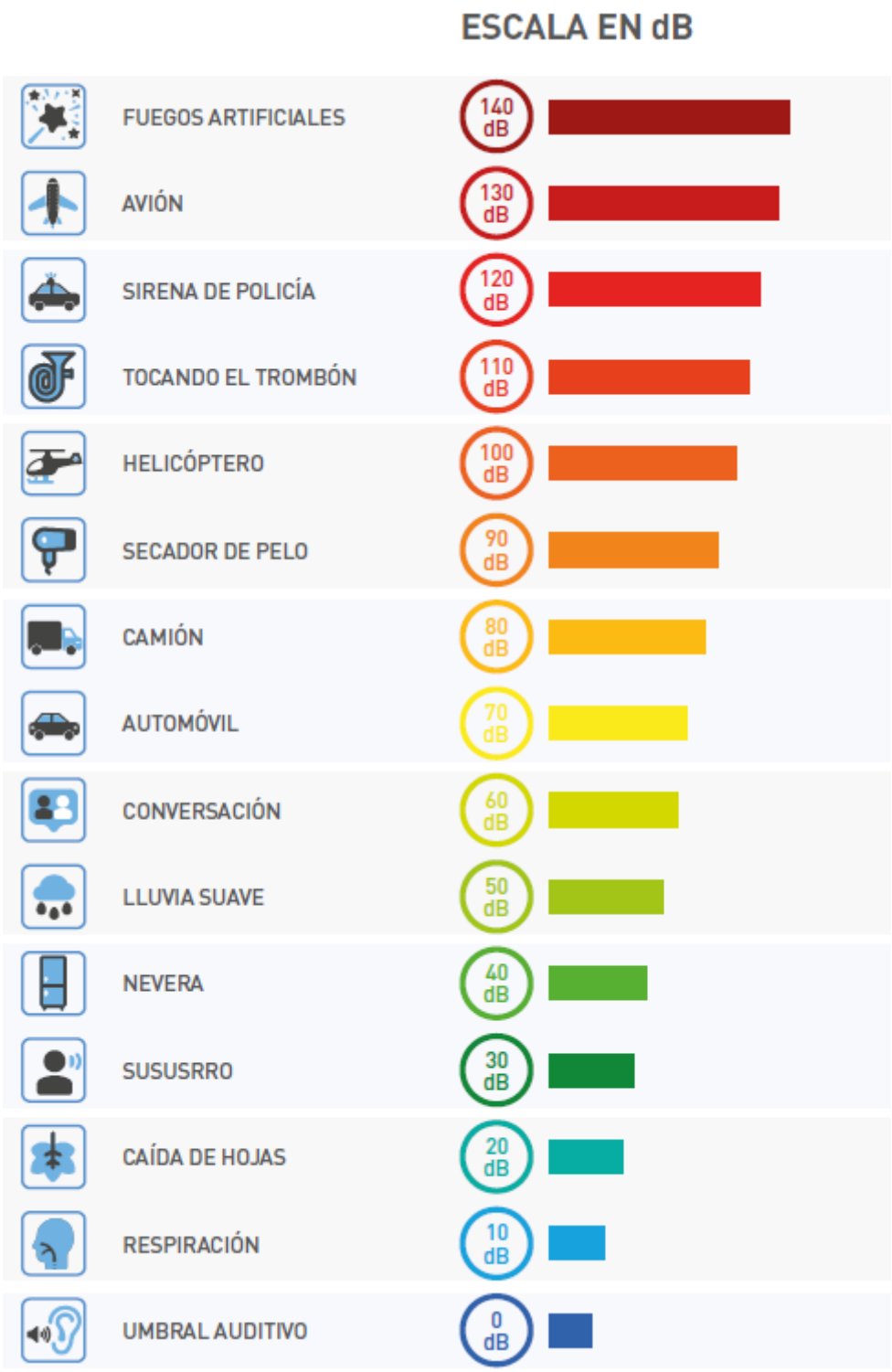


Imagen: Ejemplos de niveles de ruido en la vida cotidiana y su valor aproximado en dB
Fuente: Conceptos de Acústica - Acústica Integral

Factores físicos asociados al ruido

Entre los factores físicos del ruido, los más determinantes son la intensidad, la frecuencia, la duración y la variabilidad temporal. La intensidad, medida en decibelios, constituye el parámetro más directamente asociado al riesgo: a mayor nivel de presión sonora, mayor

será el potencial lesivo sobre las estructuras sensoriales del oído. Los sonidos por encima de los 85 dB(A) ya pueden considerarse nocivos si la exposición es prolongada, y a partir de 120 dB(A) pueden causar dolor inmediato o lesión aguda.

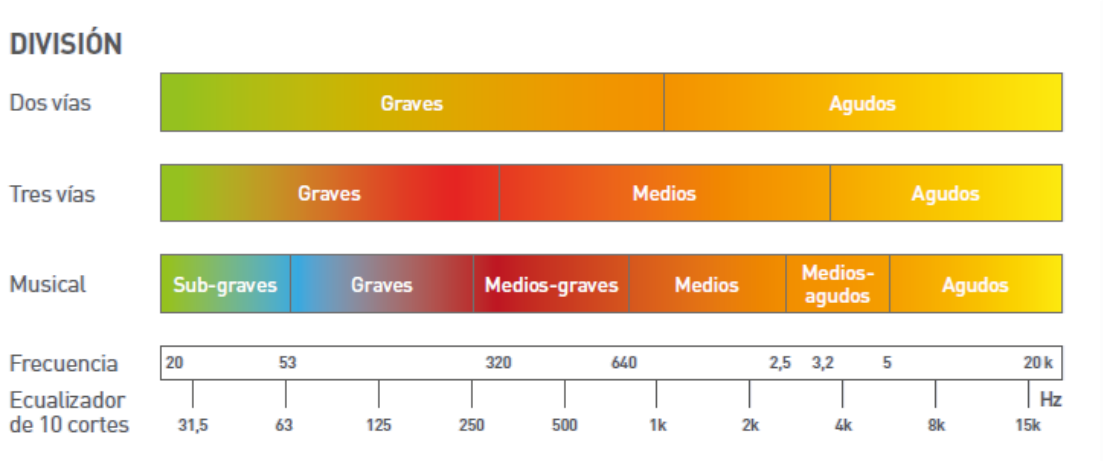


Imagen: Espectro de frecuencias audibles y su clasificación
Fuente: Conceptos de Acústica - Acústica Integral

La frecuencia también influye de manera decisiva: las frecuencias altas (entre 3.000 y 6.000 Hz) resultan especialmente dañinas porque coinciden con la zona de máxima sensibilidad de la cóclea, donde las células ciliadas son más vulnerables. En cuanto a la duración de la exposición, el riesgo aumenta exponencialmente con el tiempo de permanencia en ambientes ruidosos, incluso si los niveles de presión sonora no son extremadamente altos. El oído humano no se recupera completamente entre exposiciones repetidas, de modo que los efectos se acumulan. Finalmente, la variabilidad temporal del ruido, si es continuo, intermitente o impulsivo, también modifica su impacto. Los ruidos intermitentes o de tipo impulsivo (golpes, impactos, explosiones) generan picos de presión que producen micro lesiones más severas que los sonidos continuos de igual nivel medio.

Entre los factores de exposición, influyen la distancia a la fuente sonora, el tiempo efectivo de permanencia, la existencia de periodos de descanso auditivo y la presencia o no de medidas de control.

Las tareas realizadas en espacios cerrados o con superficies reflectantes intensifican el riesgo por efecto de las reverberaciones, ya que el sonido se multiplica y mantiene una alta densidad energética. La falta de mantenimiento de equipos o el uso de maquinaria antigua y sin aislamiento acústico agravan la exposición. También es decisiva la organización del trabajo: turnos largos, trabajos en proximidad con varias fuentes ruidosas o la imposibilidad de alternar tareas con menor exposición favorecen la aparición del daño. La

correcta utilización de equipos de protección auditiva, por el contrario, puede reducir de forma significativa el riesgo, siempre que su selección, ajuste y mantenimiento sean adecuados.

Factores personales

En lo que respecta a los factores personales, cada persona presenta una susceptibilidad diferente al ruido. Aspectos como la edad, el sexo, la predisposición genética, la historia previa de exposición, la existencia de enfermedades del oído (otitis, perforaciones timpánicas, etc.) o la presencia de hábitos nocivos (tabaco, alcohol, fármacos ototóxicos) condicionan la vulnerabilidad auditiva. A medida que se envejece, la capacidad del oído para tolerar niveles elevados de ruido disminuye, y la combinación entre envejecimiento fisiológico (presbiacusia) y exposición laboral acelera el deterioro.

Agentes ototóxicos

El daño auditivo no depende únicamente de la exposición al ruido. Existen otros factores que pueden potenciar o agravar sus efectos, denominados agentes ototóxicos – ya citados en el apartado anterior -, cuya presencia puede encontrarse tanto en el entorno laboral como en la vida cotidiana. El Real Decreto 286/2006 reconoce expresamente esta interacción al indicar en su artículo 6.3 que la evaluación de riesgos por exposición al ruido debe considerar "*los efectos indirectos sobre la salud y la seguridad derivados de la interacción entre el ruido y sustancias ototóxicas, así como la posible combinación con vibraciones u otros factores físicos*".

Los agentes ototóxicos son sustancias químicas o medicamentos capaces de dañar las estructuras del oído interno —en especial las células ciliadas de la cóclea y el nervio auditivo—, alterando la transmisión del sonido y el equilibrio. El daño puede manifestarse como pérdida auditiva neurosensorial, acúfenos (tinnitus) o trastornos del equilibrio, pudiendo ser reversible o permanente según la dosis, la duración de la exposición y la susceptibilidad individual.

Estas sustancias provocan su efecto por diferentes mecanismos:

- Estrés oxidativo y destrucción celular en el oído interno.
- Alteración de la microcirculación coclear, que reduce el aporte de oxígeno y nutrientes.
- Interferencia metabólica o neurotóxica sobre los neurotransmisores auditivos.

Los agentes ototóxicos se clasifican en tres grandes grupos según su origen:

a) Agentes presentes en el entorno laboral

Frecuentes en sectores industriales, como la minería, la piedra natural o la metalurgia:

- Disolventes orgánicos: tolueno, xileno, estireno, tricloroetileno.
- Metales pesados: plomo, mercurio, arsénico.
- Gases y productos de combustión: monóxido de carbono, cianuro de hidrógeno.
- Combinación del ruido con vibraciones, que aumenta el riesgo de hipoacusia.

b) Agentes de uso médico (fármacos ototóxicos)

Muchos medicamentos de uso común o terapias hospitalarias pueden tener efectos ototóxicos, especialmente cuando se combinan con exposición al ruido o se utilizan de forma prolongada. Entre los más relevantes:

- Antibióticos aminoglucósidos (gentamicina, tobramicina, amikacina).
- Diuréticos de asa (furosemida, bumetanida).
- Antiinflamatorios no esteroideos (aspirina en dosis altas, ibuprofeno).
- Quimioterápicos (cisplatino, carboplatino).
- Antipalúdicos y algunos antivirales.

El riesgo se incrementa en personas mayores, en pacientes con insuficiencia renal o en quienes están sometidos a tratamientos combinados.

c) Agentes de la vida cotidiana o ambiental

Fuera del entorno laboral, también se han identificado fuentes ototóxicas en:

- Productos domésticos (disolventes, pinturas, pegamentos, aerosoles).
- Tabaco y alcohol, por su efecto vasoconstrictor y metabólico sobre el oído interno.
- Exposición a contaminantes atmosféricos como el monóxido de carbono, que reduce la oxigenación coclear.

La combinación de ruido con sustancias ototóxicas produce un efecto sinérgico, es decir, el daño auditivo conjunto es mayor que la suma de ambos efectos por separado. Esto se debe a que el ruido genera un daño mecánico en las células ciliadas, mientras que los agentes ototóxicos interfieren en su reparación y metabolismo, acelerando el proceso degenerativo.

Por ello, una persona expuesta a un nivel de ruido moderado (por debajo de los valores de acción de 80–85 dB(A)) puede desarrollar pérdida auditiva si simultáneamente consume medicamentos ototóxicos o está expuesta a disolventes en su entorno.

El artículo 4 del Real Decreto 286/2006 establece la obligación empresarial de evitar o reducir la exposición a riesgos por ruido, teniendo en cuenta la posible interacción con sustancias ototóxicas. Esto implica:

- Incluir la identificación de agentes ototóxicos en la evaluación de riesgos higiénicos.
- Revisar los valores límite de exposición cuando exista una exposición combinada.
- Garantizar vigilancia específica de la salud auditiva, con audiometrías adaptadas y revisión del historial farmacológico de la persona trabajadora.
- Implementar medidas de control jerarquizadas, priorizando la eliminación, sustitución o confinamiento de las fuentes químicas.

El abordaje preventivo no debe limitarse al entorno laboral. La protección de la capacidad auditiva requiere una visión integral que contemple la exposición acumulada a ruido y agentes ototóxicos a lo largo de la vida. Por ejemplo, una persona que trabaja con maquinaria ruidosa y está en tratamiento con antibióticos o antiinflamatorios puede sufrir una aceleración del daño coclear si no se controla adecuadamente esta combinación de factores.

Por tanto, tanto las empresas como los servicios sanitarios deben coordinar la información preventiva, fomentando la comunicación entre el ámbito laboral y el médico-asistencial para detectar situaciones de riesgo.

Los agentes ototóxicos representan un factor de riesgo silencioso pero decisivo en la pérdida de la capacidad auditiva. El RD 286/2006 establece la obligación de considerar su interacción con el ruido, integrando la prevención desde una perspectiva global que incluya el entorno laboral, el uso de medicamentos y los hábitos personales. Reconocer y controlar

estos factores es esencial para proteger la salud auditiva, prevenir la hipoacusia profesional y preservar el bienestar de las personas trabajadoras y de la población en general.

Imagen: Perforadora con cabina
Fuente: CTM

Otros factores

Cabe considerar también factores de carácter ambiental o psicosocial ya que también pueden influir indirectamente. El estrés laboral, la fatiga general o las vibraciones mecánicas que actúa simultáneamente pueden potenciar los efectos del ruido sobre el organismo. Del mismo modo, las condiciones climáticas extremas (temperaturas muy altas o bajas) y la presión atmosférica pueden modificar la transmisión del sonido y alterar la respuesta auditiva.

En conjunto, el daño auditivo no depende únicamente del nivel de ruido al que se está expuesto, sino del resultado de la interacción entre las características físicas del sonido, las condiciones de trabajo y las particularidades individuales de cada persona. Esta complejidad justifica la necesidad de adoptar un enfoque integral en la prevención, combinando la medición técnica del ruido con la vigilancia sanitaria, la formación y la adecuada organización del trabajo.

5.5. Principales efectos derivados de la exposición al ruido

La exposición prolongada o intensa al ruido genera una amplia gama de efectos perjudiciales sobre el organismo, que pueden clasificarse en efectos auditivos, directamente relacionados con el daño en el sistema auditivo, y efectos extraauditivos, que afectan a otras funciones fisiológicas, psicológicas y sociales. Ambos tipos de consecuencias están estrechamente ligados a la intensidad del ruido, la frecuencia de exposición, la duración, la naturaleza del sonido y la susceptibilidad individual de cada persona.

En síntesis, los efectos derivados de la exposición al ruido trascienden la pérdida auditiva y abarcan un conjunto de alteraciones fisiológicas, psicológicas y sociales que afectan tanto la salud individual como el desempeño laboral y la seguridad colectiva. Por ello, el control del ruido no debe considerarse únicamente una medida de protección auditiva, sino una intervención integral orientada al bienestar general y a la mejora de las condiciones de trabajo.

Efectos auditivos

En el ámbito de los efectos auditivos, el más característico es la pérdida auditiva inducida por ruido (PAIR), un deterioro progresivo y generalmente irreversible de la capacidad de oír, originado por el daño acumulativo en las células ciliadas del órgano de Corti, situadas en la cóclea. Inicialmente, la exposición excesiva produce una pérdida temporal de audición, conocida como “desplazamiento temporal del umbral auditivo”, en la que la persona percibe los sonidos más apagados o lejanos después de haber estado en ambientes ruidosos. Si el oído dispone de tiempo suficiente para recuperarse, esta alteración desaparece. Sin embargo, cuando las exposiciones se repiten o se prolongan sin descanso, el desplazamiento se convierte en permanente, afectando de forma progresiva las frecuencias más altas, entre 3.000 y 6.000 Hz, y extendiéndose después a todo el espectro auditivo.

La pérdida auditiva provocada por ruido suele ser bilateral y simétrica, no produce dolor ni inflamación y avanza de forma insidiosa, por lo que puede pasar desapercibida durante años. Las personas afectadas suelen notar primero dificultad para entender conversaciones en ambientes con ruido de fondo, sensación de oído tapado o zumbidos persistentes. Este último síntoma se conoce como acúfeno o tinnitus, una percepción sonora sin estímulo externo real, que puede manifestarse como pitidos, zumbidos o

silbidos y cuya intensidad puede variar desde una molestia leve hasta una alteración grave de la calidad de vida.

El ruido también puede provocar traumatismos acústicos agudos cuando se produce una exposición repentina a niveles extremadamente altos de presión sonora (por ejemplo, una explosión, un impacto metálico o una detonación cercana). En estos casos, el daño auditivo es inmediato y puede ir acompañado de dolor, vértigo, pérdida súbita de audición y tinnitus persistente. Este tipo de lesión se debe a la rotura de estructuras internas del oído medio o del oído interno, especialmente de la membrana basilar y las células sensoriales.

Imagen: Retroexcavadora moviendo material estéril en una cantera
Fuente: CTM

Efectos extraauditivos

Junto a los efectos auditivos, existen numerosos efectos extraauditivos que, aunque menos evidentes, tienen un impacto significativo sobre la salud general y el rendimiento laboral. Desde el punto de vista fisiológico, el ruido actúa como un agente estresor que activa el sistema nervioso simpático, desencadenando respuestas hormonales y cardiovasculares. Entre las consecuencias más comunes se incluyen el aumento de la presión arterial, la taquicardia, la vasoconstricción periférica y una elevación de los niveles de cortisol y

adrenalina. Con el tiempo, esta activación sostenida puede contribuir al desarrollo de trastornos cardiovasculares, especialmente en personas con factores de riesgo previos.

En el plano neuropsicológico, el ruido continuo o intermitente afecta la atención, la concentración y la memoria, incrementa la fatiga mental y reduce la capacidad de rendimiento en tareas que requieren precisión o comunicación. En entornos laborales donde la concentración es esencial —como el manejo de maquinaria o la conducción—, esta distracción aumenta significativamente la probabilidad de errores y accidentes.

Los efectos sobre el sueño y el descanso también son relevantes, incluso a niveles de ruido relativamente bajos. La exposición nocturna a ruidos intermitentes o picos de sonido puede alterar los ciclos normales del sueño, producir despertares frecuentes y reducir la fase profunda, con las consiguientes repercusiones en el rendimiento diurno, la irritabilidad y la somnolencia.

Desde una perspectiva social y comunicativa, el ruido interfiere en la capacidad de las personas para comunicarse verbalmente, generando frustración, aislamiento y disminución de la cooperación en el trabajo. A largo plazo, esta dificultad puede afectar la convivencia laboral y provocar tensiones entre equipos o departamentos.

Por último, se han descrito efectos indirectos sobre la seguridad, ya que el ruido elevado puede enmascarar señales acústicas de advertencia o impedir la percepción de peligros inminentes, como la aproximación de vehículos, el funcionamiento de alarmas o el aviso de compañeros. Esta interferencia aumenta el riesgo de accidentes, especialmente en entornos industriales o de construcción.

5.6. Sistemas afectados y daño asociado

La exposición prolongada al ruido no solo compromete la función auditiva, sino que afecta de forma sistémica a diversos órganos y sistemas del cuerpo humano. Estos efectos pueden ser directos, resultado del impacto del sonido sobre las estructuras del oído, o indirectos, al actuar el ruido como un agente estresor que desencadena respuestas fisiológicas complejas.

En conjunto, la exposición al ruido afecta simultáneamente a diversos sistemas del organismo, provocando una respuesta global que combina daño físico, fisiológico y psicosocial. El ruido, por tanto, debe considerarse no solo un agente que amenaza la salud auditiva, sino un factor de riesgo integral con implicaciones sobre el equilibrio funcional del cuerpo y la calidad de vida de las personas trabajadoras.

El siguiente desarrollo describe la relación entre los sistemas afectados y los efectos más comunes que se observan en el organismo.

Sistema auditivo

El oído es el primer y más directamente afectado por el ruido. Las células ciliadas del órgano de Corti, ubicadas en la cóclea, son extremadamente sensibles a las variaciones de presión sonora. Cuando la exposición al ruido supera la capacidad de recuperación de estas células, se produce una lesión irreversible que se traduce en una pérdida auditiva neurosensorial progresiva.

Los principales efectos incluyen:

- Desplazamiento temporal o permanente del umbral auditivo, con dificultad para percibir frecuencias altas.
- Tinnitus o acúfenos, percepción de zumbidos o pitidos sin estímulo externo.
- Pérdida de discriminación frecuencial, que dificulta la comprensión del habla.
- Traumatismo acústico agudo, en casos de exposición súbita a sonidos impulsivos de gran intensidad.

Estas alteraciones afectan la capacidad de comunicación y, en consecuencia, el desempeño y la seguridad laboral.

Sistema nervioso

El ruido es un potente agente excitador del sistema nervioso central y autónomo. La exposición continua o impredecible activa el sistema simpático, generando una respuesta de estrés que, mantenida en el tiempo, produce fatiga y agotamiento neurosensorial.

Los efectos más relevantes son:

- Irritabilidad, ansiedad, cefaleas y dificultad para concentrarse.
- Disminución de la atención y la memoria inmediata.
- Fatiga nerviosa y sobrecarga sensorial.
- Alteraciones del sueño y somnolencia diurna.
- En casos prolongados, síntomas de estrés crónico, con sensación de alerta permanente o hipersensibilidad al ruido.

El ruido interfiere con los procesos cognitivos, dificultando la toma de decisiones y aumentando la probabilidad de errores y accidentes.

Imagen: Plano general de una explotación minera
Fuente: CTM

Sistema cardiovascular

El sistema cardiovascular responde de manera inmediata al estímulo sonoro. La activación del eje simpático provoca la liberación de adrenalina y noradrenalina, que producen vasoconstricción y aumento de la frecuencia cardíaca. A largo plazo, esta reacción repetida puede favorecer la aparición de enfermedades crónicas. Efectos característicos:

- Incremento de la presión arterial (hipertensión).
- Aceleración del ritmo cardíaco (taquicardia).
- Aumento del tono vascular y resistencia periférica.
- Riesgo incrementado de patología coronaria o eventos cardiovasculares.

La exposición laboral continua al ruido, incluso en niveles moderados, puede contribuir al desarrollo de trastornos cardiovasculares asociados al estrés.

Sistema endocrino y metabólico

El ruido estimula la secreción de hormonas del estrés (cortisol, ACTH, adrenalina), alterando la homeostasis hormonal del organismo. Estas respuestas, si se mantienen, generan efectos metabólicos y endocrinos adversos:

- Elevación sostenida de cortisol plasmático, con alteraciones en el metabolismo de glucosa y lípidos.

- Disminución de la respuesta inmunológica.
- Fatiga crónica y dificultad de recuperación fisiológica.
- Trastornos en la regulación del apetito y del sueño.

Estas respuestas endocrinas explican la relación entre ruido ambiental y síntomas inespecíficos como agotamiento, ansiedad y pérdida de vitalidad.

Sistema digestivo

El estrés acústico repercute también en la motilidad y secreción del sistema digestivo, provocando alteraciones gastrointestinales. Los efectos más frecuentes son:

- Disminución del apetito.
- Alteraciones en la secreción gástrica, con tendencia a gastritis o dispepsias.
- Dolores abdominales y digestiones lentas.
- Náuseas o sensación de malestar abdominal en ambientes ruidosos.

Estos trastornos suelen asociarse a largas exposiciones en entornos industriales donde el ruido actúa de forma continua y persistente.

Sistema musculoesquelético

El ruido prolongado, especialmente cuando genera estrés o tensión, puede inducir aumento del tono muscular y trastornos posturales por la contracción involuntaria de los músculos. Además, al interferir con la concentración y la coordinación, puede incrementar el riesgo de accidentes musculoesqueléticos. Efectos comunes:

- Rigidez y contracturas cervicales.
- Aumento del tono muscular generalizado.
- Fatiga física prematura.

Sistema inmunológico

El exceso de ruido, al mantener el organismo en un estado de alerta constante, debilita la respuesta inmunitaria. Los niveles elevados de cortisol y adrenalina reducen la capacidad de defensa del cuerpo frente a agentes infecciosos. Esto se traduce en una mayor susceptibilidad a infecciones comunes y en procesos de recuperación más lentos tras enfermedades o lesiones.

Sistema social y conductual

El ruido también incide en las relaciones interpersonales y en la conducta social dentro del entorno laboral. Al dificultar la comunicación verbal, se generan malentendidos, frustración y aislamiento. Los efectos más comunes son:

- Disminución de la cooperación y del trabajo en equipo.
- Aumento de la irritabilidad y conflictos interpersonales.
- Sensación de aislamiento o de desconexión del entorno.

Estos efectos sociales y psicológicos deterioran el clima laboral y reducen la percepción de bienestar en el trabajo.

5.7. Tipos de ruido

En el ámbito de la prevención de riesgos laborales, el ruido puede clasificarse en distintos tipos según su comportamiento temporal y sus variaciones de nivel de presión acústica. Los cinco tipos fundamentales de ruido que pueden presentarse en los entornos de trabajo, definidos en función de su estabilidad, su carácter aleatorio o periódico y la naturaleza de su generación.

Los cinco tipos de ruido, constante o estable, intermitente, variable aleatoria, variable periódico e impulsivo, se diferencian por su patrón temporal y por la forma en que afectan al oído humano. Su correcta identificación permite aplicar estrategias de control más eficaces, garantizando una evaluación precisa del riesgo y una protección adecuada de la salud auditiva en los entornos laborales.

Ruido constante o estable

Es aquel cuyo nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece prácticamente constante en el tiempo, con una diferencia entre los valores máximos y mínimos inferior a 5 dB. Se trata del tipo de ruido típico de procesos continuos o líneas de producción automatizadas, donde las fuentes emisoras (motores, ventiladores, bombas o transportadores) mantienen una intensidad sonora uniforme.

Este ruido genera una exposición sostenida que produce fatiga auditiva progresiva, ya que el oído no dispone de periodos de descanso. Aunque el nivel puede no ser extremadamente alto, la constancia de la energía sonora acumulada implica un riesgo relevante de daño auditivo si se mantiene durante largas jornadas. Su control requiere aislamiento acústico

de maquinaria, mantenimiento preventivo y, en casos necesarios, el uso de protectores auditivos.

Imagen: Operarios de una industria de piedra enmasillando tablas
Fuente: CTM

En el sector de la piedra natural, el ruido estable o constante se presenta en aquellos procesos donde la maquinaria trabaja de forma continua, generando niveles sonoros sostenidos con escasas variaciones en el tiempo (inferiores a 5 dB). Este tipo de ruido es típico de las operaciones mecánicas prolongadas y de los sistemas auxiliares que permanecen en funcionamiento durante toda la jornada. A continuación, se describen algunos ejemplos representativos:

Funcionamiento continuo de cortadoras de hilo diamantado

Las sierras de puente o los equipos de hilo diamantado empleados en el corte de bloques o planchas de mármol y granito producen un ruido estable y prolongado, asociado al contacto constante entre el material abrasivo y la piedra.

El nivel de presión sonora suele mantenerse entre 85 y 95 dB(A), dependiendo del tipo de disco, la potencia del motor y la dureza del material trabajado. Es una fuente de ruido de tipo continuo porque el sonido generado por el rozamiento se mantiene mientras dura el corte, sin interrupciones significativas.

Compresores de aire y sistemas neumáticos

Los compresores que alimentan las líneas neumáticas en talleres y canteras constituyen una fuente clásica de ruido estable. El sonido del motor y del flujo de aire comprimido es constante y monótono, con pequeñas oscilaciones derivadas del ciclo de carga y descarga.

El nivel acústico habitual oscila entre 80 y 90 dB(A), y su funcionamiento prolongado durante todo el turno genera una exposición continua para el personal del entorno.

Bombas hidráulicas y sistemas de refrigeración

Las bombas de agua utilizadas para refrigerar discos de corte, limpiar superficies o alimentar sistemas de aspiración mantienen un nivel sonoro estable, normalmente entre 70 y 85 dB(A).

Aunque su intensidad no es tan alta como la de las sierras, su funcionamiento ininterrumpido contribuye a elevar el nivel global de ruido ambiental en el taller o la planta.

Cintas transportadoras

En las plantas de elaboración o almacenamiento de piedra, las bandas transportadoras generan un ruido de baja variación debido al movimiento constante de rodillos, correas y motores. Este tipo de ruido se mantiene uniforme mientras el sistema está en marcha y suele situarse en torno a 75–85 dB(A).

Aunque no se percibe como molesto a corto plazo, su carácter continuo y su duración lo convierten en un riesgo acumulativo.

Ventiladores industriales y extractores de polvo

Los sistemas de ventilación y aspiración empleados para la captación de polvo o refrigeración de maquinaria producen un ruido continuo de frecuencia media-alta, con una diferencia mínima entre los valores máximos y mínimos de nivel sonoro.

El flujo de aire y la vibración de las turbinas mantienen un sonido constante, normalmente entre 70 y 90 dB(A), que puede afectar tanto al confort como a la comunicación verbal dentro de las naves.

Motores eléctricos y grupos de bombeo centralizados

Los motores eléctricos de accionamiento permanente, utilizados en grúas, elevadores o mesas de trabajo, generan un ruido estable por la regularidad de su rotación. Este sonido,

de tono continuo, suele permanecer durante toda la jornada laboral sin apenas fluctuaciones.

Ruido intermitente

El ruido intermitente se caracteriza por interrumpirse de forma periódica, alternando fases de emisión y de silencio o niveles muy bajos. Se genera, sobre todo, en actividades al aire libre o con maquinaria que se activa de forma discontinua, como operaciones con martillos neumáticos, excavadoras o maquinaria móvil.

El oído, al no poder adaptarse de manera estable a los cambios de nivel sonoro, sufre una mayor fatiga auditiva y mental. La alternancia de ruido y silencio aumenta el estrés fisiológico, incluso cuando la intensidad media es inferior a la de un ruido constante. Desde el punto de vista preventivo, es importante planificar las pausas, rotar tareas y reducir la exposición acumulada mediante medidas de organización del trabajo y control técnico de fuentes.

Imagen: Operario de una marmolería realizando cortes
Fuente: CTM

El ruido intermitente en el sector de la piedra natural se caracteriza por la alternancia de periodos de emisión sonora y de silencio, o por variaciones abruptas en la intensidad del sonido durante las operaciones. A diferencia del ruido constante, el intermitente impide que el oído se adapte, generando mayor fatiga auditiva y estrés fisiológico. Este tipo de

ruido es común en actividades que implican procesos mecánicos no continuos, maniobras de carga y descarga u operaciones auxiliares en talleres y canteras.

A continuación, se describen ejemplos representativos de este tipo de ruido en distintas fases del proceso productivo:

Golpeteo de martillos neumáticos y perforadoras

Durante la perforación de rocas, se generan ruidos intermitentes procedentes del impacto de los martillos al ser accionados para perforar la roca.

Estos niveles suelen alcanzar 95–105 dB(A) en el momento del impacto descendiendo sensiblemente después de haber perforado unos 20cm.

Mantenimiento de equipos

En las fases de desmontaje y ajuste de piezas, el personal de mantenimiento puede utilizar martillos o herramientas manuales y neumáticas para posicionar o calibrar piezas como bulones o discos de corte. Estos golpes, aunque breves, se repiten de forma irregular durante la jornada, constituyendo un ruido intermitente de carácter mecánico.

Los niveles pueden superar los 135 dB(C) en cada golpe, especialmente cuando se trabaja sobre superficies metálicas.

Funcionamiento cíclico de maquinaria auxiliar

Algunos equipos del taller, como mesas volteadoras, sistemas de elevación o cortadoras automáticas, funcionan en intervalos definidos, alternando fases activas (con sonido elevado) y fases de reposo o desplazamiento silencioso.

Durante el funcionamiento, el ruido alcanza entre 85 y 95 dB(A), y durante el reposo puede descender a valores ambientales de 65–70 dB(A). Este contraste provoca una oscilación acústica significativa, típica del ruido intermitente.

Operaciones de percusión neumática

El uso de martillos neumáticos para realizar tareas de preparación de anclajes produce una sucesión de ráfagas acústicas intermitentes.

Imagen: Detalle de un martillo neumático utilizado en cantera para calzar máquinas
Fuente: CTM

Cada fase de trabajo está acompañada de un sonido intenso, que puede superar los 100 dB(A), seguido de una pausa breve. Estas oscilaciones constantes entre trabajo y reposo son un ejemplo clásico de ruido intermitente en el ámbito industrial.

Activación de equipos de aspiración o ventilación automáticos

En muchas instalaciones, los sistemas de aspiración de polvo se activan automáticamente en función de la operación que se realiza.

Este encendido y apagado frecuente provoca un patrón de ruido intermitente, con variaciones de intensidad cercanas a los 25–40 dB(A) entre el estado activo e inactivo. Aunque la fuente principal sea de tipo continuo, su funcionamiento controlado por ciclos genera una exposición acústica discontinua.

Ruido variable aleatorio

En este caso, el nivel de presión acústica ponderada A (LpA) varía de forma irregular y no predecible, con diferencias entre los valores máximos y mínimos iguales o superiores a 5 dB. La variabilidad no sigue un patrón estable ni periódico, por lo que se describe como aleatoria.

Es característico de ambientes industriales complejos, donde interactúan múltiples fuentes de sonido que se encienden, apagan o modifican su intensidad sin una cadencia fija (por ejemplo, talleres de mecanizado, plantas con equipos neumáticos o zonas de carga y descarga).

Este tipo de ruido genera una gran carga acústica y dificulta la evaluación precisa del nivel de exposición, ya que el oído no puede anticipar las fluctuaciones. Produce estrés auditivo y psicológico, y puede interferir de manera significativa en la comunicación. Su gestión exige mediciones prolongadas con equipos integradores y la aplicación de estrategias de control global del entorno acústico.

Ruido variable periódico

El ruido variable periódico se distingue por una variación regular y repetitiva del nivel sonoro en el tiempo, también con diferencias iguales o superiores a 5 dB. Su característica principal es la cadencia cíclica, es decir, la repetición constante de fases de mayor y menor intensidad.

Aparece típicamente en maquinarias programadas para realizar operaciones cíclicas, como volteadoras de tablas. Aunque su comportamiento es más previsible que el del ruido aleatorio, su efecto acumulativo es significativo, especialmente si la frecuencia de repetición es alta.

Este tipo de ruido puede causar fatiga auditiva intermitente y sensación de incomodidad por la repetición rítmica del estímulo. Las medidas de control más eficaces consisten en sincronizar las operaciones para minimizar superposiciones de ciclos, incorporar elementos de absorción acústica y mantener una buena amortiguación mecánica en los equipos.

Ruido de impacto o de impulso

Se caracteriza por picos de presión acústica muy elevados que decrecen rápidamente con el tiempo, con una duración inferior a un segundo. El intervalo entre dos picos consecutivos debe ser igual o superior a un segundo.

Este tipo de ruido es típico de operaciones con pistola de púas para conformar unidades de carga y constituye el más peligroso para la audición. El impacto súbito no permite la activación de los mecanismos de protección del oído medio (como el reflejo estapedial), por lo que puede provocar traumatismos acústicos agudos, incluso con una sola exposición.

Imagen: Detalle del uso de una pistola de púas para conformar una unidad de carga
Fuente: CTM

Las medidas preventivas deben centrarse en la reducción de la energía del impacto, la instalación de pantallas absorbentes, y el uso obligatorio de protectores auditivos específicos para ruidos impulsivos, que ofrecen una atenuación reforzada en las frecuencias altas.

5.8. Escalas de ponderación

La caracterización adecuada del ruido en los lugares de trabajo requiere considerar no solo la magnitud del nivel de presión sonora, sino también el comportamiento del oído humano frente a diferentes frecuencias. El oído no percibe todas las frecuencias con la misma sensibilidad ya que atenúa significativamente los sonidos graves (20–1.000 Hz), amplifica con mayor sensibilidad los sonidos en el rango medio (1.000–5.000 Hz), donde se sitúa gran parte de la inteligibilidad del habla, y vuelve a atenuar las frecuencias más agudas por encima de 5.000 Hz.

Esta respuesta fisiológica no lineal obliga a aplicar filtros de ponderación que simulen la manera en que el oído humano percibe los sonidos. En el ámbito preventivo se utilizan fundamentalmente dos:

- Ponderación A (dB(A)): La curva A aplica un filtrado que atenúa las frecuencias graves y realza las que más contribuyen a la percepción humana. Es la referencia

normativa para evaluar el nivel de presión acústica continuo equivalente, es decir, el LAeq, d expresado en dB(A).

- Ponderación C (dB(C)): La curva C tiene una respuesta mucho más plana, diseñada para representar cómo percibe el oído niveles elevados y sonidos impulsivos. Es la ponderación obligatoria para evaluar el nivel de pico LC, peak en dB(C).

Las escalas de ponderación A y C constituyen herramientas fundamentales para evaluar el ruido de forma coherente con la fisiología del oído humano. Su correcta aplicación permite cuantificar adecuadamente la exposición diaria (LAeq, d en dB(A)), identificar riesgos por picos de presión (LC, peak en dB(C)) y seleccionar protectores auditivos con la atenuación adecuada cuando el RD 286/2006 lo exige.

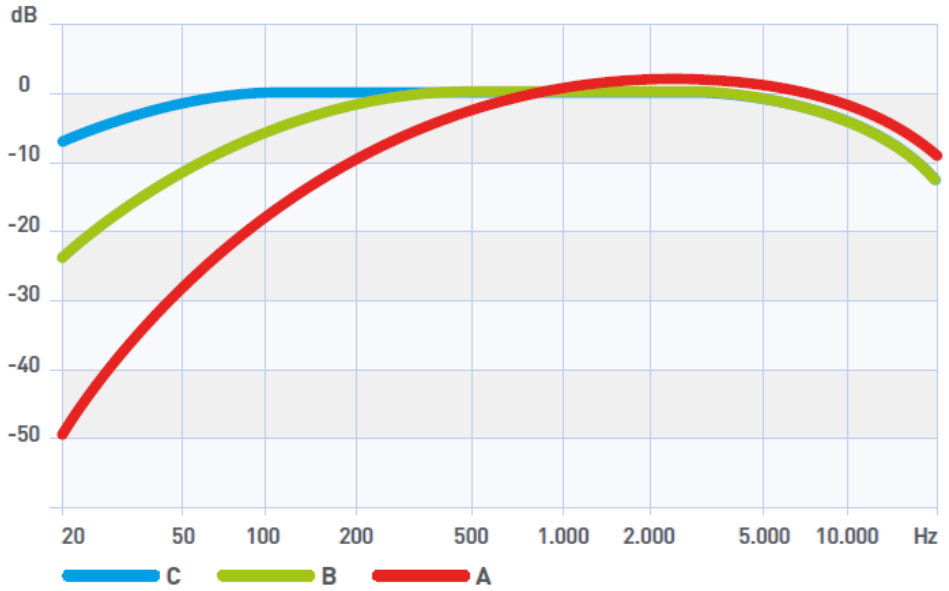


Imagen: Curvas A B C de ponderación y respuesta del oído humano
Fuente: Conceptos de Acústica - Acústica Integral

Su uso es indispensable en sectores como la piedra natural, donde confluyen fuentes de ruido continuo (motores, sierras, discos, trituradores) y fuentes impulsivas (martillos neumáticos, golpes de bloques), lo que exige una evaluación completa y técnicamente rigurosa del espectro acústico.

Importancia de las ponderaciones A y C en la evaluación del ruido

El RD 286/2006 establece que la evaluación de la exposición diaria al ruido debe basarse en el nivel continuo equivalente ponderado A (LAeq, d), porque refleja mejor el riesgo de daño auditivo permanente, es la medida que permite comparar la exposición con los

valores inferior y superior de acción, es el parámetro utilizado para decidir la obligación de dotar y hacer usar protectores auditivos.

El mismo real decreto define los valores límite y valores de acción para ruido impulsivo en términos de nivel de pico ponderado C, porque la ponderación C es más adecuada para medir picos de presión acústica de muy corta duración, estos eventos pueden producir daños inmediatos en el oído interno, el valor LC, peak es crítico en sectores donde existen impactos, martillos neumáticos o maquinaria que genera transitorios intensos.

Relevancia de los dB(A) y dB(C) en la selección y verificación de protectores auditivos

Los parámetros dB(A) y dB(C) no solo sirven para evaluar la exposición ya que también son fundamentales para determinar la atenuación necesaria de los equipos de protección auditiva.

La atenuación de los protectores se calcula restando el nivel en dB(C) del ruido ambiente y el nivel en dB(A) que se quiere obtener bajo el protector. Esto se debe a que el nivel de pico se mide siempre en dB(C), que representa mejor la energía sonora que debe atenuar el protector; el nivel final aceptable en el oído se evalúa en dB(A), que es la referencia normativa para valorar el riesgo de hipoacusia.

Por tanto, los protectores auditivos deben seleccionarse en función de su capacidad real de reducir el LAeq, d y evitar que se superen los niveles de acción; cuando el ruido incluye componentes impulsivas importantes, debe verificarse que el protector proporciona la atenuación suficiente en términos de C-A, dado que muchos protectores no atenúan igual de bien los picos.

6. NORMATIVA LABORAL CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

La regulación española en materia de prevención de riesgos laborales establece un conjunto estructurado de obligaciones que determinan cómo deben gestionarse los riesgos derivados de la exposición al ruido en los entornos de trabajo. Estas exigencias adquieren especial relevancia en el sector de la piedra natural, donde los procesos de extracción, corte, perforación y tratamiento mecánico de materiales presentan un elevado componente energético y generan niveles de ruido significativos y, en ocasiones, de carácter impulsivo. La correcta gestión de este riesgo no es solo una práctica recomendable, ya que es un mandato legal directo.

Dicho esto, se debe de considerar la siguiente normativa específica indicada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 863/19851, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- 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.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

Imagen: Detalle de una multidiscos
Fuente: CTM

[1] El Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera sólo se aplica en aquellos centros de trabajo en los que esta normativa es aplicable y se aplique técnica minera o el uso de explosivos.

La combinación del marco normativo general (LPRL y RD 39/1997), la normativa específica sobre ruido (RD 286/2006), la regulación sectorial minera (RGNBSM, RD 863/1985) y el reconocimiento de la enfermedad profesional asociada al ruido (RD 1299/2006) configura un sistema exigente que obliga a las empresas del sector de la piedra natural a gestionar el ruido de forma rigurosa, planificada y basada en la anticipación.

Actuar a partir de 80 dB(A) o 135 dB(C) no es una recomendación técnica, es una obligación legal que deriva en responsabilidades preventivas, operativas y sanitarias cuyo cumplimiento garantiza la protección de la salud auditiva, la seguridad operativa y la continuidad de una actividad económica esencial para el territorio.

6.1. LPRL 31/1995: el marco general y los principios de la acción preventiva

La Ley 31/1995 establece la obligación de integrar la prevención en toda la estructura empresarial. En relación con el ruido, la ley exige:

- Identificar todas las fuentes de emisión.
- Evaluar la exposición mediante métodos objetivos.
- Planificar medidas preventivas que reduzcan el riesgo en su origen.
- Revisar la evaluación cuando cambien las condiciones de trabajo.

Los principios de la acción preventiva (art. 15 LPRL) orientan esta actuación: evitar el riesgo, combatirlo en su origen, sustituir procesos ruidosos cuando sea viable, priorizar medidas colectivas sobre individuales, planificar la prevención, integrar la técnica y la organización, y actuar con visión de mejora continua.

En la industria de la piedra natural, estos principios se traducen en la necesidad de actuar sobre el mismo lugar donde se produce el ruido, a continuación, adoptar sistemas de prevención en el medio, y por último sobre la persona expuesta.

6.2. RD 39/1997: metodología técnica para la evaluación del ruido

El Reglamento de los Servicios de Prevención (RD 39/1997) obliga a que la evaluación del ruido se base en procedimientos técnicamente fiables, con mediciones representativas realizadas con instrumental adecuado y calibrado, llevadas a cabo por personal capacitado.

En entornos como canteras o talleres de corte y terminaciones, donde existe variabilidad operativa, maquinaria de alto impacto y tareas cíclicas, esta obligación exige planificar mediciones que reflejen:

- Distintos modos operativos,
- Proximidad a equipos emisores,
- Interacción de múltiples fuentes,
- Condiciones reales de exposición durante la jornada.

6.3. RD 286/2006: obligación de actuar a partir de 80 dB(A) y/o 135 dB(C)

El RD 286/2006 establece las obligaciones específicas para la protección de las personas trabajadoras frente al ruido. Estas obligaciones se activan legalmente cuando la exposición diaria equivalente alcanza o supera 80 dB(A) o el nivel de pico llega a 135 dB(C).

Imagen: Encargado dando instrucciones a un torretero (perforista)
Fuente: CTM

Evaluación específica del ruido (Art. 6)

La empresa debe:

- Realizar una evaluación técnica, basada en mediciones representativas.

- Considerar la potencia de las fuentes, las características del entorno, la organización del trabajo y los fenómenos impulsivos.
- Revisar la evaluación cuando cambien las condiciones, se introduzcan equipos nuevos o se detecten daños en salud.

En piedra natural, esto implica medir en situaciones reales de corte, perforación, movimiento mecánico de cargas, transporte, voladuras, pulido y terminaciones, por citar las más representativas.

Eliminación o reducción de la exposición (Art. 4)

La empresa debe aplicar medidas técnicas y organizativas siguiendo los principios preventivos:

- Intervenir en la fuente: equipos de corte menos emisores, reducción de impactos, optimización de parámetros de trabajo, mantenimiento preventivo.
- Intervenir en el medio: cerramientos, pantallas, cabinas, materiales absorbentes.
- Intervenir en la organización del trabajo: rotaciones, reducción de tiempos de exposición, reorganización de procesos ruidosos.

Estas medidas deben aplicarse antes de acudir a la protección individual.

Protección individual obligatoria (Art. 7)

El RD 286/2006 establece dos obligaciones distintas:

a) Obligación de disponer de protectores auditivos (≥80 dB(A) o ≥135 dB(C)): A partir de estos niveles, la empresa debe poner a disposición protectores auditivos adecuados.

b) Obligación de uso obligatorio (≥85 dB(A) o ≥137 dB(C)): Cuando la exposición supera los 85 dB(A) o 137 dB(C), el uso del protector auditivo es obligatorio, y la empresa debe garantizar que se utilice correctamente.

Además:

- Los EPIs deben seleccionarse en función de su atenuación real y confort.
- Deben ser compatibles con el resto de los equipos utilizados (cascos, gafas, mascarillas...).

- La siguiente imagen, extraída del a Guía Técnica del RD 286/2006 y publicada por el INSST, expone la necesidad de implantar el uso de protección auditiva individual y el criterio para su asignación y gestión preventiva.

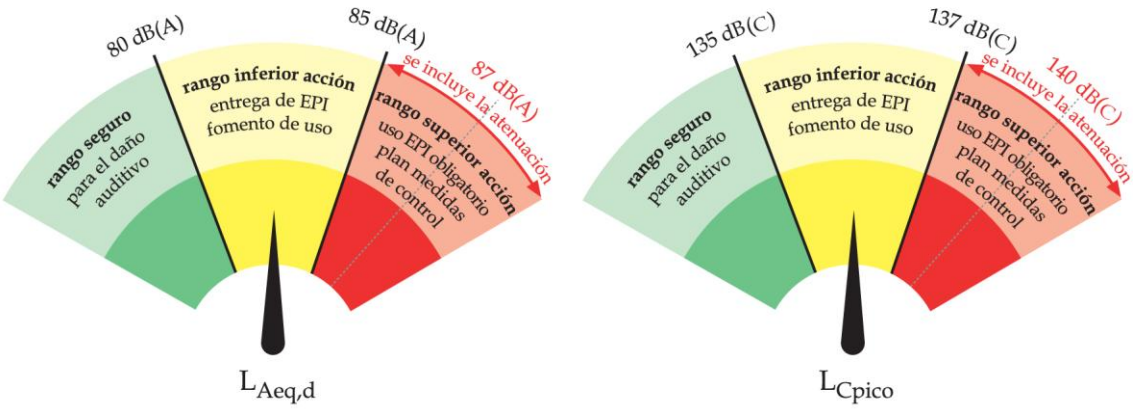


Imagen: Rangos de ruido según LAeq, d y LC, peak
Fuente: guía técnica del RD 286/2006 INSST

La empresa tiene la obligación de verificar su eficacia y formar a las personas trabajadoras en su correcto uso.

Información y formación de las personas trabajadoras (Art. 9)

Cuando se superan los 80 dB(A) o 135 dB(C), la empresa debe proporcionar información detallada sobre:

- Los riesgos derivados del ruido y sus efectos en la salud.
- La enfermedad profesional asociada (hipoacusia neurosensorial).
- Las medidas preventivas implantadas en la fuente, el medio y la organización.
- El uso, mantenimiento y conservación de los protectores auditivos.
- La formación debe ser específica, comprensible y adaptada al puesto de trabajo.

Consulta y participación (Art. 10)

Las personas trabajadoras deben participar en:

- La evaluación del riesgo.
- La elección de medidas de control.
- La selección de protectores auditivos.

Este artículo refuerza la integración preventiva y la mejora continua.

Vigilancia de la salud (Art. 11)

La vigilancia de la salud es obligatoria y gratuita para todas las personas expuestas a ruido a niveles iguales o superiores a 80 dB(A) o a 135 dB(C).

Esto implica:

- Audiometrías periódicas, con frecuencia ajustada al nivel de exposición.
- Evaluaciones iniciales, previas a la exposición.
- Seguimiento individual de la evolución auditiva.
- Recomendaciones personalizadas, en caso de alteraciones incipientes o riesgo reforzado.
- Acciones preventivas adicionales cuando se detectan empeoramientos.

La vigilancia debe permitir la detección precoz de hipoacusia, considerada enfermedad profesional según el RD 1299/2006.

Señalización de zonas con ruido elevado (Art. 8 y 4.5)

Cuando existan áreas con exposición superior a los límites establecidos, deben:

- Señalizarse con pictogramas normalizados,
- Limitarse los accesos a personas autorizadas,
- Establecerse restricciones de presencia innecesaria.

Documentación y verificación (Art. 6.4 y 4.6)

La empresa debe documentar y mantener actualizados:

- Los resultados de las mediciones,
- La evaluación del riesgo,
- La planificación preventiva,
- Las medidas implantadas,
- La comprobación periódica de su eficacia.

6.4. RGNBSM (RD 863/1985): obligaciones específicas del sector minero

El Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (RGNBSM) añade requisitos sectoriales de carácter obligatorio que refuerzan la gestión del ruido en la

extracción y primera transformación de la piedra natural. Debe de tenerse en cuenta que este Reglamento sólo debe de ser considerado cuando el centro de trabajo esté catalogado como minero de cara a la autoridad competente. Dicho esto, este reglamento exige:

a) Garantizar condiciones de trabajo seguras frente a riesgos derivados de maquinaria y procesos: El RGNBSM obliga a que toda la maquinaria y los métodos empleados en actividades mineras minimicen los riesgos físicos asociados, incluidos los derivados del ruido producido por equipos de corte, perforación, ventilación, trituración y transporte.

b) Implementar medidas técnicas y organizativas en todas las fases de la explotación: La empresa debe adaptar los equipos y organizar el trabajo de forma que se reduzcan los riesgos derivados de agentes físicos, lo que se aplica directamente al ruido procedente de perforadoras hidráulicas o neumáticas, grandes discos e hilos diamantados, maquinaria móvil pesada y cualquier otra maquinaria relacionada con técnicas mineras que se empleen en el lugar de trabajo

c) Realizar inspecciones y controles periódicos: El RGNBSM exige controles documentados sobre equipos y condiciones ambientales, lo cual incluye verificar niveles de emisión en maquinaria, estado de protecciones colectivas, adecuación de los recintos.

d) Integrar las medidas de seguridad minera con la normativa general de prevención: El reglamento establece que las exigencias mineras deben coordinarse con las obligaciones de la LPRL y sus reglamentos.

En la práctica, esto significa que cuando la exposición alcanza 80 dB(A) o 135 dB(C), se activan simultáneamente las obligaciones del RD 286/2006 y las exigencias de seguridad minera del RGNBSM. Es por esto por lo que la empresa debe garantizar que el diseño de frentes, talleres y plantas respete criterios de seguridad minera y medidas de control acústico.

Por último, incidir en que el RGNBSM refuerza la necesidad de considerar el ruido como un factor estructural del diseño y operación minera, no como un elemento aislado de higiene industrial.

6.5. RD 1299/2006: Enfermedad profesional asociada al ruido

El RD 1299/2006, que aprueba el cuadro de enfermedades profesionales, reconoce la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido como enfermedad profesional.

Grupo	Agente	Sub-agente	Acti-vidad	Código	Enfermedades profesionales con la relación de las principales actividades capaces de producirlas
2					Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos
	A				Hipoacusia o sordera provocada por el ruido:
		01			Sordera profesionales de tipo neurosensorial, frecuencias de 3 a 6 KHz, bilaterial simétrica e irreversible
					Trabajos que exponen a ruidos continuos cuyo nivel sonoro diario equivalente (según legislación vigente) sea igual o superior a 80 decibelios A, especialmente:
			01	2A0101	Trabajos de calderería.
			02	2A0102	Trabajos de estampado, embutido, remachado y martillado de metales.
			03	2A0103	Trabajos en telares de lanzadera batiente.
			04	2A0104	Trabajos de control y puesta a punto de motores de aviación, reactores o de pistón.
			05	2A0105	Trabajos con martillos y perforadores neumáticos en minas, túneles y galerías subterráneas.
			06	2A0106	Trabajos en salas de máquinas de navíos.
			07	2A0107	Tráfico aéreo (personal de tierra, mecánicos y personal de navegación, de aviones a reacción, etc.).
			08	2A0108	Talado y corte de árboles con sierras portátiles.
			09	2A0109	Salas de recreación (discotecas, etc.).
			10	2A0110	Trabajos de obras públicas (rutas, construcciones, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como las bulldozers, excavadoras, palas mecánicas, etc.
			11	2A0111	Motores diesel, en particular en las dragas y los vehículos de transportes de ruta, ferroviarios y marítimos.
			12	2A0112	Recolección de basura doméstica.
			13	2A0113	Instalación y pruebas de equipos de amplificación de sonido.
			14	2A0114	Empleo de vibradores en la construcción.
			15	2A0115	Trabajo en imprenta rotativa en la industria gráfica.
			16	2A0116	Molienda de caucho, de plástico y la inyección de esos materiales para moldeo-Manejo de maquinaria de transformación de la madera, sierras circulares, de cinta, cepilladoras, tupies, fresas.
			17	2A0117	Molienda de piedras y minerales.
			18	2A0118	Expolio y destrucción de municiones y explosivos.

Imagen: Captura del cuadro de enfermedades profesionales donde se encuadra la sordera o hipoacusia
Fuente: BOE – RD 1299/2006

Su presencia en el cuadro implica:

- Obligación de prevenir su aparición mediante controles y medidas eficaces;
- Obligación de vigilancia específica de la salud;
- Obligación de registrar y analizar los casos para mejorar la prevención;
- Responsabilidad directa cuando la enfermedad se relaciona con exposiciones no controladas.

En la piedra natural, donde abundan equipos que pueden superar los 80 dB(A) durante largas jornadas y generar picos superiores a 135 dB(C) en operaciones de impacto, la prevención de esta enfermedad profesional es un objetivo legal, médico y técnico prioritario.

7. GESTIÓN DEL RUIDO COMO RIESGO LABORAL

La gestión del ruido en la industria del mármol es especialmente relevante debido a que la mayoría de los procesos, como el corte de bloques, el pulido de tablas, el serrado con hilo diamantado o la perforadora, así como los cortabloques o la torreta, generan niveles sonoros elevados a lo largo de la jornada laboral.

En el caso más extremo, cuando nos encontramos en niveles de ruido superiores a 87dB(A) o bien antes niveles de ruido de impacto por encima de los 140 dB(A), la normativa exige adoptar medidas inmediatas, como paralizar temporalmente la máquina causante, reorganizar los turnos o reubicar a las personas trabajadoras mientras se implementan

soluciones técnicas más profundas. Esta acción rápida es esencial para evitar daños auditivos irreversibles, dado que la hipoacusia inducida por ruido está reconocida como enfermedad profesional en el sector y su avance suele ser silencioso, tal y como se ha expuesto hasta ahora.

En conjunto, el flujograma siguiente, extraído de la Guía Técnica del RD 286/2006 y publicada por el INSST, refleja que la gestión del ruido en la industria del mármol debe ser un proceso continuo basado en medir, actuar y verificar. Su correcta aplicación no solo protege la audición de la plantilla, sino que permite mejorar el rendimiento de la maquinaria, optimizar la organización del taller y consolidar una cultura preventiva sólida que garantice entornos de trabajo más seguros y saludables.

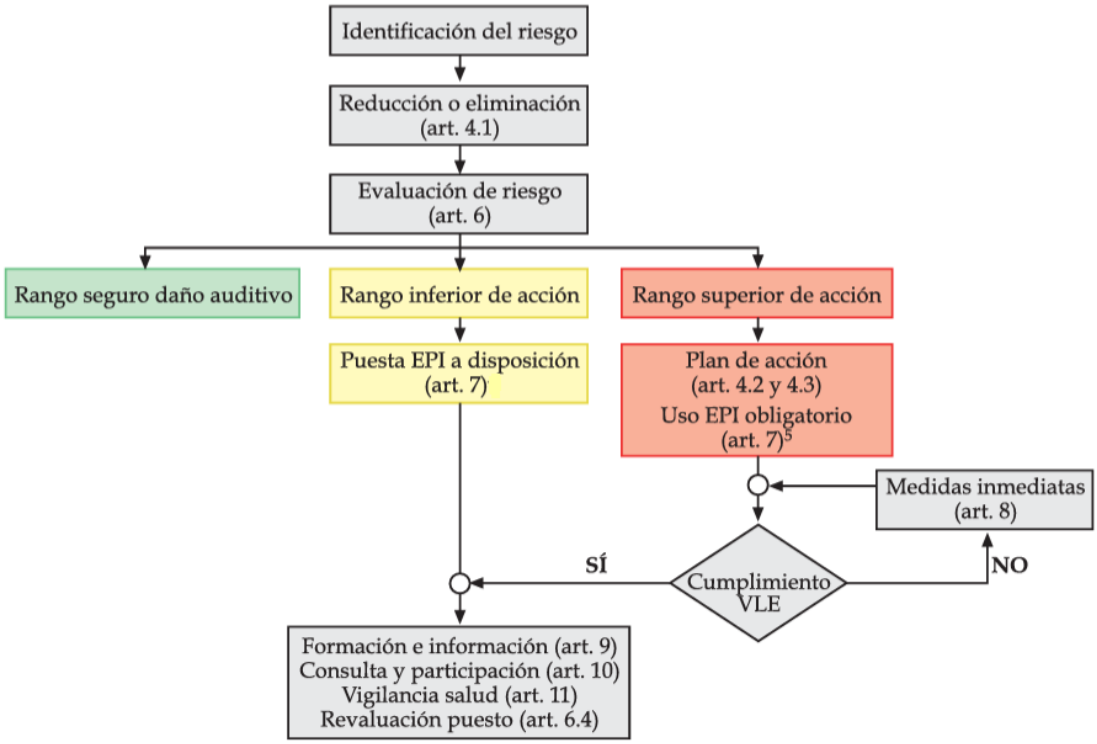


Imagen: Flujograma de actuación ante el ruido en una empresa
Fuente: Guía técnica del RD 286/2006 - INSST

7.1. Identificación del ruido como factor de riesgo

La gestión del ruido comienza con la identificación del riesgo, es decir, reconocer qué máquinas y tareas producen ruido potencialmente dañino. Una vez confirmada la presencia del riesgo, la empresa debe intentar en primer lugar reducir o eliminar el ruido en el foco, lo que en talleres y plantas de elaboración puede incluir sustituir discos de corte ruidosos por modelos más silenciosos, mejorar el mantenimiento de las máquinas, instalar cerramientos acústicos o reorganizar los espacios de trabajo para minimizar la exposición.

7.2. Evaluación

Tras la identificación e implantación de mejoras iniciales, se realiza la evaluación del riesgo mediante mediciones representativas, lo que permite situar cada puesto dentro de uno de los rangos establecidos por la normativa. Si los niveles están dentro del rango seguro, basta con mantener las condiciones existentes.

Tal y como se ha expuesto en párrafos anteriores, esta evaluación se basa en mediciones. El RD 286/2006 exige que estas mediciones del nivel de exposición al ruido se realicen con instrumentos homologados, precisos y adecuados al tipo de evaluación. Las dos herramientas principales para medir la exposición laboral al ruido son el sonómetro integrador-promediador y el dosímetro personal, ambos complementados por un tercer equipo indispensable, estamos hablando del calibrador acústico.

Sonómetro

Dosímetro
Fuente: Internet

Calibrador

A continuación, se detallan sus características y requisitos técnicos.

Sonómetro

El sonómetro integrador es el instrumento principal para la valoración del ruido en situaciones puntuales o en tareas relativamente estables. Este dispositivo debe ser de clase 1 o clase 2, según las normas internacionales de precisión, y debe estar equipado con capacidad para medir niveles continuos equivalentes ponderados A (LAeq, T) y niveles de pico ponderados C, tal y como exige la normativa vigente. Igualmente, ha de permitir análisis en bandas de octava cuando sea necesario conocer con mayor detalle la distribución frecuencial del ruido, algo habitual en estudios de control del foco de emisión o en la selección de protectores auditivos adecuados. La integración temporal del sonómetro permite caracterizar la energía sonora real que recibe la persona, siendo por tanto indispensable para evaluar el cumplimiento de los valores de acción y de los valores límite de exposición establecidos por el real decreto.

Dosímetro

El dosímetro personal, por su parte, resulta especialmente útil cuando la persona trabajadora realiza tareas móviles, cambia de zonas durante la jornada o está sometida a variaciones importantes en los niveles de ruido. De acuerdo con la Guía Técnica, su precisión debe ser equivalente a la de un sonómetro integrador-promediador de clase 2, siendo capaz de registrar tanto el nivel continuo equivalente como los niveles de pico. Se coloca cerca del oído más expuesto, generalmente a unos diez centímetros del pabellón auricular y ligeramente por encima del hombro, con el fin de que registre la energía sonora de manera fiel a la experiencia real de la persona. Los dosímetros permiten obtener una imagen global del ruido recibido a lo largo de toda la jornada laboral y resultan fundamentales para caracterizar exposiciones complejas, frecuentes en sectores como el del mármol, donde las personas cambian entre operaciones de corte, pulido, manipulación o calibrado.

Calibrador

Tanto el sonómetro como el dosímetro deben utilizarse junto con un calibrador acústico que permita comprobar, antes y después de cada medición, que el instrumento está midiendo correctamente. Estos calibradores generan señales acústicas de referencia, habitualmente de 94, 104 o 114 dB a 1.000 Hz, que permiten verificar la respuesta del equipo. El calibrador puede ser de clase 1 o clase 2, debiendo seleccionarse en función del instrumento que se va a comprobar. No obstante, esta verificación diaria no sustituye la obligación de que todos los dispositivos de medición, sonómetros, dosímetros y calibradores, sean sometidos periódicamente a calibraciones completas en laboratorios acreditados, conforme a los requisitos de las normas de metrología aplicables y a los procedimientos reconocidos por organismos como ENAC. Estas calibraciones, que incluyen la comprobación exhaustiva de todos los parámetros del equipo, garantizan que los resultados obtenidos sean fiables, trazables y válidos desde un punto de vista reglamentario. Sin estas verificaciones externas periódicas, ningún equipo debería emplearse en evaluaciones que sustenten decisiones preventivas o que sirvan para valorar el cumplimiento legal.

En conjunto, la correcta selección y el adecuado mantenimiento y calibración de los equipos de medición resultan imprescindibles para realizar evaluaciones representativas y conformes a la normativa. Solo mediante el uso de instrumentos precisos, verificados y calibrados se pueden obtener datos válidos que permitan tomar decisiones eficaces sobre

la reducción del ruido en el foco, en el medio o mediante la protección personal. Este rigor técnico constituye la base de cualquier gestión preventiva sólida y es especialmente relevante en sectores como el mármol, donde los niveles de ruido suelen ser elevados y persistentes, y donde una medición deficiente podría llevar a infravalorar un riesgo que, por su naturaleza, puede causar daños auditivos irreversibles.

7.3. Control de las condiciones de trabajo por exposición al ruido

Cuando se superan los 80 dB(A) y/o los 135 dB(C) la empresa debe gestionar el riesgo acorde a las obligaciones expuestas en el RD 286/2006. Por lo tanto, a partir de estos valores deben cumplirse determinadas actuaciones que quedan resumidas en la tabla siguiente:

Obligación	Valor inferior	Valor superior	Valor límite
	80 dB(A) / 135 dB(C)	85 dB(A) / 137 dB(C)	87 dB(A) / 140 dB(C)
Evaluación inicial de los puestos de trabajo de nueva creación o que cambien las condiciones de trabajo	✓	✓	✓
Evaluación inicial de los puestos de trabajo existentes en la empresa	✓	✓	✓
Evaluación periódica de los puestos existentes	Cada 3 años	Cada año	Cada año
Informar y formar sobre los riesgos, medidas asociadas y resultados de las mediciones	✓	✓	✓
Suministro de protección auditiva individual	✓	✓	✓
Uso obligatorio de protección auditiva individual	✗	✓	✓
Señalización	✗	✓	✓
Restringir acceso / delimitar zonas de trabajo	✗	✓	✓
Vigilancia de la salud. Control médico inicial	✓	✓	✓
Vigilancia de la salud. Control médico periódico	Mínimo cada 5 años	Mínimo cada 3 años	Mínimo cada 3 años
Comprobación de eficacia de medidas	✓	✓	✓
Desarrollar medidas técnicas y organizativas destinadas a reducir la exposición	✓ si es viable	✓ obligatorio	✓ inmediato
Registrar y archivar los resultados de los controles técnicos y médicos	✓	✓	✓

A continuación, mostramos algunos ejemplos prácticos propios del sector y otros que pudieran ser replicados en nuestra industria. En cualquier caso, antes de iniciar la instalación de cualquier sistema o la dotación de una protección auditiva, se debe de realizar un estudio específico de las condiciones de trabajo, que debe de ir más allá de una mera medición rutinaria del ruido.

Nos estamos refiriendo a realizar una medición específica en bandas de octava con el objetivo de determinar el espectro de frecuencias predominante y poder actuar de manera más eficaz.

En la imagen siguiente mostramos un estudio en bandas de octava de un cortabloques en una empresa del sector, gracias a este tipo de análisis podemos valorar que frecuencias predominan, pudiendo incidir en ellas por medio de actuaciones específicas.

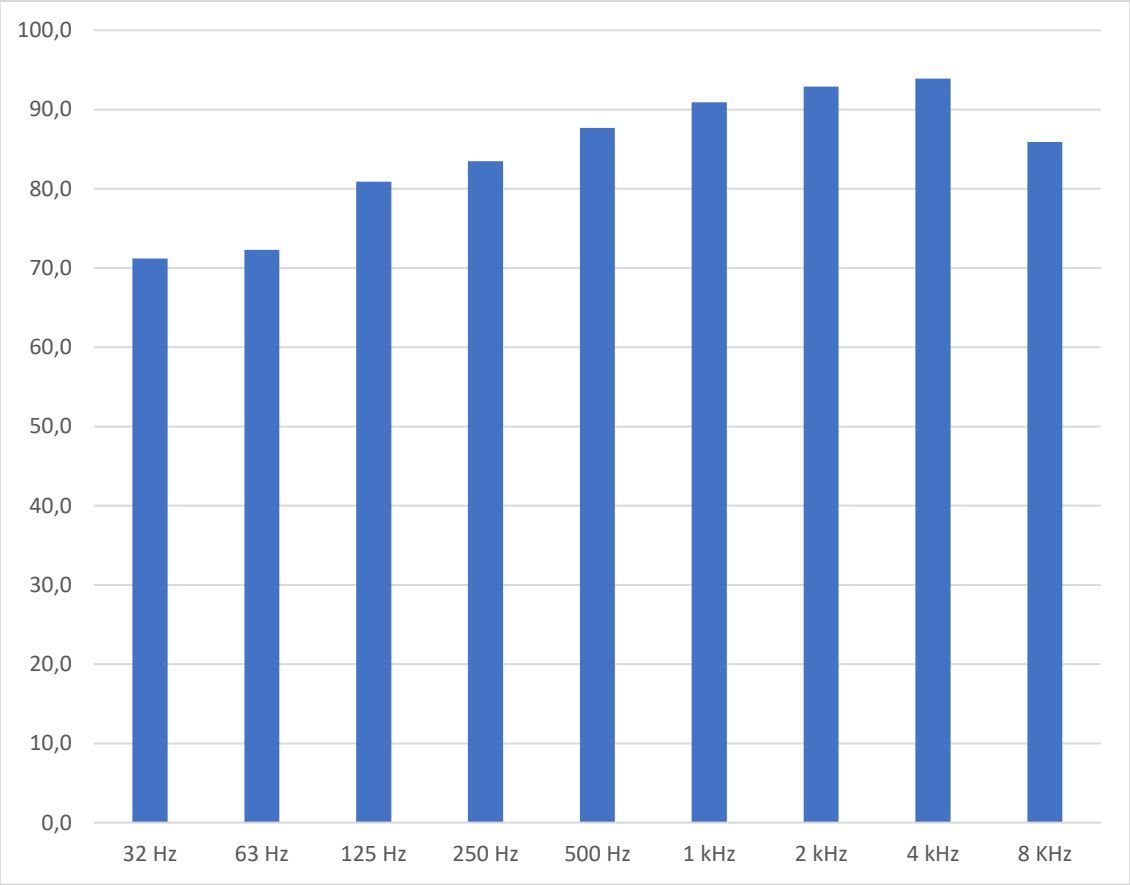


Imagen: Ejemplo de un estudio en bandas de octava en un cortabloques
Fuente: CTM

Otra solución de partida muy eficaz es el uso de cámaras acústicas para identificar en tiempo real el ruido en la fuente y su propagación en un área determinada.

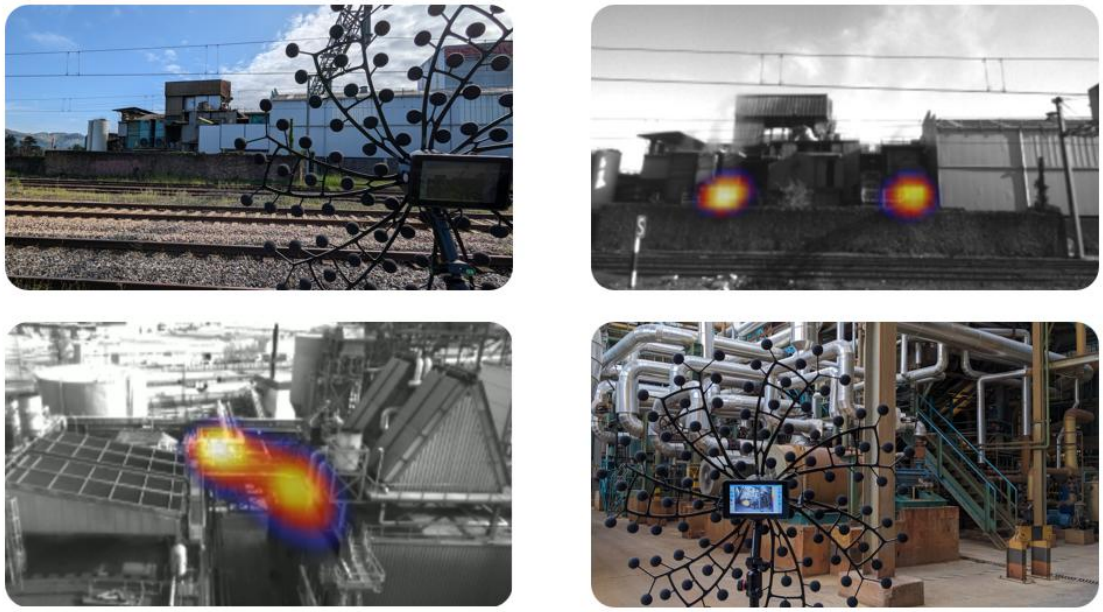


Imagen: Ejemplo de uso de una cámara acústica en la industria
Fuente: AS4 Ingeniería

El empleo de mapas de ruido aporta un gran valor a la hora de planificar actuaciones concretas. En las imágenes siguientes se muestran los niveles de ruido que emiten dos empresas distintas, una imagen muestra el ruido hacia el exterior y la otra en el interior de una nave.

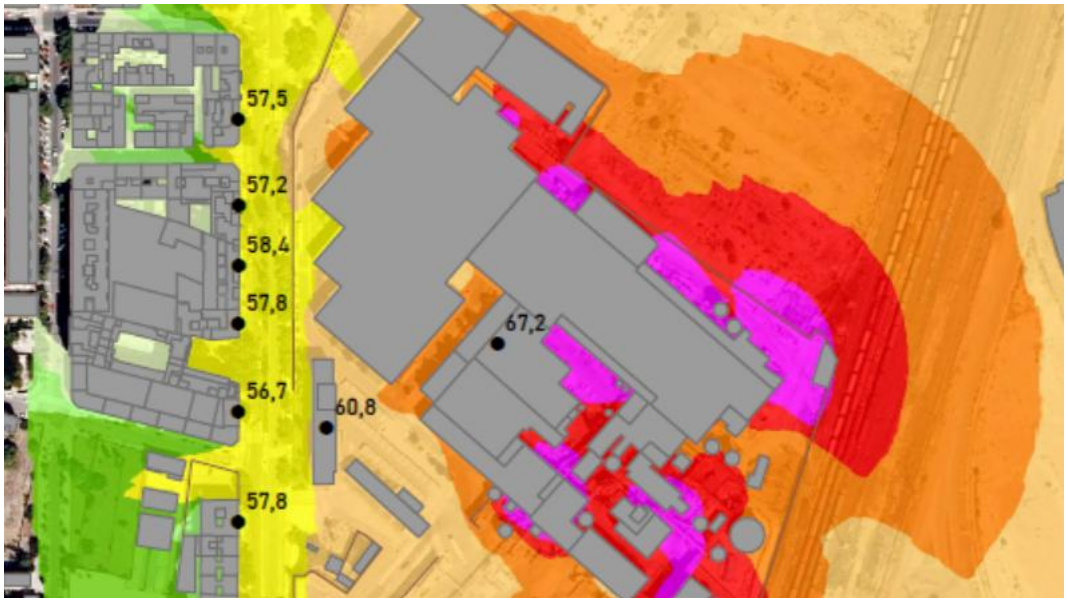


Imagen: Mapa de ruido en el exterior de una zona industrial
Fuente: AS4 Ingeniería

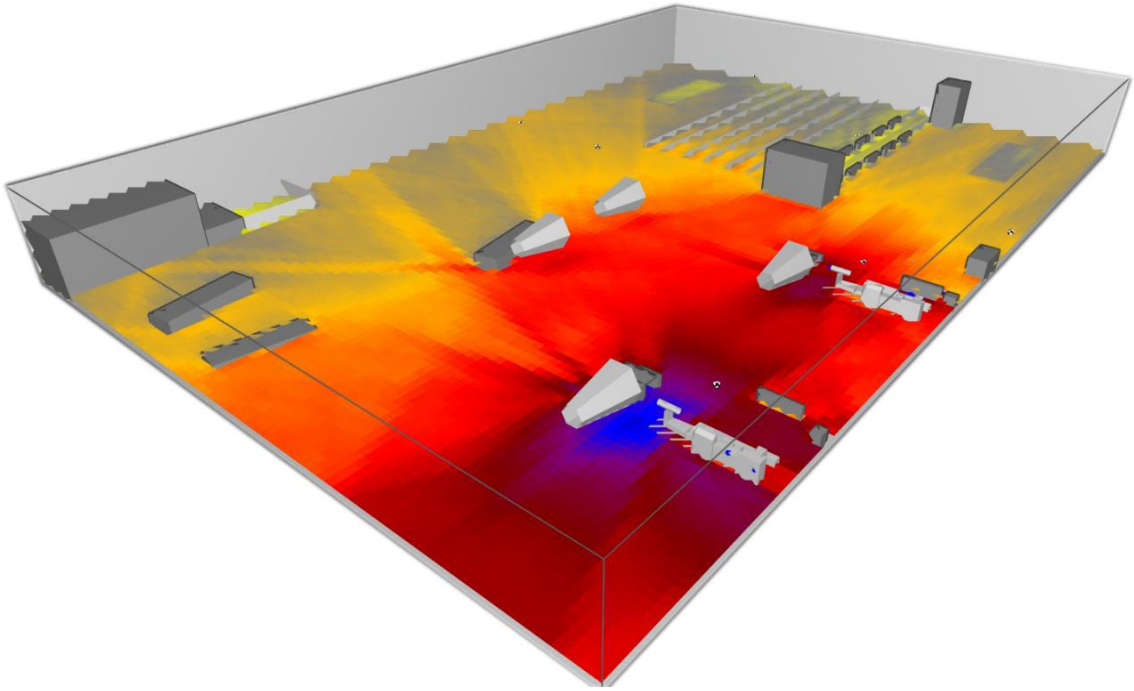


Imagen: Mapa de ruido en 3D en el interior de una nave
Fuente: Acústica Integral

Ejemplos de soluciones en el foco

A continuación, se relacionan algunas soluciones destinadas a controlar el ruido en el foco; atendiendo a que los niveles más altos de ruido se producen en el sector en tareas de corte y perforación, nos centraremos en dar solución a determinados equipos relacionados con estas tareas.

a) Perforadoras

Las operaciones de perforación en canteras y plantas de elaboración generan niveles elevados de ruido, especialmente en las bandas de frecuencia comprendidas entre 2.500 y 10.000 Hz, que resultan especialmente molestas y dañinas para la salud auditiva de las personas trabajadoras. El principal foco de emisión se encuentra en el martillo de perforación, que puede representar hasta el 75 % del ruido total del equipo. Esta situación, además de afectar al bienestar de las personas operadoras, puede generar molestias en el entorno y dificultar el cumplimiento de los límites legales de emisión sonora.

Imagen: Perforadora con sistema de atenuación de ruido en el punto de perforación
Fuente: Web de Sandvik

Para dar respuesta a este problema, Sandvik ha desarrollado nuevas soluciones de supresión acústica específicamente diseñadas para equipos de perforación. Estas soluciones consisten en estructuras de aislamiento que envuelven el sistema de perforación y el manipulador de barras, reduciendo significativamente la transmisión del ruido hacia el entorno laboral y hacia las áreas próximas. Existen dos configuraciones, adaptadas al tamaño y características del equipo, lo que permite su implantación en diferentes contextos operativos.

La versión de mayor nivel de aislamiento, destinada a equipos de gran rendimiento, incorpora cubiertas completas, puertas aisladas y sistemas de cámaras para permitir la supervisión del trabajo sin necesidad de abrir la estructura. Esta solución es capaz de reducir hasta 12,9 dB(A) el nivel de presión sonora a un radio de 16 metros, una disminución muy relevante en términos de protección frente al ruido. La versión más compacta, orientada a equipos pequeños y medianos, dirige el ruido lejos de la persona operadora y puede alcanzar reducciones de hasta 7,5 dB(A).

Estas soluciones técnicas aportan beneficios directos tanto en materia de seguridad y salud como en el cumplimiento de requisitos ambientales y normativos. Para el sector de la piedra natural de la Comunidad Valenciana, constituyen un ejemplo práctico de control del ruido en el foco, alineado con la necesidad de mejorar la prevención, reforzar la cultura

preventiva y garantizar condiciones de trabajo más seguras y saludables. Su inclusión en materiales divulgativos y formativos puede ayudar a que pequeñas y medianas empresas identifiquen y apliquen medidas eficaces para reducir el riesgo asociado a la exposición al ruido.

Más información aquí o en su web: https://www.mining.sandvik/es-la/

b) Discos de corte para cortabloques, encabezadoras y discopuentes

Las tareas de corte en canteras y talleres de piedra natural implican un riesgo relevante de exposición al ruido para las personas operadoras, especialmente cuando se trabaja con rocas tan duras como el granito. En este contexto, el Disco Granito Insonoro CZCI ofrece una solución específica al problema del ruido en el foco ya que ha sido diseñado para reducir significativamente los niveles sonoros generados durante el corte, según el proveedor, "hasta 10 veces menos ruido que un disco convencional".

El principio de funcionamiento del producto se basa en una estructura optimizada para amortiguar el sonido y las vibraciones durante el corte de materiales duros. Al utilizarlo, se reduce la emisión de ruido en el origen, lo que beneficia tanto a la persona operadora como al entorno inmediato.

Imagen: Disco destinado al corte de piedra natural de bajo ruido
Fuente: Web de Nortonabrasives

La implementación de un disco con estas características aporta beneficios directos en varios frentes: mejora de la salud y el bienestar de las personas trabajadoras al disminuir la fatiga auditiva y las molestias derivadas del ruido; reducción del impacto acústico en el medio (ambiente de trabajo y zonas colindantes); y contribución al cumplimiento de las normativas de exposición al ruido y de gestión preventiva en la empresa.

Más información aquí o en su web https://www.nortonabrasives.com/es-es

-.-

Otra solución relacionada con los discos de corte es la propuesta por Husqvarna. Las herramientas de corte de su catálogo y relacionadas con la industria de la piedra natural permiten cortar materiales densos como granito, mármol o similares reduciendo el ruido en el punto de corte. En este contexto, los discos diamantados de Husqvarna ofrecen una gama desarrollada específicamente para el sector de la piedra, con el objetivo de adaptarse a los distintos materiales mediante adherentes y centros de acero que ayudan a reducir tanto el desgaste como el impacto acústico.

Los discos están diseñados para responder con eficacia cuando trabajan en piedra natural, lo que es muy relevante para las canteras, talleres y plantas de acabado del sector valenciano.

En cuanto a la reducción del ruido —que es clave para tu proyecto de control del riesgo por exposición sonora—, aunque la fuente no da valores concretos de dB de reducción como en otros casos, sí señala que los discos incluyen “centros estándar de acero con reducción de ruido” para la gama de herramientas de piedra.

Imagen: Operario controlando la buena instalación de un disco de corte en una industria de la piedra
Fuente: Web de Husqvarna

Esto indica que, además de optimizar corte y durabilidad, se están incorporando elementos de diseño que contribuyen a limitar la propagación sonora desde el foco (la herramienta de corte) hacia el ambiente y las personas trabajadoras.

Más información aquí o en su web https://www.husqvarnaconstruction.com/es/

c) Discos pequeños para equipos de corte en la fase de terminaciones

Las operaciones de corte de piedra generan niveles de ruido elevados que afectan tanto a la salud auditiva de las personas trabajadoras como al confort acústico del entorno laboral. Esta problemática es especialmente relevante en talleres y plantas de elaboración de piedra natural, donde amoladoras, tronzadoras y sierras de mesa se utilizan de forma continua. Para responder a esta necesidad, Norton ha desarrollado la tecnología Clipper Pro Silencio, una solución diseñada específicamente para disminuir el ruido durante el corte sin comprometer la calidad ni la velocidad de trabajo.

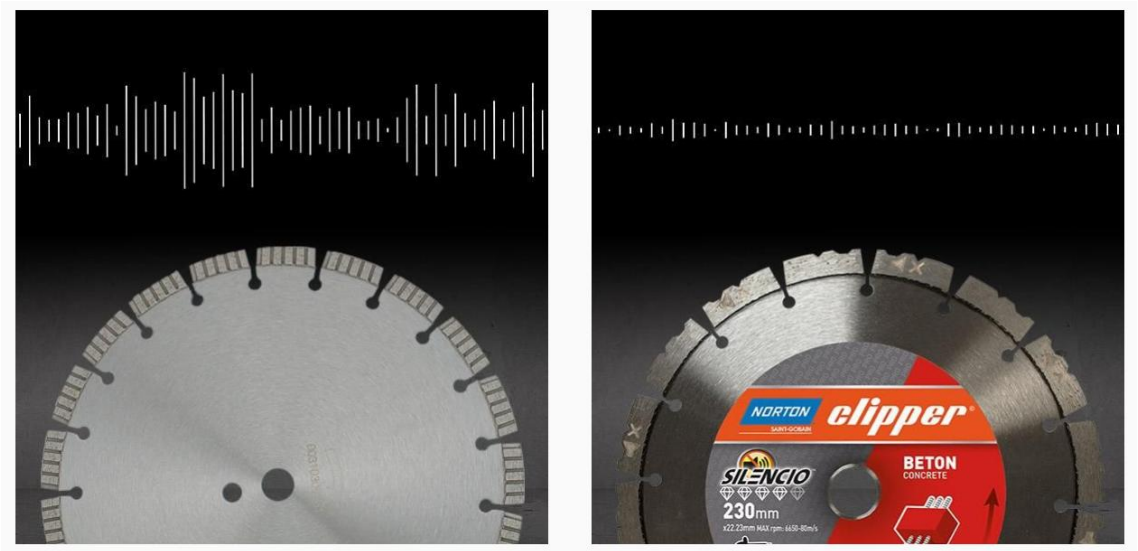


Imagen: Comparativa de disco destinado al corte de piedra natural y otro de bajo ruido
Fuente: web de Nortonabrasives

La clave de esta innovación reside en un diseño multicapa que incorpora una película amortiguadora entre dos láminas de acero del cuerpo del disco. Esta estructura actúa absorbiendo las vibraciones y la energía sonora que habitualmente se transmiten durante el corte, reduciendo de forma significativa la generación de ruido. Esta atenuación permite un trabajo más confortable, minimiza el riesgo de fatiga auditiva y contribuye a un entorno más seguro.

Las pruebas realizadas por la compañía muestran reducciones notables en presión sonora: un disco de 230 mm utilizado con amoladora angular puede disminuir el nivel de ruido en

aprox. 5 dB(A) respecto a un disco convencional, mientras que un disco de 350 mm en tronzadora de mesa alcanza reducciones de hasta 9 dB(A), lo que supone cerca de ocho veces menos ruido percibido. Estos valores representan mejoras muy relevantes en términos de exposición diaria, especialmente en trabajos prolongados o en espacios cerrados.

Más información aquí o en su web https://www.nortonabrasives.com/es-es

d) Control del ruido en la máquina o parte del proceso productivo

Los tratamientos en el emisor se centran en reducir el ruido directamente en la fuente, actuando sobre la propia máquina que lo genera. Una solución efectiva es instalar cerramientos acústicos completos, construidos con paneles que incorporan un acabado absorbente en su interior para evitar incrementos del ruido por reflexión. Estos cerramientos pueden equiparse con múltiples accesorios que permiten compatibilizar la reducción del ruido con las necesidades de operación diaria: puertas acústicas, silenciadores para la ventilación, túneles acústicos para zonas de paso, partes desmontables para mantenimiento y visores acústicos para el control visual del proceso.

Cuando no es posible realizar un cerramiento completo por razones de diseño, espacio o mantenimiento, se opta por cerramientos acústicos sobre fuentes puntuales de ruido. Estos encapsulados parciales se adaptan a componentes específicos de la máquina que generan elevados niveles sonoros, como motores, ventiladores o zonas mecánicas concretas. Su diseño requiere la colaboración del personal de producción y mantenimiento para asegurar tanto la eficacia acústica como el correcto funcionamiento y mantenimiento del equipo. Habitualmente incluyen partes desmontables y sistemas de ventilación específicos.

Otra alternativa son los apantallamientos acústicos parciales, utilizados cuando no es viable encapsular totalmente la maquinaria. Aunque estos sistemas no cierran por completo la fuente de ruido, resultan muy eficaces para reducir la exposición directa de las personas trabajadoras, especialmente en operaciones donde deben situarse próximas a la máquina. Estos apantallamientos pueden incorporar visores, registros, paneles desmontables u otros elementos que facilitan el acceso y el control del proceso.

En conjunto, estas soluciones actúan directamente en el foco emisor del ruido, constituyendo una de las medidas más eficaces dentro de la jerarquía preventiva para controlar la exposición a ruido en entornos industriales. Su correcta selección e integración

permite compatibilizar la reducción de emisiones acústicas con los requisitos operativos, de seguridad y de mantenimiento de las máquinas.

La empresa Acústica Integral y AS4 Ingeniería disponen de varias soluciones en este sentido que pueden ayudar a controlar el ruido; algunas de sus soluciones las vemos las imágenes siguientes.

Imagen: Ejemplos de cerramientos sobre la fuente emisora.
Fuente: Acústica Integral

Más información aquí o en su web https://www.acusticaintegral.com/

Imagen: Ejemplos de cerramientos sobre la fuente emisora.
Fuente: AS4 Ingeniería

Más información aquí o en su web https://as4ingenieria.com/

Ejemplos de soluciones en el medio

a) Acondicionamiento del medio

La empresa Ecophon propone una solución integral para abordar el ruido industrial actuando sobre la propagación del sonido en el medio, especialmente en espacios amplios y reverberantes típicos de la industria.

La propuesta técnica se basa en la instalación de elementos fonoabsorbentes que reducen la reverberación y amortiguan la energía del ruido en el ambiente. Ecophon destaca tres soluciones principales:

- Sistemas de techo fonoabsorbente, que constituyen el tratamiento más eficaz cuando es posible cubrir la superficie completa.
- Bafles acústicos, diseñados para espacios donde no se puede instalar un techo continuo (por ejemplo, por presencia de instalaciones, puentes grúa o restricciones higiénicas).
- Paneles acústicos de pared, que mejoran la inteligibilidad, evitan reflexiones indeseadas y reducen la propagación del ruido a lo largo del espacio.

Imagen: Ejemplos de cerramientos sobre la fuente emisora.
Fuente: AS4 Ingeniería

La estrategia de diseño acústico propuesta por Ecophon sigue un enfoque escalonado: encapsular o aislar maquinaria ruidosa cuando sea posible, amortiguar la fuente, introducir elementos fonoabsorbentes en el entorno y, finalmente, garantizar que las personas trabajadoras reciban el menor nivel de ruido posible. Este modelo permite adaptarse a distintos escenarios industriales y cumplir requisitos de higiene, estanqueidad, estabilidad, facilidad de limpieza y compatibilidad con otras instalaciones.

Más información aquí o en su web https://www.ecophon.com/es/

-.-

Otra empresa que trabaja en líneas de reducción del ruido por acondicionamiento de espacios es Baswa. Esta ofrece un sistema integral de acondicionamiento acústico de alto rendimiento, concebido para mejorar el confort acústico mediante superficies continuas, estéticas y altamente absorbentes. Sus soluciones combinan materiales naturales, como granulados de mármol blanco seleccionados y materiales minerales reciclados, con tecnología de absorción avanzada, dando lugar a superficies acústicas que se integran completamente en el diseño arquitectónico sin modificar su estética. Su enfoque se basa en crear entornos saludables, donde la reducción del ruido contribuye al bienestar, la concentración y la salud.

Imagen: Componentes naturales que conforman un acondicionamiento acústico con restos de mármol
Fuente: BASWA

El sistema BASWA Phon es la base técnica de la solución ya que crean paneles acústicos recubiertos con una o dos capas de revestimiento fino, sin juntas visibles, que pueden instalarse en techos y paredes. Dependiendo del espesor (30–70 mm) y del tipo de montaje, alcanzan coeficientes de absorción muy elevados, hasta αw = 0,95 y NRC = 1,05, permitiendo un acondicionamiento eficaz incluso en espacios grandes o con elevada reverberación. La versatilidad del material permite su instalación en superficies planas, curvas, bóvedas o cúpulas, lo que facilita su uso en entornos diversos, además de tener una alta resistencia a la humedad.

Más información aquí o en su web https://www.baswa.com/es/

b) Apantallamiento del medio

Los tratamientos en el medio desempeñan un papel esencial en el control del ruido industrial porque actúan directamente sobre el entorno, interrumpiendo la propagación del sonido desde las máquinas hacia las personas trabajadoras en zonas anexas e incluso más alejadas. Estas soluciones no modifican la maquinaria ni dependen del uso de equipos de protección individual, sino que transforman el espacio para convertirlo en un aliado del bienestar acústico.

La sectorización acústica es una de las medidas más eficaces dentro del medio. Consiste en crear zonas de trabajo protegidas mediante paneles aislantes y absorbentes que actúan como barrera física frente al ruido. Al separar espacialmente a las personas de los focos sonoros, especialmente cuando su tarea no implica estar junto a la maquinaria, se consigue una reducción directa y notable de la exposición. Esta estrategia permite que amplias áreas de la nave funcionen como espacios de bajo impacto acústico, demostrando cómo el medio puede configurarse para bloquear la propagación del ruido.

Esta solución convierte el medio en una herramienta activa de protección frente al ruido, mejorando el ambiente laboral, reduciendo la transmisión sonora entre áreas y favoreciendo el cumplimiento de los requisitos legales. Su implementación demuestra que, además de actuar sobre la máquina y sobre la persona, modificar inteligentemente el entorno es fundamental para controlar eficazmente la propagación del ruido industrial.

Acústica integral y AS4 Ingeniería disponen de soluciones que permiten actuar de manera específica sobre el medio. En las imágenes siguientes podemos observar diversas soluciones que pudieran ser estudiadas para ser implantadas en nuestro sector.

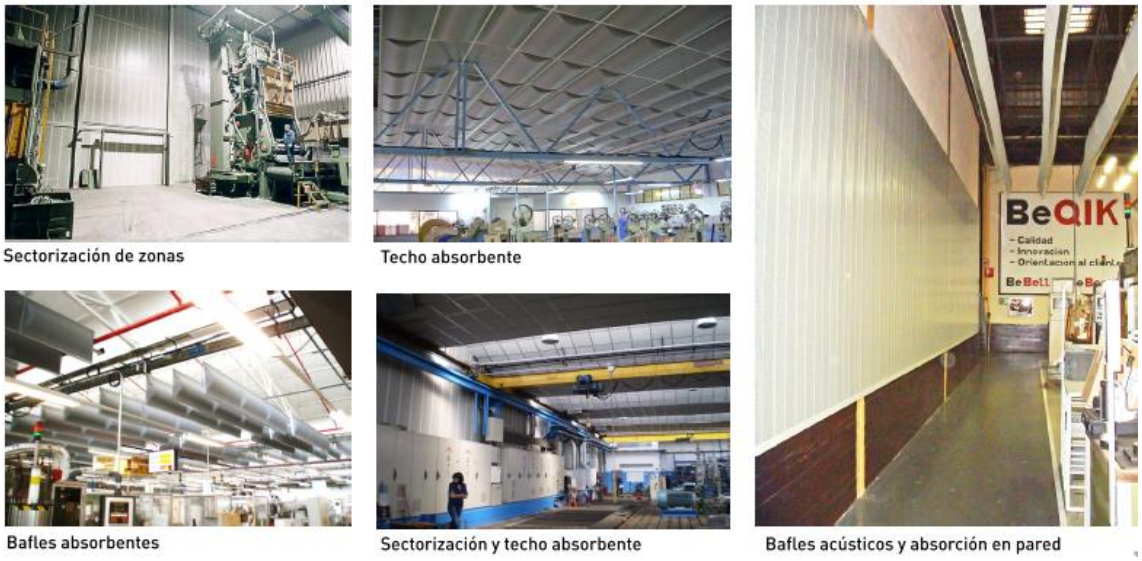


Imagen: Ejemplos de cerramientos y actuaciones encaminadas a controlar el ruido en el medio.
Fuente: Acústica Integral

Más información aquí o en su web https://www.acusticaintegral.com/

Imagen: Ejemplos de cerramientos sobre el medio gracias a pantallas acústicas.
Fuente: AS4 Ingeniería

Más información aquí o en su web https://as4ingenieria.com/

Ejemplos de soluciones en la persona expuesta

En aquellos puestos donde la persona trabajadora desarrolla sus tareas de forma fija y próxima a entornos ruidosos, es necesario garantizar su protección frente al ruido general de la fábrica. Si bien los Equipos de Protección Individual (EPIs), como tapones y orejeras, son una medida esencial y pueden utilizarse siempre que sea necesario, en determinados casos resulta más eficaz optar por una cabina acústica de protección, especialmente cuando la exposición es prolongada o los niveles de ruido son muy elevados.

Las cabinas acústicas completas crean un espacio aislado donde la persona puede desempeñar sus tareas con un nivel de ruido considerablemente reducido. Esto disminuye su exposición diaria y mejora el confort acústico, reduciendo fatiga, estrés y riesgo de daños auditivos. Dado que la mayor parte de la jornada se realiza dentro de la cabina, los EPIs solo serían necesarios cuando se deba salir puntualmente para realizar otras tareas.

Existen también cabinas de descanso, cuyo objetivo es proteger a las personas durante sus pausas, evitando que continúen expuestas al ruido ambiental de la fábrica incluso cuando no están trabajando. Estas cabinas están completamente equipadas para que las actividades de descanso puedan desarrollarse sin necesidad de soportar el ruido exterior, contribuyendo al bienestar y recuperación de las personas expuestas.

Imagen: Ejemplos de cabinas destinadas a proteger a la persona del ruido
Fuente: Acústica Integral

Cuando las características del puesto no permiten un cerramiento completo, pueden instalarse cabinas acústicas parciales, diseñadas específicamente según la posición del operario y la localización de las fuentes de ruido más relevantes. Aunque no aíslan totalmente, permiten reducir de manera significativa el nivel de ruido recibido en el punto de control, constituyendo una alternativa eficaz cuando la configuración del trabajo lo requiere.

En conjunto, estas soluciones demuestran que, además de los EPIs, es posible proteger de forma más efectiva a la persona receptora del ruido mediante espacios acústicamente tratados que reducen la propagación del sonido y protegen la salud auditiva a largo plazo.

Más información aquí o en su web https://www.acusticaintegral.com/

7.4. Verificación del cumplimiento de las obligaciones

Una vez aplicadas las actuaciones establecidas en el RD 286/2006 es imprescindible comprobar que las medidas preventivas y de protección son efectivas y funcionan; para ello será necesario, además de mantener en buen estado todas las inversiones realizadas, llevar a cabo mediciones periódicas para verificar cuáles son las condiciones de trabajo a las que se tienen expuestas a las personas de un lugar de trabajo.

8. ACTUACIONES MÉDICAS PARA CONTROL DEL RUIDO

En la industria del mármol, el ruido está presente en la industria extractiva y en las plantas de elaboración, por lo que forma parte del día a día. Las perforadoras, máquinas de corte, las pulidoras, las sierras rozadoras, el tránsito de vehículos o las cargas y descargas generan niveles sonoros elevados, muchas veces superiores a los valores que la normativa considera seguros. Esta realidad, lejos de normalizarse, debe entenderse como un riesgo laboral que requiere atención, conocimiento y, sobre todo, un compromiso decidido por parte de las empresas, los servicios de prevención y las personas trabajadoras. En este contexto, la medicina del trabajo se convierte en una pieza clave para garantizar entornos laborales verdaderamente seguros y saludables.

Imagen: Almacenamiento de tablas en almacén
Fuente: CTM

8.1. Aspectos genéricos y normativos

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece que la empresa debe garantizar un seguimiento periódico del estado de salud de la plantilla en función de los riesgos del puesto, y lo hace no como una acción asistencial al estilo tradicional, sino como una herramienta preventiva. Su objetivo es detectar lo antes posible cualquier alteración relacionada con el trabajo y evitar que un daño incipiente termine convirtiéndose en un problema crónico, irreversible o incapacitante. Aunque la ley señala que esta vigilancia es, por lo general, voluntaria, también recuerda que existen situaciones en las que pasa a ser

obligatoria. Una de estas situaciones es la exposición a riesgos que pueden generar una enfermedad profesional.

Aquí la normativa sanitaria y laboral converge de forma clara, ya que el Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social obliga a las empresas a realizar reconocimientos médicos previos y periódicos en aquellos puestos que puedan originar una enfermedad profesional, y establece que estos reconocimientos son obligatorios para las personas trabajadoras expuestas a estos riesgos. Y este punto es especialmente relevante para el sector del mármol, porque la pérdida auditiva inducida por ruido se encuentra incluida en el Cuadro de Enfermedades Profesionales, lo que implica que la vigilancia de la salud deja de ser una opción y pasa a ser un deber compartido, ya que la empresa debe ofrecerla y la persona trabajadora debe realizarla. Este marco legal subraya que, en un entorno ruidoso, la vigilancia de la salud no es simplemente recomendable, por lo que es esencial y por lo tanto obligatoria.

El Real Decreto 286/2006 refuerza este planteamiento al regular de forma específica la protección frente al ruido en el trabajo. Su artículo 11 establece que todas las personas expuestas por encima de los valores superiores de exposición deben contar con un programa de vigilancia de la salud adecuado, que incluya controles audiométricos periódicos y otras pruebas relacionadas con el estado del oído interno. Este programa no debe verse como una formalidad o un trámite anual, sino como un sistema de alarma temprana que permite saber si las medidas preventivas funcionan, si los protectores auditivos se están utilizando correctamente o si existen fallos en la organización del trabajo.

8.2. La vigilancia de la salud colectiva e individual

La vigilancia de la salud en relación con el ruido tiene dos dimensiones complementarias que deben comprenderse en profundidad. Por un lado, está la vigilancia individual, que permite conocer cómo responde cada persona trabajadora a la exposición. Sabemos que dos personas en el mismo taller, operando la misma maquinaria y durante el mismo tiempo, pueden presentar evoluciones auditivas muy distintas: algunas mantienen su audición estable durante años, mientras que otras desarrollan pérdidas tempranas incluso con niveles similares de exposición. Esta variabilidad humana hace imprescindible una vigilancia personalizada, que permita detectar señales tempranas de hipoacusia, identificar a personas especialmente sensibles o determinar si hay incompatibilidades entre las características del puesto y las condiciones de salud de quien lo ocupa. Detectar

a tiempo una caída en la audición puede marcar la diferencia entre aplicar medidas correctoras eficaces o enfrentarse a un daño irreversible.

Por otro lado, la vigilancia colectiva nos ofrece una visión mucho más amplia y estratégica. Cuando se analizan los datos de toda la plantilla, se pueden identificar patrones que resultan muy valiosos para comprender la realidad acústica de la empresa. Por ejemplo, si varias personas del mismo turno o área presentan pérdidas auditivas similares, es un indicio de que las medidas implantadas no están funcionando correctamente en ese espacio: quizás los aislamientos no son suficientes, la maquinaria necesita mantenimiento, los protectores auditivos no se ajustan bien o la organización del trabajo genera exposiciones más prolongadas de lo previsto. Esta información permite revisar la evaluación de riesgos, priorizar acciones, corregir fallos y mejorar el entorno de manera global. La vigilancia colectiva convierte el dato sanitario en un motor para transformar el lugar de trabajo.

Imagen: Detalle de las lamas de un telar destinado al corte de bloques en tablas
Fuente: CTM

En el sector del mármol, esta dimensión colectiva es crucial. Los procesos productivos generan ruido de forma constante y la combinación de maquinaria antigua, espacios reverberantes y trabajos simultáneos puede incrementar notablemente la exposición. Por

ello, la vigilancia de la salud no puede limitarse a registrar resultados individuales, sino que debe servir como una brújula preventiva que oriente las decisiones sobre inversiones en equipos más silenciosos, rediseño de instalaciones, instalación de barreras acústicas, sustitución de procesos o mejora de los programas de formación en el uso de protección auditiva.

Además, la vigilancia de la salud tiene un papel importante en la educación sanitaria y la cultura preventiva, especialmente en sectores como el mármol donde el ruido puede percibirse como algo habitual. Muchas personas solo son conscientes del daño cuando el deterioro auditivo ya es significativo, y por eso la comunicación clara y continua es esencial. Explicar cómo afecta el ruido al oído, por qué una audiometría es relevante, aunque “se oiga bien”, o cómo elegir y ajustar correctamente los protectores auditivos, contribuye a que cada persona se convierta en agente activo de su propia protección.

Por último, la vigilancia de la salud debe desarrollarse siempre con pleno respeto a la intimidad y la confidencialidad. Los resultados médicos son personales y solo pueden comunicarse a la empresa en forma de conclusiones preventivas, como “apto”, “no apto” o recomendaciones específicas para mejorar la protección. Mantener este respeto es fundamental para generar confianza y asegurar que el personal sanitario puede actuar con rigor técnico y neutralidad.

	250	**500**	**1000**	**2000**	**3000**	**4000**	**6000**	**8000**
OD	30	25	20	15	20	20	15	20
OI	25	20	20	15	20	20	25	25

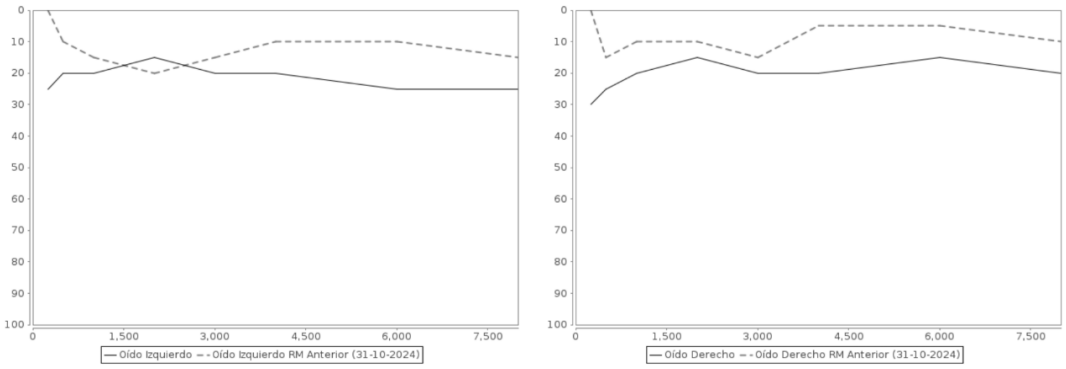
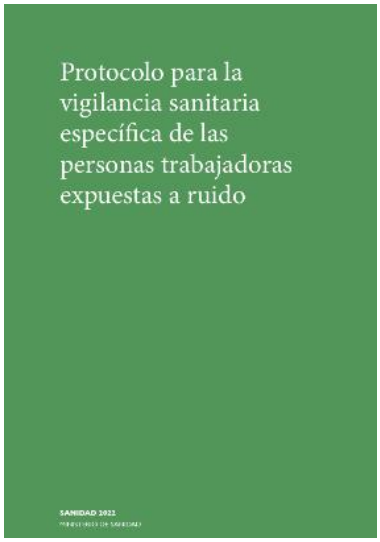


Imagen: Resultados de una audiometría en oído izquierdo y oído derecho
Fuente: CTM

En conjunto, la vigilancia de la salud frente al ruido en la industria del mármol es mucho más que un requisito legal: es una herramienta poderosa para evitar la pérdida auditiva,

para evaluar de manera realista la eficacia de las medidas preventivas, para mejorar los procesos productivos y para proteger a las personas que, con su trabajo, transforman la piedra natural en un producto apreciado en todo el mundo. Es una inversión en salud, en calidad y en futuro.

8.3. El Protocolo para la vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas a ruido



El Protocolo para la Vigilancia Sanitaria Específica de las personas trabajadoras expuestas a ruido fue actualizado por el Ministerio de Sanidad en 2022 y constituye una guía esencial para profesionales del ámbito médico principalmente y empresas que desean garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables.

Este protocolo recuerda que el ruido no solo puede dañar el oído interno, sino que también puede interactuar con otros factores, como sustancias químicas, fármacos o vibraciones, produciendo un efecto acumulativo. De la misma manera, puede aumentar el riesgo de hipertensión o complicar un embarazo. Conocer estos efectos es fundamental para integrar la vigilancia de la salud dentro de un enfoque preventivo global.

Uno de los pilares del protocolo es la detección precoz. La pérdida auditiva suele comenzar en frecuencias altas que no forman parte de la conversación habitual, lo que hace que la persona afectada no perciba el daño hasta que está avanzado. Por eso, el documento insiste en la importancia de las audiometrías periódicas, que permiten observar cómo evoluciona la audición y detectar cualquier deterioro en etapas tempranas. En la industria del mármol, esta detección temprana es clave para evitar daños irreversibles en profesionales que llevan años expuestos al ruido.

El protocolo también establece criterios claros de actuación. Cuando se detecta una caída significativa en el umbral auditivo, se debe realizar una audiometría de confirmación tras un descanso acústico adecuado. Si el deterioro se confirma, se deben adoptar medidas preventivas específicas: reforzar la protección auditiva, revisar la exposición real en el puesto, reorganizar tareas, adaptar el puesto o, en los casos más graves, recomendar el

cambio de actividad. Esta forma de actuar garantiza que los daños no progresen y que se proteja al máximo la salud auditiva.

Además, el documento ofrece pautas para situaciones particulares que pueden darse en la industria del mármol. Por ejemplo, si existe exposición conjunta a ruido y productos químicos utilizados en el mantenimiento de maquinaria, o si una persona trabajadora toma fármacos con efectos ototóxicos, es necesario aumentar la vigilancia y extremar las medidas de protección. En el caso de trabajadoras embarazadas, el protocolo recomienda evitar la exposición al ruido a partir de la semana 20 de gestación para proteger la salud del feto.

Para valorar si una persona expuesta al ruido es apta para desempeñar su puesto, el protocolo establece una serie de pruebas médicas obligatorias y muy estructuradas. Estas pruebas buscan detectar de forma temprana cualquier pérdida auditiva y comprobar si las medidas preventivas están funcionando.

La primera parte consiste en obtener una historia clínico-laboral completa, donde se recoge cuánto ruido ha soportado la persona en su trabajo actual y anterior, qué medidas preventivas utiliza y si existen antecedentes personales o familiares que puedan influir en la audición. También se anotan factores de riesgo como el uso de fármacos ototóxicos, el consumo de tabaco o exposiciones intensas en el tiempo libre.

Después se realiza una exploración médica, que incluye una otoscopia para comprobar que el conducto auditivo y el tímpano están en buen estado y que no hay tapones o infecciones que alteren la audición.

La prueba clave es la audiometría tonal liminar, que mide la capacidad auditiva en distintas frecuencias. Para que sea válida, debe realizarse en una cabina silenciosa y con el audiómetro correctamente calibrado. La primera audiometría se hace tras 12 horas de reposo auditivo y sirve como referencia inicial para comparaciones futuras.

Posteriormente se realizan audiometrías periódicas dependiendo del nivel de exposición. Si se detecta una caída importante de la audición, se realiza una audiometría de confirmación, que distingue entre una pérdida temporal y un daño permanente.

Con todas estas pruebas, el personal sanitario determina la aptitud de la persona trabajadora. Puede ser:

- Apta, si no hay pérdida auditiva.

- Apta con recomendaciones, si existe algún factor de riesgo o deterioro moderado que exige medidas adicionales.
- No apta, cuando la pérdida auditiva es grave o pone en riesgo su seguridad o la de otras personas.

En conjunto, este proceso garantiza una evaluación rigurosa de la salud auditiva, permite actuar antes de que el daño sea irreversible y asegura que las personas expuestas al ruido trabajan en condiciones seguras y saludables.

Imagen: Carretilla elevadora cargada con un bundle de tablas en un almacén
Fuente: CTM

En todos los casos, la vigilancia sanitaria debe realizarse con rigor científico y respetando la confidencialidad. Los resultados médicos no se comunican a la empresa en detalle, sino en forma de conclusiones preventivas, como la aptitud para el puesto o recomendaciones orientadas a mejorar la protección.

En definitiva, este protocolo constituye una herramienta indispensable para cualquier empresa del sector del mármol que quiera garantizar la protección de la audición y la salud general de su plantilla. Su aplicación permite anticipar riesgos, evitar daños irreversibles y, además, proporciona información valiosa para mejorar la organización del trabajo y la eficacia de las medidas preventivas implantadas en la fuente, en el medio y en la propia

persona trabajadora. Integrarlo en la gestión preventiva es una forma de reforzar la cultura de seguridad y avanzar hacia entornos laborales más saludables y sostenibles.

9. DIRECTORIO DE EMPRESAS COLABORADORAS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a las empresas Acústica Integral, AS4 Ingeniería Acústica, BASWA Acoustic y Ecophon Saint-Gobain por su valiosa colaboración en este proyecto. La participación activa de sus equipos técnicos, representados por Josep Sanmartin, Alejandro Sendín, Carlos Pelegrín y Salomé Dumont, ha permitido enriquecer los contenidos con una visión profesional basada en la experiencia real en soluciones acústicas aplicadas. Su disponibilidad, compromiso y generosidad al compartir conocimiento técnico han contribuido de manera decisiva al rigor y utilidad de este material.

Acústica Integral
making acoustics

Josep Sanmartín
Director Comercial
+34 618 316 109
sanmartin@acusticaintegral.com
https://www.acusticaintegral.com/

AS4
INGENIERÍA
ACÚSTICA

Alejandro Sendín
Director
+34 613 01 85 88
a.sendin@as4ingenieria.com
https://as4ingenieria.com/

BASWA acoustic®

Carlos Pelegrín
Ingeniero acústico - Jefe de ventas
+34 671 767 860
carlos.pelegrin@baswa.com
https://www.baswa.com/es/

ecophon
SAINT-GOBAIN

Salomé Dumont
Coordinadora de proyectos
+34 660 752 850
salome.dumont@saint-gobain.com
www.ecophon.es - www.eurocoustic.es

El apoyo ofrecido por estas entidades especializadas, referentes en el ámbito del control del ruido y la ingeniería acústica, refuerza la importancia de la cooperación entre el sector empresarial, la comunidad técnica y las personas responsables de la prevención de riesgos laborales. Gracias a su implicación, este proyecto avanza en el objetivo común de mejorar las condiciones de trabajo, promover entornos laborales más seguros y saludables, y seguir construyendo una auténtica cultura preventiva en el sector de la piedra natural.

10. BIBLIOGRAFÍA

Falch, E. (1997). Guía ambiental para el manejo de problemas de ruido en la industria minera. Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros, Ministerio de Energía y Minas (Perú).

Hita López, F. (s. f.). Ruido. Normativa legal y evaluación.

Hita López, F. (s. f.). Ruido. Casos prácticos.

Hita López, F. (s. f.). Vibraciones + ruido: Casos prácticos. Ejercicios tipo.

Hita López, F., Lozano del Amor, P., & Soler Reina, M. D. (2021). Mejora de las condiciones de trabajo asociadas al ruido en la industria extractiva y elaboración de piedra natural y afines: Casos prácticos resueltos. Centro Tecnológico del Mármol, Piedra y Materiales.

Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT). (2025). Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Laboral 2025-2029: Las personas en el centro de la prevención. Generalitat Valenciana.

Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT). (s. f.). Accidentes de trabajo: Estadísticas y estudios de siniestralidad laboral en la Comunitat Valenciana.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (2022). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido en los lugares de trabajo.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales. Boletín Oficial del Estado, 269, 32590–32611.

Ministerio de Trabajo y Economía Social & Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2023). Estrategia española de seguridad y salud en el trabajo 2023-2027. INSST.

Náf Cortés, R. R. (2013). Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial (LIB.018). FREMAP.

Pavón, I., & Recuero, M. (2006). Exposición al ruido en explotaciones mineras en la Comunidad de Madrid. En ORP 2006: Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera. (1985). Boletín Oficial del Estado, nº 140, 3 de junio de 1985.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Boletín Oficial del Estado, 27, 3039–3052.

Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, en materia de coordinación de actividades empresariales. Boletín Oficial del Estado, 27, 4180–4187.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de las personas trabajadoras contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. Boletín Oficial del Estado, 60, 10241–10250.

Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. Boletín Oficial del Estado, 302, 43088–43130.

Sanmartín, J. (s.f.). Conceptos de acústica (ebook 1). Acústica Integral.

Promueve

mármol de alicante

Asociación de la comunidad valenciana

Subvenciona

GENERALITAT VALENCIANA

Conselleria d'Educació, Universitats i Ocupació

Desarrollo técnico

CTm

Centro Tecnológico

del mármol, piedra y materiales

Colaboran

Acústica Integral

making acoustics

AS4

INGENIERÍA ACÚSTICA

BASWA acoustic®

ecophon

SAINT-GOBAIN