

Assessment of risks produced by high levels of noise exposure of workers in the washing area in the industry.

Millones Montero, Mauricio Esteban¹, Rojas del Águila, Sael¹, Rodríguez Santos Marycarmen¹, Infante Takey Henry¹, ¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, u19218204@utp.edu.pe, u19211632@utp.edu.pe, c24364@utp.edu.pe, c19592@utp.edu.pe

Abstract- Noise is very present in the lives of human beings and can cause effects on their well-being. The World Health Organization (WHO) defines noise as an unpleasant and annoying sound potentially harmful to health. Health effects were first recognized in workplace environments, such as looms, where high noise levels were associated with noise-induced hearing loss. Occupational noise is the type of noise exposure that has been widely studied. This review aims to analyze information regarding the evaluation of risks caused by constant exposure to high noise levels in the industrial sector. 73 original articles were found in the Scopus search engine up to 2023, and only 25 articles met the inclusion criteria. Noise evaluation by dosimetry is the most used in the selected studies. Different methods were found to reduce machinery noise. of the main industries, applying materials that reduce noise, algorithms, among others and cases where energy savings have achieved the reduction. Risk assessment in the industry helps organizations know the factors that affect workers; in the case presented, the loud noises produced by machines affect workers psychologically and physically. The methods presented, such as the implementation of noise-insulating materials, which are greatly reduced with polyurethane material (earmuffs, air gun silencers, among others), mathematical methods (algorithms and measurements), and energy savings, would help the organization to reduce these risks.

Keywords: Noise, Hearing effects, Occupational Health, Devices, Machinery

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Evaluación de riesgos producidos por los altos niveles de ruido de exposición de los trabajadores del área de lavado en la industria

Millones Montero, Mauricio Esteban¹, Rojas del Águila, Sael¹, Rodríguez Santos Marycarmen¹, Infante Takey Henry¹, ¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, u19218204@utp.edu.pe, u19211632@utp.edu.pe, c24364@utp.edu.pe, c19592@utp.edu.pe

Resumen- El ruido está muy presente en la vida del ser humano y puede causar efectos en su bienestar. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el ruido como un sonido desagradable y molesto que es potencialmente perjudicial para la salud. Los efectos sobre la salud se reconocieron por primera vez en entornos laborales, como los telares, donde los niveles elevados de ruido se asociaban a la pérdida de audición inducida por el ruido. El ruido laboral es el tipo de exposición al ruido que más se ha estudiado. Esta revisión pretende analizar información referente a la evaluación de riesgos ocasionados por la exposición constante a los altos niveles de ruido en el sector industrial. Se encontraron 73 artículos originales en el buscador Scopus hasta 2023, de los cuales 25 artículos cumplían los criterios de inclusión. La evaluación del ruido mediante dosimetría es la más utilizada en los estudios seleccionados. Se encontraron diferentes métodos para reducir el ruido de la maquinaria. de las principales industrias, aplicando materiales que reducen el ruido, algoritmos, entre otros y casos donde con el ahorro de energía se ha conseguido la reducción. La evaluación de riesgos en la industria ayuda a las organizaciones a conocer los factores que afectan a los trabajadores, en el caso presentado los fuertes ruidos producidos por las máquinas afectan tanto psicológica como físicamente a los trabajadores. Los métodos presentados como la implementación de materiales aislantes del ruido, que se reducen en gran medida con material de poliuretano (orejeras, silenciadores de pistolas de aire, entre otros), métodos matemáticos (algoritmos y mediciones) y el ahorro de energía ayudarían a la organización a reducir estos riesgos.

Palabras clave: Ruido, Efectos auditivos, Salud laboral, Dispositivos, Maquinaria.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha existido una problemática muy notoria en la mayoría de las empresas del sector industrial, ya sea en los rubros de metalurgia, construcción, metalmecánica, entre otros. Esta situación se refiere a la poca prevención de riesgos, causado por los distintos factores externos e internos al área de trabajo. Algunos de estos riesgos son evitados con medidas de control efectivas, pero no garantizan su eliminación para la seguridad del trabajador. Para eso, se realiza una evaluación de riesgos cuyo objetivo principal es salvar la vida y la salud de los trabajadores, evitando así cualquier posible daño a los activos de la empresa. [1]

La acelerada industrialización está generando desafíos

tales como el ruido, la contaminación del aire, del suelo y del agua, lo que resulta en condiciones laborales precarias y diversos problemas de salud. La industrialización se ha convertido en un significativo problema tanto físico como psicológico a nivel global. La industria desempeña un papel fundamental en la transformación de la materia prima en productos terminados. La cuestión del ruido es reconocida a nivel mundial, y la mayoría de las industrias no están al tanto de las normas de seguridad establecidas [2].

Es por ello, que se debe evaluar las distintas áreas de trabajo que existen en el sector industrial, y en lo que respecta a este estudio se ha considerado como contexto el área de lavado interno del sector metalmecánico, ya que los trabajadores se encuentran expuestos a altos niveles de ruido. A razón de lo anterior, cabe señalar que los niveles elevados de ruido no sólo suponen una amenaza para la salud de los trabajadores, sino que también pueden aumentar el riesgo de otros accidentes debido a una comunicación ineficaz y a las alarmas [3].

De esta manera, los niveles de ruido en el área de lavado interno sobrepasan los LMP (límites máximo-permisibles) establecidos por normativa, esto sucede cuando el aire comprimido se expande fuera del sistema de compresión y al hacerlo, se genera turbulencia que produce altos niveles de ruido. Existe una resolución ministerial (R.M.) N° 375-2008-TR que regula esta situación, y en cuanto a los trabajos o las tareas, debe tomarse en cuenta que el tiempo de exposición al ruido industrial observará de forma obligatoria el siguiente criterio: para jornadas laborales de 8 horas el nivel de ruido recibido no debe exceder los 85 decibeles (dB) [4].

Al respecto, a nivel internacional, es relevante resaltar que, la normativa vigente en Brasil establece la obligación de realizar audiogramas a todos los trabajadores expuestos al ruido en el momento de su contratación, luego de seis meses de empleo (primera prueba periódica) y de forma anual tras la primera prueba periódica. En contraste, en otros países, las regulaciones de los programas de conservación de la audición no incluyen la necesidad de realizar pruebas audiométricas a los seis meses de empleo, sino únicamente de manera anual. No existen pruebas que respalden que la frecuencia adoptada por la legislación brasileña sea la más apropiada [5].

En este orden de ideas, puede asegurarse que las evaluaciones auditivas regulares son consideradas como un eficaz medio para evaluar la efectividad de las medidas de

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

preservación auditiva ya que el deterioro progresivo de los niveles auditivos de los trabajadores con el tiempo puede señalar que las medidas de conservación auditiva implementadas por la empresa no han tenido el efecto deseado [6].

En el presente trabajo se realizó una revisión sistemática de literatura sobre el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) en áreas laborales de altos niveles de ruido, las enfermedades que ocasionan y los equipos que utilizan en el área, con la intención de ubicar estudios desarrollados en la reducción del ruido y posibles mejoras de otros países. Por tanto, el objetivo del trabajo realizado es analizar información referente a la evaluación de riesgos ocasionados por la exposición constante a los altos niveles de ruido en el sector industrial, y así tener una visión más clara para resguardar la salud auditiva de los trabajadores previniendo posibles enfermedades ocupacionales.

II. METODOLOGÍA

En esta investigación se realizó una búsqueda sistemática de literatura a través de la base de datos Scopus, la cual se seleccionó por su confiabilidad y publicación de artículos de las mejores revistas científicas y universidades del mundo. En primer lugar, se redactó la pregunta PICO que tiene distintos criterios, con la intención de identificar los elementos a considera en la búsqueda de información empleando para ello la base de datos seleccionada. A continuación, en la tabla I se especifica el significado de cada uno de los componentes de la pregunta PICO:

Tabla I.
COMPOSICIÓN DE LA PREGUNTA PICO

COMPONENTE	INDICA
P	El problema o población que será estudiada, en este caso será los “trabajadores del área de lavado del área industrial”
I	La intervención, esto quiere decir que se escoge el método de investigación, el escogido fue la “evaluación de riesgos”.
C	consiste en la diferenciación del método escogido con otros, en la revisión sistemática se optó por la “evaluación de riesgos producidos por los altos niveles de ruido a los que están expuestos”
O	Los resultados o lo que se quiere obtener con el trabajo, se estableció “disminuir los altos niveles de ruido”

Al momento de combinar estos componentes, se formula la siguiente pregunta: “¿Qué evaluación de riesgos se realizan a los trabajadores del área de lavado en la industria para disminuir los altos niveles de ruido?”

En segundo lugar, ya obtenida la pregunta PICO, se van declarando palabras clave que se correspondan con los componentes de la pregunta indicada con el propósito de generar una ecuación de búsqueda que permita ubicar los datos más fiables para profundizar en la temática de interés para el estudio. Para la selección de los artículos que servirán en la Revisión Sistemática de Literatura (RSL), se utilizó la metodología PRISMA, la cual permite tener criterios de inclusión o exclusión en los documentos encontrados ajustados a la siguiente ecuación de búsqueda:

TITLE-ABS-KEY ("industries" OR "workers" OR "metalworking" OR "organization") AND TITLE-ABS-KEY ("noise monitoring" OR "ISO 9612" OR "Noise audits" OR "prevention" OR "audit" OR "standardization" OR "reductions" OR "noise" OR "hygiene") AND TITLE-ABS-KEY ("Compressed air" OR "pressurized air" OR "pressure air gun" OR "air gun noise protection nozzle") AND PUBYEAR > 2015 AND PUBYEAR < 2023 AND (EXCLUDE (SUBJAREA, "ENER"))

Los criterios de inclusión empelados fueron: CI01: Revistas o artículos que posean información sobre la seguridad laboral; CI02: Artículos o revistas del área industrial relacionados a manera de disminución de ruidos en áreas de trabajo; CI03: Artículos o revistas relacionados con utilización de herramientas neumáticas o con aire comprimido; CI04: Artículos que tengan libre acceso en Scopus. Mientras que los criterios de exclusión fueron: CE01: Artículos que estén relacionados con el ahorro de energía en máquinas; CE03: Artículos o revistas que son pagados o requieran una suscripción; CE04: Publicaciones que se hayan realizado antes del 2008, ya que requiere información reciente.

De la base de datos que se empleó para apoyar el estudio, se obtuvieron 73 artículos, aplicando la metodología PRISMA de la siguiente manera: en primer lugar, se requiere eliminar los artículos duplicados. Se realizó la búsqueda para reconocer dichos artículos, sin embargo, no se encontraron, por lo cual se mantienen los 73 artículos. A continuación, con los artículos seleccionados, se revisó el título y sus resúmenes para verificar si cumplen con nuestro tema requerido. En este caso, se encontraron 22 artículos que no se ajustan al tema de investigación, lo que permitió seleccionar un total de 51 artículos pertinentes a la investigación. Luego, de obtener estos 51 artículos se verifica si se tiene acceso o se necesita alguna suscripción para visualizar el texto completo. Solo se tuvo acceso a 25 artículos. Por último, se aplicó los criterios de exclusión ya mencionados anteriormente y en la figura 1 se presenta el flujo PRISMA, donde se encuentra el proceso de selección.

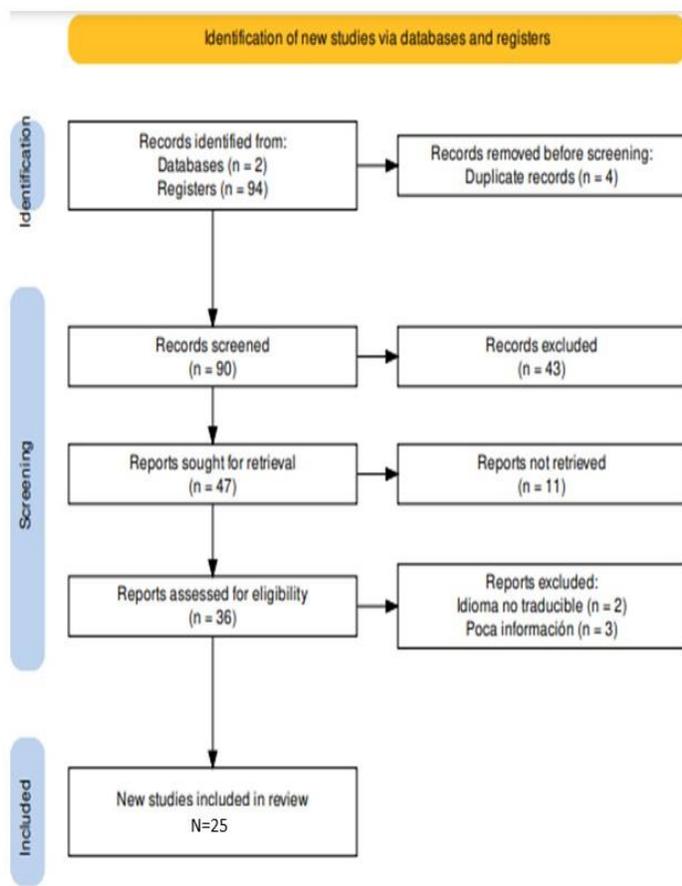
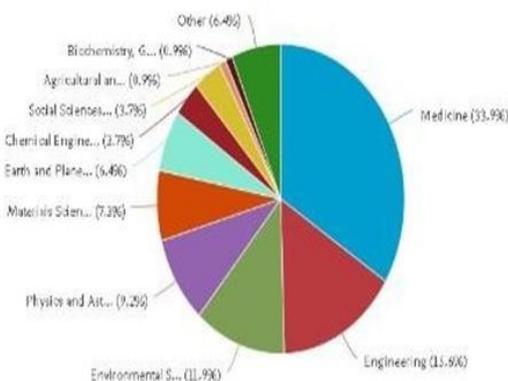


Fig. 1 Diagrama de Flujo Prisma

III. RESULTADOS

La evaluación de riesgos relacionada con los altos niveles de ruido en el área de lavado en la industria es esencial para proteger la salud de los trabajadores, cumplir con las normativas, mejorar el ambiente laboral, aumentar la productividad y reducir los costos asociados con problemas de salud y compensaciones. Luego de aplicar los resultados del diagrama de flujo prisma se accedió a información relevante respecto al tema que se refiere en esta representada en gráficos estadísticos, se inicia entonces mostrando dichos elementos en la Fig 2:

Fig. 2. Artículos publicados por área



Se observa en la Fig 2 que en las áreas de medicina e ingeniería poseen la mayor cantidad de estudios referentes al tema que se aborda en esta Revisión Sistemática de Literatura, la primera con un 33,94% y la segunda, con 15,64%. Ello destaca que la evaluación de riesgos ocasionada por los altos niveles de ruidos a los que se enfrentan los trabajadores, destacando la necesidad de seguir profundizando en esta materia por la relevancia que sugiere para la salud y bienestar de las personas en sus ocupaciones laborales. La importancia de evaluar los riesgos derivados de los elevados niveles de ruido a los que están expuestos los trabajadores radica en la necesidad de salvaguardar la salud y el bienestar de las personas en sus entornos laborales.

En la figura 4 se ofrecen los resultados respecto a los artículos publicados por año:

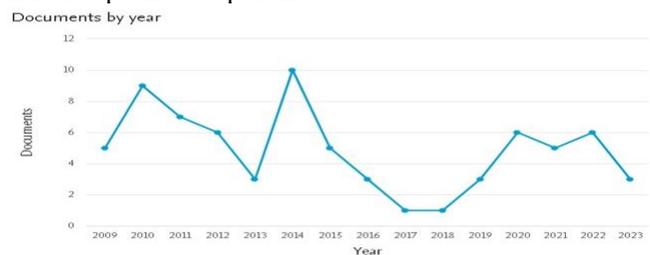


Fig. 3. Documentos publicados por año

Se pudo observar en la búsqueda que la mayor cantidad de artículos publicados en relación con la evaluación de riesgos por la exposición a altos niveles de ruidos se presentaron en el año 2014, teniendo una baja en los siguientes años mientras que en el 2019 incrementan de publicaciones en este tema, llegando a 6 artículos en el 2020, 6 artículos en el 2022 y 5 artículo en el 2023.

Luego de esta revisión se hizo una búsqueda exhaustiva basado en la generación de subpreguntas mediante un análisis crítico de la pregunta PICO. Por ello, es importante saber que, al desglosar la pregunta de investigación en estos cuatro componentes, se logró una formulación clara y estructurada que facilitó la búsqueda y síntesis de la evidencia relevante durante la revisión sistemática acerca de evaluación de riesgos por exposición a niveles alto de ruido en los trabajadores del sector industrial. La pregunta PICO ayudó a definir los criterios de inclusión y exclusión para la selección de estudios, así como a establecer los parámetros para la evaluación de la calidad de la evidencia, en este orden de ideas: ahora bien, la tabla II muestra la información después del análisis de la interrogante ¿Cuál es la evaluación de riesgos que se realiza en la industria?:

Tabla II.
¿CUÁL ES LA EVALUACIÓN DE RIESGOS QUE SE REALIZA EN LA INDUSTRIA?

Artículo	Referencia	Tipo de empresa
[5]	Simoes, Dos santos (2019)	Evaluación de ruido del rubro de construcción
[7]	Gracia, Acevedo (2022)	Empresa metalmecánica colombiana
[9]	Camargo (2020)	Minera de Estados Unidos
[10]	All Safari, Saeed (2023)	Empresa manufacturera Vietnam
[11]	Kadin, Azlan (2023)	Espacios confinados en construcción

La evaluación de riesgos es muy importante en las empresas, ya que ayudan a tener un ambiente seguro al momento de realizar sus operaciones, actividades, entre otros. Se realizan en distintos rubros en la industria y este estudio realizado se muestran algunos distintos casos donde se han aplicado una evaluación de riesgos en la industria. Se realizó una evaluación de riesgos al sector construcción, a través de la percepción de riesgos que los trabajadores sienten sobre los equipos que utilizan en su área de trabajo [5]. Asimismo, en una empresa metalmecánica colombiana se realiza un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud, esta ayuda que los principales riesgos de la empresa, como es el desorden el área de trabajo, inhalación por sustancias, vibraciones, ruidos fuertes, entre otros que son estudiados a fondo para ser reducidos o contrarrestar sus daños. [7].

En una empresa de construcción china de construcción se realizó un estudio que tenía como objetivo reducir los riesgos de ruido en sus áreas de trabajo, estableciendo la relación del ruido y el comportamiento de sus trabajadores, identificando como los afecta en su productividad y emocionalmente en su labor, identificando las fuentes de ruido que más los afecta [9]. Una minera de Estados Unidos sobre la evaluación de riesgos se realiza a través de un estudio de la relación que existe entre la pérdida auditiva de los trabajadores que están expuestos en su hora de trabajo con la maquinaria que utilizan [10].

Asimismo, una manera de realizar una evaluación de riesgos es mediante la implementación de medidas de seguridad y salud en el área laboral, ya sea de una pequeña o mediana empresa [9], revisando que procedimientos posee y conociendo las distintas áreas que se encuentran en la empresa, metodologías aplicadas, entre otros. Por último, una evaluación de los espacios confinados en el sector construcción, donde se detalla más precisamente los riesgos en áreas de trabajo reducidas y se busca el bienestar del trabajador [11]. En la tabla III se mencionan los artículos que ofrecen una definición de la evaluación de riesgos:

Tabla III.
DEFINICIÓN DE EVALUACIÓN DE RIESGOS

Artículo	Referencia	Definición
[12]	Gia-Ken, Tua-Anh, Toan-Pham, Minh-Quan (2023)	Identificación y evaluación de los factores que afectan a la implementación de la seguridad y salud ocupacional de empleados y empleadores y su impacto con la seguridad y salud ocupacional
[7]	Gracia, Acevedo (2022)	La seguridad y salud en la industria integra procedimientos, técnicas y elementos que pueden ser aplicados para la identificar evaluar y controlar agentes peligrosos utilizados en procesos y actividades de la empresa

Para comprender estas evaluaciones aplicadas en la industria, se debe tener una noción o definición exacta de la evaluación de riesgos, así pues, la evaluación de riesgos es la identificación y evaluación de los factores que afectan a la implementación de la seguridad y salud ocupacional de empleados y empleadores y su impacto con la seguridad y salud ocupacional, esta evaluación debe tener un alcance en toda la organización y sus procesos [12].

De esta manera, la evaluación de riesgos es la integración de procedimientos, técnicas y elementos que pueden ser aplicados para la identificación, evaluación y regulación de agentes peligrosos utilizados en procesos y actividades de la empresa [7]. Por ello, la evaluación permite reducir y controlar los agentes externos que pueden causar algún daño o afectan al trabajador en su área de trabajo. También es un argumento adicional que lo apoya, pues indica que la evaluación es la estimación a través de metodologías de la carga de factores que pueden en poner en riesgo la salud del trabajador [12]. De esta manera, se destaca la comprensión clara de la evaluación de riesgos aborda diversas definiciones y perspectivas, y la importancia de la protección de la salud ocupacional en la industria. A continuación, se muestra la tabla IV con los resultados respecto a efectos de los ruidos en los trabajadores:

Tabla IV.
EFECTOS DE LOS RUIDOS EN LOS TRABAJADORES

Artículo	Referencia	Efectos del ruido
[21]	Kozlowski y Mlynski (2017)	Ruido en el rango de frecuencia audible por encima de 8 kHz se da en lugares donde se trabaja con maquinarias industriales, como máquinas de corte, neumáticas, entre otros. En muchos casos, produce mareos, dolores de cabeza, pérdida de equilibrio, náuseas, entre otras molestias
[16]	Zaraushani, Abdolhi, Beheshti, Safari, Eryani, Ahmadi (2017)	El ruido molesto en los entornos de trabajo puede causar muchas enfermedades fisiológicas y psicológicas. Las fuentes más doloras de ruido son entornos donde se trabaja con gas a reacción como el aire comprimido, donde se utilizan boquillas o tuberías de boca abierta.
[9]	Camargo (2020)	Los ruidos excesivos frecuentemente causan muchas molestias a las personas y reducen considerablemente la eficiencia laboral y produce trastornos irreparables a la salud
[13]	Elshaer, Meléis, Mohamed (2023)	La exposición al ruido provoca lesiones neuronales en el oído que conducen a pérdida auditiva o completas. El nivel recomendado para una persona no debe exceder de los 85 dB ya que si sobrepasa este límite es considerado un riesgo para la salud
[8]	Yang, Yea, Zhang, Liu, Liu (2028)	El ruido de la construcción se ha identificado como una de las principales preocupaciones, ya que es un factor que es un muy estresante generalmente perjudiciales para la salud de los trabajadores.

Como es mencionado en el presente trabajo, es necesario la evaluación para la reducción de riesgos en un área de lavado que utiliza maquinarias a presión que causan altos niveles de ruido a los trabajadores, ya que sus efectos son muy nocivos para la salud. Las fuentes más doloras de ruido son entornos donde se trabaja con gas a reacción como el aire comprimido, donde se utilizan boquillas o tuberías de boca abierta [21]. Por ejemplo, el caso de atenuación de ruidos altos, los ruidos en el rango de frecuencia audible por encima de 8 Kilo Hertz (kHz) se dan en lugares donde se trabaja con maquinarias industriales, como máquinas de corte, neumáticas, entre otros [16].

En muchos casos, produce mareos, dolores de cabeza, pérdida de equilibrio, náuseas, entre otras molestias. Esto quiere decir, que afectan a la productividad del trabajador en su jornada laboral y afecta a su salud, convirtiendo estos síntomas en una enfermedad laboral. Los ruidos excesivos frecuentemente causan muchas molestias a las personas y reducen considerablemente la eficiencia laboral y produce trastornos irreparables a la salud [9]. La exposición al ruido provoca lesiones neuronales en el oído que conducen a pérdida auditiva o completas.

El nivel recomendado para una persona no debe exceder de los 85 dB ya que si sobrepasa este límite es considerado un riesgo para la salud [13]. En el sector de construcción posee maquinaria que emite ruidos altos y se ha identificado como una de las principales preocupaciones, ya que es un factor que es un muy estresante generalmente perjudiciales para la salud de los trabajadores [8]. Esto quiere decir, que en las distintas industrias el ruido causado por la maquinaria es un problema para la salud y el desarrollo de actividades de los trabajadores es necesario la evaluación de riesgos, porque propone distintas medidas para el control o reducción de dichos ruidos en la industria. Ahora bien, para responder a la pregunta ¿Qué equipo o equipos generan altos niveles de ruidos en la industria?, la tabla V muestra la información:

Tabla V.

¿QUÉ EQUIPO O EQUIPOS GENERAN ALTOS NIVELES DE RUIDOS EN LA INDUSTRIA?

Artículos	Referencia	Maquinarias utilizadas
[18]	Widayati, Nuzahar (2018)	Compresores de aire
[16]	Zaraushani, Abdolhi, Beheshti, Safari, Eryani, Ahmadi (2017)	Pistolas de aire comprimido de chorro múltiple
[17]	Camargo, Peterbson, Kovalchick (2018)	Taladros neumáticos y eléctricos
[18]	Cieslak, Kling, Wolff (2021)	Máquina de soldadura ultrasónica y pistola de aire comprimido
[20]	Yazdanirad, Hossein, Al Sulaie, Drake, Wickwire (2023)	Turbinas eólicas, motores en centrales eléctricas
[21]	Kozlowski, Mlynski (2018)	Máquinas de corte y amoladoras

Para realizar esta evaluación de riesgos es necesario saber cuál maquinaria genera altos niveles de ruido en la industria, en el estudio de optimización en la industria indonesia sobre los compresores de aire que causan mucho ruido en las áreas de trabajo y busca manera de a través de la optimización, reducir el ruido que genera [18]. En el caso del estudio sobre la fabricación de silenciadores a las pistolas de chorro múltiple, nos menciona que estos equipos generan altos niveles de ruido y busca la implementación de unos silenciadores con material poliuretano que reduzcan en gran porcentaje el ruido causado [16]. Otro equipo utilizado en la industria es la perforado neumática en su estudio de la estimación de potencia sonora, realiza un estudio sobre el ruido emitido y sobre los controles específicos que se deben realizar para reducir los dB generados, También, sobre los

taladros neumáticos y eléctricos que son utilizados en la industria minera, máquinas de soldadura ultrasónica [17].

En un estudio de monitoreo de ruido para salud ocupacional a través de un exposímetro se emplearon maquinas trituradoras neumáticas [18], en otro estudio se estudiaron las turbinas eólicas y motores eléctricos, maquinas que generan dificultades en el sueño o comportamiento en los trabajadores que lo utilizan [20], según otro estudio realizado acerca de las maquinarias de corte, se determinó que producen altas frecuencias audibles que son necesarias reducirlas a través de controles [21]. Por otro lado, se procedió a revisar los artículos para responder la pregunta ¿Cuáles estudios se realizaron para la reducción de ruido? que se presentan en la tabla VI:

Tabla VI.

¿CUÁLES ESTUDIOS SE REALIZARON PARA LA REDUCCIÓN DE RUIDO?

Artículo	Referencia	Estudios
[16]	Zaraushani, Abdolhi, Beheshti, Safari y Eryani, Ahmadi (2018)	Estudio de toberas de poliuretano que reducen el ruido
[8]	Yang, Yea, Zhang, Liu, Liu (2023)	Estudio de comportamiento de trabajadores a través de encuestas y análisis
[5]	Simoës, Dos Santos (2019)	Estudio de percepción de trabajadores a través de análisis a su salud

Los artículos mencionados en la tabla 6, indican que se realizó un estudio sobre la reducción de ruido que produce la implementación de toberas de chorro múltiple cubiertas con espuma fonoabsorbente ayuda reducir la frecuencia en comparación de las toberas convencionales. Asimismo, se sostiene que el área transversal que tiene una gran importancia en la producción de ruido, factores como la fuerza y presión se tienen algunas modificaciones al compresor [16]. También, se realizó un estudio al comportamiento de los trabajadores frente al sonido fuerte y poder realizar modificaciones a sus equipos o maquinaria, en casos extremos se modifican o cambian la maquinaria con la que se trabaja en el área de trabajo [8] que intervienen en la reducción de ruido [5]. Para la reducción del ruido se emplea el ahorro de energía a través de los compresores de aire pues se visualiza en los resultados que el ruido se reduce de manera considerable si se realizan dichos procedimientos.

De esta manera, los estudios presentados revelan un enfoque integral que abarca desde la modificación de la maquinaria hasta estrategias como el uso de toberas de chorro múltiple y el ahorro de energía para reducir de manera efectiva el impacto del ruido en entornos industriales. Seguidamente, se planteó la interrogante ¿Qué métodos de evaluación se utilizan para la identificar altos niveles de ruido a la industria nivel ocupacional? Cuyas respuestas se presentan en la tabla VII:

Para poder realizar una correcta evaluación del nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores y el nivel de ruido que generan algunos equipos, se utilizan métodos basados en normativas internacionales, procedimientos

basados en estudios científicos, equipos especiales para la lectura de nivel de presión sonora, entre otros. Como se realizó en una mina de roca dura al oeste de Estados Unidos, donde se buscaba comparar el ruido producido por una excavadora neumática y el ruido producido por una excavadora eléctrica, para esto se utilizaron dosímetros para medir el nivel de ruido ocupacional, analizando los resultados en tercios de octava y comparándolos con los niveles de exposición permitidos (PEL).

Tabla VII.

¿QUÉ MÉTODOS DE EVALUACIÓN SE UTILIZAN PARA LA IDENTIFICAR ALTOS NIVELES DE RUIDO A LA INDUSTRIA NIVEL OCUPACIONAL?

Artículos	Referencia	Metodologías
[17]	Camargo, Petersonb, Kovalchik, Alcorn (2020)	Dosimetría de ruido, nivel de exposición permisible (PEL), tercio de bandas de octavas.
[16]	Kozlowski, Mlynski (2023)	Método de ingeniería para la determinación acústica de la exposición al ruido ocupacional ISO 9612:2009
[2]	Khan, Noor, Habib, Waseem (2020)	Algoritmo: Nivel de reducción de ruido (NRR), fuente y Costo de protector auditivo.
[14].	Zaraushani, Abdolhi, Beheshti, Safari, Eryani, Ahmadi (2017)	Sonometría con tipo de sonómetro Cassella Cell 450 Type2,
[21]	Kozlowski, Mlynski (2019)	Colocación de orejeras con tapones auditivos en simultaneo en contacto con altos decibeles

En la misma línea, una empresa colombiana, utilizó el “método de ingeniería para la determinación acústica de la exposición al ruido ocupacional” ISO 9612:2009 para poder medir del ruido impulsivo en vista de la evaluación del riesgo acústico y el uso de protectores auditivos, método en el cual también hace mención del uso de dosímetros para poder realizar la evaluación [17]. De igual forma la investigadora del Laboratorio de Higiene y Enfermedades Profesionales de Letonia utilizó el mismo método para poder identificar los niveles de ruido de las herramientas manuales más utilizadas en la industria [16]. Por su parte, un grupo de investigadores israelíes utilizaron el método de sonometría usando un equipo especial, tipo de sonómetro Casella Cell 450 Type2, para diseñar y fabricar unas toberas de chorro múltiple con el objetivo de reducir el ruido provocado por las pistolas de aire comprimido [2].

Por otro lado, una empresa de Pakistán aplicó un algoritmo matemático para la reducción del exceso de ruido con protector auditivo [14]. En cambio, en Polonia en el Instituto Central de Protección Laboral-Instituto Nacional de Investigación, utilizaron un dispositivo de prueba acústica Este dispositivo replicaba las formas anatómicas de la cabeza y los pabellones auriculares y también estaba equipado con simuladores de oído, el estudio se realizó para cinco modelos de orejeras y ocho modelos de otros equipos de protección personal [21].

El análisis revela la diversidad de enfoques y métodos utilizados en la evaluación del riesgo y control del ruido en

entornos laborales. Se destaca el empleo de métodos basados en normativas internacionales, procedimientos respaldados por estudios científicos y la utilización de equipos especializados para medir el nivel de presión sonora. Se ilustra este enfoque con un estudio en una mina de roca dura en Estados Unidos, donde se compararon los niveles de ruido de una excavadora neumática y una eléctrica mediante dosímetros, analizando los resultados en tercios de octava y comparándolos con los niveles de exposición permitidos.

En diferentes regiones, se observa la aplicación del "método de ingeniería para la determinación acústica de la exposición al ruido ocupacional" (ISO 9612:2009), utilizado por una empresa colombiana y la investigadora del Laboratorio de Higiene y Enfermedades Profesionales de Letonia, que lo aplicó para identificar los niveles de ruido de herramientas manuales. Asimismo, investigadores israelíes utilizaron sonometría con un sonómetro especial para diseñar toberas de chorro múltiple y reducir el ruido de pistolas de aire comprimido.

Este análisis resalta la importancia de adaptar las estrategias de evaluación de riesgos y control del ruido a las especificidades de cada entorno laboral, mostrando la diversidad de enfoques implementados a nivel internacional para proteger la salud auditiva de los trabajadores. Ahora bien, los efectos perjudiciales de los niveles elevados de ruido en el entorno laboral son significativos y abarcan diversas áreas de la salud y el bienestar de los trabajadores.

La exposición continua a ruidos altos puede tener consecuencias directas en la salud auditiva, manifestándose en la pérdida de audición gradual o irreversible. Además, los ruidos intensos pueden generar estrés físico y psicológico, afectando el bienestar emocional de los empleados y disminuyendo su concentración y rendimiento laboral. Esta situación puede contribuir a la fatiga, la irritabilidad y la disminución de la productividad general en el lugar de trabajo. En este orden de ideas, en la tabla VIII se presenta la información que dio respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las consecuencias de los ruidos altos en el área de trabajo?:

La exposición a niveles de ruido elevado puede provocar lesiones en el oído o incluso la pérdida de la capacidad auditiva. Como lo menciona el artículo de medicina publicado en Estados Unidos, la pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es la segunda causa más común de pérdida auditiva neurosensorial, después de la pérdida auditiva relacionada con la edad, y afecta aproximadamente al 5% de la población mundial [19]. Por su parte, la revisión sistemática publicada por médicos de distintas partes del mundo menciona que la exposición al ruido en el lugar de trabajo es uno de los riesgos laborales más comunes, que puede afectar el sueño del ser humano.

La exposición a niveles de ruido elevado puede causar lesiones en el oído y pérdida de la capacidad auditiva, es decir, la pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es la segunda causa más común de pérdida auditiva neurosensorial, afectando aproximadamente al 5% de la población mundial, siendo que es uno de los riesgos laborales más comunes y puede afectar el sueño de las

personas, a lo cual debe prestársele mayor atención en el ámbito de la salud y la seguridad laboral, en tal sentido que, la evaluación de riesgos por niveles altos de ruido es fundamental para identificar, controlar y prevenir los efectos adversos del ruido sobre la salud y seguridad de los trabajadores.

Tabla VIII.
¿CUÁLES SON LAS CONSECUENCIAS DE LOS RUIDOS ALTOS EN EL ÁREA DE TRABAJO?

Artículo	Referencia	Consecuencias
[22]	Natarajan, Batts, Stankovic (2023)	La pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es la segunda causa más común de pérdida auditiva neurosensorial, después de la pérdida auditiva relacionada con la edad, y afecta aproximadamente al 5% de la población
[20]	Yazdanirad, Hossein, Al Sulaie, Drake, Wickwire (2023)	El ruido ocupacional puede afectar negativamente el sueño de los empleados en diversas ocupaciones. Esta exposición puede aumentar el riesgo de sufrir trastornos del sueño como el insomnio.
[8]	Yang, Yea, Zhang, Liu, Liu (2023)	El ruido de la construcción afecta el comportamiento de seguridad a través de emociones negativas.
[20]	Cieslak, Kling, Wolff (2021)	La exposición al ruido ultrasónico puede provocar un aumento de la temperatura corporal, así como cambios funcionales (irritación, problemas de memoria, dificultades de concentración y aprendizaje)

Los efectos del ruido ocupacional pueden ser diferentes a los del ruido ambiental o social, la exposición al ruido puede asociarse con diferentes efectos psicológicos y fisiológicos sobre la salud humana, como pérdida de audición, molestia, enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo, trastornos mentales, estrés y alteraciones del sueño [22]. Así mismo, en China se investigó sobre la influencia del ruido de la construcción en el comportamiento de seguridad de los trabajadores a través de las emociones negativas, y cómo estos efectos se ven influenciados por dos tipos de enfoque regulatorio distinto, dando como resultado que el ruido de la construcción está asociado significativa y negativamente con ambas dimensiones del comportamiento de seguridad: cumplimiento de la seguridad y comportamiento ciudadano de seguridad [20].

Por otro lado, autores alemanes mencionan que la exposición prolongada a ultrasonidos en el aire en un lugar de trabajo puede tener una influencia perjudicial en el bienestar de un trabajador. Dado el uso cada vez mayor de equipos industriales ultrasónicos, los trabajadores industriales que operan maquinaria descrita como ultrasónica han informado sistemáticamente síntomas subjetivos como dolores de cabeza, migrañas, náuseas y fatiga [8].

La exposición al ruido es un riesgo laboral importante que puede tener graves consecuencias para la salud y el comportamiento de los trabajadores. Los estudios científicos muestran que la exposición al ruido puede provocar una serie de efectos negativos, entre los que se incluyen: la exposición a niveles de ruido elevados puede dañar las células ciliadas del oído interno, lo que puede provocar

pérdida auditiva permanente; también puede provocar estrés, ansiedad, depresión, trastornos del sueño y otros problemas psicológicos, además de aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares, deterioro cognitivo y otros problemas fisiológicos.

En el ámbito laboral, la exposición al ruido puede tener un impacto significativo en el comportamiento de los trabajadores, el ruido puede provocar estrés y fatiga, lo que puede afectar la productividad y la satisfacción laboral. Se ha demostrado que el ruido puede tener un impacto negativo en el comportamiento de seguridad de los trabajadores. Por ejemplo, los trabajadores expuestos a niveles elevados de ruido en las obras de construcción son más propensos a violar las normas de seguridad. Aunado a ello, al exponerse a ultrasonidos en el lugar de trabajo eran son propensos a informar de síntomas subjetivos como dolores de cabeza, migrañas, náuseas y fatiga. Estos síntomas pueden interferir en la capacidad de los trabajadores para concentrarse y realizar tareas de manera segura.

En efecto, la exposición al ruido es un riesgo laboral importante que puede tener graves consecuencias para la salud y el comportamiento de los trabajadores. Es importante que los empleadores tomen medidas para reducir la exposición al ruido en el lugar de trabajo, y que los trabajadores estén informados de los riesgos asociados a la exposición al ruido. Se hace imperante entonces el uso de equipos de protección auditiva como los tapones para los oídos o las orejeras, pueden ayudar a proteger a los trabajadores de los efectos nocivos del ruido.

A su vez, los programas de control del ruido pueden ayudar a reducir los niveles de ruido en el lugar de trabajo. Estas medidas pueden incluir la instalación de barreras acústicas, la reducción de la potencia de las máquinas ruidosas o la modificación de los procesos de trabajo. Otro aspecto importante es la reducir el tiempo de exposición al ruido ya que los trabajadores deben evitar la exposición prolongada a niveles elevados de ruido. Los empleadores deben proporcionar a los trabajadores descansos frecuentes en lugares silenciosos.

La pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es la segunda causa más común de pérdida auditiva neurosensorial, y afecta a aproximadamente el 5% de la población mundial, por ello, en la tabla IX, se responde a la pregunta ¿Cuál es la eficacia de la evaluación de riesgos en el área de trabajo donde existen dichos niveles de ruido?:

En Polonia en el Instituto Central de Protección Laboral- Instituto Nacional de Investigación se descubrimos que un cambio en el nivel de presión sonora (SPL) debajo de las orejeras cuando se usa un respirador facial completo podría alcanzar hasta 40 dB, por otro lado, el uso de un medio respirador prácticamente no tuvo efecto adverso en la protección auditiva del trabajador [20]. Otro estudio realizado en San Francisco California menciona que el proceso de trazado de líneas CNC, los empleados que se exponen a altos niveles de ruido durante un período prolongado de hasta 8 horas contribuyen a la pérdida de audición y crean estrés físico y psicológico que reduce la productividad [22].

Los estudios revisados indican que tanto el uso adecuado de equipos de protección personal como la implementación de controles de ingeniería y administrativos son estrategias importantes para prevenir la pérdida auditiva inducida por el ruido en el lugar de trabajo. Seguidamente, en la tabla X se muestran las respuestas a la interrogante ¿Cuáles mejoras se han realizado en la industria?:

Tabla IX.

¿CUÁL ES LA EFICACIA DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE TRABAJO DONDE EXISTEN DICHS NIVELES DE RUIDO?

Artículos	Referencia	Eficacia
[21]	Kozlowski, Mlynski (2019)	Se descubre en el estudio que cuando se utiliza respirador facial los desniveles se visualiza un cambio en el nivel de presión sonora (SPL). Por otro lado, el uso de un medio respirado no tiene efector adversos en la eficacia de la protección auditiva del trabajador.
[12]	Gia-Ken, Tua-Anh, Toan-Pham, Minh-Quan (2023)	Si se desea tener una buena evaluación de riesgos sobre la empresa, se debe conocer los procedimientos, actividades, comercio, entre otros para tener una visión interna y externa para plantear medida para la seguridad de los trabajadores
[16]	Kozlowski y Mlynski (2023)	Depende del material de las orejeras o el protector auditivo, la densidad del ruido se reducirá. Algunos, por ejemplo, logran reducir el ruido de atenuación de 42 dB a 37 dB
[23]	Santos, Almeida, López, Oliveira (2020)	La generalización de los dos estudios publicados sobre este tema no es muy fuerte, excepto que las condiciones fueron diferentes (estudios en animales versus humanos, diferentes tamaños de muestra, incluidas observaciones sin ruido, diferentes intensidades o sin cuantificación), concentraciones de diferentes sustancias químicas per se y/o concentraciones no mencionadas, diferentes tiempos de exposición o no mencionadas); por lo tanto, los hallazgos de estos estudios no pueden generalizarse directamente a grupos de trabajadores expuestos a fármacos ototóxicos

Un estudio realizado en California investigó sobre la reducción de ruido ocupacional en el proceso de líneas CNC, una vez realizadas las mejoras, se midieron las exposiciones al ruido para evaluar la eficacia de la reducción. El nivel de ruido medio inicial en la primera condición es 95,797 dB (A). Una vez solucionado el sistema neumático con fugas, el ruido se redujo a 55.517 dB (A) [21]. Así mismo, un estudio israelí diseñó y fabricó toberas de chorro múltiple con el objetivo de reducir el ruido provocado por las pistolas de aire comprimido, luego de las mejoras realizadas el nivel de presión sonora promedio de las boquillas de chorro múltiple y convencionales en varios ángulos desde el eje de la boquilla (30, 90 y 135 grados) se midió en 75; 76; 76 dB A y 78; 83,3; 86,3 dB A en presiones de 2; 4; 6 barras respectivamente.

De esta manera, tanto la implementación de controles de ingeniería como el diseño de equipos más silenciosos son enfoques importantes para reducir la exposición al ruido en

el lugar de trabajo y proteger la salud auditiva de los trabajadores, esto demuestra que el diseño de equipos y herramientas más silenciosos también puede ser una estrategia efectiva para controlar el ruido ocupacional además de que la implementación de controles de ingeniería efectivos puede lograr reducciones significativas en la exposición al ruido en el lugar de trabajo.

Tabla X.

¿CUÁLES MEJORAS SE HAN REALIZADO EN LA INDUSTRIA?

Artículo	Referencia	Datos obtenidos
[14]	Zaraushani, Abdolhi, Beheshti, Safari, Eryani, Ahmadi (2017)	El nivel de presión sonora promedio de las boquillas de chorro múltiple y convencionales en varios ángulos desde el eje de la boquilla (30, 90 y 135 grados) se midió en 75, 76, 76 dB A y 78, 83,3, 86,3 dB A en presiones de 2, 4 y 6. barra respectivamente. La reducción del ruido de las boquillas de chorro múltiple en frecuencias superiores a 500 Hz fue significativa en comparación con las boquillas convencionales.
[21]	Kozlowski, Mlynski (2019)	El estudio se realizó para cinco modelos de orejeras y ocho modelos de otros equipos de protección personal. Descubrimos que un cambio en el nivel de presión sonora (SPL) debajo de las orejeras cuando se usa un respirador facial completo podría alcanzar hasta 40 dB. Por otro lado, el uso de un medio respirador prácticamente no tuvo ningún impacto adverso en la eficacia de la protección auditiva.
[23]	Santos, Almeida, López, Oliveira (2020)	Una vez realizadas las mejoras, se midieron las exposiciones al ruido para evaluar la eficacia de la reducción. El nivel de ruido medio inicial en la primera condición es 95,797 dB (A). Una vez solucionado el sistema neumático con fugas, el ruido se redujo a 55.517 dB (A).

La reducción del ruido de las boquillas de chorro múltiple en frecuencias superiores a 500 Hz fue significativa en comparación con las boquillas convencionales [14]. Por su parte, en Polonia el estudio que se realizó para cinco modelos de orejeras y ocho modelos de otros equipos de protección personal. Descubrimos que un cambio en el nivel de presión sonora (SPL) debajo de las orejeras cuando se usa un respirador facial completo podría alcanzar hasta 40 dB. Por otro lado, el uso de un medio respirador prácticamente no tuvo ningún impacto adverso en la eficacia de la protección auditiva [21]. Con relación a la pregunta ¿Cuáles limitaciones se encontraron en los estudios realizados?, la información se detalla en la tabla XI:

En el caso de un artículo de investigación realizado en Estados Unidos, los datos de respuesta a la dosis fueron limitados ya que sólo un estudio midió la intensidad y duración de la vibración. Se necesitan más investigaciones utilizando protocolos de medición estandarizados y uniformes para confirmar si la asociación entre la exposición ocupacional a las vibraciones del brazo y la pérdida auditiva permanente es causal y los mecanismos [23].

Tabla XI.
¿CUÁLES LIMITACIONES SE ENCONTRARON EN LOS ESTUDIOS REALIZADOS?

Artículo	Referencia	Limitaciones
[24]	Weier (2020)	Los datos de respuesta a la dosis fueron limitados ya que sólo un estudio midió la intensidad y duración de la vibración. Aunque la mayoría de los estudios identificaron asociaciones estadísticamente significativas, no se pudieron determinar relaciones causales. Se necesitan más investigaciones utilizando protocolos de medición estandarizados y uniformes para confirmar si la asociación entre la exposición ocupacional a las vibraciones del brazo y la pérdida auditiva permanente es causal y los mecanismos.
[23]	Santos, Almeida, López, Oliveira (2020)	La generalización de los dos estudios publicados sobre este tema no es muy fuerte, excepto que las condiciones fueron diferentes (estudios en animales versus humanos, diferentes tamaños de muestra, incluidas observaciones sin ruido, diferentes intensidades o sin cuantificación), concentraciones de diferentes sustancias químicas per se y/o concentraciones no mencionadas, diferentes tiempos de exposición o no mencionadas); por lo tanto, los hallazgos de estos estudios no pueden generalizarse directamente a grupos de trabajadores expuestos a fármacos ototóxicos
[17]	Camargo, Peterson, Kolvachic, Alcomd (2020)	La posible variación en el efecto de la exposición al ruido ocupacional debido al género no pudo examinarse en el presente estudio debido a que la mayoría de los trabajadores que trabajan en la industria del acero son hombres. Además, la falta de informes sobre el volumen del tinnitus impidió estudiar su relación con el grado de pérdida auditiva entre los trabajadores con NIHL.

Así mismo, en un artículo publicado en Brasil, la generalización de los dos estudios publicados sobre este tema no es muy fuerte, excepto que las condiciones fueron diferentes (estudios en animales versus humanos, diferentes tamaños de muestra, incluidas observaciones sin ruido, diferentes intensidades o sin cuantificación), concentraciones de diferentes sustancias químicas per se y/o concentraciones no mencionadas, diferentes tiempos de exposición o no mencionadas); por lo tanto, los hallazgos de estos estudios no pueden generalizarse directamente a grupos de trabajadores expuestos a fármacos ototóxicos [24]. En la misma línea, el estudio realizado en Egipto menciona la posible variación en el efecto de la exposición al ruido ocupacional debido al género no pudo examinarse en el presente estudio debido a que la mayoría de los trabajadores que trabajan en la industria del acero son hombres [23]. Además, la falta de informes sobre el volumen del tinnitus impidió estudiar su relación con el grado de pérdida auditiva entre los trabajadores con NIHL [17].

IV. DISCUSIÓN

Una de las posibilidades de la pérdida auditiva en el área laboral es causada por la vibración, ya que la exposición a la vibración afecta el flujo sanguíneo de la

cóclea que es una célula del oído que pertenece al sistema simpático nervioso. Por otro lado, esta pérdida auditiva es causada por los ruidos que emiten los equipos de aire comprimido en la industria, que alteran el sistema nervioso y afectan la productividad de los trabajadores. En el proceso de trazado de líneas CNC, los empleados que se exponen a altos niveles de ruido durante un período prolongado de hasta 8 horas se exponen a la pérdida de audición y crean estrés físico y psicológico que reduce la productividad. Es importante mencionar los casos donde los ruidos en la industria han sido reducidos, es por ellos que se ha empleado realizar mejoras en los instrumentos que producen ruidos fuertes como las pistolas de aire, donde se han implementado boquillas, elaboradas en 3D, múltiples para la reducción. Teniendo en cuenta el material de latón con la que son fabricadas, ya que estos reducen el ruido. Sin embargo, existen casos donde se implementaron medidas sobre la maquinaria que producen estos ruidos fuertes como los compresores de aire, que ayudan también en la reducción de energía gracias a la cubierta que posee.

Para poder realizar una correcta evaluación de riesgos se tomaron distintos métodos, como la implementación de material poliuretano en las pistolas de aire comprimido que reduce los ruidos de las boquillas convencionales con la construcción de chorro múltiples. Sin embargo, la implementación del algoritmo para la reducción de ruido demostró que se reduce al aplicarlo se reduce el ruido hasta 6.9% del nivel normal de los ruidos de la industria, ya sea de maquinaria neumática, lijadoras, entre otros, mostrando así, su eficacia de los algoritmos en la industria. En el caso presentado del área de lavado distintos métodos son efectivos para poder reducir los ruidos, ya que se utilizan equipos neumáticos que emiten altos ruidos, ya sea pistolas de aire comprimido, generadores, cortadores neumáticos, entre otros y son de mucha importancia para que los trabajadores estén menos expuestos a estos riesgos.

V. CONCLUSIONES

La evaluación de riesgos en la industria ayuda a las organizaciones a saber qué factores afectan a los trabajadores, el caso presentado los ruidos altos producidos por las máquinas afectan tanto psicológica y físicamente a los trabajadores, ya que afectan al desenvolvimiento del trabajador. En el caso del área de lavado, los equipos utilizados emiten altos ruidos, sin embargo, los métodos presentados como implementación de materiales aislantes de ruidos, que reducen en gran porcentaje con material poliuretano (orejeras, silenciadores de pistolas de aire, entre otros), métodos matemáticos (algoritmos y mediciones) y ahorro de energía ayudaría a la organización a reducir dichos riesgos. Además, existen estudios muy limitados de agentes ototóxicos que son causantes de la pérdida auditiva en los trabajadores y está muy relacionado al área de lavado, ya que en el área existen niveles de ruido y contacto con químicos constantemente. En conclusión, la pérdida auditiva en el área laboral puede ser ocasionada tanto por la exposición a la vibración como por los ruidos generados por equipos industriales, como pistolas de aire comprimido en la

industria y maquinaria como compresores de aire. Estos factores afectan el sistema auditivo de los trabajadores, generando no solo problemas de salud física, como la pérdida de audición, sino también impactos psicológicos y una disminución en la productividad laboral.

A pesar de estos riesgos, se han implementado medidas efectivas para reducir el impacto del ruido en la industria y se han introducido mejoras en la maquinaria, como cubiertas en los compresores de aire, contribuyendo a la reducción del ruido y al ahorro de energía. La evaluación de riesgos ha implementado material poliuretano en las pistolas de aire comprimido y ha aplicado algoritmos para la reducción de ruido reduciendo significativamente los niveles de ruido en la industria, protegiendo la salud auditiva de los trabajadores y mejorando las condiciones laborales. En el caso específico del área de lavado, donde se utilizan equipos neumáticos generadores de altos niveles de ruido, la implementación de distintos métodos efectivos se vuelve crucial para minimizar la exposición de los trabajadores a estos riesgos y garantizar un entorno laboral más seguro y saludable.

REFERENCIAS

- [1] Arellano y Rodríguez. “Salud en el trabajo y seguridad industrial”, Alfaomega, vol.2, no.4, pp.25-27, 2019.
- [2] Khan, Noor, Habib, Waseem. Reducción del exceso de ruido con protector auditivo aplicando un algoritmo matemático: un caso de la industria de fibras de densidad media. Ruido y vibración en todo el mundo, pp- 139-157, 2020. <https://doi.org/10.1177/0957456520923339>
- [3] Yong Thung. “Noise Source Identification of Reciprocating Air Compressor in a Normal Operating Condition using Spatially Low-Resolution Sound Measurement” Indian Journal of Science and Technology, vol. 8, no. 23, pp.1-9, 2018.
- [4] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. Resolución Ministerial N° 375-2008-TR. Lima, Perú.
- [5] Simoes, Dos Santos, Tinoco, Alves, Parracho. “Percepción de riesgos en el uso de equipos de protección personal frente a la pérdida auditiva inducida por el ruido”, Gestao & Producao, vol. 26, pp. 14 -19, 2019
- [6] Rodríguez, Guimarães, Mathias, Lavinsky, Menino, Takahiro. ¿Es necesario realizar pruebas audiométricas ocupacionales a los 6 meses de empleo? Revista Brasileña de Otorrinolaringología, vol 88 (66), pp. 891-895, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2020.12.008>
- [7] Gracia, Acevedo, Cabezac. “Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en Metalmecánica Sector”, Transacciones de Ingeniería Química, vol. 21, pp. 263-258, 2022, <https://doi/10.3303/CET2291043>
- [8] Yang, Yea, Zhang, Liu, Liu. “Vincular el ruido de la construcción con el comportamiento de seguridad de los trabajadores: El papel de las emociones negativas y el enfoque regulatorio”, Workplace safety and health guidelines, vol. 21, pp. 57-65, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106093>
- [9] Camargo. Prevalencia y correlaciones de la pérdida auditiva por ruido ocupacional entre trabajadores de la industria siderúrgica, Journal of the Egyptian Public Health Association, vol. 98, pp. 54-72, 2023
- [10] All Safari, Saeed. Evaluación de riesgos, implementación de medidas de salud seguridad e higiene en el trabajo en pequeñas y medianas empresas manufacturera: Un estudio de caso en el centro de Vietnam, Management Science Letters, vol 13, pp. 51- 64, 2023,
- [11] Kadin, Azlan. Revisión Sistemática de la literatura: Características de los riesgos de espacios confinados en el sector construcción, Engineering, vol. 18, pp. 31-48, 2023
- [12] Gia-Ken, Tua-Anh, Toan-Pham, Minh-Quan. Evaluación de riesgos, implementación de medidas de salud, seguridad e higiene en el trabajo en pequeñas y medianas empresas manufacturera: Un estudio de caso en el centro de Vietnam. Management Science Letters, vol 13, pp. 51-64, 2023
- [13] Elshaer, Meléis, Mohamed. “Prevalencia y correlación de las pérdidas auditivas por ruido ocupacional entre trabajadores de la industria siderúrgica”, Revista de la Asociación Egipcia de Salud Pública, vol .28, pp. 1-12, 2023. <https://doi.org/10.1186/s42506-023-00135-7>
- [14] Zarahshani, Abdolhi, Beheshti, Safari y Eryani, Ahmadi. Diseño y fabricación de toberas de chorro múltiple con el objetivo de reducir el ruido provocado por las pistolas de aire comprimido. Salud ocupacional de Irán, vol 15, pp. 1-8, 2018
- [15] Texeira, Pega, De Abreu, Andrade, Azevedo, Dzhambov, Macedo, Hu. “La prevalencia de la exposición ocupacional al ruido”, Healty and safe, vol. 37, pp 16-31, 2021 <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106380>
- [16] Kozlowski, Mlynski. “Medición de la atenuación de las orejeras a altas frecuencias audibles”, Safety annual, vol. 27, pp. 43-57, 2023
- [17] Camargo, Petersonb, Kolvachic, Alcorn. “Evaluación acústica de perforadoras neumáticas y eléctricas utilizadas en la industria minera”, Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, 2018.
- [18] Widayati, Nuzahar. Optimización del sistema de aire comprimido: Estudio de caso alimentaria en Indonesia. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, vol. 105, pp 1-12, 2018, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/105/1/012018>
- [19] Cieslak, Kling, Wolff. Desarrollo de un exposímetro personal para monitoreo de salud ocupacional. Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública, vol. 18, pp. 1-35, 2021, <https://doi.org/10.3390/ijerph182413289>
- [20] Yazdanirad, Hossein, Al Sulaie, Drake, Wickwire, Los efectos del ruido ocupacional sobre el sueño: una revisión sistemática. Reseñas de medicinas del sueño. vol 72, pp. 1-12, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.smr.2023.101846>
- [21] Kozlowski, Mlynski. Selección de orejeras y otros equipos de protección personal. Equipo utilizado en combinación. Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública, vol 16, pp. 1-12, 2019, 1477; <https://doi/10.3390/ijerph16091477>
- [22] Natarajan, Batts, Stankovic. Pérdida auditiva inducida por el ruido. Diario de Medicina Clínica. Vol 12, pp. 1-35, 2023 <https://doi.org/10.3390/jcm12062347>
- [23] Santos, Almeida, López, Oliveira. Químicos Ototóxicos (Más Allá De Los Solventes) . Portuguese Magazine of Occupational Health online, vol 9, pp. 74-81, 2020, <https://doi/10.31252/RPSO.23.02.2020>
- [24] Weier. Vibración y pérdida auditiva: una revisión sistemática de la literatura Vibración y pérdida auditiva: una revisión sistemática de la literatura. Seguridad y Salud en el trabajo, vol 11, pp. 249-261. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.04.003>