



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de la empresa Torninox

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTORES:

**Alexis Steven Guamán Heredia
Edwin Armando González Pichogagón**

TUTOR:

Ing. MsC. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín

Latacunga - Ecuador
Agosto - 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Latacunga, 19 de agosto del 2024

Nosotros GUAMÁN HEREDIA ALEXIS STEVEN, con C.C. 0550538508 y EDWIN ARMANDO GONZÁLEZ PICHOGAGÓN con C.C. 1727939975, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN EL ÁREA DE MECANIZADO DE LA EMPRESA TORNINOX.", siendo Ing. MsC. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Alexis Steven Guamán Heredia
C.C. 0550538508

Edwin Armando González Pichogagón
C.C 1727939975

AVAL DEL TUTOR

Latacunga, 19 de agosto del 2024

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

" DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN EL ÁREA DE MECANIZADO DE LA EMPRESA TORNINOX", de ALEXIS STEVEN GUAMÁN HEREDIA y EDWIN ARMANDO GONZÁLEZ PICHOGAGÓN, de la carrera INGENIERÍA INDUSTRIAL considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Ing. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín. MsC.

C.C. 1717526253

AVAL DE MIEMBROS DEL TRIBUNAL

En calidad de Lectores del Proyecto de Investigación con el título:

" DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS EN EL ÁREA DE MECANIZADO DE LA EMPRESA TORNINOX" de ALEXIS STEVEN GUAMÁN HEREDIA y EDWIN ARMANDO GONZÁLEZ PICHOGAGÓN, de la carrera INGENIERÍA INDUSTRIAL considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino MsC.

C.I: 1804710463

Ing. Diego Paul Monga Sánchez MsC.

C.I: 0503569964

Ing. Cristian Iván Eugenio Pilliza MsC.

C.I: 1723727473

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por habernos guiado en cada paso de este camino académico, brindándonos la determinación y la claridad necesarias para alcanzar este logro. Su presencia constante ha sido mi mayor apoyo durante todo este proceso. A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificio y apoyo constante. Gracias por creer en nosotros y por ser la base sólida sobre la que he construido mis sueños. Sus enseñanzas y valores nos han impulsado a seguir adelante y a nunca rendirme.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus docentes, quienes con su dedicación y compromiso han enriquecido nuestra formación profesional y personal. Sus conocimientos y experiencias han sido fundamentales para nuestro crecimiento académico. Además, a la empresa Torninox por su apertura y disposición para apoyarnos en este proyecto de investigación que ha sido fundamental para nuestro desarrollo profesional y académico.

Finalmente, un especial agradecimiento a nuestro tutor, el Ing. MsC. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín, por su apoyo a lo largo de este proyecto. Su experiencia y guía han sido esenciales para la culminación exitosa de esta tesis.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis principalmente a Dios por darme la Fuerza necesaria para culminar esta meta.

A mis padres, Luis y Mercedes, por su incansable apoyo, su inmenso sacrificio, su constante motivación y su inquebrantable fe en mí.

A mis hermanos/as, Milton, Edgar, Xavier, Anita, por el aprecio, motivación y ayuda incondicional, por sus consejos sus palabras de aliento en los días complicados y ser un ejemplo en mi vida.

A mi pareja Yadira, por su amor, apoyo, por confiar en mí y recordarme cada día que soy capaz de lograr lo que me proponga.

A mis amigos, por compartir risas, lágrimas y momentos inolvidables durante el transcurso de la vida universitaria.

A mis jefes y compañeros de trabajo por abrirme las puertas en su entidad, misma que me ayudado a generar un sustento para mi educación.

A todas las personas que de una manera u otra me han motivado y ven en mí un ejemplo de que cuando uno se lo propone, lo puede lograr.

Finalmente, a mi compañero de tesis, que a pesar de los problemas que encontramos en el camino, nos prometimos cumplir esta meta juntos y lo logramos.

Alexis Guamán

DEDICATORIA

A Dios, por ser fuente de mi fortaleza y esperanza, en momentos de duda y cansancio al iluminar mi camino dándome el coraje necesario..

A mi querida madre Elsa por poner en mí toda su fe y confianza y ver este sueño hecho realidad.

A mi preciado padre Armando, quien con su ejemplo de perseverancia y constancia me ha influenciado siempre el valor de salir adelante.

Ellos quienes han sido el pilar fundamental en mi vida. Gracias por su amor incondicional, por creer en mí incluso cuando yo dudaba, por enseñarme, con su ejemplo, el valor de trabajo arduo y la integridad. Este logro es tanto suyo como mío, pues en cada página de esta tesis está grabado el sacrificio y la dedicación que me han brindado para que yo pueda alcanzar mis sueños. A mi familia en general por su cariño y aliento en momentos difíciles, sus gestos de apoyo, grandes y pequeños, que han sido una inspiración en este camino. Para finalizar, a mis amigos y compañeros por estar a mi lado, brindarme su compañía, ánimo y risas en momentos difíciles e inolvidables durante mi vida académica. Y a todas las personas que de manera directa o indirecta han formado parte de este viaje y este sueño cumplido.

Edwin González.

RESUMEN

El estudio se centró en la elaboración de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos con el objetivo de promover la salud y seguridad de los trabajadores en el área de mecanizado de la empresa Torninox. Se llevó a cabo una investigación aplicada y descriptiva, con un enfoque cuantitativo, para identificar y evaluar los factores de riesgo ergonómico presentes en el entorno laboral. Como instrumentos de recolección de datos, se empleó una ficha de observación para compilar información de los roles y actividades de los operadores, así como el levantamiento de los riesgos presentes. Se empleó un cuestionario aplicado a cada uno de los trabajadores que operan el torno, fresadora y el taladro con el objeto de conocer su perspectiva en torno a los riesgos ergonómicos a los que se exponen y las consecuencias. Para la valoración inicial de los riesgos teniendo se consideró la matriz de riesgos NTP 330, la cual se generó a través de la determinación de parámetros como niveles de exposición (NE) y de eficiencia (ND) con el que se calculó el nivel de probabilidad (NP), para posteriormente conseguir el nivel de riesgo (NR). Se utilizaron los métodos de evaluación ergonómica OWAS, REBAS y RULAS para analizar las posturas adoptadas por los operadores. Los resultados revelaron que los operadores en estas áreas de mecanizado adoptan posturas que no cumplen con los estándares ergonómicos recomendados, lo cual puede dar lugar a una serie de problemas músculo-esqueléticos, teniéndose incluso con base en la encuesta que el 100 % manifiesta que sienten algún tipo de incomodidad o dolor en zonas específicas del cuerpo al finalizar tu jornada laboral. Estas posturas inadecuadas, observadas en la manipulación de herramientas y la realización de tareas repetitivas, evidencian una exposición continua a riesgos ergonómicos, teniéndose niveles de riesgo (NR) de 1000 y Nivel de Consecuencia (NC) de 25, calificada como grave. Las valoraciones a través de los métodos OWAS, RULA y REBA permitió determinar que la actividad dada por el ajuste de piezas pequeñas en fresadora es una de las más críticas con valoración 4 debido a que el operador adopta una postura no ergonómica con piernas flexionada, espalda doblada con giro y amerita esfuerzos para ajuste del equipo. Por lo tanto, se concluye que es imperativo implementar estrategias correctivas y de prevención para mitigar los riesgos identificados y mejorar las condiciones laborales. La adopción de medidas correctivas, tales como la reconfiguración de estaciones de trabajo y la capacitación en técnicas ergonómicas, es esencial para garantizar un ambiente laboral más seguro y saludable para los operadores.

Palabras claves: mecanizado, OWAS, RULA, REBA, riesgos ergonómicos, sistema de gestión de riesgos.

ABSTRACT

The study focused on the development of an ergonomic risk management system with the aim of promoting the health and safety of workers in the machining area of the Torninox company. An applied and descriptive research was carried out, with a quantitative approach, to identify and evaluate the ergonomic risk factors present in the work environment. As data collection instruments, an observation sheet was used to compile information on the roles and activities of the operators, as well as the survey of the risks present. A questionnaire was applied to each of the workers who operate the lathe, milling machine and drill in order to know their perspective on the ergonomic risks to which they are exposed and the consequences. For the initial assessment of the risks, the NTP 330 risk matrix was considered, which was generated through the determination of parameters such as exposure levels (NE) and efficiency (ND) with which the probability level (NP) was calculated, to subsequently obtain the risk level (NR). The ergonomic assessment methods OWAS, REBAS and RULAS were used to analyse the postures adopted by the operators. The results revealed that operators in these machining areas adopt postures that do not comply with the recommended ergonomic standards, which can lead to a series of musculoskeletal problems, with the survey showing that 100% of them even state that they feel some type of discomfort or pain in specific areas of the body at the end of their working day. These inadequate postures, observed in the handling of tools and the performance of repetitive tasks, show a continuous exposure to ergonomic risks, with risk levels (NR) of 1000 and Consequence Level (NC) of 25, classified as serious. The assessments using the OWAS, RULA and REBA methods allowed determining that the activity given by the adjustment of small parts in a milling machine is one of the most critical with a score of 4 because the operator adopts a non-ergonomic posture with bent legs, a bent back with a turn and requires efforts to adjust the equipment. Therefore, it is concluded that it is imperative to implement corrective and prevention strategies to mitigate the identified risks and improve working conditions. The adoption of corrective measures, such as the reconfiguration of work stations and training in ergonomic techniques, is essential to guarantee a safer and healthier work environment for operators.

Keywords: machining, OWAS, RULA, REBA, ergonomic risks, risk management system.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR	iii
AVAL DE MIEMBROS DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE GENERAL	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	xiii
2. INTRODUCCIÓN	1
2.1. PROBLEMA	1
2.1.1. Situación problemática	1
2.1.2. Formulación del problema	2
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	2
2.3. JUSTIFICACIÓN	2
2.4. BENEFICIARIOS	3
2.5. OBJETIVOS	4
2.5.1. General	4
2.5.2. Específicos	5
2.6. Sistemas de tareas	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
3.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
3.2. MARCO TEÓRICO	13

3.2.1.	Ergonomía e importancia en el ambiente laboral	13
3.2.2.	Aplicativo o software argonautas	14
3.2.3.	Definición de riesgo ergonómico y tipos.....	14
3.2.4.	Evaluación de riesgos ergonómicos	16
3.2.5.	Impacto de los riesgos ergonómicos en la salud y productividad	38
3.2.6.	Normativas y regulaciones en seguridad y salud en el trabajo.....	40
3.2.7.	Metodologías para la implementación de sistemas de gestión de riesgos ergonómicos... ..	41
4.	METODOLOGÍA	43
4.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
4.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
4.2.1.	Identificación y evaluación preliminar de riesgos ergonómicos	43
4.2.2.	Evaluación ergonómica de posturas	47
4.2.3.	Estructuración del protocolo para la contraprestación de las posturas inadecuadas y reducción de los riesgos ergonómicos.	49
4.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	49
5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS	50
5.1.	Actividades identificadas y factores de riesgos presentes.....	50
5.2.	Perspectiva de los trabajadores en torno a los riesgos ergonómicos	53
5.3.	Evaluación de los riesgos ergonómicos en el área de mecanizado	58
5.4.	Resultados de la valoración mediante el método OWAS.....	61
5.5.	Resultados de la valoración mediante el método RULA	69
5.6.	Resultados de la valoración mediante el método REBAS	80
5.7.	Protocolos para la contraprestación de las posturas inadecuadas	90
6.	CONCLUSIONES.....	111
7.	RECOMENDACIONES	113

8.	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Diseño de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de la empresa Torninox.

Tipo de proyecto: Proyecto de Investigación

Fecha de inicio: Abril 2024

Fecha de finalización: Agosto 2024

Lugar de ejecución: EMPRESA TORNINOX, Ubicada en la provincia de Cotopaxi, Ciudad Latacunga, Cdla Vásconez Cuvi, Av. Marco Aurelio Subía y pasaje Mario Mogollón.

Facultar que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: Optimización de procesos productivos utilizando métodos y técnicas para el mejoramiento continuo en el proceso productivo.

Equipo de Trabajo: Ing. MsC. Raúl Heriberto Andrango Guayasamín.

Autores: Alexis Steven Guamán Heredia, Edwin Armando González Pichogagón.

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación: Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral

Sublínea de investigación de la Carrera: Administración y gestión de la producción

2. INTRODUCCIÓN

2.1. PROBLEMA

2.1.1. Situación problemática

A nivel internacional, los problemas ergonómicos en ambientes industriales son una preocupación global. La Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA) indica que aproximadamente el 60% de los trabajadores en la Unión Europea reportan problemas ergonómicos como trastornos musculoesqueléticos y fatiga crónica [1]. En Estados Unidos, la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) estima que estos trastornos representan cerca del 30% de todas las lesiones laborales [2]. En Ecuador, un estudio de la Universidad de las Américas señala que alrededor del 45% de los trabajadores en el sector metalúrgico presentan síntomas asociados a trastornos musculoesqueléticos, lo que subraya la urgencia de abordar estos riesgos mediante la implementación de medidas ergonómicas adecuadas [3].

La desinformación y falta de preparación adecuada de los operarios antes de la manipulación de maquinaria industrial pueden dar lugar a lesiones significativas, especialmente cuando se usan las máquinas durante períodos prolongados y se realizan movimientos repetitivos. La empresa Torninox, ubicada en Latacunga y especializada en la manufactura de piezas metálicas mediante procesos como taladrado, torneado, fresado, entre otros, actualmente carece de un análisis exhaustivo y evaluación de los riesgos ergonómicos. Esto podría impactar negativamente tanto en la salud y seguridad de los trabajadores como en la productividad de la empresa [4]. En este contexto, el presente proyecto de investigación busca desarrollar un sistema integral de gestión de riesgos ergonómicos, complementado con capacitaciones en seguridad, para minimizar riesgos, incidentes y accidentes sin interrumpir las operaciones diarias, mejorando así la eficiencia y el ambiente laboral.

En el sector metalúrgico, donde la optimización operativa y la calidad del producto son cruciales para la competitividad empresarial, Torninox enfrenta un entorno con riesgos ergonómicos significativos. La empresa realiza una amplia gama de procesos de maquinado que incluyen taladrado, torneado, fresado, entre otros, lo que expone a los operarios a riesgos asociados a movimientos repetitivos, posturas incorrectas y manejo de cargas pesadas. Según el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo del Ecuador [2], es obligatorio para las empresas implementar sistemas para la identificación y mitigación de estos riesgos para proteger la salud del trabajador y mejorar las condiciones de trabajo.

2.1.2. Formulación del problema

La gestión inadecuada de los riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de Torninox compromete la salud de los trabajadores y la eficiencia operativa. Las posturas incorrectas, los movimientos repetitivos y las condiciones adversas incrementan las lesiones musculoesqueléticas, el ausentismo y reducen la productividad. Es esencial identificar, evaluar y mitigar estos riesgos para mejorar el entorno laboral.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

Objeto de investigación: Se centra en el área de mecanizado de la empresa Torninox, donde se llevará a cabo el análisis y la intervención en los riesgos ergonómicos.

Campo de acción: Dirección y Administración de Personal. · Control de Producción. · Planeación de Producción.

2.3. JUSTIFICACIÓN

La instauración de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de TORNINOX se fundamenta en múltiples razones. El proyecto aborda la imperiosa necesidad de optimizar las condiciones laborales y salvaguardar la salud de los trabajadores, en conformidad con el artículo 33 de la Constitución de la República del Ecuador, que subraya el derecho a un trabajo digno y saludable [8].

Asimismo, la investigación avanza el conocimiento en el campo de la ergonomía industrial, ofreciendo una comprensión detallada de los riesgos ergonómicos y su impacto en la eficiencia y el bienestar de los operarios. Este estudio no solo busca resolver problemas críticos asociados con lesiones ergonómicas, sino que también introduce innovaciones metodológicas y técnicas para la evaluación y gestión de riesgos, aportando un modelo de referencia para futuras investigaciones en este ámbito.

Finalmente, la implementación del sistema propuesto es crucial para mejorar la productividad y eficiencia en TORNINOX, al mitigar el ausentismo y los tiempos de inactividad debido a lesiones. Además, fortalece la reputación de la empresa al demostrar un compromiso sólido con la seguridad y salud de los empleados, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes, como el Acuerdo Ministerial MDT-2017-0135. Este enfoque promueve un entorno laboral más seguro y eficiente, impulsando el bienestar de los trabajadores y optimizando los procesos en todas las áreas de la empresa.

2.4. BENEFICIARIOS

En el contexto del proyecto de investigación, resulta imperativo identificar y clasificar a los beneficiarios o también denominados stakeholders. Esta clasificación facilita una comprensión precisa de las influencias y los impactos que cada grupo tiene en relación con el proyecto [7]. Los beneficiarios directos, tales como los propietarios y los trabajadores del área de mecanizado, son cruciales para la implementación efectiva del sistema de gestión de riesgos ergonómicos, debido a su alta relevancia e impacto directo en el proceso productivo y en la salud ocupacional. Por otro lado, los clientes, considerados beneficiarios indirectos, también desempeñan un papel significativo, ya que la seguridad y eficiencia del proceso productivo afectan directamente la calidad y confiabilidad del servicio. Cada uno de estos stakeholders fueron agrupado en la Figura 2.1 en la que se puede destacar su relevancia en cuanto a la influencia y la afectación en las operaciones de la empresa.

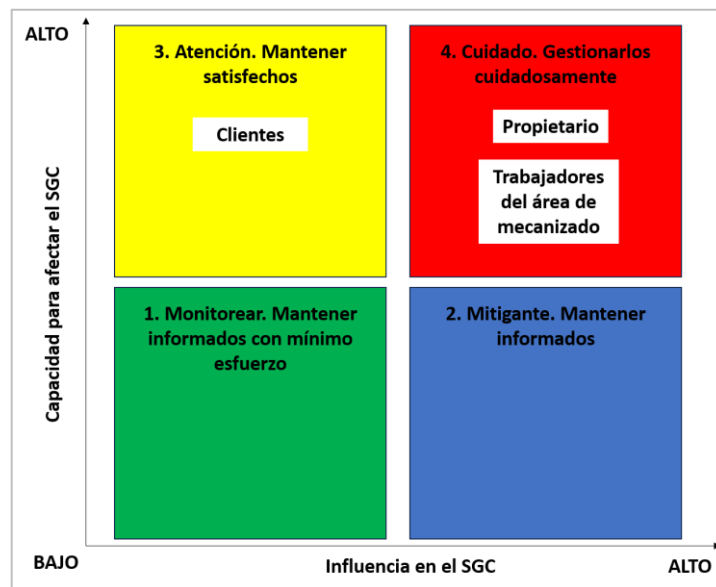


Figura 2-1 Mapa de stakeholders para la empresa Torninox. [7].

El análisis de stakeholders revela que los propietarios y los trabajadores del área de mecanizado se encuentran en el Cuadrante 4 (Ver Figura 2-1), denotando una alta prioridad debido a su elevado impacto e influencia sobre el proyecto de gestión de riesgos ergonómicos. Estos actores clave requieren una atención intensiva para asegurar que sus expectativas y necesidades se gestionen de manera efectiva, dado que su involucramiento es crítico para la implementación y el éxito del sistema propuesto. Por otro lado, los clientes, ubicados en el Cuadrante 3, poseen un impacto e influencia moderados. Aunque su rol es indirecto, su satisfacción y lealtad pueden

ser significativamente afectadas por la eficiencia y calidad de los productos resultantes de un entorno de trabajo mejorado, por lo que su comunicación y percepción deben ser manejadas adecuadamente para mantener su confianza en la empresa.

La cuantificación de los beneficiarios presentados en la Tabla 2-1 permite una evaluación precisa del alcance y del impacto proyectado. En total, se identifican 19 beneficiarios, segmentados en dos categorías. Los beneficiarios directos comprenden a dos propietarios y a 12 operarios del área de mecanizado, quienes se beneficiarán directamente de la implementación del sistema de gestión de riesgos ergonómicos mediante mejoras en su salud y en la eficiencia operativa. Adicionalmente, se identifican 5 clientes como beneficiarios indirectos, que experimentarán un incremento en la calidad del producto y en la satisfacción del cliente como resultado de la optimización de las condiciones laborales. Esta cuantificación facilita una comprensión exhaustiva del impacto potencial del proyecto y asegura que las intervenciones propuestas se alineen adecuadamente con las necesidades de los grupos afectados.

Tabla 2-1. Cuantificación de los beneficiarios de la empresa Torninox.

Parte interesada	Cantidad
Beneficiarios directos	
Propietario	2
Trabajadores del área de mecanizado	12
Beneficiarios indirectos	
Clientes	5
Total	19

*Elaboración propia

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. General

Diseñar de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de la empresa Torninox.

2.5.2. Específicos

- Ejecutar un análisis para la identificación de los elementos de riesgo ergonómico presentes en el área de mecanizado de Torninox, mediante la matriz de riesgos NTP 330.
- Analizar las posturas de los trabajadores en el área de mecanizado utilizando metodologías específicas de evaluación ergonómica, tales como OWAS, RULA y REBA, para la determinación del impacto de estas posturas en la salud ocupacional.
- Proponer protocolos para la contraprestación de las posturas inadecuadas y el mejoramiento del ambiente laboral en la empresa.

2.6. Sistemas de tareas

Teniendo en consideración los objetivos trazados para el estudio se expone en la Tabla 2-2 el conjunto de actividades y técnicas que fueron empleadas para la consecución de cada fase.

Tabla 2-2. Principales investigaciones relacionadas con el proyecto de investigación “Diseño de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de la empresa Torninox”.

Objetivo específicos	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad (técnicas e instrumentos)
Ejecutar un análisis para la identificación de los elementos de riesgo ergonómico presentes en el área de mecanizado de Torninox, mediante la matriz de riesgos NTP 330.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precisar las tareas que efectúan los trabajadores ▪ Identificar riesgos vinculados a las tareas ▪ Evalúa de los riesgos ergonómicos en el área de mecanizado. 	Identificación y valoración de los factores de riesgos ergonómicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha de observación ▪ Matriz de riesgos
Analizar las posturas de los trabajadores en el área de mecanizado utilizando metodologías específicas de evaluación ergonómica, tales como OWAS, RULA y REBA, para la determinación del impacto de estas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Observación y registro de posturas de los trabajadores mientras ejecutan las tareas ▪ Clasificar y codificar utilizando el sistema de categorías del 	Evaluación cuantitativa de los riesgos ergonómicos encontrados en los puestos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Método OWAS ▪ Método RULA ▪ Método REBA

posturas en la salud ocupacional.	método OWAS, REBA o RULA según el caso <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluación de los riesgos ergonómicos in SITU. 		
Proponer protocolos para la contraprestación de las posturas inadecuadas y el mejoramiento del ambiente laboral en la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definición de los tópicos a considerar en el protocolo con base en los resultados ▪ Estructuración del contenido del protocolo ▪ Desarrollo de una propuesta de un protocolo para contrarrestar y prevenir los riesgos ergonómicos. 	Protocolo de prevención de factores de riesgos ergonómicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis crítico para definir los elementos claves para el protocolo de prevención

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En la investigación de Ojeda [8] se abordó la eficacia de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST) en la mitigación de riesgos ergonómicos. El estudio se centró en 80 colaboradores de una muestra de 100 empleados, con el objetivo principal de evaluar cómo la implementación de un SGSST puede reducir los riesgos ergonómicos asociados a las operaciones diarias en la empresa Menber Ingeniería Construcción y Servicios S.R.L. La metodología utilizada fue no experimental y de corte transversal, empleando herramientas de observación directa y encuestas estructuradas con una escala de Likert de 23 ítems. Los resultados confirmaron la hipótesis de investigación, estableciendo una relación positiva moderada (coeficiente de correlación de 0.598, según la escala de Pearson) entre el SGSST y la reducción de los riesgos ergonómicos. Esta investigación subraya la importancia de los sistemas de gestión para mejorar la salud ocupacional y la seguridad laboral, evidenciando su impacto positivo en la minimización de riesgos ergonómicos.

Asimismo, en el estudio titulado realizado por Castro [9], se investigó la relación entre los riesgos ergonómicos y los trastornos músculo-esqueléticos en una muestra de 84 trabajadores. Utilizando un diseño no experimental de tipo aplicado con enfoque cuantitativo y el método

hipotético-deductivo, el estudio implementó cuestionarios validados para recolectar datos. Los resultados obtenidos mediante la prueba de Chi-cuadrado revelaron una significancia de 0,187, indicando que no existe una relación estadísticamente significativa entre los riesgos ergonómicos y los trastornos músculo-esqueléticos en la muestra estudiada. Sin embargo, el estudio identificó que los riesgos ergonómicos predominantes eran de nivel medio, y que los dolores más significativos se ubicaban en la región lumbar ($p=0,001$) y en los pies ($p=0,047$). La intensidad del dolor más frecuente fue moderada, afectando al 47,6% de los trabajadores, aunque solo el 19% requirió un cambio en su puesto de trabajo debido a estos dolores. Este antecedente subraya la importancia de considerar el impacto específico de los riesgos ergonómicos en la salud laboral, destacando la necesidad de una evaluación más detallada para abordar eficazmente los trastornos músculo-esqueléticos en el entorno de trabajo.

Por otra parte, Coca [10], en su estudio, aborda la evolución histórica y la importancia de la ergonomía en la protección de los trabajadores frente a accidentes y enfermedades laborales. Con el aumento de las demandas industriales y la presión por cumplir con estrictos tiempos de producción, surgieron numerosos problemas relacionados con la salud y seguridad en el trabajo. Coca destaca cómo la ergonomía, una disciplina fundamental para adaptar el entorno laboral a las capacidades humanas, se ha convertido en una herramienta crucial para prevenir lesiones profesionales. En su investigación, se enfoca en la identificación de riesgos ergonómicos, particularmente los asociados con movimientos repetitivos en el área de acondicionamiento de Laboratorios COFAR S.A., utilizando metodologías tanto cualitativas como cuantitativas. Este enfoque no solo busca mejorar el ambiente de trabajo de la empresa, sino también fortalecer los sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo a nivel organizacional y estatal. Coca subraya la necesidad de avanzar en la aplicación de la ergonomía en países en desarrollo, donde a menudo faltan los métodos y enfoques necesarios para desarrollar y robustecer prácticas ergonómicas adecuadas. Su trabajo pretende contribuir significativamente al desarrollo de estrategias efectivas para mitigar riesgos ergonómicos y promover el bienestar de los trabajadores.

En el estudio realizado por Triviño [11], se llevó a cabo una exhaustiva evaluación ergonómica de los puestos de trabajo en el área de mantenimiento. Pérez implementó un diagrama de flujo de procesos para detallar los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo, con el objetivo de sistematizar y mejorar la eficiencia de las operaciones. El análisis ergonómico, realizado a través de la matriz Icontec GTC 45, permitió identificar molestias y dolores potenciales en los trabajadores, relacionados con posturas inadecuadas y movimientos

repetitivos. El estudio empleó métodos avanzados de evaluación ergonómica, como el Check List Ocra y REBA, revelando niveles elevados de riesgo asociados con posturas forzadas y movimientos repetitivos. Estos hallazgos subrayaron la necesidad de intervenir en los puestos de trabajo para mitigar los riesgos identificados. En respuesta, Pérez propuso un programa de prevención de trastornos musculoesqueléticos que aborda los factores de riesgo en tres niveles: la fuente, el medio de transmisión y el entorno laboral. Esta propuesta busca mejorar la salud y la seguridad de los trabajadores mediante la implementación de estrategias de control ergonómico y prevención de lesiones, proporcionando un modelo integral para la gestión de riesgos ergonómicos en entornos industriales.

En el estudio de Familia y Guzmán [12], se aborda la implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para mitigar los riesgos laborales y promover un entorno de trabajo seguro. El objetivo general del estudio es aplicar metodologías adecuadas para implementar este sistema, lo que incluye la correcta utilización de Equipos de Protección Personal (EPP), el desarrollo de un sistema de control de accidentes, la recolección de datos sobre factores de riesgo y la gestión de riesgos mediante el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). Los resultados concluyen que la aplicación del SG-SST es crucial para mejorar la seguridad y la salud de los trabajadores en Metalgas SRL, una empresa destacada en la manufactura de artículos de acero inoxidable. El estudio señala que la implementación de este sistema no solo asegura una mejor protección para los operarios, sino que también contribuye a mantener y mejorar la calidad de los productos fabricados. Los planes de acción y contingencia propuestos, así como la educación de los trabajadores en el uso de EPP, se destacan como medidas efectivas para minimizar riesgos. Además, el estudio resalta la necesidad de mejorar los controles de calidad y salud en la planta, incluyendo mejoras en el sistema de ventilación para aumentar la comodidad y reducir riesgos de salud a largo plazo. Esta investigación proporciona una base sólida para la implementación de sistemas similares en otras industrias, subrayando la importancia de un enfoque sistemático en la gestión de riesgos ergonómicos.

Adicionalmente, en el contexto de la gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SST) en las pequeñas y medianas empresas del sector industrial, el estudio de Bustos y Mantilla [13], destaca la importancia crítica de la implementación de sistemas de SST. Según su investigación, mantener un sistema de SST en Colombia implica no solo el cumplimiento de normativas vigentes, sino también la necesidad de una actualización constante en consonancia con las nuevas regulaciones. La investigación revela que un sistema de SST debe ser considerado un

proceso dinámico y continuo, requiriendo esfuerzos sistemáticos para su actualización legal y su adecuación a las demandas del entorno regulatorio. El estudio se enfoca en determinar la relevancia de estos sistemas para las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector industrial en Bucaramanga, explorando cómo estas empresas pueden utilizar el SST no solo como una herramienta de cumplimiento, sino como un activo estratégico para mejorar la gestión y la eficiencia organizacional. La metodología aplicada incluye una revisión literaria del proceso de implementación del SST en Colombia, complementada con un enfoque cualitativo y un análisis descriptivo. La investigación muestra cómo la integración efectiva del SST puede ofrecer ventajas competitivas significativas, tales como la mejora continua de los procesos, la rentabilidad, la confianza en el ambiente laboral y la reducción de la accidentalidad y enfermedades laborales. Este antecedente subraya la necesidad de un enfoque integral en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, proporcionando un marco de referencia para la implementación efectiva de sistemas ergonómicos en contextos industriales similares.

En lo que respecta a la valoración de riesgos ergonómicos y la adopción de protocolos para prevenirlos el estudio de Alemán [14], esta investigación se llevó a cabo en el Equipo de Perforación de Pozos de Petróleo y Gas CUPET-3, perteneciente a la Empresa de Perforación y Reparación Capital de Pozos de Petróleo y Gas (EMPERCAP). El objetivo principal fue realizar un análisis ergonómico postural en el proceso de perforación de pozos, utilizando herramientas como la filmación, edición de imágenes, y la aplicación del cuestionario del método Cornell, así como la evaluación postural mediante el método REBA. Se recopiló y procesó información a través de entrevistas, encuestas y el uso del software Kinovea para la edición de videos y la toma de ángulos en la valoración postural. Además, se utilizó el paquete Office para la gestión de los datos. Los resultados de la investigación revelaron la presencia de riesgos ergonómicos asociados con las posturas adoptadas por los Auxiliares "A", "B" y "C" en las Labores Petroleras. A raíz de estos hallazgos, se propuso un programa de mejoras enfocado en la reducción de dichos riesgos, con un conjunto de medidas tanto generales como específicas, adaptadas a cada una de las actividades analizadas. Este programa tiene como objetivo mejorar la salud ocupacional y optimizar las condiciones laborales en el proceso de perforación de pozos de petróleo y gas.

Villalba y Zea [15] efectuaron una investigación tuvo como objetivo valorar el grado de riesgo disergonómico utilizando el método RULA y la lista de verificación OCRA, con el fin de implementar medidas de control en la empresa metalmecánica Tornería Jorge - Arequipa 2022, para disminuir la exposición de los empleados a niveles de riesgo disergonómico debido a la

adopción de posturas incorrectas y movimientos repetitivos. El trabajo investigativo se soportó en un enfoque mixto, no experimental, de corte transversal y de naturaleza descriptiva, que empleó como principales herramientas la tabla de identificación de factores de riesgo disergonómico y el software Ergonautas para la aplicación del método RULA y la lista de verificación OCRA, los cuales fueron aplicados a una muestra de 5 trabajadores. Se evaluó el nivel de riesgo disergonómico antes y después de la aplicación del método RULA y la lista de verificación OCRA, donde la evaluación inicial determinó que el 100% de los empleados están expuestos a un riesgo "medio en adelante" en cuanto a posturas inadecuadas; asimismo, en relación con los movimientos repetitivos, el 80% de los empleados está expuesto a un riesgo "incierto". Posteriormente, se implementaron 4 medidas de control, de las cuales 01 medida fue de sustitución y 03 medidas fueron administrativas. También, se reevaluó el nivel de riesgo disergonómico tras la implementación de dichas medidas de control, donde se observó una reducción en los niveles de riesgo en el 100% de los empleados reevaluados.

Por su parte Villegas y Barrantes [16] se enfocaron en el desarrollo previo a una evaluación mediante el método REBA de una propuesta con un enfoque ergonómico, motivada por la identificación de riesgos significativos en un proyecto de construcción. Como fases del trabajo investigativo se realizó una evaluación exhaustiva de la problemática, centrándose en los impactos negativos que estos riesgos tienen sobre la salud de los operarios. Se adoptó una metodología cuantitativa con un diseño no experimental descriptivo correlacional para abordar esta problemática. En la primera etapa del estudio, se identificaron actividades con mayor riesgos, con puntuaciones REBA entre 4 y 7, lo que se consideró un riesgo medio que requiere una actuación inmediata. Se propuso controles de ingeniería esenciales, junto con controles ergonómicos y administrativos específicos, detallando las inversiones económicas necesarias para la implementación de la propuesta. Se recomendó realizar evaluaciones REBA periódicas para evitar la aparición de nuevos riesgos ergonómicos, además de sugerir una inversión continua en controles de ingeniería para garantizar el cumplimiento de las leyes orientadas a proteger la integridad física y psicológica de los trabajadores.

Monárrez et al. [17] desarrollaron un abordaje investigativo que se centró en llevar a cabo un análisis ergonómico mediante la aplicación del método RULA en el proceso de la industria manufacturera, específicamente en el área de prueba de fugas de tanques de acero en la estación de ensamble final. Este método se empleó para evaluar la exposición de los trabajadores a riesgos derivados del mantenimiento de posturas inadecuadas, que pueden causar trastornos en los miembros superiores del cuerpo. Inicialmente, se realizó una observación detallada de las

operaciones ejecutadas por los trabajadores en diferentes lapsos de tiempo. La evaluación se estructuró en dos segmentos: el Segmento A, que abarca el análisis del brazo, antebrazo y muñeca, y el Segmento B, que se enfoca en el cuello, tronco y piernas. Cada segmento fue evaluado mediante un sistema de puntuación basado en los ángulos formados por las extremidades, los movimientos, así como la carga o fuerzas aplicadas, teniendo en cuenta el tipo de actividad realizada.

En la Tabla 3-1, se sintetiza las principales ideas de los trabajos científicos que fueron consultados y que se consideraron como referentes para el estudio.

Tabla 3-1. Principales investigaciones relacionadas con el proyecto de investigación “Diseño de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos en el área de mecanizado de la empresa Torninox”.

Año	Autor(es)	Título	Tipo	Contribuciones
2023	Diego Ojeda	Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para la reducción de riesgos ergonómicos de la empresa Menber S.R.L. – Piura 2022	Tesis de Grado	Demuestra la efectividad de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SGSST) para mitigar riesgos ergonómicos en el ámbito laboral. Metodología Rigurosa. Importancia de los sistemas de gestión en la mejora de la salud ocupacional y la seguridad laboral. Relación positiva moderada entre la implementación del SGSST y la reducción de riesgos ergonómicos. Base empírica para la aplicación de SGSST en empresas similares
2023	Castro Mallma	Riesgos ergonómicos y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del car mixto San Miguel, Lima 2023	Tesis de Grado	El estudio destaca la presencia de dolores significativos en áreas específicas como la región lumbar y los pies. Se identificó que el dolor más frecuente tenía una intensidad moderada, afectando al 47,6% de los trabajadores. El estudio subraya la necesidad de una evaluación detallada de los riesgos ergonómicos para mejorar la salud laboral y abordar eficazmente los trastornos músculo-esqueléticos.
2023	Coca Rodrigo	Diseño de un programa de evaluación e identificación de riesgos ergonómicos basado en métodos cuantitativos y cualitativos-Laboratorios COFAR S.A.	Tesis de Maestría	Coca analiza la evolución y la importancia de la ergonomía para proteger a los trabajadores de accidentes y enfermedades laborales. Su estudio se centra en identificar riesgos ergonómicos, como los movimientos repetitivos en Laboratorios COFAR S.A., y destaca la necesidad de mejorar las prácticas ergonómicas en países en desarrollo para fortalecer los sistemas de seguridad y salud laboral.
2018	Triviño Luis	Evaluación de los factores de riesgo ergonómicos y propuesta de un sistema de gestión técnica para la prevención de trastornos musculoesqueléticos en	Tesis de Grado	El estudio de Triviño y Pérez evaluó ergonómicamente los puestos de trabajo en mantenimiento, identificando riesgos asociados con posturas y movimientos repetitivos. Pérez propuso un programa integral para prevenir trastornos musculoesqueléticos, utilizando un diagrama de flujo para mejorar la eficiencia y

		el área de mantenimiento industrial de la empresa CYMIB		estrategias de control ergonómico para mitigar los riesgos.
2022	Giancarlos Familia, Henry Guzmán.	Plan de mejora para aumentar el nivel de seguridad industrial dentro de la empresa Metalgas, SRL, mediante la implementación de un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo	Tesis de Grado	El estudio de Familia y Guzmán destaca que un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) mejora la seguridad laboral y la calidad en Metalgas SRL. La implementación de EPP, el ciclo PHVA, y la capacitación de empleados son fundamentales para reducir riesgos y mejorar el ambiente laboral, ofreciendo una base para otras industrias.
2021	Dennys Bustos, Diana Mantilla	Importancia de la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo en las pequeñas y medianas empresas del sector industrial en Bucaramanga	Tesis de Grado	El estudio de Bustos y Mantilla destaca la importancia de actualizar constantemente los sistemas de seguridad y salud en el trabajo (SST) en las pequeñas y medianas empresas. Resalta que estos sistemas no solo cumplen con normativas, sino que también mejoran la gestión, eficiencia y reducen la accidentalidad y enfermedades laborales, proporcionando una ventaja competitiva.
2021	Alemán Román	Evaluación ergonómica postural en trabajadores del Equipo de Perforación de Pozos Petróleo y Gas CUPET-3,	Tesis de Maestría	El estudio proporciona una perspectiva integral del esquema de valoración de riesgos ergonómicos, permitiendo identificar las áreas críticas que requieren atención prioritaria. A partir de esta evaluación, se establece una base sólida para estructurar un programa de mejoras orientado a la reducción efectiva de estos riesgos. Este programa contempla un conjunto de medidas tanto generales como específicas, diseñadas para abordar las particularidades de cada una de las actividades estudiadas, asegurando así un enfoque preciso y eficaz en la mejora de las condiciones laborales y la promoción de la salud ocupacional
2022	Villalba y Zea	Evaluación del nivel de riesgo disergonómico aplicando el método RULA y la lista de verificación OCRA en la empresa metalmecánica Tornería Jorge - Arequipa 2022	Tesis de Grado	El estudio proporciona directrices para la implementación del método REBAS, empleando el software Ergonautas como herramienta clave en la evaluación ergonómica. Además, provee orientaciones para el análisis de las posturas y movimientos que representan un riesgo significativo para los operadores. Posteriormente, se formularon propuestas concretas de acciones de mitigación, orientadas a reducir los riesgos ergonómicos detectados.
2023	Villegas y Barrantes	Propuesta de mejora ergonómica empleando el método REBA para reducir los riesgos disergonómicos en la empresa Pradock Pisos Industriales S.A.C.	Tesis de Grado	El valor agregado de este estudio radica en que ofrece una perspectiva detallada sobre los pasos y consideraciones clave para la implementación del método REBA en la evaluación de riesgos ergonómicos. Además, facilita la visualización de medidas correctivas y preventivas que podrían ser adoptadas para mitigar dichos riesgos. Este enfoque integral no solo proporciona una guía

				práctica para la identificación de factores de riesgo ergonómico, sino que también sugiere estrategias específicas que pueden ser implementadas para mejorar la salud ocupacional y la seguridad en el entorno laboral.
2023	Monárrez et al.	Análisis ergonómico mediante la aplicación del método RULA en proceso de industria manufacturera	Trabajo de Grado	La aportación de esta investigación se centra en su enfoque especializado en la evaluación meticulosa de la exposición de los operarios a riesgos ergonómicos originados por la adopción de posturas inadecuadas, especialmente aquellas que comprometen los miembros superiores. Mediante la aplicación del método RULA (Rapid Upper Limb Assessment), se consigue una evaluación exhaustiva que facilita la identificación y cuantificación de los factores de riesgo asociados a dichas posturas, estableciendo así una base sólida para la implementación de medidas correctivas y preventivas que fomenten la salud y seguridad de los trabajadores en su ámbito laboral

*Elaboración propia, con base el proceso de indagación documental

3.2. MARCO TEÓRICO

3.2.1. Ergonomía e importancia en el ambiente laboral

El término ergonomía, derivado del griego *ergon* (trabajo) y *nomos* (leyes o normas), se traduce como “las leyes del trabajo”. La ergonomía constituye una disciplina científica dedicada a la optimización del diseño y la configuración del entorno laboral y los sistemas operativos, con el fin de alinearlos con las capacidades, limitaciones y requerimientos humanos. Su objetivo primordial es potenciar el bienestar del trabajador y la eficacia operativa mediante la adecuación de los sistemas de trabajo a las características fisiológicas y psicológicas del individuo [18].

La integración de principios ergonómicos en el entorno laboral es esencial para optimizar la salud, seguridad y productividad de los empleados. La ergonomía reduce significativamente el riesgo de lesiones y enfermedades laborales al adaptar herramientas, equipos y procesos a las capacidades físicas y psicológicas de los trabajadores, disminuyendo trastornos musculoesqueléticos y lesiones crónicas [19]. Además, de acuerdo a Medina y Díaz [17] un diseño ergonómico eficiente mejora la fluidez del trabajo y la productividad al reducir movimientos innecesarios y simplificar procesos, lo que también incrementa la calidad del trabajo al minimizar errores operativos y defectos. La correcta implementación de prácticas ergonómicas asegura el cumplimiento de las normativas de seguridad y salud, evitando sanciones y fortaleciendo la reputación empresarial al demostrar un compromiso con el bienestar de los empleados. Asimismo, contribuye a una mayor satisfacción y retención del

personal al crear un ambiente laboral que reduce el estrés físico y mental, promoviendo así una mayor lealtad y motivación entre los empleados. En definitiva, la adopción efectiva de la ergonomía no solo mejora las condiciones laborales, sino que también representa una inversión estratégica en el éxito y la sostenibilidad de las empresas.

3.2.2. Aplicativo o software argonautas

Ergonautas es una plataforma web y software especializado en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo, desarrollado por expertos en ergonomía y salud ocupacional. Este recurso avanzado proporciona herramientas específicas para analizar las condiciones ergonómicas en diversos entornos laborales, con un enfoque particular en sectores industriales y de oficina [21]. Entre sus funcionalidades destacadas, Ergonautas permite la evaluación de riesgos ergonómicos mediante la aplicación de métodos reconocidos como RULA (Rapid Upper Limb Assessment), REBA (Rapid Entire Body Assessment), entre otros enfoques ergonómicos. Estas herramientas facilitan la identificación y análisis de riesgos posturales y de movimiento en el entorno laboral. El software también genera informes detallados tras las evaluaciones, ofreciendo recomendaciones precisas para la mejora de las condiciones ergonómicas, lo que contribuye a la prevención de trastornos musculoesqueléticos. Además, cuenta con una base de datos que permite almacenar y gestionar las evaluaciones de forma sistemática, facilitando el seguimiento y comparación de riesgos ergonómicos a lo largo del tiempo o en diferentes proyectos [23]. Ergonautas se caracteriza por su interfaz amigable, diseñada tanto para especialistas en ergonomía como para usuarios con menor experiencia, ofreciendo una guía detallada para realizar evaluaciones eficaces. Es ampliamente utilizado por profesionales en salud ocupacional, ingenieros de seguridad y otros expertos que buscan optimizar la ergonomía en el trabajo y reducir la incidencia de lesiones y enfermedades asociadas a condiciones laborales adversas.

3.2.3. Definición de riesgo ergonómico y tipos

Los riesgos ergonómicos se refieren a los factores presentes en el entorno laboral que pueden provocar lesiones o enfermedades relacionadas con el sistema musculoesquelético debido a una mala adaptación del trabajo al trabajador. Estos riesgos incluyen posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas, y condiciones de trabajo que no están diseñadas teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones del trabajador [23]. La exposición prolongada a estos factores puede resultar en problemas de salud como el síndrome del túnel carpiano, tendinitis, lumbalgia, y otras dolencias que afectan los músculos, nervios y tendones.

Los riesgos ergonómicos, factores que pueden causar lesiones o malestar en el entorno laboral, se clasifican en las siguientes categorías principales

- **Riesgos posturales:** Estos riesgos se originan cuando los trabajadores mantienen posiciones inapropiadas durante la ejecución de sus tareas. Las posturas incorrectas, que pueden ser estáticas o forzadas, tienden a provocar fatiga y lesiones musculoesqueléticas, como dolores en la región lumbar y cervical. Tales posturas deficientes suelen resultar de un diseño inadecuado del equipo o de procedimientos laborales que imponen posiciones incómodas prolongadas. Un ejemplo de riesgo postural incluye la adopción de posturas inclinadas o incómodas al utilizar herramientas manuales o al trabajar en mesas de altura inapropiadas [21].
- **Riesgos de movimientos repetitivos:** Estos riesgos están relacionados con la ejecución repetida del mismo movimiento o secuencia de movimientos, lo cual puede llevar a la aparición de trastornos por movimientos repetitivos (TMR). Afecciones comunes asociadas con estos movimientos incluyen tendinitis, síndrome del túnel carpiano y otros problemas musculares y nerviosos. Los riesgos de movimientos repetitivos son frecuentes en tareas que requieren actividad constante y repetitiva, como el ensamblaje de piezas, la escritura continua o el manejo de maquinaria que exige movimientos uniformes.
- **Riesgos de carga:** Los riesgos asociados con la carga se refieren al levantamiento, transporte y manipulación de objetos pesados. La manipulación inadecuada de estas cargas puede causar lesiones severas en la espalda y otros trastornos musculoesqueléticos. La falta de técnicas correctas para el levantamiento y la ausencia de equipos de soporte, como carretillas o elevadores, aumentan el riesgo de lesiones. Estos riesgos son prevalentes en entornos que requieren el movimiento frecuente de materiales pesados o el manejo manual de productos.
- **Riesgos de condiciones ambientales adversas:** Este grupo de riesgos comprende la exposición a condiciones ambientales extremas, como temperaturas extremas, vibraciones intensas y niveles elevados de ruido. Estos factores adversos pueden impactar negativamente en la salud del trabajador y en su rendimiento general. Por ejemplo, la exposición prolongada a vibraciones puede causar trastornos vasculares y neuromusculares, mientras que el ruido excesivo puede resultar en pérdida auditiva y aumento del estrés.

Cada tipo de riesgo ergonómico exige una atención especializada y la implementación de medidas correctivas adecuadas para minimizar su impacto. La identificación y evaluación

minuciosa de estos riesgos son cruciales para diseñar e implementar estrategias efectivas que optimicen las condiciones laborales y reduzcan la incidencia de lesiones y enfermedades asociadas con la ergonomía.

3.2.4. Evaluación de riesgos ergonómicos

La evaluación de riesgos ergonómicos es una disciplina esencial para identificar, analizar y mitigar factores que pueden causar molestias o lesiones en el entorno laboral. Este proceso se fundamenta en una variedad de metodologías y herramientas especializadas que permiten una comprensión exhaustiva del impacto de las posturas, movimientos y condiciones ambientales sobre la salud y el rendimiento de los trabajadores [24]. A continuación, se describe detalladamente cada una de las principales metodologías y herramientas utilizadas en la evaluación de riesgos ergonómicos.

3.2.4.1. OWAS (Ovako Working Posture Analysis System).

El método OWAS, desarrollado por Ovako en la década de 1970, es una herramienta analítica diseñada para evaluar las posturas laborales y sus efectos en la salud. Este sistema se basa en la observación directa de las posturas adoptadas por los trabajadores y en la clasificación de estas posturas según su riesgo potencial [25]. OWAS es especialmente útil para analizar trabajos que implican posturas estáticas o forzadas, como en la manufactura o el ensamblaje. La información obtenida puede emplearse para rediseñar estaciones de trabajo, ajustar alturas de superficies y mejorar el diseño de herramientas.

3.2.4.1.1. Metodología

Observación directa:

La implementación del método inicia con la observación directa de la actividad realizada por el operario. En casos donde se desarrollan diversas actividades durante el período de observación, se procede a segmentar el trabajo en fases diferenciadas. Esta segmentación es esencial cuando las tareas ejecutadas por el trabajador varían significativamente a lo largo del tiempo. Si la tarea es uniforme y la actividad constante, la evaluación será directa y sencilla. Sin embargo, si la tarea es heterogénea y puede descomponerse en múltiples actividades o fases, la evaluación deberá abordarse de manera multifásica, realizando una valoración separada para cada fase establecida [21].

Asimismo, se determinará el periodo de observación necesario para capturar una muestra representativa de las posturas adoptadas por el trabajador. La duración del periodo de




observación se ajustará según la naturaleza del puesto: en trabajos con ciclos cortos, donde las actividades se repiten con frecuencia, se requerirá un periodo de observación menor comparado con puestos que impliquen una gran variedad de tareas y sin ciclos definidos. Generalmente, se recomienda un periodo de observación entre 20 y 40 minutos [21].


Se definirá la frecuencia de muestreo, es decir, el intervalo de tiempo en el que se registrarán las posturas adoptadas. La toma de datos debe realizarse a intervalos regulares, comúnmente entre 30 y 60 segundos, ajustándose a la frecuencia con la que el trabajador cambia de postura y la variedad de posturas adoptadas. Una mayor frecuencia en el cambio de posturas y una mayor diversidad en las posturas requerirán una frecuencia de muestreo más elevada. El número total de observaciones debe ser suficiente para asegurar la precisión de la valoración, ya que el error de estimación aumenta con la disminución del número total de observaciones. Investigaciones previas han establecido que el error máximo (con un 95 % de probabilidad) para 100 observaciones es del 10 %, mientras que para 200, 300 y 400 observaciones, el error es del 7 %, 6 % y 5 %, respectivamente [21].

Clasificación de posturas:

Las posturas observadas se categorizan en distintas clases según su naturaleza. A cada postura se le asignará un código de postura de cuatro dígitos. El primer dígito representará la posición de la espalda del operario en la postura evaluada considerando los parámetros de la Tabla 3-2.




Tabla 3-2. Clasificación de las posturas de la columna vertebral [27]

Código	Posición de la espalda	Descripción	Postura
1	Espalda derecha	El eje longitudinal del tronco del operario se encuentra alineado con el eje de las caderas y las extremidades inferiores.	
2	Espalda doblada	Se puede considerar que se presenta para inclinaciones que exceden los 20 grados.	
3	Espalda con giro	Se presenta una rotación del tronco o una inclinación lateral superior a 20 grados.	

4	Espalda doblada con giro	Se presenta una flexión del tronco combinada con una rotación o inclinación simultánea.	
----------	-----------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------


El segundo dígito indicará la posición de los brazos, en la Tabla 3-3 se especifican las valoraciones que pueden asignarse según la posición de los brazos.







Tabla 3-3. Clasificación de las posiciones de los brazos [27].

Código	Posición de los brazos	Descripción	Postura
1	Dos brazos abajo	Ambos miembros superiores del operario están posicionados por debajo del plano horizontal de los hombros.	
2	Un brazo abajo y el otro elevado	Un brazo del trabajador está por debajo del nivel de los hombros, mientras que el otro está por encima.	
3	Dos brazos elevados	Ambos miembros superiores del trabajador, o una parte de ellos, se encuentran posicionados por encima del plano horizontal de los hombros.	

Dependiendo de la posición de la pierna que adopta el individuo que efectúa una tarea, se establece un valor el cual se describe en la Tabla 3-4.




Tabla 3-4. Clasificación de las posturas de las extremidades inferiores [27].

Código	Posición de las piernas	Descripción	Postura
1	Sentado	El operario se encuentra en una posición sentada.	

2	De pie con las dos piernas rectas	Las extremidades inferiores en posición extendida y con una distribución equitativa del peso corporal entre ambas.	
3	De pie con una pierna recta y la otra flexionada	En posición vertical, con una pierna extendida y la otra flexionada, soportando el peso corporal de manera asimétrica entre ambas extremidades.	
4	De pie o en posición en cuclillas, con ambas extremidades inferiores flexionadas y el peso corporal distribuido equitativamente entre ambas piernas.	Se puede considerar que la condición ocurre para ángulos entre el muslo y la pantorrilla que sean iguales o inferiores a 150°. Los ángulos superiores a este valor se clasificarán como piernas extendidas.	
5	En posición erguida o agachada, con ambos miembros inferiores flexionados y la distribución del peso corporal desequilibrada.	Se considera que esto ocurre para ángulos entre el muslo y la pantorrilla que sean iguales o inferiores a 150°. Ángulos superiores se clasificarán como piernas en posición extendida.	
6	Arrodillado	El trabajador mantiene una o ambas rodillas en contacto directo con el suelo.	
7	Caminando	El operario se desplaza a pie.	

El cuarto dígito designará el tipo de carga manipulada, esto hace referencia al nivel de peso que el sujeto evaluado manipula y la valoración se especifica según la escala descrita en la Tabla 3-5.

Tabla 3-5. Clasificación de las cargas y fuerzas aplicadas [27].

Código	1	2	3
Carga o fuerza	< 10 kg	Entre 10 – 20 kg	> 20 kg
Carga			

Escala de evaluación:

Una vez codificadas las posturas registradas durante la evaluación, se procede a la asignación de los niveles de riesgo correspondiente a cada postura mediante el método OWAS. Este sistema asigna un nivel de riesgo a cada postura, fundamentándose en el código de postura específico [21]. El sistema OWAS categoriza las posturas en cuatro niveles de riesgo, numerados del 1 al 4, en función del riesgo progresivo que representan para el sistema musculoesquelético tal como se describe en la Tabla 3-6. Cada nivel de riesgo establece la prioridad para las intervenciones correctivas necesarias, de acuerdo con el grado de riesgo detectado.

Tabla 3-6. Niveles de riesgo y acciones correctivas [27].

Categoría de riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura fisiológicamente adecuada y natural, sin implicaciones perjudiciales para el sistema musculoesquelético.	No se requiere intervención.
2	Postura con potencial para inducir daño en el sistema musculoesquelético.	Se requieren medidas correctivas a ser implementadas en un plazo próximo.
3	Posición que induce efectos perjudiciales en el sistema musculoesquelético.	Es imperativo implementar medidas correctivas de manera urgente.
4	La carga derivada de esta postura ejerce efectos altamente perjudiciales sobre el sistema músculo-esquelético.	Es imperativo implementar medidas correctivas de manera urgente.

Para determinar la categoría de riesgo correspondiente a cada postura, se emplea la Tabla 3-7 de Clasificación de Riesgos según Códigos de Postura. Esta tabla permite clasificar cada postura

según el código numérico asignado a la misma, indicando de manera precisa la categoría de riesgo asociada [21].

Tabla 3-7. Clasificación de Riesgos según Códigos de Postura [27].

Piernas		1			2			3			4			5			6			7					
Carga		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Espalda		Brazos																							
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2		
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3			
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4			
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1			
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1			
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1			
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4			

Para evaluar el riesgo postural, se calcula la frecuencia relativa de cada postura adoptada por cada miembro, como porcentaje del total de posturas registradas según la Tabla 3-8 de clasificación de riesgo postural según la frecuencia relativa de las posiciones corporales. Con esta información, se determina la categoría de riesgo para cada parte del cuerpo utilizando una tabla de referencia [27]. Esto permite identificar las áreas con mayor carga postural y definir las medidas correctivas necesarias.

Tabla 3-8. Clasificación de riesgo postural según la frecuencia relativa de las posiciones corporales [27].

Frecuencia relativa		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
Espalda	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Brazos	Dos brazos abajo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo abajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Piernas	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Caminando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Tras analizar los datos e identificar posturas de alto riesgo, Chanca y Salinas [27] señalan que se deben implementar ajustes en el entorno laboral, como cambios en la altura de estaciones de trabajo y rediseño de herramientas, o se introducen pausas para reducir la exposición a posturas peligrosas. Luego, se realiza una reevaluación para verificar la efectividad de estas medidas, utilizando observación continua y retroalimentación de los trabajadores para asegurar la mejora de las condiciones ergonómicas y la reducción de riesgos.

3.2.4.2. RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Desarrollado en 1992, el método RULA se enfoca en la evaluación de posturas y movimientos de la parte superior del cuerpo, incluidos el cuello, los hombros, los brazos y las muñecas. Esta herramienta permite una rápida valoración del riesgo asociado con las posturas y tareas que afectan estas áreas. RULA es eficaz para evaluar trabajos que implican tareas repetitivas, como el ensamblaje de componentes electrónicos o el uso de herramientas manuales [17]. Los datos obtenidos permiten ajustar el diseño de herramientas y equipos para reducir el riesgo de trastornos por movimientos repetitivos.

3.2.4.2.1. Metodología

El método RULA se centra en la evaluación de posturas individuales en lugar de secuencias de posturas. Es fundamental seleccionar las posturas a evaluar, priorizando aquellas que inicialmente presentan una mayor carga postural debido a su duración, frecuencia o desviación de la posición neutral [17].

De acuerdo a Lazo et al. [28], para aplicar RULA, se inicia con la observación de las tareas del trabajador, analizando varios ciclos de trabajo para identificar las posturas críticas. En ciclos prolongados o en ausencia de ciclos definidos, las evaluaciones se realizarán a intervalos

regulares, considerando la duración de cada postura. Las mediciones se enfocan en los ángulos formados por las partes del cuerpo en relación con referencias específicas. Estas mediciones pueden realizarse directamente con transportadores de ángulos y otros dispositivos, o mediante fotografías, asegurando que las imágenes capturen los ángulos con precisión desde diferentes perspectivas. El método debe aplicarse a ambos lados del cuerpo, eligiendo el lado más afectado o evaluando ambos en caso de incertidumbre.

RULA tal como se aprecia en la Figura 3-1 divide el cuerpo en dos grupos principales: el segmento A (miembros superiores) y el segmento B (piernas, tronco y cuello). Utilizando las tablas del método, se asigna una puntuación a cada región corporal y se derivan valores globales para los segmentos A y B [30].



Figura 3-1. Agrupaciones de miembros en RULA [30].

La asignación de puntuaciones en el método RULA se basa en la medición precisa de los ángulos entre las partes del cuerpo del trabajador. Cada ángulo se mide conforme a las directrices del método, y las puntuaciones globales para los grupos A y B se ajustan según el tipo de actividad muscular y la fuerza aplicada tal como indica Torres [30]. La puntuación global modificada refleja el riesgo asociado con la tarea, con puntuaciones más altas indicando un mayor riesgo de trastornos musculoesqueléticos. El método clasifica estas puntuaciones en niveles de actuación que orientan sobre las medidas correctivas necesarias, desde el nivel 1 (postura aceptable) hasta el nivel 4 (necesidad urgente de intervención).

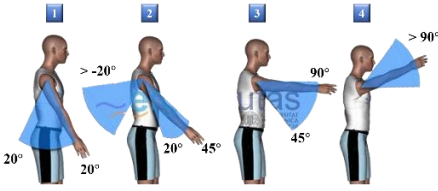
Valoración del segmento A

La valoración del segmento A se deriva de las puntuaciones asignadas a cada uno de los componentes individuales (brazo, antebrazo y muñeca). Por lo tanto, como paso preliminar para determinar la calificación del grupo, es necesario calcular las puntuaciones correspondientes a cada componente individual [30]:

- **Puntuación del brazo:** La puntuación del brazo se basa en el ángulo de flexión/extensión medida entre el brazo y el tronco, como se detalla en la Tabla 3-9, la cual permite asignar un valor entre 1 y 4 según la posición.

Tabla 3-9. Calificación del brazo [30].

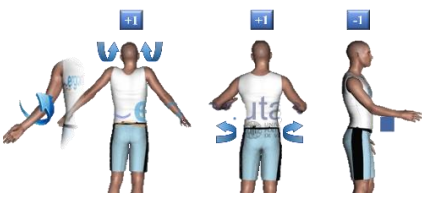
Posición	Puntuación
Desde una extensión de 20 grados hasta una flexión de 20 grados	1
Ángulo de extensión superior a 20 grados o ángulo de flexión entre 20 y 45 grados	2
Ángulo de flexión superior a 45° y 90°	3
Flexión superior a 90 grados	4



Se incrementa en un punto si hay elevación del hombro, abducción o rotación del brazo. Si el brazo descansa en un punto de apoyo durante la tarea, la puntuación se reduce en un punto. La puntuación final se consulta en la Tabla 3-10 donde se especifica la puntuación a asignar dependiendo de la posición del brazo durante la tarea.

Tabla 3-10. Ajuste en la calificación del brazo [30].

Posición	Puntuación
Elevación del hombro o rotación del brazo	+1
Brazos en abducción	+1
Se encuentra un soporte estabilizador	-1



Nota. Adaptado de Diego [25].

- **Puntuación del antebrazo:** se determina en función del ángulo de flexión, que se mide como el ángulo formado entre el eje del antebrazo y el eje del brazo. La Figura de la Tabla 3-11 ilustra los rangos de flexión considerados por el método. La puntuación correspondiente se resume en dicha tabla calificación del antebrazo que facilita asignar un valor de 1 o 2.

Tabla 3-11. Calificación del antebrazo [30].

Posición	Puntuación	
Ángulo de flexión comprendido entre 60° y 100°	1	
Ángulo de flexión menor a 60° o mayor a 100°	2	

La puntuación obtenida inicialmente evalúa la flexión del antebrazo. Esta puntuación se incrementa en un punto si el antebrazo cruza la línea media del cuerpo o si se realiza una tarea a un lado del cuerpo. Estos factores son mutuamente excluyentes, por lo que la puntuación del antebrazo se incrementará en un punto como máximo. Los ajustes específicos se detallan en la Tabla 3-12.

Tabla 3-12. Ajuste en la calificación del antebrazo [30].

Posición	Puntuación	
En el hemicuerpo lateral	+1	
Transgrede el plano medio del cuerpo	+1	


- Puntuación de la muñeca:** La evaluación de la muñeca se basa en la medición del ángulo de flexión/extensión con respecto a la posición neutral. La figura proporciona las referencias necesarias para llevar a cabo esta medición. La puntuación correspondiente a la muñeca se determina utilizando la Tabla 3-13.

Tabla 3-13. Calificación de la muñeca [30].

Posición	Puntuación	
Posición neutra	1	
Flexión o extensión en un rango superior a 0° e inferior a 15°	2	
Ángulo de flexión o extensión superior a 15 grados	3	



La puntuación obtenida mediante este método evalúa la flexión de la muñeca. Se incrementará en un punto adicional si se observa desviación radial o cubital. Dado que estos dos casos son mutuamente excluyentes, el ajuste máximo posible es de un punto adicional sobre la puntuación inicial de la muñeca. La Tabla 3-14 ilustra el incremento a aplicar.

Tabla 3-14. Ajuste en la calificación de la muñeca [30].

Posición	Puntuación	
Desviación radial	+1	
Desviación cubital	+1	

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca, se evaluará su rotación de forma independiente para determinar el grado de pronación o supinación. Si el grado es moderado o nulo, se asigna una puntuación de 1; si es extremo, se asigna una puntuación de 2 según la Tabla 3-15 de calificación del giro de la muñeca.

Tabla 3-15. Calificación del giro de la muñeca [30].

Posición	Puntuación	
Pronación o supinación moderada	+1	
Pronación o supinación extrema	+2	

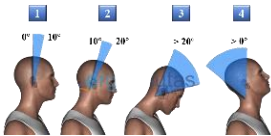

Valoración del segmento B

La puntuación del segmento B se calcula sumando las puntuaciones individuales de sus componentes: cuello, tronco y piernas. Por tanto, es necesario determinar primero las puntuaciones individuales antes de obtener la puntuación total del grupo [30]:

- Puntuación del cuello:** La puntuación del cuello se obtiene midiendo el ángulo entre el eje de la cabeza y el eje del tronco, correspondiente a la flexión o extensión. Esta medición se realiza de acuerdo con las referencias mostradas en la figura y se consulta en la Tabla 3-16.

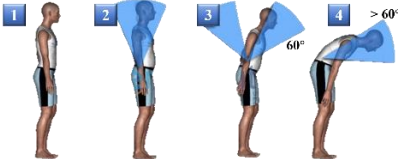
La valoración inicial mide la flexión del cuello y puede incrementarse en un punto por rotación o inclinación lateral de la cabeza, llegando a dos puntos si ambas están presentes. Sin estas condiciones, la puntuación no cambia. La puntuación final del cuello se determina consultando la Tabla 3-16.

Tabla 3-16. Ajuste en la calificación del cuello [30].

	Puntuación	
0 a 10°	1	
10 a 20°	2	
>20 °	3	
> 0°	4	
Posición	Puntuación	
Cabeza en rotación	+1	
Cabeza con inclinación lateral	+1	


- Puntuación del tronco:** La puntuación del tronco se ajusta según la postura del trabajador: sentado o de pie. Para tareas de pie, se mide el ángulo de flexión del tronco respecto a la vertical, como se indica en la Figura. La puntuación se determina utilizando la Tabla 3-17 de calificación del tronco.

Tabla 3-17. Calificación del tronco [30].

Posición	Puntuación	
Sentado, con un soporte adecuado y con un ángulo entre el tronco y las caderas superior a 90°	1	
Flexión comprendida entre 0° y 20°	2	
Flexión mayor a 20° y hasta 60°	3	
Flexión superior a 60 grados	4	

La puntuación para la flexión del tronco se ajusta si hay rotación o inclinación lateral, pudiendo aumentar hasta dos puntos. En ausencia de estas condiciones, la puntuación permanece igual. La puntuación final se consulta en la Tabla 3-18.

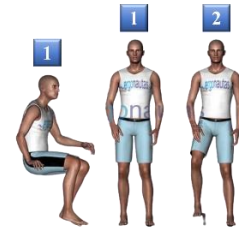
Tabla 3-18. Ajuste en la calificación del tronco [30].

Posición	Puntuación	
Rotación del tronco	+1	
Tronco con desviación lateral	+1	

- **Puntuación de las piernas:** La puntuación de las piernas se calcula considerando la distribución del peso, los apoyos disponibles y la postura sedente, utilizando los criterios de la Tabla 3-19.

Tabla 3-19. Calificación de las piernas [30].

Posición	Puntuación
Sentado, con las extremidades inferiores y los pies correctamente soportados.	1
De pie con peso equilibrado y espacio para ajustar la postura.	1
Los pies no están en contacto con el suelo o el peso está desbalanceado.	2



Puntuación de los segmentos A y B

Tras obtener las puntuaciones individuales de los segmentos A y B, se calcularán las puntuaciones globales utilizando la Tabla 3-20 para el segmento A y la Tabla 3-21 para el segmento B.

Tabla 3-20. Calificación segmento A [30].

		Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca		Giro de muñeca	
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 3-21. Calificación segmento B [30].

		Tronco											
		1		2		3		4		5		6	
		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2		2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4		5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B se ajustan en función de si la postura es estática o dinámica y de las fuerzas aplicadas. Si la postura es estática (más de un minuto) o repetitiva (más de cuatro veces por minuto), se incrementan en un punto según los datos de la Tabla 3-22.

Tabla 3-22. Calificación según la naturaleza de la actividad [30].

Tipo de actividad	Puntuación
Estática (postura mantenida durante más de un minuto continuado)	+1
Repetitiva (cuando la acción se ejecuta más de cuatro veces por minuto)	+1
Actividad esporádica, infrecuente y de breve duración	0

Las fuerzas ejercidas también afectan el ajuste, según lo indicado en la Tabla 3-23, donde dependiendo de la carga que soporta o levanta durante la ejecución de la actividad se asigna una ponderación.

Tabla 3-23. Evaluación por carga o fuerzas aplicadas [30].

Carga o fuerza	Puntuación
Carga inferior a 2 kg, sostenida de manera intermitente	0
Carga de entre 2 y 10 kg mantenida de manera intermitente	+1
Carga estática o repetitiva en el rango de 2 a 10 kg.	+2
Carga superior a 10 kg sostenida de forma intermitente	+2
Carga estática o repetitiva superior a 10 kg	+3
Se generan impactos o fuerzas de carácter abrupto o súbito	+3

Las puntuaciones ajustadas se denominan C y D, y la puntuación final, que varía entre 1 y 7, se obtiene de la Tabla 3-24, reflejando el nivel de riesgo.

Tabla 3-24. Calificación final RULA [30].

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

La Tabla 3-25 indica la necesidad de intervención en el puesto de trabajo basada en la puntuación final obtenida: puntuaciones de 1 a 2 sugieren que el riesgo es aceptable y no se requieren cambios; puntuaciones de 3 a 4 requieren un análisis más profundo del puesto; puntuaciones de 5 a 6 señalan que son necesarias modificaciones; y una puntuación de 7 indica que los cambios son urgentes. Las puntuaciones detalladas para cada miembro del cuerpo y las relacionadas con la fuerza y actividad muscular guían al evaluador en la identificación de las áreas que necesitan ajustes.

Tabla 3-25. Niveles de intervención según la puntuación final alcanzada [30].

Nivel	Puntuación	Actuación
1	1 ó 2	Riesgo dentro de los límites tolerables
2	3 ó 4	Pueden ser necesarios ajustes en la tarea; resulta prudente realizar un análisis detallado
3	5 ó 6	Es necesario llevar a cabo una reestructuración integral de la tarea
4	7	Se requiere una intervención inmediata en la tarea

3.2.4.3. REBA (Rapid Entire Body Assessment)

El método REBA desarrollado en el 2000, es una herramienta integral para la evaluación de riesgos ergonómicos que abarca la totalidad del cuerpo en la realización de actividades laborales. A diferencia de otras metodologías que se centran en regiones corporales específicas, Villegas y Barrantes [16] mencionan que REBA proporciona una evaluación holística al analizar tanto las posturas como los movimientos corporales en el contexto de las tareas

ejecutadas. Su objetivo primordial es identificar posturas y movimientos que presenten riesgos ergonómicos significativos, con la finalidad de minimizar la frecuencia de lesiones musculoesqueléticas y mejorar las condiciones laborales generales. Este enfoque metodológico permite una valoración eficiente y precisa, facilitando la implementación de intervenciones que optimicen la ergonomía en el entorno de trabajo.

3.2.4.3.1. Metodología

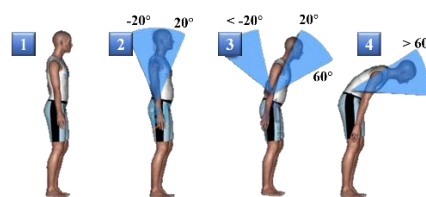
El método REBA se aplica a ambos lados del cuerpo de forma individual, aunque se puede comenzar con el lado que parezca tener mayor carga postural. El cuerpo se divide en dos grupos: segmento A (piernas, tronco, cuello) y segmento B (miembros superiores). Las posturas se puntúan utilizando tablas específicas, considerando los ángulos formados por las partes del cuerpo. Estas puntuaciones se ajustan según factores como el tipo de actividad muscular, el agarre y la fuerza aplicada [31]. La puntuación final indica el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, con niveles que van desde el 0 (postura aceptable) hasta el 4 (necesidad urgente de cambio) [33]:

Valoración del segmento A

- Puntuación del tronco:** La puntuación de la postura del tronco se calcula midiendo el ángulo de flexión entre el eje del tronco y la vertical, según las referencias mostradas en la figura. Esta puntuación se obtiene de la Tabla 3-26.


Tabla 3-26. Calificación del tronco [30].

Posición	Puntuación
Postura vertical del tronco	1
Flexión o extensión dentro del rango de 0° a 20°	2
Ángulo de flexión superior a 20° e igual o inferior a 60°, o ángulo de extensión superior a 20°	3
Flexión superior a 60 grados	4





La puntuación inicial mide la flexión del tronco. Si hay rotación o inclinación lateral, se incrementa en un punto. En ausencia de estas condiciones, la puntuación permanece sin cambios. La puntuación definitiva se consulta en la Tabla 3-27.

Tabla 3-27. Ajuste en la calificación del tronco [30].

Posición	Puntuación	
Tronco con desviación lateral o rotación axial	1	


- Puntuación del cuello:** La puntuación del cuello se determina mediante el ángulo entre el eje de la cabeza y el tronco, considerando flexión inferior o superior a 20° y extensión. La Tabla 3-28 detalla las puntuaciones correspondientes para cada posición del cuello.

Tabla 3-28. Calificación del cuello [30].

Posición	Puntuación	
Inclinación cervical de entre 0° y 20°	1	
Flexión superior a 20° o extensión	2	

La puntuación para la flexión del cuello se ajusta en un punto adicional si hay rotación o inclinación lateral de la cabeza; de lo contrario, permanece igual. La puntuación final se obtiene consultando la Tabla 3-29 dependiendo de si la cabeza del trabajador está efectuando rotación o adoptando una inclinación lateral mientras hace la tarea.

Tabla 3-29. Ajuste en la calificación del cuello [30].

Posición	Puntuación	
Cabeza en rotación o inclinación lateral	+1	

- Puntuación de las piernas:** La puntuación de las piernas aumentará si hay flexión de una o ambas rodillas, con un incremento máximo de 2 unidades para flexiones superiores a 60°, esta ponderación y las imágenes de referencia para la valoración se aprecia en la Tabla 3-30. Si el trabajador está sentado y no hay flexión, la puntuación de las piernas permanecerá sin cambios.

Tabla 3-30. Aumento en la calificación de las extremidades inferiores [30].

Posición	Puntuación	
Flexión de una o ambas rodillas en un rango de 30° a 60°	+1	
Flexión de una o ambas rodillas, superior a 60°, excluyendo la postura sentada	+2	

Valoración del segmento B

- Puntuación del brazo:** La puntuación del brazo en el método se basa en la medición del ángulo entre el brazo y el tronco, considerando flexión y extensión. La puntuación inicial se determina según la Tabla 3-31 en la cual se aprecia los valores a establecer según el ángulo que forma el brazo.

Tabla 3-31. Calificación del brazo [30].

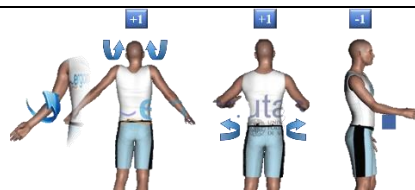
Posición	Puntuación	
Desde una extensión de 20° hasta una flexión de 20°	1	
Extensión superior a 20° o flexión comprendida entre 20° y 45°	2	
Flexión superior a 45 grados e igual o inferior a 90 grados	3	
Flexión mayor a 90 grados	4	

Esta puntuación aumenta si se observan condiciones como elevación del hombro, abducción o rotación del brazo, y disminuye si el brazo descansa sobre un punto de apoyo. Además, la presencia de puntos de apoyo o posiciones que favorecen la gravedad reduce el riesgo, lo que también ajusta la puntuación. La puntuación final se realiza de acuerdo a la Tabla 3-32 asignándose ponderaciones de +1 o -1 según el caso.

Tabla 3-32. Ajuste en la calificación del brazo [30].

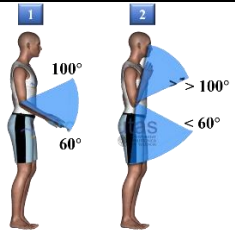
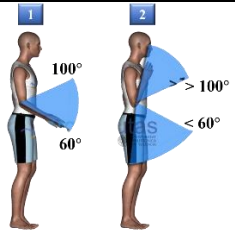
Posición	Puntuación
Rotación del brazo	+1
Elevación del hombro	+1

Se encuentra un soporte estático o la postura optimizada conforme a la dirección gravitacional.



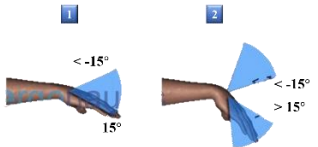
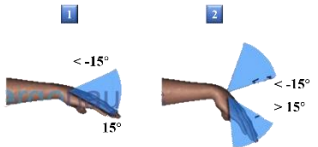
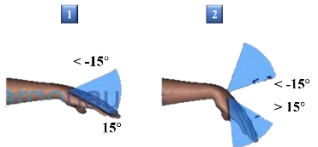
- Puntuación del antebrazo:** La puntuación del antebrazo se calcula según el ángulo de flexión entre el antebrazo y el brazo, utilizando los intervalos especificados en la Tabla 3-33. Esta puntuación no se ajusta por otras variables; el valor definitivo se basa únicamente en la medición del ángulo de flexión.

Tabla 3-33. Calificación del antebrazo [30].

Posición	Puntuación	
Ángulo de flexión comprendido entre 60° y 100°	1	
Flexión menor a 60° o mayor a 100°	2	

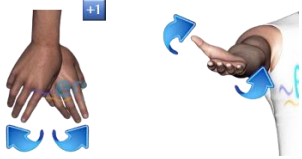
- Puntuación de la muñeca:** La puntuación de la muñeca se calcula evaluando el ángulo de flexión/extensión desde la posición neutra, siguiendo las referencias indicadas en la Figura de la Tabla 3-34, la puntuación final se obtiene utilizando la información de la dicha tabla según la posición de la muñeca.

Tabla 3-34. Calificación de la muñeca [30].

Posición	Puntuación	
Posición anatómica estándar	1	
Ángulo de flexión o extensión superior a 0° e inferior a 15°	1	
Ángulo de flexión o extensión superior a 15°	2	

La puntuación para la flexión de la muñeca se ajustará en un punto adicional si se detectan desviaciones radial, cubital, o torsión, según lo indicado en la Tabla 3-35.

Tabla 3-35. Calificación de la muñeca (B) [30].

Posición	Puntuación	
Torsión o desviación radial/cubital	+1	

Puntuación de los segmentos A y B

Después de obtener las puntuaciones individuales para los miembros de los segmentos A y B, se calcularán las puntuaciones globales de cada grupo usando la Tabla 3-36 para el segmento A y la Tabla 3-37 para el segmento B.

Tabla 3-36. Calificación del segmento A [30].

		Cuello											
		1				2				3			
		Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1		1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2		2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3		2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4		3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5		4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 3-37. Calificación del segmento B [30].

		Antebrazo					
		1			2		
		Muñeca			Muñeca		
Brazo		1	2	3	1	2	3
1		1	2	2	1	2	3
2		1	2	3	2	3	4
3		3	4	5	4	5	5
4		4	5	5	5	6	7
5		6	7	8	7	8	8
6		7	8	8	8	9	9

Puntuaciones parciales

Las puntuaciones globales para los Grupos A y B se ajustan en función de las fuerzas aplicadas y la calidad del agarre de objetos [33]:

Segmento A: La puntuación se incrementa si la carga manejada supera los 5 kilogramos o si la fuerza se aplica de manera brusca, según las Tablas 3-38 y 39.

Tabla 3-38. Aumento de la puntuación del segmento A debido a cargas o fuerzas aplicadas. Calificación A [30].

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o esfuerzo inferior a 5 kilogramos	0
Carga o fuerza comprendida entre 5 y 10 kilogramos	+1
Carga o fuerza superior a 10 kilogramos	+2

Tabla 3-39. Aumento de la calificación del Grupo A debido a cargas o fuerzas aplicadas de forma repentina [30].

Carga o fuerza	Puntuación
Se observan fuerzas o cargas que se aplican de manera súbita o abrupta.	+1

Segmento B: La puntuación aumenta en función de la calidad del agarre, salvo que el agarre sea bueno o inexistente. La Tabla 3-40 detalla los incrementos para clasificar la calidad del agarre.

Tabla 3-40. Aumento en la puntuación del Grupo B debido a la calidad del agarre. Calificación B [30].

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre se clasifica como adecuado y la fuerza aplicada en el agarre se sitúa dentro de un rango intermedio	0
Regular	El agarre es adecuado pero subóptimo, o se realiza de manera aceptable empleando otras regiones corporales	+1
Malo	El agarre es factible pero no óptimo	+2
Inaceptable	El agarre es ineficaz y poco seguro, ya sea porque no se puede realizar manualmente o porque resulta inapropiado usar otras partes del cuerpo para este propósito.	+3

Las puntuaciones ajustadas de los segmentos A y B, denominadas calificación A y calificación B, se utilizan junto con la Tabla 3-41 para calcular la calificación C.

Tabla 3-41. Calificación C [30].

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Para obtener la calificación final, se ajusta la calificación C en función del tipo de actividad muscular implicada, lo que podría incrementar la puntuación en hasta 3 unidades, según lo especificado en la Tabla 3-42.

Tabla 3-42. Aumento de la calificación C según el tipo de actividad muscular [30].

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o varias regiones corporales permanecen en una posición fija, como cuando están soportadas durante un intervalo superior a 1 minuto	+1
Se generan movimientos repetitivos, definidos como aquellos realizados más de 4 veces por minuto, excluyendo el caminar	+1
Se experimentan alteraciones significativas en la postura o se adoptan posiciones inestables	+1

Después de calcular la puntuación final, se asignan niveles de intervención basados en cinco rangos, desde riesgo bajo (1) hasta riesgo alto (15). Cada rango define el nivel de riesgo y las acciones correctivas recomendadas, con la urgencia de implementación indicada. La Tabla 3-43 especifica estos niveles de intervención.

Tabla 3-43. Escalas de intervención basadas en la puntuación final alcanzada [30].

Nivel	Puntuación	Riesgo	Actuación
0	1	Inapreciable	No se requiere intervención
1	2 ó 3	Bajo	Puede ser imperativo implementar medidas correctivas
2	4 a 7	Medio	Es imperativo llevar a cabo una intervención
3	8 a 10	Alto	Se requiere una intervención inmediata
4	11 a 15	Muy alto	Se requiere una intervención inmediata

3.2.5. Impacto de los riesgos ergonómicos en la salud y productividad

La detección y manejo de los riesgos ergonómicos son vitales para asegurar un entorno laboral seguro y eficiente. Estos riesgos, que comprenden factores como posturas incorrectas, movimientos repetitivos y cargas físicas excesivas, influyen de manera significativa tanto en la salud de los empleados como en la productividad de las empresas [30].

3.2.5.1. Efectos de las lesiones musculoesqueléticas en la salud ocupacional.

Las lesiones musculoesqueléticas incluyen trastornos como lumbalgias, tendinitis, síndrome del túnel carpiano, entre otros, y tienen un impacto considerable en la salud ocupacional. Estas lesiones, frecuentemente causadas por factores ergonómicos adversos como posturas mantenidas, movimientos repetitivos y cargas físicas inadecuadas, se manifiestan a través de dolor crónico, reducción de la movilidad, debilidad muscular y disminución de la capacidad funcional [34].

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) [35], los efectos de las lesiones musculoesqueléticas son profundos y duraderos, afectando tanto la salud física como mental de los empleados. Físicamente, los trabajadores pueden experimentar dolor persistente y limitaciones en sus actividades cotidianas, deteriorando su calidad de vida. Psicológicamente, el dolor crónico y las limitaciones funcionales pueden generar estrés y ansiedad. La incapacidad para desempeñar tareas laborales repercute significativamente en la salud mental y emocional de los empleados.

Desde una perspectiva económica, las lesiones musculoesqueléticas generan costos significativos para las organizaciones, incluyendo gastos médicos, terapias de rehabilitación y compensaciones por incapacidades temporales o permanentes. Además, la disminución de la

productividad debido a las ausencias laborales y la reducción de la capacidad de trabajo puede derivar en pérdidas financieras considerables [36].

3.2.5.2. Relación entre riesgos ergonómicos y ausentismo laboral.

Existe una relación directa entre los riesgos ergonómicos y el ausentismo laboral. Las condiciones adversas en el entorno de trabajo pueden provocar lesiones y enfermedades que resultan en ausencias por enfermedad. Los trabajadores que experimentan dolor o malestar debido a factores ergonómicos suelen solicitar licencias médicas para recuperarse de las lesiones musculoesqueléticas [37].

Suarez et al. [38] plantea que el ausentismo laboral asociado a riesgos ergonómicos puede variar en duración y frecuencia, dependiendo de la severidad de la lesión y la efectividad de las intervenciones ergonómicas implementadas. Lesiones graves pueden resultar en períodos prolongados de incapacidad, mientras que molestias menores pueden provocar ausencias más cortas pero frecuentes. Esta variabilidad afecta la continuidad de las operaciones y aumenta la carga de trabajo de otros empleados, contribuyendo a una disminución general de la eficiencia operativa.

El incremento del ausentismo laboral debido a problemas ergonómicos no solo afecta la productividad y eficiencia, sino que también puede influir en la moral de los empleados y en la percepción del ambiente laboral. La capacidad de una empresa para mantener un nivel óptimo de operaciones puede verse comprometida, y la necesidad de sustituir temporalmente a los trabajadores ausentes puede generar costos adicionales y interrupciones en los procesos [37].

3.2.5.3. Impacto de los riesgos ergonómicos en la productividad y eficiencia operativa de la empresa.

Los riesgos ergonómicos y las lesiones asociadas impactan directamente en la productividad. Los empleados que sufren dolor o incomodidad debido a condiciones ergonómicas inadecuadas tienden a disminuir su capacidad para realizar tareas de manera eficiente. La reducción en la velocidad de trabajo, el incremento de errores y la necesidad de pausas frecuentes para aliviar el malestar se traducen en una menor producción [14].

La eficiencia operativa de una empresa se ve afectada cuando los empleados enfrentan dificultades físicas debido a riesgos ergonómicos. Los procesos de trabajo pueden volverse menos fluidos y más propensos a interrupciones. La necesidad de ajustar estaciones de trabajo, modificar técnicas laborales o realizar cambios en el diseño ergonómico puede requerir inversiones adicionales y tiempo para implementar [39].

El impacto en la productividad y eficiencia afecta la competitividad de la empresa en el mercado. Una disminución en la capacidad para cumplir con plazos de producción y mantener estándares de calidad puede reducir la competitividad de la empresa. Las empresas que no gestionan adecuadamente los riesgos ergonómicos pueden enfrentar desafíos adicionales en términos de costos operativos y reputación en el mercado [14].

3.2.6. Normativas y regulaciones en seguridad y salud en el trabajo

La implementación de normativas y regulaciones en materia de seguridad y salud laboral resulta esencial para la protección de los trabajadores y la garantía de un entorno de trabajo seguro y saludable. En Ecuador, las normativas nacionales y locales desempeñan un papel crucial en la gestión de riesgos ergonómicos, promoviendo prácticas laborales que minimicen lesiones y enfermedades ocupacionales [40].

3.2.6.1. Normativas nacionales y locales sobre gestión de riesgos ergonómicos

La Constitución de la República del Ecuador establece el derecho de los trabajadores a un entorno laboral seguro y saludable. Este marco legal esencial asegura que los empleados disfruten de condiciones laborales dignas y que respeten su bienestar, subrayando la importancia de mantener la seguridad y la salud en el entorno de trabajo [7].

El Código del Trabajo del Ecuador es la principal legislación que regula las relaciones entre empleadores y empleados. Dentro de sus disposiciones, se estipulan responsabilidades específicas para los empleadores en cuanto a la prevención de riesgos laborales y la implementación de medidas de seguridad y salud en el trabajo [41]. Este código destaca la necesidad de adoptar prácticas ergonómicas adecuadas para evitar lesiones y enfermedades ocupacionales.

El Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo No. 2393) es fundamental en la normativa de seguridad y salud laboral en Ecuador. Establece las obligaciones de los empleadores para identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales, incluyendo los ergonómicos. El reglamento exige evaluaciones ergonómicas y la implementación de medidas correctivas para mitigar los riesgos, además de requerir la formación continua de los trabajadores en prácticas seguras y ergonómicas [42].

3.2.6.2. Normativas internacionales sobre gestión de riesgos ergonómicos

Las normativas internacionales en la gestión de riesgos ergonómicos proporcionan un marco esencial para promover la seguridad y el bienestar en los entornos laborales globales. Entre

estas normativas, las directrices de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) son fundamentales, ya que establecen la necesidad de ambientes de trabajo seguros y saludables, recomendando medidas preventivas para mitigar los riesgos ergonómicos. La OIT aboga por la implementación de estándares que reduzcan la exposición a factores de riesgo, protegiendo así la salud de los trabajadores [43]. Por otro lado, la Organización Internacional de Normalización (ISO), a través de su comité técnico ISO/TC 159, desarrolla normas específicas como la ISO 9241 [45], que abordan el diseño ergonómico de puestos de trabajo y equipos. Estas normas establecen directrices detalladas para la disposición de los elementos de trabajo y la adaptación a las características físicas del usuario, contribuyendo a la reducción de la fatiga y la mejora de la seguridad en el lugar de trabajo.

Además, la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA) emite directrices que, aunque orientadas principalmente a Europa, ofrecen principios aplicables globalmente para la evaluación y gestión de riesgos ergonómicos [46]. La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) también juega un papel crucial al establecer recomendaciones y mejores prácticas para el diseño ergonómico y la evaluación de riesgos [46]. La integración de estas normativas internacionales en las prácticas de gestión de riesgos ergonómicos permite a las empresas alinear sus políticas con los estándares globales, mejorando la protección de los trabajadores y promoviendo un entorno laboral más seguro y eficiente.

3.2.7. Metodologías para la implementación de sistemas de gestión de riesgos ergonómicos

La instauración de sistemas de gestión de riesgos ergonómicos en el ámbito laboral resulta vital para mitigar lesiones y optimizar la salud y el bienestar de los trabajadores. En Ecuador, las organizaciones deben aplicar metodologías estructuradas para diseñar, implementar, evaluar y monitorear estos sistemas de manera eficaz. Esta sección examina las estrategias y enfoques necesarios para desarrollar y asegurar el funcionamiento continuo de sistemas de gestión de riesgos ergonómicos [8].

3.2.7.1. Diseño e implementación de sistemas de gestión de riesgos ergonómicos

El primer paso en el diseño de un sistema de gestión de riesgos ergonómicos consiste en identificar las necesidades específicas de la empresa. Esto implica la realización de un diagnóstico ergonómico que evalúe las condiciones laborales presentes y determine las áreas de mayor riesgo. Se deben analizar factores tales como posturas de trabajo, movimientos repetitivos, manipulación de cargas y condiciones ambientales [47].

Una vez detectadas las necesidades, se procede a la planificación del sistema de gestión. Este proceso incluye la definición de objetivos claros, la asignación de responsabilidades y la elaboración de un plan de acción detallado. Es fundamental desarrollar políticas ergonómicas que establezcan los estándares y procedimientos a seguir. Además, se deben diseñar programas de formación y sensibilización para los trabajadores, asegurando su participación activa en la identificación y mitigación de riesgos [48].

Desde el punto de vista de Mejía [49], la implementación eficaz del sistema requiere la adopción de medidas ergonómicas específicas. Estas pueden incluir la reconfiguración de estaciones de trabajo, la introducción de herramientas y equipos ergonómicos, y la modificación de tareas para reducir el estrés físico. Es importante involucrar a los trabajadores en el proceso de implementación, ya que su retroalimentación y experiencia práctica pueden contribuir significativamente a la efectividad de las medidas adoptadas. La formación de los empleados es crucial para el éxito del sistema de gestión de riesgos ergonómicos. Se deben organizar talleres y programas de capacitación que aborden temas como la correcta postura de trabajo, el uso adecuado de equipos ergonómicos y la identificación temprana de síntomas de lesiones musculoesqueléticas. La capacitación debe ser continua y adaptada a las necesidades específicas de los diferentes grupos de trabajadores [48].

3.2.7.2. Evaluación y monitoreo continuo del sistema de gestión

Para evaluar la efectividad del sistema de gestión de riesgos ergonómicos, es necesario establecer indicadores de desempeño claros y medibles. Estos indicadores pueden incluir la reducción en el número de lesiones ergonómicas, la disminución del ausentismo laboral relacionado con problemas musculoesqueléticos y la mejora en la satisfacción y bienestar de los trabajadores [50].

El monitoreo continuo del sistema implica la realización de auditorías y revisiones periódicas. Estas auditorías deben ser llevadas a cabo por personal capacitado y pueden incluir la revisión de registros de incidentes, encuestas de satisfacción de los empleados y evaluaciones ergonómicas de las estaciones de trabajo. Las revisiones periódicas permiten identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias implementadas [51]. El sistema de gestión de riesgos ergonómicos debe ser dinámico y adaptarse a los cambios en el entorno laboral. Es crucial establecer canales de comunicación que permitan a los trabajadores proporcionar retroalimentación sobre la efectividad de las medidas ergonómicas. La información recopilada debe ser utilizada para realizar ajustes y mejoras continuas en el sistema, asegurando que se mantenga relevante y efectivo [50].

4. METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de carácter aplicada y descriptiva, con una orientación centrada en la identificación y gestión de riesgos ergonómicos en el entorno laboral. Se adoptará un enfoque cuantitativo para la recolección y análisis de datos, lo que proporcionará una base empírica robusta para el diseño e implementación del sistema de gestión de riesgos ergonómicos.

4.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.2.1. Identificación y evaluación preliminar de riesgos ergonómicos

El proceso de identificación de riesgos ergonómicos se llevará a cabo mediante la observación y ejecución de un análisis detallado utilizando el Anexo 1 de levantamiento de puestos de trabajo y actividades. Posteriormente la matriz de riesgos NTP 330. Este análisis incluyó una inspección meticulosa de las condiciones de trabajo y una evaluación de las posturas y movimientos repetitivos de los operarios. A continuación, se detallan en la Figura 4-1 las fase y actividades involucradas:

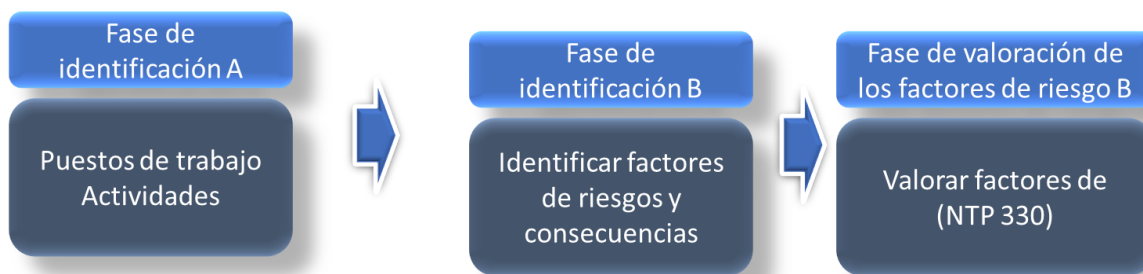


Figura 4-1. Flujo general de la fase de diagnóstico y valoración preliminar de los riesgos.

a) Identificar riesgos ergonómicos existentes en el área de mecanizado

Inicialmente, se procedió a la identificación exhaustiva de todos los puestos de trabajo en el área de mecanizado de la empresa Torninox, detallando las actividades específicas realizadas en cada uno (ver Anexo 1). Seguidamente, se llevaron a cabo inspecciones visuales sistemáticas de las tareas ejecutadas por los trabajadores para detectar los factores de riesgo inherentes a sus funciones. Adicionalmente, aplicaron cuestionarios estructuradas a los empleados para identificar factores de riesgo no evidenciados durante la observación inicial. Posteriormente, se entrevistó a los supervisores directos para obtener información complementaria sobre los

riesgos asociados a cada puesto de trabajo. El formato utilizado para la encuesta se dispone en el Anexo 2 . Esta constituye la fase inicial de la matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER). Es importante destacar que, durante esta etapa del proyecto, se determinaron las posibles consecuencias para cada factor de riesgo identificado

b) Valorar factores de riesgo

Para la valoración de los factores de riesgo se empleó el sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidentes (NTP 330) del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España. Según esta nota técnica de prevención, los factores de riesgo deben evaluarse considerando tres parámetros: el nivel de deficiencia (ND), el nivel de exposición (NE) y, finalmente, el nivel de consecuencia (NC), en ese orden. Inicialmente, se evaluó el nivel de deficiencia, que determina la eficacia de las medidas preventivas implementadas en relación con el factor de riesgo evaluado. Es decir, se analizó cuán efectivas son las medidas preventivas al momento de ser evaluados los factores de riesgo. Los niveles estándar y su significado se detallan en la Tabla 4-1.

Tabla 4-1. Escalas para valorar los factores de riesgos (nivel de deficiencia) [53]

Nivel de deficiencia	Descripción	Ponderación
Muy deficiente	Se han identificado factores de riesgo críticos que indican una alta probabilidad de ocurrencia de fallos. El conjunto de medidas preventivas actualmente implementadas se ha demostrado ineficaz en mitigar dichos riesgos.	10
Deficiente	Se ha identificado un factor de riesgo significativo que requiere corrección inmediata. La eficacia del conjunto actual de medidas preventivas se ha visto considerablemente disminuida.	6
Mejorable	Se han identificado factores de riesgo de menor relevancia. La efectividad del conjunto de medidas preventivas existentes no se ha visto significativamente afectada respecto a estos riesgos	2
Aceptable	No se ha identificado ninguna anomalía significativa. El riesgo se encuentra bajo control y no requiere valoración adicional.	**

Como actividad subsecuente, se determinó el nivel de exposición al factor de riesgo, que refleja la frecuencia con la cual el trabajador está expuesto al riesgo evaluado. Esto proporciona una estimación del tiempo durante el cual el trabajador se encuentra expuesto a dicho factor de riesgo. La valoración de los niveles de exposición estándar, junto con su interpretación

correspondiente, se presenta en la Tabla 4-2. Esta evaluación permitió cuantificar la duración y la frecuencia de la exposición, facilitando así una comprensión más precisa del potencial impacto del riesgo en la salud y seguridad del trabajador.

Tabla 4-2. Escalas para valorar los factores de riesgos (nivel de exposición) [53]

Nivel de exposición	Descripción	Ponderación
Esporádica	De manera irregular	1
Ocasional	En alguna ocasión durante su jornada laboral y por un intervalo temporal breve.	2
Frecuente	En múltiples ocasiones a lo largo de su jornada laboral, incluso si estas exposiciones se limitan a intervalos breves.	3
De manera continuada	De manera continua, en repetidas ocasiones durante su jornada laboral, con períodos de exposición prolongados.	4

El producto del nivel de deficiencia y del nivel de exposición determina el nivel de probabilidad (NP), que representa la probabilidad de ocurrencia de un fallo (accidente o incidente) en función de las medidas de control preventivas implementadas y la exposición al factor evaluado. La interpretación de los valores obtenidos para el nivel de probabilidad se detalla en la Tabla 4-3. La fórmula empleada para calcular dicho nivel es la siguiente:

Tabla 4-3. Fórmula y variables involucradas para valorar los factores de riesgo [53]

Fórmula	Descripción de los parámetros
$NP=ND \times NE$	NP = Nivel de probabilidad ND = Nivel de deficiencia NE = Nivel de exposición

Este cálculo proporciona una evaluación cuantitativa del riesgo, integrando tanto la eficacia de las medidas preventivas como la frecuencia y duración de la exposición al factor de riesgo. Con base en el valor obtenido se puede categorizar el nivel de probabilidad de riesgo teniendo en cuenta la escala y consideraciones de la Tabla 4-4

Tabla 4-4. Fórmula y variables involucradas para valorar los factores de riesgo [53]

Nivel de probabilidad (NP)	Descripción	Escala de NP
Baja	Situación susceptible de mejora con exposición ocasional o esporádica. Aunque no se anticipa que el riesgo se materialice de manera significativa, su ocurrencia, aunque poco probable, es factible.	2 a 4
Media	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continua o frecuente. Existe la posibilidad de que el daño se materialice en alguna ocasión.	6 a 8
Alta	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación gravemente deficiente con exposición esporádica. La materialización del riesgo es probable que ocurra en varias ocasiones a lo largo del ciclo de vida laboral.	10 a 20
Muy alta	Situación crítica con exposición continua, o extremadamente deficiente con exposición frecuente. La materialización del riesgo generalmente ocurre con alta frecuencia.	24 a 40

Una vez conocido el NP se buscó establecer el nivel de consecuencia asociado a la ocurrencia del fallo derivado del factor de riesgo. En otras palabras, se evaluó la consecuencia más esperada, o más probable, que se materializaría si el trabajador experimentara el evento a consecuencia de la exposición al factor de riesgo. Los niveles estándar del nivel de consecuencia están detallados en la Tabla 4-5

Tabla 4-5. Escala para el nivel de consecuencia (NC) [53]

Nivel de Consecuencia (NC)	Descripción	Escala de NC
Mortal	Puede generar muerte del trabajador	100
Muy grave	Lesiones severas que pueden resultar en daños irreversibles	60
Grave	Lesiones que ocasionan incapacidad laboral temporal	25
Leve	Lesiones menores que no demandan hospitalización.	10

c) Precisar el nivel de riesgo

La etapa final de la fase de valoración partió de la elaboración de la matriz IPER consistió en determinar el nivel de riesgo (NR) del factor evaluado, es decir, evaluar la magnitud del factor en función del valor obtenido. La Tabla 4-7 muestra el significado de los distintos niveles de

riesgo. El producto del nivel de probabilidad y el nivel de consecuencia resultó en el nivel de riesgo. La fórmula utilizada para calcular dicho nivel fue la descrita en la Tabla 4-6. Esta evaluación proporcionó una cuantificación precisa del riesgo, integrando tanto la probabilidad de ocurrencia como la gravedad de las posibles consecuencias.

Tabla 4-6. Fórmula y variables involucradas para valorar los factores de riesgo [53]

Fórmula	Descripción de los parámetros
$NR=NP \times NC$	NR = Nivel de riesgo NP = Nivel de probabilidad NC = Nivel de consecuencia

Tabla 4-7. Significado de los niveles de riesgo (NR) [53]

Nivel de Riesgo (NR)	Descripción	Escala de NR
1	Situación crítica que requiere corrección inmediata.	600-4000
2	Implementar correcciones y adoptar medidas de control.	150-500
3	Mejorar en la medida de lo posible, justificando la intervención y su rentabilidad.	40-120
4	No intervenir a menos que un análisis más detallado lo justifique.	20

Finalmente se generó una ficha resumen, con los ítem que se exponen en la Figura 4-2 vinculados a los distintos factores de riesgos con su respectiva evaluación la cual contiene los siguientes parámetros:

CLASIFICACIÓN	FACTOR DE RIESGO	CONSECUENCIA	ND	NE	NP	NC	NR	CLASE	SIGNIFICADO

Figura 4-2. Matriz que recopila los valores calculados para cada factor de riesgo

4.2.2. Evaluación ergonómica de posturas

La evaluación de las posturas de los trabajadores se efectuará empleando metodologías específicas como OWAS, RULA y REBA. Estas técnicas permitirán una valoración precisa del impacto de las posturas sobre la salud ocupacional. Las mediciones se centrarán en los ángulos

formados por las partes corporales en relación con referencias específicas. Los procedimientos seguirán las directrices establecidas para asegurar la exactitud de la evaluación.

Como primer método se aplicó el OWAS mediante el cual se analizó en el área de mecanizado de la empresa Torninox, las posturas adoptadas por los trabajadores durante sus tareas a intervalos regulares. Cada postura recibió un código que permite valorar el riesgo o incomodidad, asignándole una de las cuatro categorías de riesgo. Tras la codificación, se precisó la categoría de riesgo de cada postura individualmente y evalúa el riesgo para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) de manera global, considerando la frecuencia relativa de las diversas posturas observadas. La figura 4-3 resume las actividades en este método.



Figura 4-3. Síntesis de la aplicación del método OWAS

Posteriormente, se aplicó el método RULAS en el área de mecanizado de la empresa Torninox. Este método se implementó siguiendo varias etapas clave: primero, se realizaron observaciones detalladas de las posturas y tareas de los trabajadores para identificar las posibles deficiencias ergonómicas, tal como se sintetiza en la Figura 4-4. Luego, se clasificaron las posturas observadas según una serie de criterios predefinidos, incluyendo la postura de la espalda, brazos y piernas, así como el tipo de tarea realizada. A continuación, se evaluó el riesgo asociado a cada postura utilizando una escala de puntuación que reflejaba el nivel de incomodidad y el potencial de daño.

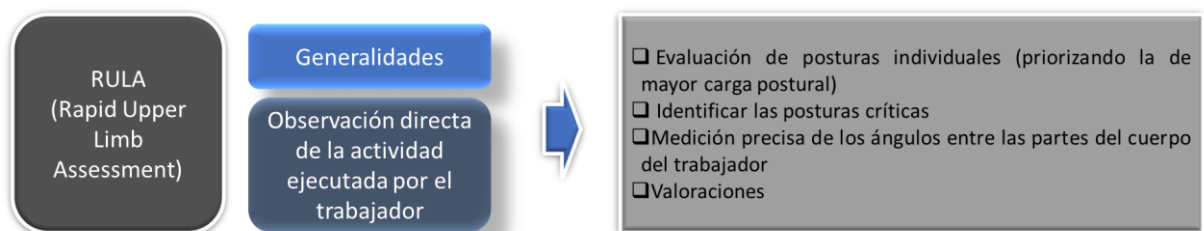


Figura 4-4. Síntesis de la aplicación del método RULAS

Posteriormente, se aplicó el método REBAS, el cual se llevó a cabo en varias etapas fundamentales: inicialmente, se realizó una evaluación exhaustiva de las tareas y posturas de los trabajadores para identificar los riesgos ergonómicos asociados. Luego, se clasificaron las posturas y movimientos según una serie de criterios que incluyen la postura corporal, la fuerza ejercida y la duración de la tarea. A continuación, se asignaron puntuaciones a cada postura para cuantificar el nivel de riesgo y se analizaron los resultados para determinar las áreas de mayor preocupación (Ver Figura 4-5).

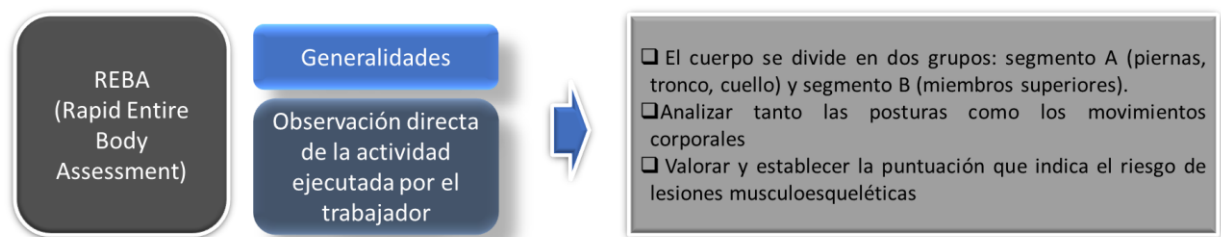


Figura 4-5. Síntesis de la aplicación del método RULAS

4.2.3. Estructuración del protocolo para la contraprestación de las posturas inadecuadas y reducción de los riesgos ergonómicos.

La configuración del sistema de gestión de riesgos ergonómicos se basará en la norma ISO 45001, la cual establece un marco integral para la administración de la seguridad y salud ocupacional, con un enfoque particular en la identificación, evaluación y mitigación de riesgos ergonómicos. Inicialmente, se desarrollarán y formalizarán protocolos de seguridad detallados, en conformidad con las directrices de la norma, para abordar de manera efectiva los riesgos ergonómicos identificados.

El diseño e implementación del sistema incluirán la creación de un programa de capacitación continua, conforme a los requisitos de la ISO 45001, que proporcionará formación especializada a los empleados. Este programa se estructurará en base a los datos derivados de las evaluaciones ergonómicas, y consistirá en talleres y sesiones de formación diseñados para satisfacer las necesidades específicas de los trabajadores y los riesgos detectados.

Asimismo, se adoptarán medidas correctivas basadas en los resultados de las evaluaciones ergonómicas, siguiendo las directrices de la norma ISO 45001.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Entre las técnicas empleadas para la identificación y evaluación de riesgos ergonómicos en el entorno laboral se destaca la observación directa, la cual se lleva a cabo utilizando fichas de

observación. Estas fichas permiten registrar de manera sistemática y detallada los diferentes puestos de trabajo, las actividades específicas que se realizan y los riesgos asociados a cada uno de ellos. Se empleó además la técnica de encuesta soportada en un cuestionario aplicado a los trabajadores (Ver Anexo 2), este fue validado por expertos con amplia experiencia en el área de evaluación de riesgos (Ver Anexo 3 y 4).

La observación de campo implica la recolección de datos sobre posturas y movimientos en el área de mecanizado mediante el uso de herramientas de medición y fotografía. Estos datos se analizan para identificar riesgos ergonómicos, validándose en colaboración con los trabajadores para ajustar las intervenciones correctivas y fortalecer el sistema de gestión de riesgos.

Para la recolección de datos se emplearán herramientas especializadas, tales como transportadores de ángulos (especificar marca y modelo), cámaras para registros fotográficos e instrumentos que faciliten la adopción de los métodos (Ver Anexos 5 y 6).

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Actividades identificadas y factores de riesgos presentes

En el área de mecanizado de la empresa Torninox se identificaron tres roles fundamentales o puestos de trabajo, cada uno desempeñado por dos operarios. Estos roles comprenden: Operador de torno, Operador de fresadora y Operador de taladro. Cada puesto implica un conjunto de responsabilidades específicas que se integran de manera complementaria, garantizando un flujo de trabajo continuo y eficiente en las operaciones de mecanizado (Ver Tablas 5-1, 5-2 y 5-3). No obstante, la naturaleza de estas funciones exige que los trabajadores permanezcan de pie durante largos periodos, lo que plantea considerables desafíos desde una perspectiva ergonómica.

El análisis de riesgos realizado indicó que los trabajadores en estos puestos solo cuentan con dos pausas de 15 minutos cada una, una en el turno matutino y otra en el vespertino. Esta limitada oportunidad para descansar incrementa la exposición a riesgos ergonómicos, debido a que las tareas que realizan son de carácter altamente repetitivo. La falta de pausas más frecuentes impide una adecuada recuperación de las posturas sostenidas, así como el alivio de la tensión muscular acumulada.

Adicionalmente, las tareas repetitivas inherentes a estos roles, tales como los movimientos continuos de las manos y la adopción prolongada de posturas con la cabeza en un ángulo fijo, aumentan considerablemente el riesgo de lesiones ergonómicas. Estas posturas mantenidas y movimientos repetitivos son factores críticos que contribuyen al desarrollo de trastornos

musculoesqueléticos, lo que subraya la necesidad apremiante de implementar intervenciones ergonómicas específicas para mitigar estos riesgos.

Las tablas adjuntas detallan las actividades específicas vinculadas a cada uno de estos puestos de trabajo, ofreciendo una visión detallada de las tareas realizadas por los operadores de torno, fresadora y taladro. Esta información es crucial para la evaluación ergonómica y para el diseño de estrategias de intervención que optimicen las condiciones laborales y reduzcan la incidencia de lesiones derivadas de la repetitividad y las posturas prolongadas en el área de mecanizado de Torninox.

Tabla 5-1. Descripción de las actividades identificadas para el rol de operador de torno


	Ficha de identificación de actividades	FORM-001
Esta ficha lleva el propósito de precisar los puestos de trabajo en el área de mecanizado de la empresa Torninox y las actividades principales como etapa base para precisar los riesgos ergonómicos		
Nombre y apellido del trabajador	Operador 1 y 2	
Nombre del puesto de trabajo	Operador de torno	
Actividades que efectúa		
<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de la máquina: Establecimiento inicial de la configuración del torno, que abarca el ajuste preciso de las herramientas de corte y la parametrización de los parámetros operativos necesarios para el mecanizado, Implementación de herramientas de corte mediante su instalación precisa y calibración de los parámetros operacionales en función de las características geométricas de la pieza y los requisitos del proceso de mecanizado. • Montaje de piezas: Instalación de las piezas a mecanizar en el torno, garantizando su alineación correcta y su fijación segura mediante mecanismos de sujeción adecuados. • Proceso de mecanizado: Ejecución del proceso de torneado, con vigilancia constante sobre el progreso del mecanizado y ajustes pertinentes para asegurar la conformidad con los estándares de calidad establecidos. • Control del proceso y supervisión: Vigilancia continua del proceso de mecanizado para asegurar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y los estándares de calidad de las piezas, incluyendo el ajuste de los parámetros operativos cuando se detecten desviaciones. • Evaluación dimensional y control de calidad: Ejecución de mediciones sistemáticas durante el proceso de mecanizado para verificar que las piezas fabricadas cumplen con las especificaciones técnicas requeridas y los estándares de calidad establecidos. • Mantenimiento preventivo y limpieza: Realización de actividades de mantenimiento preventivo y limpieza regular del torno, con el objetivo de mantener su eficiencia operativa y prolongar su durabilidad y vida útil. • Resolución de problemas: Diagnóstico y rectificación de anomalías durante el proceso de mecanizado, abarcando la modificación de herramientas y la optimización de parámetros para mantener la integridad del proceso y la calidad de las piezas. 		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:

Tabla 5-2. Descripción de las actividades identificadas para el rol de operador de fresadora



	Ficha de identificación de actividades	FORM-001
Esta ficha lleva el propósito de precisar los puestos de trabajo en el área de mecanizado de la empresa Torninox y las actividades principales como etapa base para precisar los riesgos ergonómicos		
Nombre y apellido del trabajador	Operador 3 y 4	
Nombre del puesto de trabajo	Operador de fresadora	
Actividades que efectúa		
<ul style="list-style-type: none"> • • Configuración de parámetros: Ajuste meticuloso de los parámetros operacionales de fresado, tales como la velocidad de rotación de la herramienta, el avance por pasada y la profundidad de corte, en función del tipo de material y las especificaciones del diseño. • Montaje de piezas: Posicionamiento y fijación de las piezas en la mesa de trabajo de la fresadora, garantizando la alineación geométrica y la sujeción estable para mantener la precisión durante el proceso de mecanizado. • Selección de herramientas: Determinación y montaje de utensilios de corte precisos y adecuados para el proceso de fresado, conforme a las especificaciones técnicas del componente a mecanizar. • Ejecución del fresado: Implementación del proceso de fresado, gestionando la velocidad de avance y el corte para alcanzar las tolerancias dimensionales especificadas, con monitoreo continuo del desempeño de la herramienta. • Medición y verificación: Evaluación técnica de las piezas fresadas mediante inspección dimensional y control de calidad, asegurando que cumplan con las especificaciones técnicas establecidas y ajustando parámetros según sea necesario para mantener la conformidad. • Mantenimiento y limpieza: Ejecución de procedimientos de mantenimiento preventivo y limpieza sistemática de la fresadora, con el fin de garantizar su operación continua y óptima, previniendo fallos y prolongando la vida útil del equipo. • Solución de incidencias: Identificación y resolución de anomalías durante el proceso de fresado, incluyendo ajustes y calibraciones de herramientas y parámetros operativos para asegurar la continuidad de la calidad del trabajo. 		
Elaborado por: Guamán Alexis González Edwin	Revisado por: Ing. MsC. Raúl Andrango	Aprobado por: Tnlgo Ind. Jorge Guamangallo

Tabla 5-3. Descripción de las actividades identificadas para el rol de operador de Taladro

	Ficha de identificación de actividades	FORM-001
Esta ficha lleva el propósito de precisar los puestos de trabajo en el área de mecanizado de la empresa Torninox y las actividades principales como etapa base para precisar los riesgos ergonómicos		
Nombre y apellido del trabajador	Operador 5 y 6	
Nombre del puesto de trabajo	Operador de Taladro	
Actividades que efectúa		
<ul style="list-style-type: none"> • Configuración de la máquina: Calibración del taladro para operaciones específicas, abarcando la apertura adecuada de orificios y la programación de los parámetros operativos necesarios. Incluye la instalación precisa de mecha (broca) y la calibración meticulosa de los parámetros operativos para asegurar la correcta funcionalidad del equipo. • Proceso de taladrado: Ejecución del proceso de taladrado de los componentes, regulando rigurosamente la velocidad de la mecha (broca) y el avance de la pieza para lograr una conformidad exacta con las tolerancias dimensionales especificadas. • Inspección y control: Evaluación metrológica de las piezas perforadas para garantizar su adherencia a las especificaciones de tolerancia y acabado superficial requeridas, mediante técnicas de medición precisas. • Control de calidad: Evaluación meticulosa de las piezas perforadas para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y tolerancias predefinidas. • Resolución de problemas: Identificación y rectificación de fallos técnicos durante el proceso de taladrado, incluyendo ajustes operativos y procedimientos de mantenimiento correctivo. • Mantenimiento y limpieza: Ejecución de actividades de mantenimiento preventivo y limpieza integral del taladro para optimizar su rendimiento operativo y extender su durabilidad. 		
Elaborado por: Guamán Alexis González Edwin	Revisado por: Ing. MsC. Raúl Andrango	Aprobado por: Tnlgo Ind. Jorge Guamangallo

5.2. Perspectiva de los trabajadores en torno a los riesgos ergonómicos y afectaciones vinculadas con los trabajos que ejecutan

La encuesta realizada a los operadores del área de mecanizado proporcionó una visión completa de las condiciones de trabajo, lo que permitió identificar tanto los aspectos ergonómicos como las posibles afectaciones derivadas de las actividades laborales relacionadas con el torno, la fresadora y el taladro. Este análisis exhaustivo ayuda a comprender mejor los riesgos

ergonómicos actuales y facilita el desarrollo de mejoras para la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

El análisis de los datos reflejados en la Figura 5-1 obtenidos de la consulta sobre las posturas adoptadas durante las tareas diarias en el área de mecanizado indica que el 100% de los operadores realizan sus labores en posición de pie. Este hallazgo es relevante, ya que evidencia una uniformidad postural que podría influir directamente en la aparición de fatiga y trastornos musculoesqueléticos, afectando particularmente a las extremidades inferiores y la columna vertebral.

La ausencia de variabilidad en las posturas, como estar sentado, agachado o alternar entre varias posiciones, sugiere que las actividades operativas no permiten o no requieren cambios posturales, lo cual incrementa el riesgo de desarrollar problemas musculoesqueléticos por la falta de alternancia postural. Este escenario subraya la necesidad de implementar pausas activas y realizar ajustes ergonómicos específicos para mitigar los efectos adversos asociados con la permanencia prolongada en una postura fija.

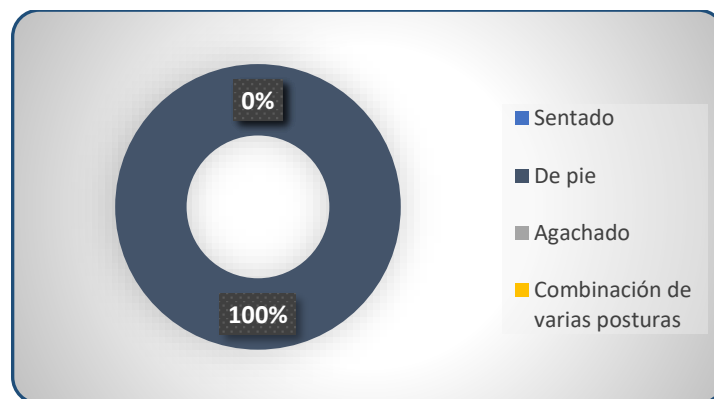


Figura 5-1. Distribución de las respuestas en torno a la pregunta: ¿Qué tipo de posturas adoptas con mayor frecuencia durante tus tareas diarias?

En lo que respecta al planteamiento de la frecuencia con la que realizan movimientos repetitivos como se aprecia en la Figura 5-2 el 100% de los operadores en el área de mecanizado de la de la empresa Torninox realizan de manera continua movimientos repetitivos en sus actividades diarias. Este hallazgo es significativo, puesto que revela una exposición constante a factores de riesgo ergonómico, particularmente en las extremidades superiores, donde la repetición persistente de movimientos podría propiciar el desarrollo de patologías musculoesqueléticas, tales como el síndrome del túnel carpiano o tendinitis. Este panorama resalta la necesidad de implementar estrategias preventivas, tales como pausas programadas, rotación de tareas y la

incorporación de ejercicios específicos, con el propósito de mitigar el impacto adverso de los movimientos repetitivos y salvaguardar la salud ocupacional de los operadores.

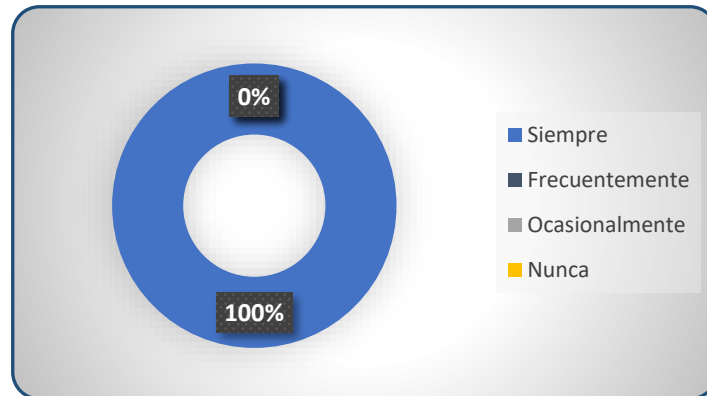


Figura 5-2. Distribución de las respuestas en torno a la pregunta: ¿Con qué frecuencia realizas movimientos repetitivos durante tu jornada laboral?

El análisis de la opinión los seis operadores de los equipos de torno, fresado y taladrado en el área de mecanizado evidenció como se expone en la Figura 5-3 que un 16,7% de ellos manipula de manera regular cargas voluminosas o pesadas en el desempeño de sus tareas. Este grupo está expuesto a un riesgo ergonómico considerable, ya que la manipulación continua de cargas de gran volumen o peso incrementa la posibilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, especialmente en la región lumbar y en las extremidades superiores.

En contraste, el 83,3% de los operadores manipulan estas cargas de forma ocasional. A pesar de que la exposición a este riesgo es menos constante para este grupo, no se debe subestimar su relevancia, ya que la manipulación esporádica de cargas pesadas también puede inducir fatiga muscular y aumentar el riesgo de lesiones si no se aplican técnicas de levantamiento y manejo adecuadas. Es imperativo, por tanto, implementar medidas ergonómicas y programas de formación continua para todos los operadores, sin importar la frecuencia de manipulación de cargas pesadas, con el objetivo de minimizar el riesgo de lesiones en el entorno laboral.

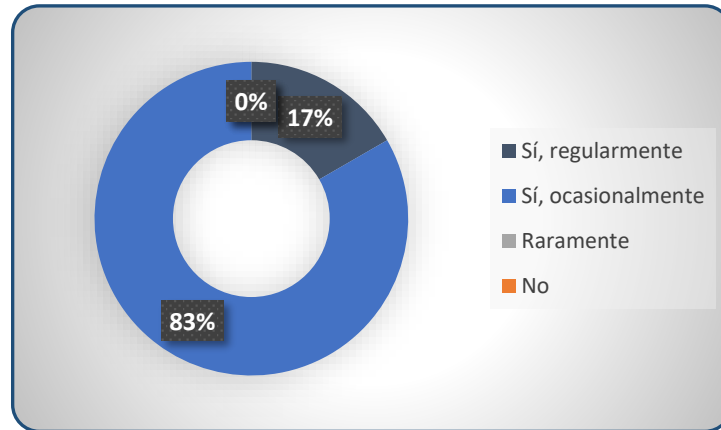


Figura 5-3. Distribución de las respuestas en torno a la pregunta: ¿Manipulas cargas pesadas o voluminosas como parte de tus actividades laborales?

El 100% de los operadores reporta sentir algún tipo de incomodidad o dolor en zonas específicas del cuerpo al finalizar su jornada laboral (Ver Figura 5-4). Esta situación permite inferir que hay una relación directa entre las demandas físicas impuestas por las tareas diarias y la aparición de molestias musculoesqueléticas, lo que destaca la necesidad de revisar y mejorar las condiciones ergonómicas para reducir el impacto negativo sobre la salud de los trabajadores.

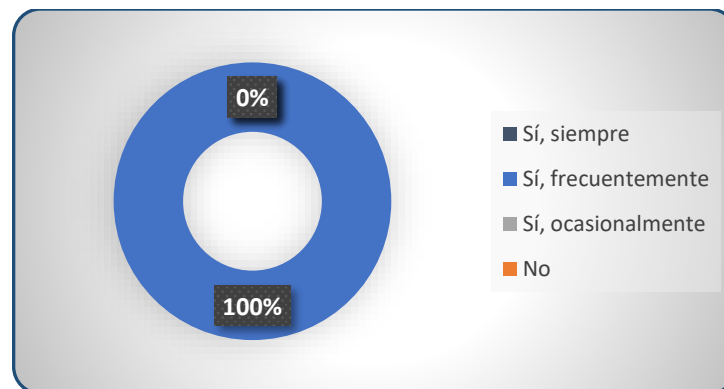


Figura 5-4. Distribución de las respuestas en torno a la pregunta: ¿Sientes algún tipo de incomodidad o dolor en zonas específicas del cuerpo al finalizar tu jornada laboral?

Al consultarle a los operadores sobre si las herramientas y equipos que utilizas son cómodos y fáciles de manejar el 67% de los trabajadores considera si cumplen (Ver Figura 5-5). Este hallazgo permite inferir que, para la mayoría de los operadores, las herramientas y máquinas disponibles cumplen con los estándares ergonómicos necesarios, permitiendo la ejecución de sus funciones de manera eficiente y sin imponer un esfuerzo físico significativo. La comodidad

en la manipulación de los equipos es un factor esencial para la prevención de la fatiga y la minimización del riesgo de lesiones, lo que se traduce en un incremento de la productividad y un mejor bienestar laboral.

Por otro lado, el 33% restante de los operadores indica que los equipos solo resultan fáciles y cómodos de manipular en determinadas ocasiones. Este grupo podría estar enfrentando desafíos ergonómicos en algunas tareas o al utilizar ciertos equipos, lo que podría derivar en incomodidad, mayor esfuerzo y un incremento del riesgo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos a largo plazo. Esta diferencia en la percepción pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo evaluaciones ergonómicas más exhaustivas y considerar posibles mejoras en el diseño o la disposición de los equipos.

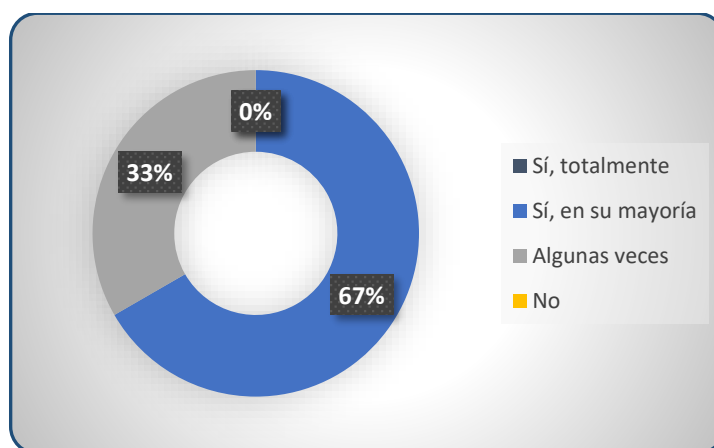


Figura 5-5. Distribución de las respuestas en torno a la pregunta: ¿Las herramientas y equipos que utilizas son cómodos y fáciles de manejar?

El análisis de las condiciones de trabajo revela, tal como se visualiza en la Figura 5-6 que el 83% de los operadores reporta que solo dispone de pausas regulares en ocasiones durante su jornada laboral para descansar y cambiar de postura. Actualmente, el turno de trabajo contempla únicamente una pausa de 15 minutos por la mañana y otra por la tarde. Esta limitación en las pausas puede contribuir a la acumulación de fatiga, dado que las actividades se realizan casi en su totalidad en una postura de pie. La falta de pausas frecuentes y la duración insuficiente de las existentes exacerbaban el riesgo de agotamiento físico y problemas musculoesqueléticos, subrayando la necesidad de revisar y optimizar los tiempos de descanso para mejorar el bienestar y la productividad de los operadores.

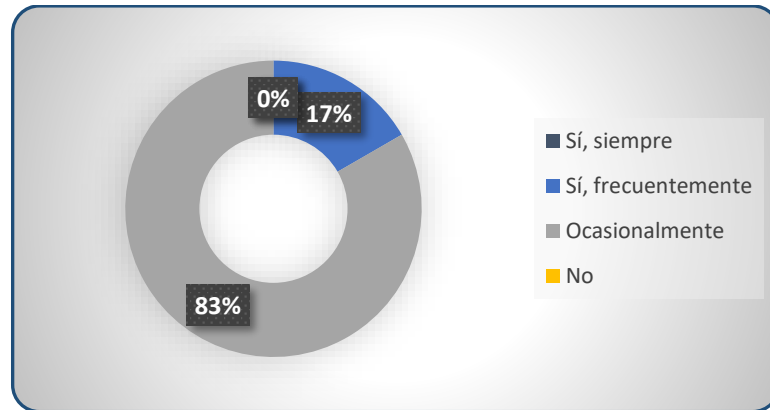


Figura 5-6. Distribución de las respuestas en torno a la pregunta: ¿Dispones de pausas regulares durante tu jornada para descansar y cambiar de postura?

5.3. Evaluación de los riesgos ergonómicos en el área de mecanizado

El análisis exhaustivo de los riesgos ergonómicos predominantes en el área de mecanizado de la empresa Torninox, donde las funciones esenciales son desempeñadas por operadores de torno, fresadora y taladro, pone en evidencia escenarios que demandan una intervención inmediata para salvaguardar la integridad y el bienestar de los operarios. La evaluación realizada y que se detalla en la Tabla 5-4 pone de manifiesto que las posturas forzadas o inadecuadas durante la operación de tornos, taladros y fresadoras constituyen un riesgo elevado de desarrollar lesiones musculoesqueléticas. Este tipo de riesgo es particularmente significativo debido a su elevada frecuencia y severidad, evidenciada por un Nivel de Riesgo (NR) de 1000, lo que sugiere la necesidad imperiosa de implementar intervenciones ergonómicas que mitiguen los posibles daños severos en los trabajadores.

Otro riesgo significativo identificado es la manipulación manual de piezas de gran peso, la cual está estrechamente vinculada con la aparición de dolores lumbares. Este riesgo, también clasificado en la Clase I con un NR de 1080, es común entre los operadores, dado que las tareas rutinarias frecuentemente implican la elevación y el traslado de componentes pesados sin la asistencia de dispositivos de apoyo adecuados. La exposición constante a este tipo de actividad puede desencadenar problemas de salud crónicos, por lo que se recomienda la implementación de medidas ergonómicas tales como el empleo de herramientas mecánicas que disminuyan la carga física y la promoción de técnicas adecuadas de levantamiento.

En relación con los movimientos repetitivos que caracterizan las operaciones de fresado, taladrado y torneado, los resultados sugieren un riesgo significativo de desarrollo del síndrome del túnel carpiano, además de dolores en las articulaciones y lesiones musculares. Aunque este

riesgo está categorizado en la Clase II, con un NR de 200, la naturaleza continua de la exposición lo convierte en un aspecto que requiere monitoreo constante y posibles ajustes en los procedimientos operativos para prevenir el desarrollo de afecciones debilitantes en los trabajadores.

El análisis también identifica los riesgos asociados con la permanencia prolongada en posición de pie, lo cual contribuye significativamente a la fatiga en las extremidades inferiores. Este riesgo, clasificado como Clase III con un NR de 60, aunque menos grave en comparación con los anteriores, no debe ser subestimado, dado que la fatiga acumulada puede incidir negativamente en la productividad y elevar la probabilidad de errores o accidentes laborales. La implementación de pausas regulares y la provisión de asientos ergonómicos podrían ser medidas efectivas para mitigar este riesgo.

Finalmente, la aplicación excesiva de fuerza al manipular herramientas, junto con la exposición a vibraciones durante las operaciones de taladrado, también se destaca como un riesgo ergonómico considerable. Estos factores están clasificados en la Clase II, con NR de 300 y 180 respectivamente, y están relacionados con la tensión muscular y lesiones por vibración. Se recomienda una revisión exhaustiva de las herramientas empleadas y la adopción de dispositivos que minimicen la vibración y reduzcan el esfuerzo físico, como medidas preventivas para evitar daños a largo plazo en los operadores.

Tabla 5-4. Resultado de la evaluación general de los riesgos

Categoría	Factor de riesgo	Consecuencias asociadas	ND	NE	NP	NC	NR	Clase
Ergonómico	Posturas forzadas o incómodas al operar el torno taladro y fresadora	Lesiones musculoesqueléticas	Muy deficiente (10)	De manera continuada (4)	40	Grave (25)	1000	Clase I
Ergonómico	Manipulación manual de piezas pesadas	Dolores lumbares	Deficiente (6)	Frecuente (3)	18	Muy grave (60)	1080	Clase I
Ergonómico	Movimientos repetitivos al fresar, taladra o torneear	Síndrome del túnel carpiano, dolores en las articulaciones de los dedos, lesiones musculares	Mejorable (2)	De manera continuada (4)	8	Grave (25)	200	Clase II
Ergonómico	Trabajo prolongado en posición de pie	Fatiga en extremidades inferiores	Mejorable (2)	Frecuente (3)	6	Leve (10)	60	Clase III
Ergonómico	Fuerza excesiva al manipular herramientas	Tensión muscular	Deficiente (6)	Ocasional (2)	12	Grave (25)	300	Clase II
Ergonómico	Vibraciones en las manos al taladrar	Lesiones por vibración	Deficiente (6)	Frecuente (3)	18	Leve (10)	180	Clase II
Ergonómico	Posturas estáticas prolongadas	Fatiga muscular	Mejorable (2)	De manera continuada (4)	8	Leve (10)	80	Clase III
Ergonómico	Falta de pausas en trabajos repetitivos	Estrés y fatiga	Deficiente (6)	De manera continuada (4)	24	Grave (25)	600	Clase I

5.4. Resultados de la valoración mediante el método OWAS

El estudio ergonómico llevado a cabo utilizando el método OWAS en el área de mecanizado de la empresa Torninox, destaca en la Tabla 5-5 la existencia de riesgos significativos que podrían comprometer la salud ocupacional de los trabajadores. Para el operador de torno, se identificaron tres actividades críticas. Durante el ajuste de piezas en el torno, la postura flexionada de la columna vertebral, junto con la posición de ambos brazos en descenso y la manipulación de cargas menores a 10 kg, fue clasificada en la categoría OWAS 2, indicando un riesgo moderado. En este contexto, se recomienda la implementación de mejoras ergonómicas, tales como el reposicionamiento del trabajador, con el objetivo de minimizar la carga física y mitigar la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos.



En cuanto a la operación del torno, que incluye el control de la velocidad, la postura de la espalda es recta, con ambos brazos en posición baja y sin carga manipulada, lo que permitió clasificar esta actividad como aceptable, con una categoría OWAS de 1. Si bien no se requieren intervenciones inmediatas, se sugieren pausas activas para prevenir la acumulación de fatiga. Por otro lado, en la actividad de cambio de herramientas en el torno, donde la espalda se mantiene flexionada, un brazo se eleva y la carga manipulada oscila entre 10 y 20 kg, el riesgo fue categorizado como moderado, con una clasificación OWAS 2. En este caso, se recomienda optimizar las técnicas de levantamiento y realizar ajustes ergonómicos adicionales para reducir el riesgo de lesiones.

El operador de fresadora enfrenta riesgos ergonómicos comparables (Ver Tabla 5-6). Durante el montaje y fijación de herramientas, la postura flexionada de la espalda, acompañada de ambos brazos en posición baja y la manipulación de cargas entre 10 y 20 kg, resultó en una clasificación OWAS de 2, sugiriendo un riesgo moderado. En esta situación, la adopción de herramientas auxiliares y la implementación de técnicas de manejo adecuadas son esenciales para reducir el riesgo ergonómico. No obstante, la operación de fresado, caracterizada por una postura recta de la espalda, brazos bajos y ausencia de carga, fue evaluada como aceptable, con una categoría OWAS de 1, lo que sugiere que las condiciones actuales son satisfactorias.

Sin embargo, el ajuste de piezas pequeñas en la fresadora, que involucra una postura de la espalda doblada con giro y la manipulación de cargas inferiores a 10 kg, presentó un riesgo crítico, clasificado en la categoría OWAS 4. Esta situación requiere una intervención ergonómica inmediata para ajustar las posturas y condiciones laborales, evitando así el desarrollo de patologías ocupacionales severas.

En el rol de operador de taladro, el montaje y fijación de herramientas, con una postura recta de la espalda, un brazo elevado y la manipulación de cargas entre 10 y 20 kg, fue categorizado como un riesgo moderado, con una clasificación OWAS de 1 (Ver Tabla 5-7). En este caso, si bien no amerita una intervención inmediata, se recomienda evaluar el uso de soportes o herramientas auxiliares para disminuir la carga física. La operación de taladrado, aunque con una postura similar de brazos, fue clasificada como leve, con una categoría OWAS de 2, por lo que aun cuando no es necesaria implementar medidas al corto plazo, se sugiere monitorizar la postura y realizar ajustes ergonómicos si es necesario. Sin embargo, el ajuste de piezas pequeñas y la revisión post-taladrado, que implican una postura de la espalda doblada y un brazo elevado, fueron considerados de riesgo crítico, con una categoría OWAS 2, lo que amerita una intervención ergonómica urgente para prevenir lesiones laborales a largo plazo.

Tabla 5-5. Valoraciones obtenidas a través del método OWAS para el rol de operador de torno

Puesto de Trabajo	Actividad	Postura de Espalda	Postura de Brazos	Postura de Piernas	Carga Manipulada	Categoría OWAS	Recomendaciones
	Ajuste de piezas en el torno	Flexionada (2)	Ambos brazos bajos (1)	De pie (2)	< 10 kg (1)	2 (Moderada)	Inclinación de la cabeza no mayor a 10°, cuello alineado con la columna vertebral (espalda recta), los pies deben estar firmemente plantados en el suelo para proporcionar una base estable durante la operación del torno
	Operación del torno (control de velocidad)	Recta (1)	Ambos brazos bajos (1)	De pie (2)	No carga (1)	1 (Aceptable)	Inclinación de la cabeza no mayor a 10°, cuello alineado con la columna vertebral (espalda recta), los pies deben estar firmemente plantados en el suelo para proporcionar una base estable






	<p>Cambio de herramientas en el torno</p>	<p>Flexionada (2)</p>	<p>Un brazo elevado (2)</p>	<p>De pie (2)</p>	<p>10-20 kg (2)</p>	<p>2 (Moderada)</p>	<p>Al levantar el peso efectuarlo con el apoyo de compañero y de equipo de izado. Ambos pies apoyados en el suelo poniéndose en cuclillas solo doblando cadera y rodillas. Posterior al levantado adoptar posición vertical. Una vez ubicado la herramienta el ajuste debe hacerse manteniendo una posición vertical, la cabeza no debe formar un ángulo mayor a los 20 °</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------	---------------------	---------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 5-6. Valoraciones obtenidas a través del método OWAS para el rol de operador de fresadora

Puesto de Trabajo	Actividad	Postura de Espalda	Postura de Brazos	Postura de Piernas	Carga Manipulada	Categoría OWAS	Recomendaciones
	Montaje y fijación de herramientas	Flexionada (2)	Ambos brazos bajos (1)	De pie (2)	10-20 kg (2)	2 (Moderada)	Mantener la muñeca en una postura neutra, evitando desviaciones laterales o torsiones. Esta debe estar alineada con el antebrazo, sin flexión o extensión excesiva, idealmente con un ángulo de 0 a 15 grados. El cuerpo recto con inclinación de la cabeza no mayor a 10°, ambos pies fijos sobre el piso
	Operación de fresado	Recta (1)	Ambos brazos bajos (1)	De pie (2)	No carga (1)	1 (Aceptable)	Brazos descansando sobre el equipo manteniendo la inclinación de la cabeza no mayor a 10°, cuello alineado con la columna vertebral (espalda recta), ambos pies deben estar firmemente plantados

	<p>Ajuste de piezas pequeñas en fresadora</p>	<p>Doblada con giro (3)</p>	<p>Ambos brazos bajos (1)</p>	<p>Ambas pierna flexionadas (5)</p>	<p>< 10 kg (1)</p>	<p>4 (Crítica)</p>	<p>Mantener la cabeza en una posición neutra, con un ángulo de inclinación hacia adelante que no exceda los 20 grados, asegurando que el cuello esté alineado con la columna. El tronco debe estar ligeramente inclinado hacia adelante, con un ángulo de no más de 10-15 grados, evitando torsiones. Además, los pies deben estar bien apoyados en el suelo, y las rodillas ligeramente flexionadas para proporcionar estabilidad y reducir la carga en la columna vertebral.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	-----------------------------	-------------------------------	-------------------------------------	-----------------------	--------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 5-7. Valoraciones obtenidas a través del método OWAS para el rol de operador de taladro

Puesto de Trabajo	Actividad	Postura de Espalda	Postura de Brazos	Postura de Piernas	Carga Manipulada	Categoría OWAS	Recomendaciones
	Montaje y fijación de herramientas	Recta (1)	Un brazo abajo, otro arriba (2)	De pie (2)	10-20 kg (2)	1 (Leve)	Inclinación de la cabeza no mayor a 10°, cuello alineado con la columna vertebral (espalda recta), los pies deben estar firmemente plantados en el suelo para proporcionar una base estable durante la operación del taladro
	Operación de taladrado	Recta (1)	Un brazo abajo, otro arriba (2)	De pie (2)	No carga (1)	1 (Leve)	Inclinación de la cabeza no mayor a 10°, cuello alineado con la columna vertebral (espalda recta), los pies deben estar firmemente plantados en el suelo para proporcionar una base estable durante la operación del taladro



<p>Ajuste de piezas pequeñas y revisión post-taladrado</p>	<p>Doblada (3)</p>	<p>Un brazo abajo, otro arriba (2)</p>	<p>De pie (2)</p>	<p>< 10 kg (1)</p>	<p>2 (moderada)</p>	<p>Brazo descansando en el soporte del equipo de taladro. Cabeza con un ángulo de inclinación no mayor a 15°. cuello alineado con la columna vertebral (espalda recta). Ambos pies sobre el piso</p>
------------------------------------------------------------	--------------------	----------------------------------------	-------------------	-----------------------	-------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5.5. Resultados de la valoración mediante el método RULA

El método RULA fue empleado para evaluar los tres principales puestos de trabajo en el área de mecanizado de Torninox, permitiendo identificar riesgos ergonómicos asociados a las posturas y movimientos repetitivos de los operadores. Los resultados obtenidos, detallados en la Tabla 5-8, ofrecen una visión clara de las acciones necesarias para mitigar los riesgos identificados y mejorar las condiciones laborales en cada actividad específica.

En el caso del ajuste de piezas en el torno y la operación del torno, ambas actividades recibieron una valoración media (Ver Tabla 5-9). Esto sugiere que, aunque los riesgos no son críticos, es necesario considerar ajustes en las tareas y realizar un análisis más detallado para evitar la evolución de posibles problemas ergonómicos. Sin embargo, el cambio de herramientas en el torno y el montaje y fijación de herramientas presentaron una valoración alta, lo que indica la necesidad de una intervención a corto plazo. Estas actividades requieren una reestructuración inmediata para reducir los riesgos ergonómicos y prevenir lesiones a los operadores.

Por otro lado, la operación de fresado y el ajuste de piezas pequeñas en la fresadora también fueron valoradas con un riesgo medio, lo que subraya la importancia de implementar ajustes en las tareas y realizar análisis detallados (Ver Tabla 5-10). Actividades como el montaje y fijación de herramientas en la fresadora, la operación de taladrado, y el ajuste de piezas pequeñas y revisión post-taladrado (Ver Tabla 5-11), aunque valoradas en un nivel medio, requieren una intervención inmediata o una reestructuración integral, debido a la complejidad y el potencial impacto ergonómico negativo que pueden tener en los operadores. Estos resultados resaltan la necesidad de una acción coordinada y estratégica para mitigar los riesgos y mejorar la salud ocupacional en el área de mecanizado.

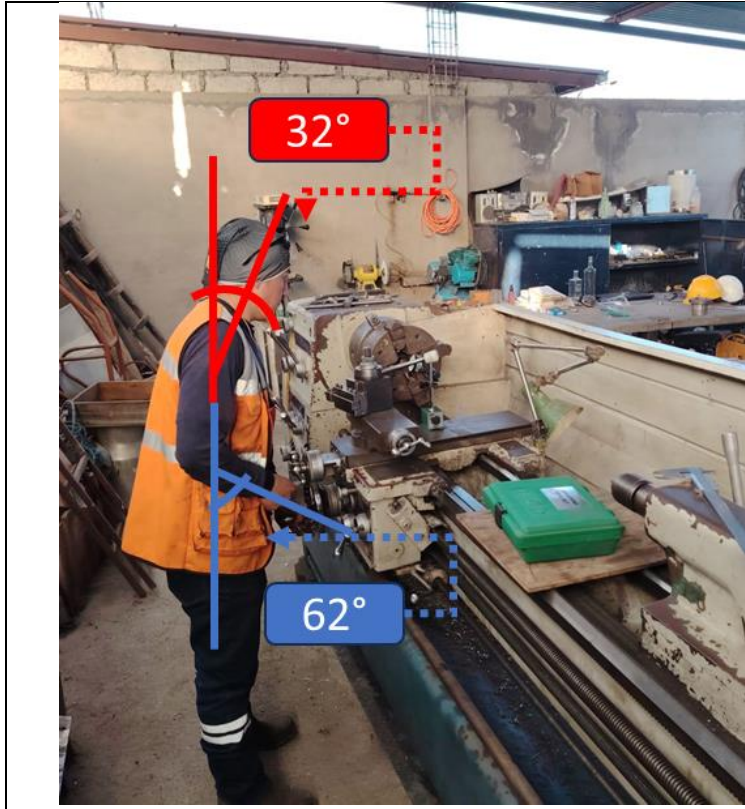
Tabla 5-8. Valoraciones generales por el método RULA

Actividad	Valoración	Acciones
Ajuste de piezas en el torno	Medio	Es necesario llevar a cabo una reestructuración integral de la tarea
Operación del torno (control de velocidad)	Medio	Pueden ser necesarios ajustes en la tarea; resulta prudente realizar un análisis detallado
Cambio de herramientas en el torno	Alto	Se requiere intervención al corto plazo
Montaje y fijación de herramientas	Alto	Se requiere intervención al corto plazo
Operación de fresado	Medio	Pueden ser necesarios ajustes en la tarea; resulta prudente realizar un análisis detallado
Ajuste de piezas pequeñas en fresadora	Medio	
Montaje y fijación de herramientas	Medio	Es necesario llevar a cabo una reestructuración integral de la tarea
Operación de taladrado	Medio	Es necesario llevar a cabo una reestructuración integral de la tarea
Ajuste de piezas pequeñas y revisión post-taladrado	Medio	Se requiere una intervención inmediata en la tarea

Nota. Generado teniendo en cuenta los parámetros del método rula y condiciones existentes precisadas de la observación de los puestos de trabajo

Tabla 5-9. Valoraciones obtenidas a través del método RULA para el rol de operador de torno

Actividad	C							D						
	Brazo	GRUPO A			PUNTO GRUPO A	Puntuación tipo de	Puntuación fuerza/carga	PUNTO TOTAL GRUPO	GRUPO B			PUNTO GRUPO B	Puntuación tipo de	Puntuación fuerza/carga
		Antebrazo	Muñeca					Tronco	Cuello	Piernas				
														
Ajuste de piezas en el torno	2	1	2	2	1	1	4	3	3	1	3	1	1	5



Operación del torno (control de velocidad)

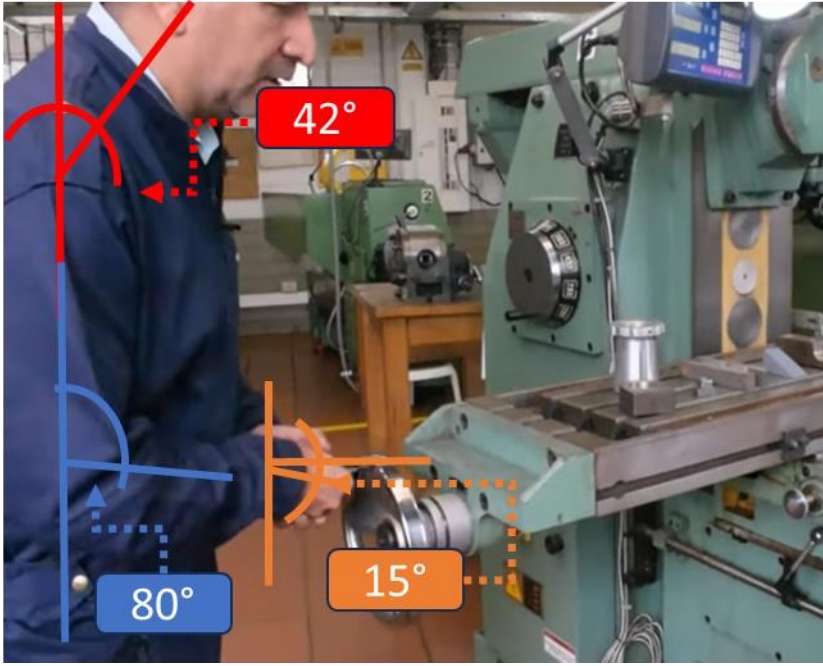
2	1	2	2	1	0	3	3	2	1	3	1	0	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

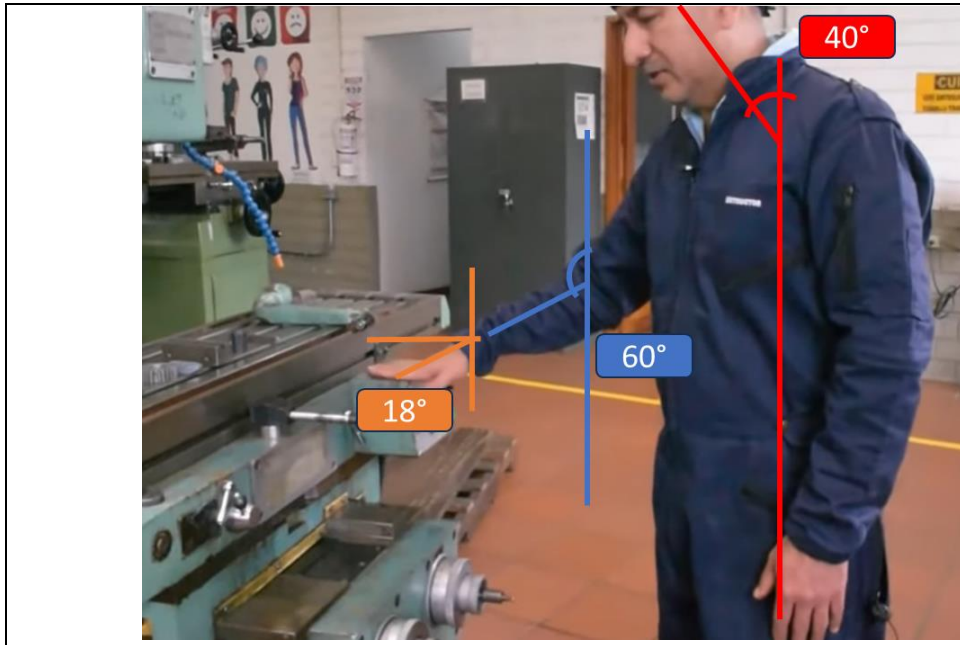


Cambio de herramientas en el torno

4	2	1	6	1	2	9	2	2	1	2	1	2	5
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 5-10. Valoraciones obtenidas a través del método RULA para para el rol de operador de fresadora

Actividad	C						D							
	GRUPO A			GRUPO A			GRUPO B			GRUPO B		GRUPO B		
	Brazo	Antebrazo	Muñeca	PUNTO GRUPO A	Puntuación tipo de Actividad	Puntuación fuerza/carga	PUNTO TOTAL GRUPO A	Tronco	Cuello	Piernas	PUNTO GRUPO B	Puntuación tipo de Actividad	Puntuación fuerza/carga	PUNTO TOTAL GRUPO B
														
Montaje y fijación de herramientas	1	1	2	2	1	1	4	3	3	1	5	1	1	7



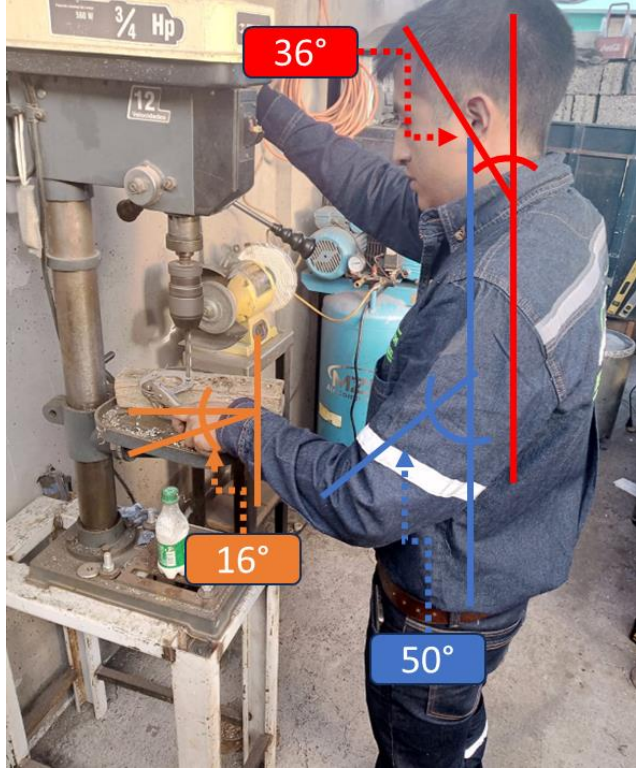
Operación de fresado	2	1	2	2	1	1	4	2	2	1	3	1	0	4
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

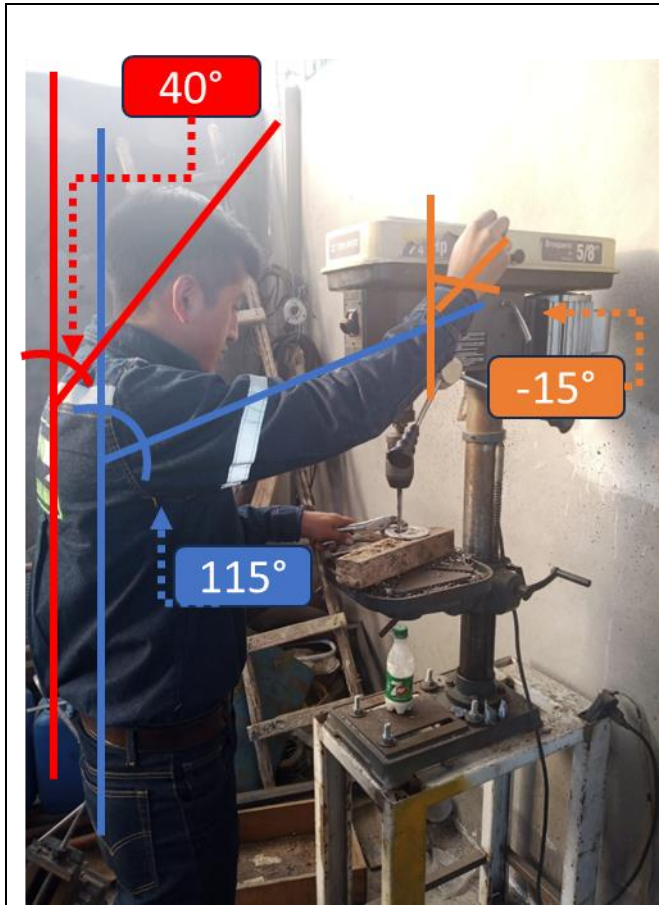


Ajuste de
piezas
pequeñas
en
fresadora

2	2	2	3	1	1	4	4	2	1	6	1	1	8						

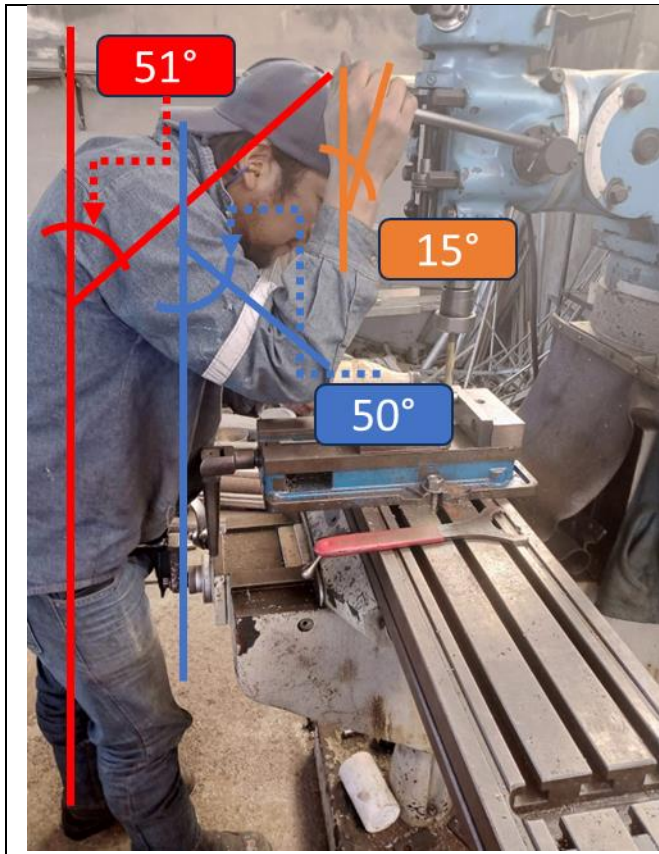
Tabla 5-11. Valoraciones obtenidas a través del método RULA para el rol de operador de taladro

Actividad	C							D						
	GRUPO A			PUNTO GRUPO A	Puntuación tipo de Actividad (grupo A)	Puntuación fuerza/carga (grupo A)	PUNTO TOTAL GRUPO A	GRUPO B			PUNTO GRUPO B	Puntuación tipo de Actividad (grupo B)	Puntuación fuerza/carga (grupo B)	PUNTO TOTAL GRUPO B
	Brazo	Antebrazo	Muñeca					Tronco	Cuello	Piernas				
	4	2	3	3	1	1	5	2	2	1	2	1	1	4



Operación de taladrado

4	2	2	4	1	1	6	2	2	1	2	1	1	4
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



Ajuste de
piezas
pequeñas y
revisión
post-
taladrado

3	2	1	3	1	1	5	3	3	1	4	1	1	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5.6. Resultados de la valoración mediante el método REBA

Mediante la aplicación del Método REBAS, se han identificado posturas críticas adoptadas por los operadores de torno, fresadora y taladro, que demandan intervenciones específicas para mitigar los riesgos ergonómicos presentes (Ver Tabla 5-12, 5-13, 5-14 y 5-15). En particular, se han evaluado varias actividades con un nivel de riesgo medio, como el ajuste de piezas en el torno, el control de velocidad durante la operación del torno, y la operación de taladrado. En estos casos, es imperativo implementar medidas de intervención para reducir la posibilidad de impactos o afectaciones musculoesqueléticas, asegurando que los operadores puedan desempeñar sus tareas con un riesgo significativamente menor de desarrollar trastornos asociados a posturas inadecuadas. Adicionalmente, el análisis ha revelado actividades que presentan un riesgo ergonómico alto, lo que destaca la urgencia de implementar intervenciones a corto plazo. Entre estas actividades se encuentran el cambio de herramientas en el torno, el ajuste de piezas pequeñas en la fresadora, y el montaje y fijación de herramientas en ambos equipos. Asimismo, tanto la operación de taladrado como la revisión post-taladrado de piezas han sido clasificadas con un riesgo elevado. Estas posturas y movimientos, debido a su complejidad y la carga física que suponen, requieren de acciones correctivas inmediatas para prevenir lesiones graves y optimizar la salud y seguridad de los trabajadores en el área de mecanizado.

Tabla 5-12. Valoraciones generales por el método REBA

Actividad	Valoración	Acciones
Ajuste de piezas en el torno	Medio	Realizar intervención para disminuir la posibilidad de impacto o afectaciones
Operación del torno (control de velocidad)	Medio	Realizar intervención para disminuir la posibilidad de impacto o afectaciones
Cambio de herramientas en el torno	Alto	En necesario una intervención al corto plazo
Montaje y fijación de herramientas	Medio	Realizar intervención para disminuir la posibilidad de impacto o afectaciones
Operación de fresado	Medio	Realizar intervención para disminuir la posibilidad de impacto o afectaciones
Ajuste de piezas pequeñas en fresadora	Alto	En necesario una intervención al corto plazo
Montaje y fijación de herramientas	Alto	En necesario una intervención al corto plazo
Operación de taladrado	Medio	Realizar intervención para disminuir la posibilidad de impacto o afectaciones
Ajuste de piezas pequeñas y revisión post-taladrado	Alto	En necesario una intervención al corto plazo

Tabla 5-13. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para el rol de operador de torno


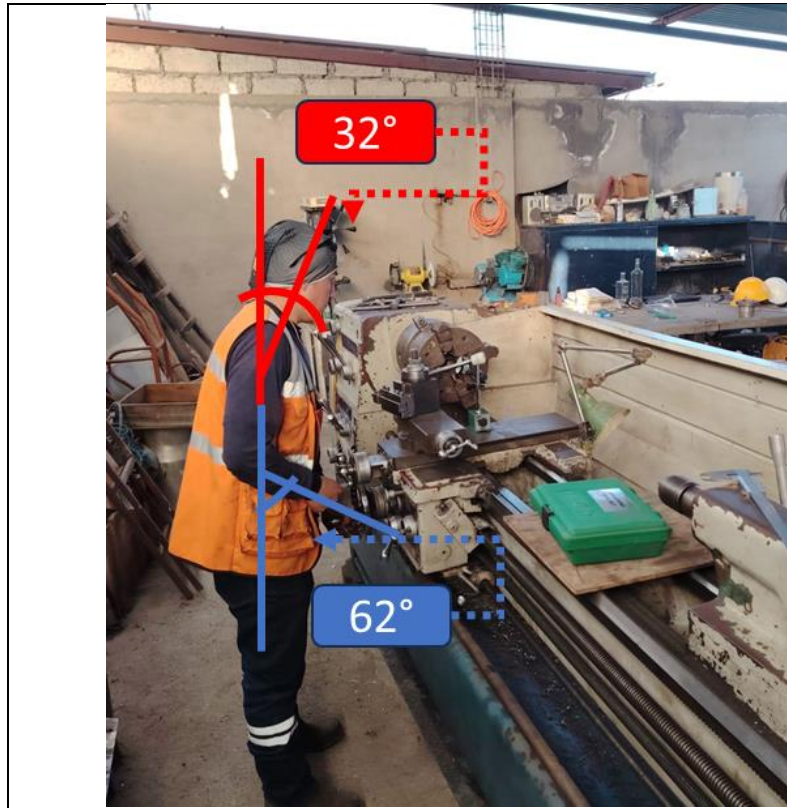
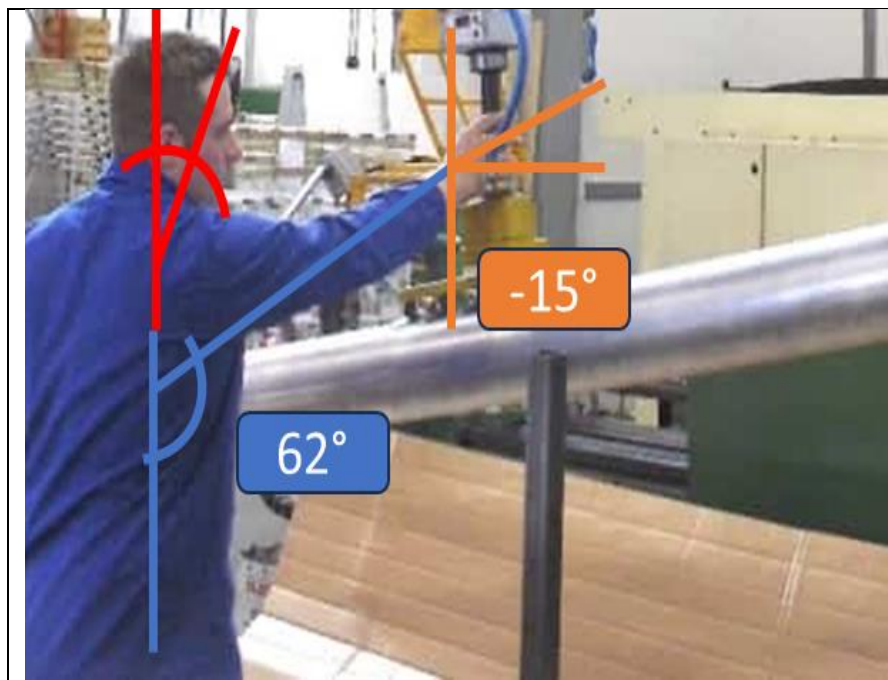
Actividad	C						D								
	GRUPO A			PUNTO GRUPO A	Puntuación tipo de Actividad	Puntuación fuerza/carga (grupo A)	PUNTO TOTAL GRUPO A	GRUPO B			PUNTO GRUPO B	Puntuación tipo de Actividad (grupo B)	Puntuación fuerza/carga (grupo B)	PUNTO TOTAL GRUPO B	
	Brazo	Antebrazo	Muñeca					Tronco	Cuello	Piernas					
	Ajuste de piezas en el torno	2	2	1	2	1	1	4	3	2	1	4	1	1	6

Tabla 5-14. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para el rol de operador de torno



Operación del torno (control de velocidad)	2	2	1	2	1	1	4	3	2	1	4	1	1	6
--------------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 5-15. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para el rol de operador de torno



Cambio de herramientas en el torno	4	2	1	5	1	2	8	2	2	1	3	1	2	6
------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 5-16. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para para el rol de operador de fresadora

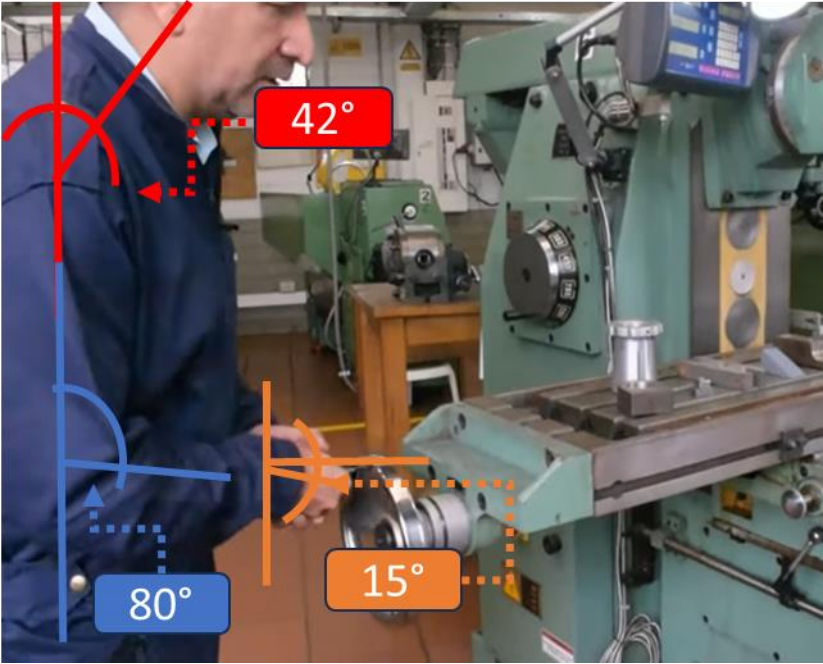
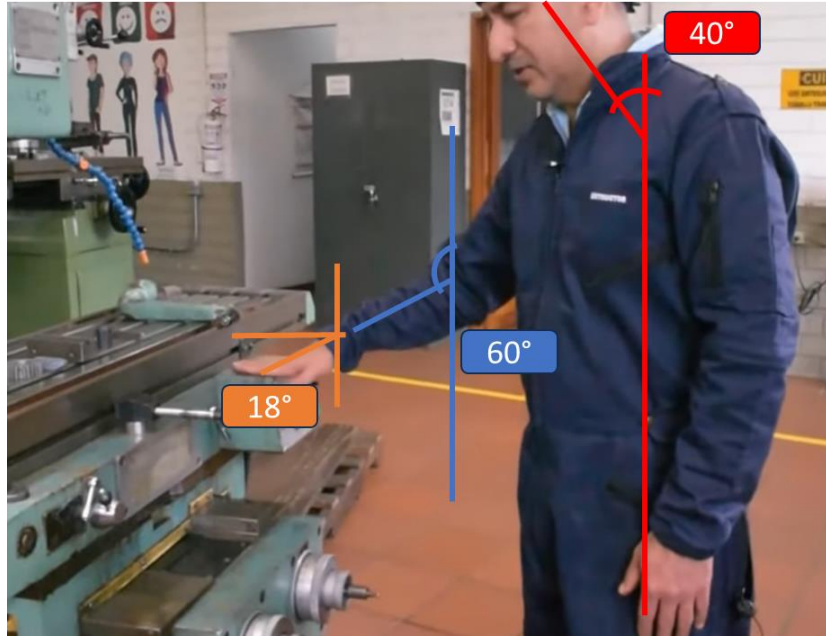
Actividad	C							D						
	GRUPO A			PUNTO GRUPO A	Puntuación tipo de Actividad	Puntuación fuerza/carga (grupo A)	PUNTO TOTAL GRUPO A	GRUPO B			PUNTO GRUPO B	Puntuación tipo de Actividad (grupo B)	Puntuación fuerza/carga (grupo B)	PUNTO TOTAL GRUPO B
Brazo	Antebrazo	Muñeca	Tronco					Cuello	Piernas					
	2	1	2	2	1	1	4	2	2	1	3	1	1	5
Montaje y fijación de herramientas														

Tabla 5-17. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para para el rol de operador de fresadora



						0											
Operación de fresado	3	2	2	5	1		6	2	2	1	3	1	0	4			

Tabla 5-18. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para para el rol de operador de fresadora

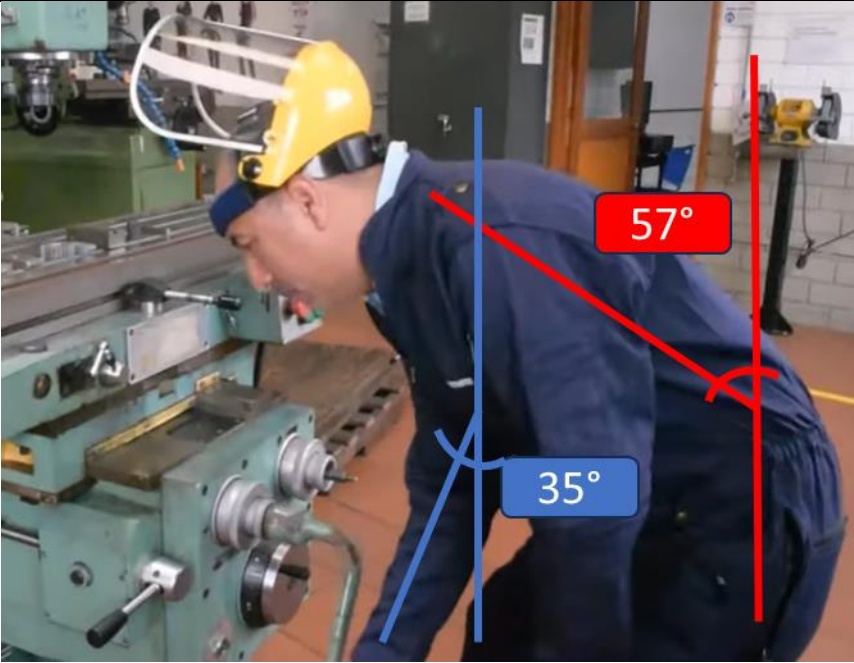
	<p>Ajuste de piezas pequeñas en fresadora</p>	3	2	2	5	1	1	7	4	2	1	5	1	1	7
------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 5-19. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para el rol de operador de taladro

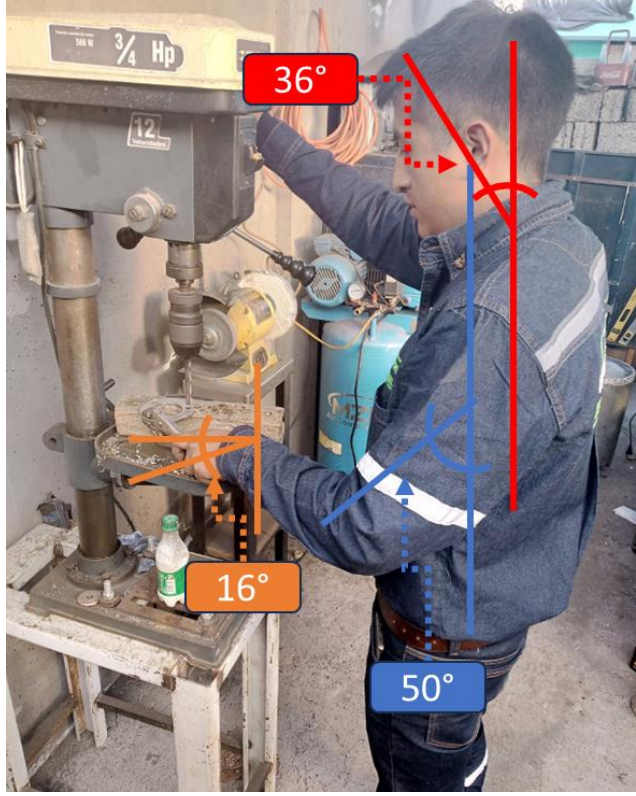
Actividad	C							D						
	GRUPO A			PUNTO GRUPO A	Puntuación tipo de Actividad (grupo A)	Puntuación fuerza/carga (grupo A)	PUNTO TOTAL GRUPO A	GRUPO B			PUNTO GRUPO B	Puntuación tipo de Actividad (grupo B)	Puntuación fuerza/carga (grupo B)	PUNTO TOTAL GRUPO B
	Brazo	Antebrazo	Muñeca					Tronco	Cuello	Piernas				
	4	2	2	6	1	1	8	2	2	1	3	1	1	5
Montaje y fijación de herramientas														

Tabla 5-20. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para el rol de operador de taladro

	Operación de taladrado	4	2	2	6	1	0	7	2	2	1	3	1	0	4
------------------------------------------------------------------------------------	------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 5-21. Valoraciones obtenidas a través del método REBA para el rol de operador de taladro

	<p>Ajuste de piezas pequeñas y revisión post-taladrado</p>	3	2	2	5	1	1	7	3	2	1	4	1	1	6
--	------------------------------------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5.7. Protocolos para la contraprestación de las posturas inadecuadas y reducción de los riesgos ergonómicos

En respuesta a las deficiencias detectadas en el área de mecanizado de la empresa Torninox, se ha proyectado la implementación de estrategias destinadas a robustecer la cultura de seguridad que la empresa pretende estandarizar. Este enfoque holístico está diseñado para optimizar las condiciones ergonómicas y salvaguardar la salud y seguridad de los empleados. La detección de carencias en la gestión de riesgos ergonómicos ha impulsado el desarrollo de un protocolo específico para el descanso y la carga postural de los operadores de torno, fresado y taladro. Dicho protocolo establece directrices precisas para la realización de pausas regulares y la adopción de posturas ergonómicamente adecuadas, con el fin de mitigar la fatiga y prevenir lesiones musculoesqueléticas.

Además del protocolo de descanso, se ha elaborado un Plan de Prevención de Riesgos Ergonómicos con el propósito de crear un entorno laboral seguro y minimizar al máximo los riesgos ergonómicos identificados. Este plan contempla la evaluación continua de las posturas de trabajo, la implementación de un protocolo correctivo y la promoción de prácticas ergonómicas óptimas. La estrategia incluye programas de formación continua y mejoras en las condiciones de trabajo, con el objetivo de disminuir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos y elevar el bienestar general de los operadores.

El diseño del plan se basa en un análisis minucioso de los riesgos ergonómicos, empleando metodologías avanzadas como OWAS, REBAS y RULAS. La integración de estos métodos garantiza una evaluación exhaustiva de las condiciones laborales y facilita la aplicación de estrategias correctivas adaptadas a las necesidades particulares de cada puesto de trabajo.

DESCANSO DE CARGA POSTURAL

TORNINOX

Torninox, promoviendo prácticas sostenibles y un entorno laboral seguro.



1. INTRODUCCIÓN

Este documento técnico define el procedimiento de descanso de carga postural para la empresa Torninox, destinado a mitigar los efectos de la carga postural en los empleados, causada por posturas estáticas prolongadas y movimientos repetitivos. Basado en normativas internacionales como ISO 45001 e ISO/TR 12295, así como en las normativas locales del INEN y las directrices del Ministerio del trabajo, este procedimiento integra pausas activas en la jornada laboral con ejercicios de estiramiento y técnicas de relajación. Además, incluye un sistema de monitoreo continuo para asegurar la efectividad de las medidas y promover una cultura de prevención. Torninox reafirma su compromiso con la salud y seguridad de sus trabajadores, mejorando la productividad y cumpliendo con estándares de calidad y seguridad industrial.

2. OBJETO

El presente procedimiento tiene como finalidad establecer directrices y acciones específicas para mitigar los efectos adversos de la carga postural acumulada en los empleados de Torninox. Mediante la implementación de pausas activas y ejercicios de estiramiento, se pretende prevenir y reducir la incidencia de trastornos musculoesqueléticos originados por posturas estáticas prolongadas y movimientos repetitivos. Este procedimiento busca no solo garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores, mejorando su confort y productividad, sino también asegurar el cumplimiento de normativas internacionales y locales en ergonomía y salud ocupacional. Así, se promueve un entorno laboral seguro y saludable, alineado con los estándares de calidad y seguridad industrial vigentes.

3. ALCANCE

El alcance del presente procedimiento abarca a todos los colaboradores de Torninox, con énfasis en aquellos que desempeñan tareas en el área de mecanizado y otros sectores donde se experimentan posturas estáticas prolongadas y movimientos repetitivos. Este procedimiento se implementará en todas las instalaciones de la empresa, a lo largo de toda la jornada laboral, y se aplicará a todos los niveles de la organización, desde operarios hasta personal administrativo y de supervisión, garantizando una aplicación integral y uniforme. Incluirá actividades de capacitación, monitoreo y evaluación continua para asegurar la efectividad de las pausas activas y los ejercicios de estiramiento, adaptando estas medidas a las condiciones específicas de cada puesto de trabajo. Este procedimiento está alineado con las normativas internacionales ISO 45001 e ISO/TR 12295, así como con las regulaciones locales del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) y las directrices del Ministerio del trabajo, asegurando un enfoque coherente y estructurado en la gestión de riesgos ergonómicos.

4. RESPONSABILIDADES

Dirección general

- Garantizar la implementación y cumplimiento del procedimiento en todas las áreas de la empresa.
- Proveer los recursos necesarios, tales como tiempo, capacitación y materiales, para la correcta ejecución del procedimiento.

- Fomentar una cultura organizacional que valore y priorice la importancia del descanso de carga postural.

Departamento de seguridad y salud

- Desarrollar y actualizar el procedimiento, asegurando su alineación con las normativas internacionales y locales vigentes.
- Llevar a cabo capacitaciones periódicas sobre la importancia y correcta ejecución de pausas activas y ejercicios de estiramiento.
- Monitorear y evaluar la efectividad del procedimiento, proponiendo mejoras continuas.
- Mantener registros detallados de las actividades realizadas y los resultados obtenidos.
- Revisar periódicamente el procedimiento y los resultados de su implementación.
- Proponer mejoras basadas en la retroalimentación de los trabajadores y en los avances en normativas y buenas prácticas ergonómicas.
- Fomentar la participación de todos los niveles de la organización en la promoción de un ambiente de trabajo saludable y seguro.

Supervisores de área

- Velar por que los trabajadores bajo su supervisión realicen las pausas activas y ejercicios de estiramiento conforme a lo establecido en el procedimiento.
- Facilitar el ambiente y el tiempo necesarios para la realización de las pausas y ejercicios.
- Informar al departamento de seguridad y salud sobre cualquier dificultad o incumplimiento observado, así como sugerencias de mejora.

Trabajadores

- Participar activamente en las pausas y ejercicios de estiramiento, siguiendo las directrices establecidas en el procedimiento.
- Informar a sus supervisores de cualquier problema o dificultad que impida la correcta realización de las pausas.
- Contribuir con retroalimentación para la mejora continua del procedimiento, compartiendo experiencias y sugerencias.

Departamento de recursos humanos

- Incluir el procedimiento en los programas de inducción y capacitación para todos los empleados.
- Colaborar con el departamento de seguridad y salud en la planificación y ejecución de las capacitaciones.
- Asegurar que las políticas de la empresa reflejen el compromiso con la salud y bienestar de los empleados, incluyendo la implementación del procedimiento de descanso de carga postural.

5. METODOLOGÍA

La metodología establecida tiene como objetivo implementar un sistema integrado y sistemático para la realización de pausas activas y ejercicios de estiramiento, dirigido a contrarrestar los efectos nocivos derivados de posturas estáticas prolongadas y movimientos repetitivos en el entorno industrial. A continuación, se detallan las fases y pasos de la metodología:

5.1. Frecuencia de descanso

La implementación de una frecuencia de descanso ergonómico en Torninox es esencial para mitigar la fatiga, el estrés y las lesiones ocasionadas por posturas o movimientos repetitivos en actividades prolongadas. Los descansos ergonómicos están diseñados para permitir la recuperación fisiológica y psicológica, mejorando la productividad y reduciendo el riesgo de trastornos musculoesqueléticos. La determinación de la frecuencia de estos descansos se basa en la duración de la jornada laboral, la intensidad del esfuerzo físico requerido y las recomendaciones técnicas establecidas en la Nota Técnica de Prevención NTP 847.

5.2. Determinación de frecuencia de descanso

Para los diferentes puestos de trabajo en Torninox, se han definido los siguientes parámetros específicos:

5.2.1. Operador de torno:

- **Carga postural:** Predominantemente en las extremidades superiores, debido a la necesidad de mantener posturas estáticas y realizar movimientos repetitivos (Ver Figura 5-7)
- **Masa de la carga:** Aproximadamente 15 kg, incluyendo la manipulación de piezas y herramientas.
- **Frecuencia de control:** Cada 10 minutos, considerando la intensidad y repetitividad de la tarea.
- **Justificación:** Se recomienda un descanso de 15 minutos en la mañana (10:00 a.m. - 10:15 a.m.) y en la tarde (3:30 p.m.-3:45 p.m.), según lo establecido en la NTP 847.



Figura 5-7. Postura incorrecta y correcta para las operaciones en las que se usa torno

5.2.2. Operador de fresadora:

- **Carga postural:** En las extremidades superiores e inferiores, debido a la necesidad de mantener una postura de pie y realizar ajustes precisos (Ver Figura 5-8)
- **Masa de la carga:** Aproximadamente 20 kg, manipulando componentes y ajustando la máquina.
- **Frecuencia de control:** Cada 8 minutos, debido a la alta demanda física y precisión requerida.
- **Justificación:** Se recomienda un descanso de 12 minutos en la mañana (10:00 a.m. - 10:12 a.m.) y en la tarde (3:30 p.m. - 3:42 p.m.), siguiendo las directrices de la NTP 847.

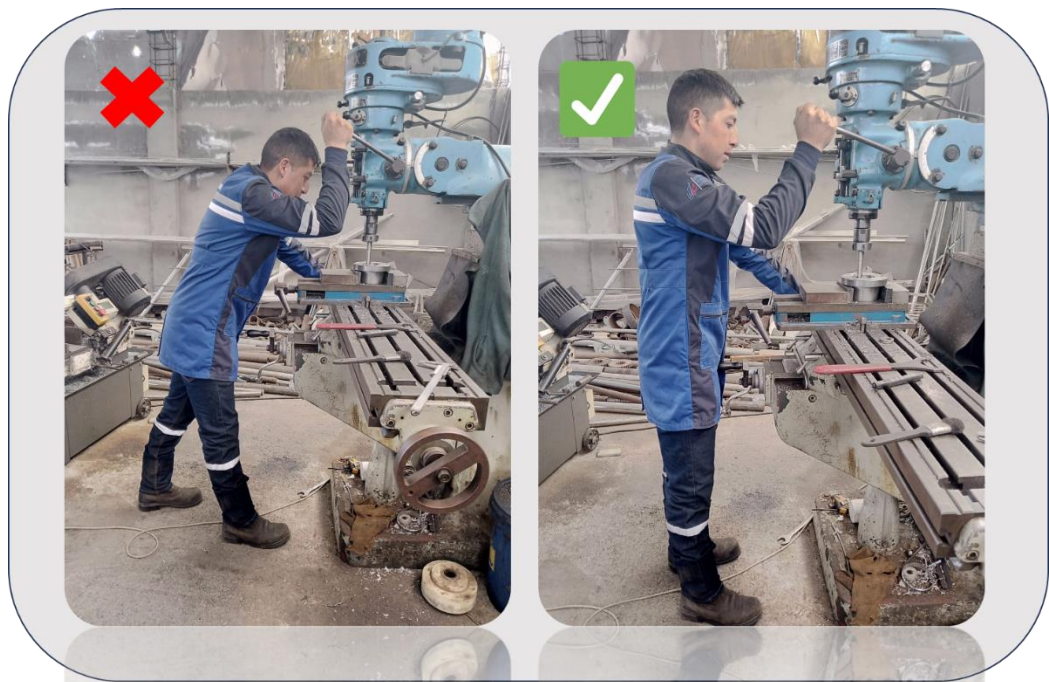


Figura 5-8. Postura incorrecta y correcta para las operaciones en las que se usa la fresadora

5.2.3. Operador de taladro:

- **Carga postural:** En las extremidades superiores e inferiores, con énfasis en los movimientos repetitivos y la postura estática prolongada (Ver Figura 5-9)
- **Masa de la carga:** Aproximadamente 18 kg, involucrando la manipulación de piezas y herramientas.
- **Frecuencia de control:** Cada 7 minutos, para prevenir la fatiga muscular y los trastornos asociados.
- **Justificación:** Se recomienda un descanso de 10 minutos en la mañana (10:00 a.m. - 10:10 a.m.) y en la tarde (3:30 p.m. - 3:40 p.m.), según lo estipulado en la NTP 847.



Figura 5-9. Postura incorrecta y correcta para las operaciones en las que se usa la fresadora

5.3. Modo de recuperación

El modo de recuperación de carga postural en Torninox incluye una serie de técnicas y ejercicios específicos diseñados para aliviar la tensión acumulada y restaurar la alineación adecuada del cuerpo. Los detalles específicos incluyen:

- **Estiramientos:** Ejercicios suaves y controlados para relajar los músculos tensos y mejorar la flexibilidad, incluyendo estiramientos de cuello, hombros, espalda baja y piernas.
- **Fortalecimiento del núcleo:** Ejercicios dirigidos a fortalecer los músculos del núcleo, tales como abdominales, puente de glúteos y ejercicios de estabilización de la columna vertebral.
- **Autoconciencia postural:** Técnicas para mantener una postura adecuada, asegurando que los hombros estén relajados, la espalda recta y la cabeza en posición neutral.
- **Pausas y cambios de posición:** Recomendaciones para alternar entre estar sentado y de pie, y para tomar pausas regulares que permitan el movimiento y la reducción de la fatiga muscular.
- **Ejercicio regular:** Promoción de actividades físicas regulares fuera del horario laboral, como caminar, nadar, practicar yoga o pilates, para mantener una buena postura en general.

5.4. Control de las acciones preventivas

Verificación de pausas de carga postural: Se llevará a cabo a través de observación directa por parte del técnico de seguridad. Esto implica identificar los momentos en que los

operarios realizan pausas, la duración de estas, y las áreas del cuerpo que se alivian de la carga.

Inspección del cumplimiento de los ejercicios: Se observará directamente a los operarios mientras realizan sus tareas para verificar que ejecutan los ejercicios de descanso postural según las recomendaciones.

Capacitación previa: Los empleados recibirán una capacitación detallada sobre la correcta ejecución de los ejercicios de descanso. Esta capacitación incluirá:

- **Identificación de ejercicios relevantes:** Se seleccionarán ejercicios adecuados para cada actividad laboral específica.
- **Recursos de capacitación:** Materiales claros y concisos con instrucciones detalladas sobre cómo realizar cada ejercicio correctamente.
- **Demostración práctica:** Se realizarán demostraciones prácticas para mostrar la forma correcta de ejecutar los ejercicios.
- **Práctica guiada:** Se brindará la oportunidad a los empleados de practicar los ejercicios bajo supervisión y orientación, asegurando la corrección de cualquier error.
- **Aclaración de dudas:** Durante la capacitación, se responderán preguntas y se asegurará que todos comprendan cómo y cuándo realizar cada ejercicio.
- **Enfoque en la postura adecuada:** Se enfatizará la importancia de mantener una postura correcta durante la ejecución de los ejercicios.
- **Recordatorios y refuerzo:** Se proporcionarán recordatorios periódicos sobre la importancia y la correcta ejecución de los ejercicios, utilizando carteles, correos electrónicos o aplicaciones móviles.

Esta metodología asegura una gestión integral y eficiente del procedimiento de descanso postural en Torninox, facilitando el cumplimiento normativo y la optimización de las prácticas ergonómicas, lo cual contribuirá a un entorno laboral más seguro y productivo.

5. DEFINICIONES

- **Carga postural:** es el estrés físico acumulativo experimentado por el sistema musculo-esquelético debido a la exposición prolongada a posturas estáticas o a la repetición continua de movimientos durante las actividades laborales. Esta carga puede inducir tensión muscular crónica, fatiga y un incremento en la susceptibilidad a trastornos musculoesqueléticos.
- **Pausas activas:** intervalos estructurados de tiempo durante la jornada laboral destinados a la realización de ejercicios de estiramiento y movimientos físicos ligeros. Estos períodos tienen el objetivo de mitigar la tensión muscular, promover una mejor circulación sanguínea y contrarrestar los efectos nocivos asociados con la carga postural prolongada.
- **Ejercicios de estiramiento:** serie de movimientos específicos diseñados para optimizar la flexibilidad y reducir la tensión en los músculos. Los ejercicios de estiramiento se centran en las áreas del cuerpo sometidas a cargas posturales intensas, con la finalidad de prevenir lesiones y mejorar la condición física general de los empleados.

- **Protocolos de descanso postural:** directrices detalladas que establecen la frecuencia, duración y tipo de pausas activas y ejercicios de estiramiento a implementar. Estos protocolos buscan optimizar los períodos de descanso y asegurar la efectividad en la mitigación de los efectos adversos de la carga postural.
- **Monitorización de la carga postural:** proceso sistemático de evaluación y seguimiento continuo del impacto de la carga postural en los empleados. Incluye la observación de las posturas adoptadas durante el trabajo, la identificación de áreas problemáticas y la evaluación de la conformidad con los procedimientos de descanso postural.
- **Evaluación de la efectividad:** análisis crítico de los resultados obtenidos tras la implementación del Procedimiento de Descanso de Carga Postural. Esta evaluación mide la reducción de quejas relacionadas con trastornos musculoesqueléticos y la mejora en el bienestar general de los trabajadores, utilizando indicadores específicos y retroalimentación directa.
- **Capacitación en descanso postural:** proceso educativo dirigido a los empleados para proporcionarles información sobre la importancia de las pausas posturales y entrenarlos en la correcta ejecución de ejercicios de estiramiento. La capacitación también abarca la integración eficiente de las pausas activas en la rutina laboral diaria.
- **Documentación de procedimientos:** registro sistemático y detallado de todas las actividades relacionadas con la implementación del Procedimiento de Descanso de Carga Postural. Incluye documentación sobre las capacitaciones realizadas, los resultados de las evaluaciones y los ajustes efectuados en el procedimiento.
- **Informes de cumplimiento:** documentos periódicos que reportan el estado de la implementación del procedimiento, los resultados obtenidos y las acciones de mejora realizadas. Estos informes son revisados por la alta dirección y el Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo para asegurar la adherencia y eficacia del procedimiento.

6. REFERENCIA NORMATIVA

- **Norma Técnica de Prevención NTP 847. Directrices para la prevención de riesgos asociados con posturas prolongadas en el trabajo:** define los criterios técnicos para establecer la frecuencia y duración óptimas de los períodos de descanso durante actividades que implican posturas estáticas o dinámicas prolongadas. Este documento proporciona métodos precisos para calcular los tiempos de descanso en función de la intensidad de la carga y la estructura de los ciclos de trabajo, facilitando una gestión ergonómica eficaz de las pausas laborales.
- **ISO 11228:2006. Ergonomía. Manipulación Manual de Cargas (Parte 1):** recomendaciones para el Diseño y Evaluación”, establece directrices técnicas para la manipulación manual de cargas, enfocándose en la reducción de riesgos ergonómicos asociados a la carga postural. Proporciona criterios detallados para la evaluación y el diseño de sistemas laborales, incorporando pausas estratégicas para mitigar los riesgos ergonómicos y mejorar la seguridad en el trabajo.
- **ISO 45001:2018. Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo. Requisitos con orientación para su uso:** especifica los requisitos para establecer,

implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, abarcando la identificación y mitigación de riesgos ergonómicos. Proporciona un marco para el desarrollo de procedimientos de descanso y recuperación ergonómica.

- **Ley orgánica de prevención, seguridad y salud en el trabajo de Ecuador:** este marco legal establece las normativas mínimas para la prevención de riesgos y la promoción de la salud laboral en el contexto ecuatoriano, imponiendo requisitos específicos a los empleadores para la gestión de riesgos ergonómicos, incluidos los asociados con posturas prolongadas.
- **Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo.** Es una normativa clave en Ecuador que establece las directrices esenciales para la protección de los trabajadores en sus entornos laborales, tiene como objetivo principal garantizar condiciones seguras y saludables en los lugares de trabajo, promoviendo la prevención de riesgos laborales y la reducción de accidentes y enfermedades ocupacionales. El establece obligaciones tanto para empleadores como para trabajadores, incluyendo la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, la realización de evaluaciones periódicas de riesgos, y la adopción de medidas correctivas para mejorar el ambiente laboral.
- **Manual de ergonomía en el trabajo:** Este manual ofrece directrices prácticas sobre la aplicación de principios ergonómicos en el diseño de puestos de trabajo y la gestión de riesgos posturales. Proporciona recomendaciones específicas para la implementación de pausas y ejercicios de recuperación postural.

7. LISTA DE DOCUMENTOS

Nº	Código	Nombre
01	TX.CA.F.1	Registro de tiempos de descanso y control de pausas de carga postural
05	TX.CA.F.2	Evaluación de riesgos ergonómicos
06	TX.CA.F.3	Registro de capacitación en técnicas de descanso postural


8. FIRMAS DE APROBACIÓN Y REVISIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Guamán Alexis González Edwin	Ing. MsC. Raúl Andrango	Sra. María Chicaiza
Cargo: Autores	Cargo: Tutor	Cargo: Propietario


Formulario TX.CA.F.1. Registro de tiempos de descanso y control de pausas de carga postural

		Registro de tiempos de descanso y Registro de tiempos de descanso y control de pausas de carga postural			TX.CA.F.1		
Parámetros de control							
Fecha	Nombre del Trabajador	Hora de Inicio de Actividad	Hora de Inicio de Descanso	Hora de Fin de Descanso	Duración del Descanso (minutos)	Actividad Previa al Descanso	Nivel de carga postural
Comentarios							
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:		
Guamán Alexis González Edwin		Ing. MsC. Raúl Andrango			Sra. María Chicaiza		
Cargo: Autores		Cargo: Tutor			Cargo: Propietario		

Formulario TX.CA.F.2 Matriz para la evaluación de riesgos ergonómicos

			Matriz para la evaluación de riesgos ergonómicos				TX.CA.F.2	
Parámetros								
Categoría	Factor de riesgo	Consecuencias asociadas	ND	NE	NP	NC	NR	Clase
Elaborado por:			Revisado por:			Aprobado por:		
Guamán Alexis			Ing. MsC. Raúl Andrango			Sra. María Chicaiza		
González Edwin								
Cargo: Autores			Cargo: Tutor			Cargo: Propietario		

Formulario TX.CA.F.3. Registro de capacitación en técnicas de descanso postural

		Registro de capacitación en técnicas de descanso postural			TX.CA.F.3	
Parámetros de control						
Fecha de Capacitación	Nombre del Trabajador	Área de Trabajo	Nombre del Instructor	Duración de la Capacitación (Horas)	Técnicas de Descanso Postural Cubiertas	Nivel de Comprensión (Alta/Media/Baja)
Comentarios						
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:	
Guamán Alexis		Ing. MsC. Raúl Andrango			Sra. María Chicaiza	
González Edwin						
Cargo: Autores		Cargo: Tutor			Cargo: Propietario	

PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS

TORNINOX

Torninox, promoviendo prácticas sostenibles y un entorno laboral seguro.



1. INTRODUCCIÓN

Este procedimiento detalla un sistema integral de gestión de riesgos ergonómicos para la empresa Torninox, orientado a la identificación, evaluación y control de factores ergonómicos que impactan la salud y seguridad de los trabajadores. Basado en normativas internacionales y nacionales, este sistema pretende establecer un entorno laboral seguro y saludable, optimizando la eficiencia operativa y minimizando los riesgos asociados a las actividades de mecanizado. El objetivo es no solo cumplir con las regulaciones vigentes, sino también fomentar una cultura de mejora continua en ergonomía y bienestar laboral.

2. OBJETO

El Plan de prevención de riesgos ergonómicos para la empresa Torninox tiene como propósito establecer un enfoque integral para identificar, evaluar, y mitigar los riesgos ergonómicos en el área de mecanizado, con el objetivo de asegurar un entorno laboral seguro y saludable. Este plan busca implementar medidas preventivas y correctivas basadas en evaluaciones detalladas y metodologías especializadas, además de proporcionar formación continua al personal en técnicas ergonómicas y protocolos de seguridad. Su finalidad es promover una cultura de prevención que no solo cumpla con las normativas vigentes, sino que también optimice la salud y el bienestar de los empleados, contribuyendo a la eficiencia operativa y al éxito general de la empresa.

3. ALCANCE

El alcance del Plan de prevención de riesgos ergonómicos para la empresa Torninox engloba todas las áreas de mecanizado y sus puestos de trabajo asociados, abarcando tanto estaciones de trabajo fijas como móviles. Este plan contempla la identificación y evaluación exhaustiva de los riesgos ergonómicos, la implementación de medidas correctivas y preventivas específicas, y la optimización de equipos, herramientas y técnicas operativas. Se incluye la formación continua del personal en prácticas ergonómicas, así como la instauración de protocolos de seguridad diseñados para asegurar un entorno laboral adecuado. Adicionalmente, el plan establece procedimientos para la supervisión continua y la revisión periódica de las medidas adoptadas, garantizando su eficacia y adecuación a las necesidades dinámicas de la empresa.

4. RESPONSABILIDADES

Dirección General

- **Asignación de recursos:** proveer los recursos financieros y materiales necesarios para la ejecución integral del plan de prevención de riesgos ergonómicos.
- **Apoyo estratégico:** asegurar el compromiso organizacional con la política ergonómica, facilitando la integración de medidas ergonómicas en la estrategia general de la empresa.

Departamento de seguridad y salud

- **Coordinación y supervisión:** liderar la identificación y evaluación de riesgos ergonómicos en todos los procesos y estaciones de trabajo en la empresa.

- **Desarrollo de protocolos:** diseñar y actualizar protocolos de seguridad ergonómica y procedimientos operativos, basados en los resultados de las evaluaciones y las mejores prácticas internacionales.
- **Auditorías y revisión:** realizar auditorías periódicas y revisiones del plan para garantizar su eficacia, asegurando el cumplimiento de normativas y la adaptación a nuevas necesidades.
- **Implementación de medidas:** aplicar medidas correctivas y preventivas resultantes de las evaluaciones ergonómicas para mitigar los riesgos identificados.
- **Formación y capacitación:** diseñar e implementar programas de formación continua sobre ergonomía para todos los empleados, asegurando su comprensión y aplicación de las prácticas seguras.
- **Evaluación continua:** monitorear las posturas y métodos de trabajo, realizando ajustes según los resultados de evaluaciones periódicas y retroalimentación de los trabajadores.

Supervisores de área

- **Aplicación de medidas:** asegurar que las medidas ergonómicas se implementen correctamente en sus áreas operativas, supervisando el cumplimiento de las directrices establecidas.
- **Cumplimiento de procedimientos:** velar por la adherencia a los procedimientos ergonómicos y reportar cualquier incumplimiento o problema a la Dirección General y al Departamento de Seguridad.
- **Notificación de incidencias:** informar sobre cualquier incidente o deficiencia en las prácticas ergonómicas, colaborando con el equipo para la implementación de soluciones.

Trabajadores

- **Cumplimiento de directrices:** adherirse a los procedimientos ergonómicos y aplicar las prácticas de trabajo seguro establecidas en el plan.
- **Participación en la formación:** participar activamente en los programas de capacitación sobre ergonomía y aplicar el conocimiento adquirido en sus tareas diarias.
- **Reporte de problemas:** reportar cualquier síntoma de malestar físico o condiciones de trabajo inadecuadas para facilitar la intervención oportuna.

5. METODOLOGÍA

El Procedimiento del Plan de Prevención de Riesgos Ergonómicos está diseñado para abordar de manera sistemática y estructurada los riesgos ergonómicos presentes en el área de mecanizado de la empresa Torninox. Esta metodología se basa en una serie de fases críticas orientadas a optimizar la salud y seguridad de los trabajadores mediante un enfoque integral y basado en evidencias. Las etapas clave del plan son:

5.1. Medidas de cuidado ergonómico

- **Posturas y técnicas de levantamiento:** se establecerán directrices rigurosas para mantener posturas óptimas y realizar levantamientos de manera ergonómicamente

segura. Estas directrices incluirán técnicas precisas para adoptar posturas adecuadas y métodos sistemáticos para levantar cargas, minimizando la carga sobre la columna vertebral y otros grupos musculares. Se especificará la inclinación adecuada del tronco, el uso de mecanismos de elevación cuando sea posible, y la técnica de elevación desde una posición de flexión de rodillas.

- **Diseño ergonómico de equipos y herramientas:** se implementará un protocolo para la evaluación y ajuste de equipos y herramientas ergonómicamente optimizados. Se revisarán las alturas de las estaciones de trabajo, la disposición de las herramientas y la accesibilidad a los materiales, buscando reducir el esfuerzo físico y los movimientos repetitivos. La selección y ajuste de herramientas ergonómicas estarán basados en estándares de diseño que minimicen el estrés muscular.
- **Programas de pausas y ejercicios:** se diseñará un programa estructurado de pausas activas y ejercicios de estiramiento para reducir la tensión muscular y promover la flexibilidad. El programa incluirá intervalos de descanso específicos durante la jornada laboral, con ejercicios guiados para relajar los grupos musculares más afectados por las tareas repetitivas y posturas prolongadas.

5.2. Medidas de vigilancia a la salud

- **Exámenes médicos especializados:** se llevará a cabo un conjunto de exámenes médicos especializados para detectar y evaluar problemas relacionados con el trabajo, como trastornos musculo-esqueléticos. Esto incluirá evaluaciones clínicas exhaustivas, radiografías, resonancias magnéticas y estudios de electromiografía para identificar posibles lesiones o condiciones que requieran intervención médica.
- **Monitoreo continuo y evaluación de salud:** se implementará un sistema de monitoreo continuo de la salud de los trabajadores mediante evaluaciones periódicas y seguimientos. Este monitoreo permitirá la detección temprana de problemas ergonómicos y facilitará la implementación de medidas correctivas. Los resultados se utilizarán para ajustar las prácticas laborales y los protocolos de salud preventiva.

5.3. Señales preventivas

- **Señales de prohibición e información:** se colocarán señales preventivas en puntos estratégicos del área de trabajo para informar sobre prácticas prohibidas y proporcionar instrucciones cruciales. Las señales de prohibición indicarán actividades y comportamientos que deben evitarse para reducir el riesgo ergonómico, mientras que las señales de información ofrecerán directrices sobre prácticas seguras, horarios de descanso y la correcta utilización de equipos.

5.4. Programa de implementación

- **Planificación y cronograma:** se desarrollará un cronograma detallado para la ejecución de las medidas preventivas, que incluirá etapas de implementación, responsabilidades asignadas y recursos necesarios. Este cronograma garantizará que las medidas se apliquen de manera efectiva y oportuna.
- **Revisión y ajuste:** se establecerán procedimientos para la evaluación continua y ajuste del plan, basados en auditorías periódicas y la retroalimentación de los

trabajadores. Las auditorías evaluarán la efectividad de las medidas implementadas y permitirán ajustes para optimizar el plan y responder a nuevas necesidades o condiciones.

6. DEFINICIONES

- **Riesgos ergonómicos:** factores inherentes al entorno laboral que pueden inducir estrés físico o postural en los trabajadores, con el potencial de provocar lesiones o trastornos musculoesqueléticos. Estos riesgos abarcan posturas inadecuadas, movimientos repetitivos, levantamiento de cargas significativas, y esfuerzos físicos excesivos que pueden afectar negativamente la salud y el rendimiento laboral.
- **Medidas de cuidado ergonómico:** directrices y procedimientos implementados para mitigar la carga física sobre los trabajadores mediante la adopción de posturas óptimas, la utilización de equipos y herramientas ergonómicas, y la integración de pausas activas y ejercicios de estiramiento. Estas medidas están orientadas a reducir la incidencia de lesiones y mejorar el bienestar físico en el entorno de trabajo.
- **Exámenes médicos especializados:** evaluaciones diagnósticas efectuadas por profesionales de la salud para identificar y evaluar condiciones patológicas asociadas con el entorno laboral. Estos exámenes comprenden evaluaciones clínicas exhaustivas, imágenes diagnósticas como radiografías y resonancias magnéticas, y estudios funcionales como electromiografías, destinados a detectar trastornos musculoesqueléticos y otras afecciones ergonómicas.
- **Señales preventivas:** indicadores visuales dispuestos en el entorno laboral para transmitir normas y directrices de seguridad ergonómica. Incluyen señales de prohibición, que advierten sobre prácticas o comportamientos no autorizados, y señales informativas, que ofrecen directrices sobre procedimientos seguros y prácticas recomendadas para prevenir riesgos ergonómicos.
- **Programa de pausas y ejercicios:** estrategia estructurada para implementar intervalos regulares de descanso y ejercicios de estiramiento durante la jornada laboral. Este programa está diseñado para reducir la tensión muscular acumulada, promover la flexibilidad, y prevenir la aparición de lesiones asociadas con posturas prolongadas y movimientos repetitivos.
- **Monitoreo continuo de la salud:** procedimiento sistemático de evaluación y seguimiento continuo del estado de salud de los trabajadores, enfocado en la identificación temprana de signos de problemas ergonómicos. Este monitoreo incluye revisiones periódicas y la recopilación de datos pertinentes para ajustar las medidas preventivas y asegurar la efectividad del plan implementado.
- **Cronograma de implementación:** plan detallado que define el calendario para la ejecución de las medidas preventivas, especificando las fechas de inicio y finalización, las responsabilidades asignadas a cada miembro del equipo, y los recursos necesarios. El cronograma garantiza una implementación ordenada y eficiente de las acciones preventivas programadas.
- **Auditorías periódicas:** revisiones sistemáticas realizadas a intervalos definidos para evaluar la eficacia del plan de prevención de riesgos ergonómicos. Estas auditorías tienen como objetivo identificar áreas de mejora, verificar el

cumplimiento de las medidas establecidas, y ajustar el plan en función de los resultados obtenidos y la retroalimentación recibida.

- **Postura ergonómica:** configuración del cuerpo durante la realización de tareas laborales, diseñada para minimizar la carga física y optimizar la alineación postural. La adopción de posturas ergonómicas adecuadas contribuye a prevenir lesiones al mantener una alineación adecuada de la columna vertebral y reducir el estrés en músculos y articulaciones.
- **Equipos y herramientas ergonómicas:** dispositivos diseñados para adaptarse a las características físicas del trabajador y reducir la carga física durante las actividades laborales. Estos equipos están concebidos para facilitar una postura adecuada, minimizar los movimientos repetitivos, y disminuir el riesgo de lesiones asociadas con el uso prolongado.

7. REFERENCIA NORMATIVA

- **Norma ecuatoriana (NE) 2:2015. Ergonomía: Requisitos para el diseño de los puestos de trabajo:** establece los criterios técnicos para el diseño ergonómico de los puestos de trabajo en Ecuador, orientando a las empresas en la implementación de prácticas que minimicen los riesgos ergonómicos y promuevan la salud laboral.
- **Ministerio del trabajo del Ecuador. Acuerdo ministerial 116-2019. Reglamento para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo:** este reglamento detalla las obligaciones legales para la gestión de riesgos ergonómicos, incluyendo la implementación de medidas preventivas y correctivas en el entorno laboral.
- **ISO 11228-1:2003. Ergonomía. Manipulación Manual (Parte 1):** Carga física, proporciona directrices para la evaluación y gestión de riesgos asociados con la manipulación manual de cargas. Es una referencia clave para establecer prácticas seguras en la manipulación de objetos y evitar trastornos musculoesqueléticos.
- **ISO 45001:2018. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo:** define los requisitos para establecer un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional. Incluye la integración de prácticas ergonómicas para identificar y controlar los riesgos en el entorno laboral, promoviendo un ambiente seguro y saludable.
- **Organización internacional del trabajo (OIT). Directrices sobre ergonomía en el trabajo:** documento que ofrece recomendaciones sobre la aplicación de principios ergonómicos para mejorar la seguridad y el bienestar en el lugar de trabajo. Estas directrices son fundamentales para adaptar los estándares internacionales a contextos específicos.
- **Instituto ecuatoriano de normalización (INEN). Normas técnicas de ergonomía:** incluye una serie de normas técnicas desarrolladas para guiar la implementación de prácticas ergonómicas en diversas industrias en Ecuador, proporcionando lineamientos técnicos adaptados a la realidad local.

8. LISTA DE DOCUMENTOS

N°	Código	Nombre
01	TX.CA.F.04	Registro de medidas de cuidado ergonómico

9. FIRMAS DE APROBACIÓN Y REVISIÓN

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Guamán Alexis González Edwin	Ing. MsC. Raúl Andrango	Sra. María Chicaiza
Cargo: Autores	Cargo: Tutor	Cargo: Propietario

Formulario TX.CA.F.04. Registro de medidas de cuidado ergonómico

		Registro de medidas de cuidado ergonómico			TX.CA.F.4		
Parametros de control							
Fecha de Implementación	Área de Trabajo	Medida Ergonómica Implementada	Descripción de la Medida	Responsable de Implementación	Frecuencia de Evaluación	Resultados de la Evaluación	Observaciones/Comentarios
Comentarios							
Elaborado por:		Revisado por:			Aprobado por:		
Guamán Alexis		Ing. MsC. Raúl Andrango			Sra. María Chicaiza		
González Edwin							
Cargo: Autores		Cargo: Tutor			Cargo: Propietario		

6. CONCLUSIONES

La aplicación de la matriz de riesgos NTP 330 permitió una identificación detallada de los elementos de riesgo ergonómico en el área de mecanizado de Torninox, revelando que los factores más críticos son las posturas prolongadas, la manipulación de cargas pesadas, posturas forzadas o incómodas al operar el torno, taladro y fresadora. Estos riesgos se distribuyen en varias áreas operativas, lo que subraya la necesidad de una intervención integral para mitigar las condiciones adversas y mejorar la seguridad en el entorno laboral. En el caso de posturas forzadas el nivel de riesgo fue de 1000 ubicándose en la clase y con un nivel de probabilidad de 40. Los movimientos repetitivos al fresar, taladra o torneear exhibió un nivel de exposición 4 (De manera continua) lo que se asocia a un nivel de consecuencia 25 considerado como grave.

Se concluye que las áreas con mayores niveles de riesgo requieren una atención prioritaria en la implementación de medidas correctivas. La clasificación de los riesgos de acuerdo con la matriz NTP 330 facilita la priorización de intervenciones, permitiendo abordar primero los factores que presentan un riesgo elevado para la salud de los operadores y, por ende, optimizar los recursos destinados a la mejora de las condiciones laborales. Los niveles de probabilidad de ocurrencia oscilan entre 8 y 40, mientras que los niveles de consecuencia están entre 10 y 60, es decir desde leve hasta muy graves, siendo este último asociado con fuerza excesiva al manipular herramientas y cargas durante las operaciones de torno, fresado y taladrado.

La evaluación de las posturas de los trabajadores mediante los métodos OWAS, RULA y REBA reveló que un alto porcentaje de las actividades se realiza en posturas ergonómicamente desfavorables, como posturas flexionadas y elevaciones de brazos prolongadas. Estas posturas inadecuadas se correlacionan con un riesgo elevado de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, destacando la urgencia de implementar cambios en las prácticas operativas y en el diseño del puesto de trabajo. De la evaluación OWAS para el rol de operador de torno la actividad de cambio de herramientas en el torno fue categorizada como moderada (2) puesto que en esta además de adopción de posturas de la espalda flexionada es necesario manipular cargas de entre 10 y 0 kg, por su parte la valoración mediante este método de la atarea de ajuste de piezas pequeñas en fresadora fue crítica (4) debido que es una actividad en la que se levantan pesos, la espalda debe estar doblada y realizar giros, además de que ambas

piernas se mantienen flexionada, siendo esta una postura no ergonómica y de riesgo a afectaciones lumbares, así como en las articulaciones.

Con base en los resultados de la encuesta aplicada a los trabajadores del área de mecanizado, se concluye que estos están conscientes de que existen condiciones de riesgos ergonómicos y que las mismas están incidiendo negativamente en su salud, esto se soporta en el hecho de que el 100 % manifestó que sientes algún tipo de incomodidad o dolor en zonas específicas del cuerpo al finalizar tu jornada laboral. Adicionalmente, en las operaciones no se realizan pausas de pausas regulares durante tu jornada para descansar y cambiar de postura, pues el 83 % indica que solo se efectúan ocasionalmente por un lapso de 15 minutos una vez en la mañana y otra en el turno de la tarde.

Los protocolos propuestos para contrarrestar las posturas inadecuadas incluyen la reconfiguración del entorno de trabajo y la incorporación de equipos ergonómicos adaptados a las necesidades de los operadores. La implementación de estas medidas busca reducir el impacto de las posturas desfavorables y promover una mayor comodidad y seguridad durante las actividades diarias

7. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los hallazgos en el estudio así como las conclusiones emitidas, se establece como recomendaciones:

Para prevenir lesiones cervicales y mejorar la precisión en el manejo de maquinaria en el área de mecanizado de Torninox, se recomienda que los operarios mantengan la cabeza en una posición neutra, alineada con la columna vertebral. La inclinación de la cabeza no debe superar los 20 grados hacia adelante. Esta postura reduce la tensión en los músculos del cuello y optimiza la visibilidad durante el trabajo, siguiendo las recomendaciones del protocolo de seguridad ergonómica establecido en el estudio.

Al realizar el giro de la palanca en la fresadora, se debe asegurar que la muñeca permanezca en una posición neutra, con un ángulo de flexión o extensión que no exceda los 15 grados. Esta postura es clave para evitar sobrecargas en los tendones y nervios del antebrazo. Los protocolos de evaluación ergonómica del estudio sugieren el uso de herramientas con mangos ergonómicos que faciliten esta alineación.

Se recomienda programar pausas cada 60 minutos para realizar ejercicios de estiramiento que enfoquen en el cuello, los hombros, la espalda y las muñecas. Durante estas pausas, los operarios deben realizar movimientos suaves que devuelvan a las extremidades superiores a su rango de movimiento natural, lo cual es esencial para prevenir la aparición de trastornos musculoesqueléticos a largo plazo.

Es fundamental implementar un programa de capacitación continuo dirigido a todo el personal, centrado en la seguridad en el trabajo, con un énfasis particular en los riesgos ergonómicos asociados a las operaciones de fresado, torno y taladro. Esta capacitación debe incluir formación teórica y práctica sobre la identificación de posturas inadecuadas, el uso correcto de las herramientas y la adopción de medidas preventivas. Además, se debe instruir a los trabajadores en técnicas de estiramiento y pausas activas para mitigar los efectos de las posturas prolongadas, asegurando que comprendan la importancia de mantener una buena ergonomía en sus actividades diarias.

Para garantizar la seguridad y el bienestar de los trabajadores, es indispensable realizar evaluaciones periódicas de los riesgos ergonómicos en cada uno de los puestos de trabajo, especialmente en aquellos relacionados con las operaciones de fresado, torno y taladro. Estas evaluaciones deben basarse en metodologías estandarizadas como RULA y REBA, y deben llevarse a cabo al menos una vez al trimestre o cada vez que se introduzcan cambios en las condiciones laborales. Los resultados de estas evaluaciones permitirán ajustar los protocolos de seguridad y adoptar medidas correctivas a tiempo, minimizando el riesgo de lesiones y asegurando un entorno de trabajo más saludable y productivo.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] G. Gómez, «Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA). Reglamento (UE) 2019/126 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de enero de 2019.,» *Gestión práctica de riesgos laborales: Integración y desarrollo de la gestión de la prevención*, vol. 1, n° 169, pp. 56-72, 2019.
- [2] J. Pérez, C. Aranda y M. Aldrete, *Trastornos musculoesqueléticos en miembro superior*, Ciudad de México, México: PIENSO en Latinoamérica, 2022.
- [3] C. Ramos y N. Torres, «Prevalencia de síntomas musculoesqueléticos asociados a condiciones de trabajo en trabajadores operativos en comparación con el personal administrativo de una empresa de Transporte Interprovincial de Pasajeros en la ciudad de Quito durante el periodo de e,» *Tesis de Maestría*, Universidad de las Américas. Quito, EC, 2024.
- [4] Torninox, «Torninox,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.torninox.com/>.
- [5] Ministerio del Trabajo, *Decreto Ejecutivo No. 255*, 2024.
- [6] Asamblea Nacional Constituyente, *Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449*, 2008.
- [7] D. Culcay y D. Fajardo, «Plan para la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad según Norma ISO 9001:2015, en una Industria de Caucho de la ciudad de Cuenca,» *Tesis de Grado*, Universidad de Cuenca, Cuenca, EC, 2023.
- [8] D. Ojeda, «Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para la reducción de riesgos ergonómicos de la empresa Menber S.R.L. – Piura 2022,» *Tesis de Grado*, Universidad Privada Antenor Orrego, Lima, PE, 2023.
- [9] M. Castro, «Riesgos ergonómicos y trastornos musculo esqueléticos en trabajadores del car mixto San Miguel, Lima 2023,» *Tesis de Grado*, Universidad Norbert Wiener, Lima, PE, 2023.

- [10] R. Coca, «Diseño de un programa de evaluación e identificación de riesgos ergonómicos basado en métodos cuantitativos y cualitativos - Laboratorios COFAR S.A.,» Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, BO, 2023.
- [11] L. Triviño, «Evaluación de los factores de riesgo ergonómicos y propuesta de un sistema de gestión técnica para la prevención de trastornos musculo esqueléticos en el área de mantenimiento industrial de la empresa CYMIB,» Tesis de Grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quito, EC, 2018.
- [12] G. Familia y H. Guzman, «Plan de mejora para aumentar el nivel de seguridad industrial dentro de la empresa Metalgas, SRL, mediante la implementación de un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo,» Tesis de Grado, Universidad Iberoamericana, Santo Domingo, DO, 2022.
- [13] D. Bustos y D. Mantilla, «Importancia de la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo en las pequeñas y medianas empresas del sector industrial en Bucaramanga,» Tesis de Grado, Unidades Tecnológicas de Santander, Santander,CO, 2021.
- [14] R. Alemán, «Evaluación ergonómica postural en trabajadores del Equipo de Perforación de Pozos Petróleo y Gas CUPET-3,» Tesis de Maestría, Universidad de Matanzas, Matanzas, CU, 2021.
- [15] P. Villalba y J. Zea, «Evaluación del nivel de riesgo disergonómico aplicando el método RULA y la lista de verificación OCRA en la empresa metalmecánica Tornería Jorge - Arequipa 2022,» Tesis de Grado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, PE, 2023.
- [16] J. Villegas y C. Barrantes, «Propuesta de mejora ergonómica empleando el método REBA para reducir los riesgos disergonómicos en la empresa Pradock Pisos Industriales S.A.C.,» Tesis de Grado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, PE, 2023.
- [17] G. Monárrez, A. Flores, P. Gómez y M. Portillo, «Análisis ergonómico mediante la aplicación del método RULA en proceso de industria manufacturera,» *Revista IPSUMTEC*, vol. 6, nº 3, pp. 103-111, 2023.

- [18] Y. Rodríguez, «Manipulación manual de carga como principal factor de riesgo ergonómico desencadenante de trastornos lumbares en la industria de la construcción,» *Saluta*, vol. 3, nº 4, pp. 31-50, 2021.
- [19] D. Bravo, «Estudio del impacto negativo de la ergonomía aplicado en puestos de trabajo de plantas industriales. Un estudio de revisión sistemática,» .Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte, Lima, PE, 2022.
- [20] K. Medina y J. Díaz, «Riesgos Ergonómicos en el Entorno Laboral. Importancia y Factores de Riesgo. Revisión Bibliográfica,» *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, vol. 8, nº 3, pp. 1115-1130, 2024.
- [21] M. Condori, R. Mestas, V. Pari y H. Apaza, «Evaluación de riesgo ergonómico en trabajadores de construcción civil,» *Peruvian Journal of Health Care and Global Health*, vol. 6, nº 2, pp. 60-68, 2022.
- [22] Ergonautas, «Software para ergonomía,» 2024. [En línea]. Disponible: <https://www.ergonautas.upv.es/>.
- [23] A. Munto, W. Mejía y Y. Henriquez, «Diagnóstico del sector manufacturero orientado a la identificación de riesgos ergonómicos al interior de las empresas de metalmecánica en El Salvador y sus propuestas de solución,» Tesis de Grado, Universidad de El Salvador, SV, 2024.
- [24] L. Gutiérrez, L. Uribe y J. García, «Identificación y evaluación de riesgos posturales en un proceso de acabado de piezas automotrices,» *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 19, nº 1, pp. 1-14, 2021.
- [25] A. Jiménez, «Evaluación ergonómica según metodología de la ecuación "N.I.O.S.H" y método "O.W.A.S." de puestos de entrada y salida de material para canteo en cinta transportadora de la industria de fabricación de muebles,» Tesis de Maestría, Universidad de Jaén, Juaárez, ES, 2022.
- [26] J. Diego, «OWAS,» 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>.

- [27] L. Chanca y R. Salinas, «Rediseño de puestos de trabajo para reducir el ausentismo en los operarios debido a Trastornos Músculo Esqueléticos por esfuerzos de carga y malas posturas aplicando el estudio de métodos en la industria manufacturera de artículos escolares,» Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, PE, 2023.
- [28] H. Pico y J. Vera, «Análisis y Solución de los Riesgos Ergonómicos y Protección de Extremidades en la Industria Metalmeccánica Hinojoza S.A. en el Área de Producción Aplicando el Método Rula.,» Tesis de Grado, Universidad Estatal de Milagro, Quito, EC, 2021.
- [29] J. Diego, «RULA,» 2015. [En línea]. Disponible:
<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>.
- [30] Y. Torres, Principios teórico-prácticos de ergonomía para el diseño y evaluación de herramientas, puestos de trabajo y máquinas, Bogotá, Colombia: Editorial UPTC, 2021.
- [31] S. López y N. Monguí, «Plan de prevención para evitar desórdenes músculo-esqueléticos en los trabajadores de la empresa Plastic World Jr Sas,» Tesis de Posgrado, Universidad ECCI, Bogotá, CO, 2022.
- [32] J. Diego, «REBA,» 2015. [En línea]. Disponible:
<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.
- [33] J. Carrasco, A. López y A. Barreno, «Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral,» *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, vol. 4, nº 2, p. 3294–3306, 2023.
- [34] E. Ramírez, «Factores de riesgo ergonómico que influyen en los trastornos musculoesqueléticos en trabajadores de una refinería en Lima - Perú 2017,» Tesis de Maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, PE, 2021.
- [35] Organización Mundial de la Salud, «Trastornos musculoesqueléticos,» 2021. [En línea]. Disponible: <https://n9.cl/aqby7>.

- [36] S. Espinoza, «Factor ergonómico y su incidencia en lesiones musculoesqueléticas por actividades laborales del sector de la construcción en la Universidad Técnica del Norte.,» Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, EC, 2023.
- [37] J. García, «Influencia de los factores de riesgo psicosocial en el redimiento laboral de los trabajadores de la unidad minera Arequipa M – 2019,» Tesis de Grado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, PE, 2022.
- [38] A. Suarez, Y. Becerra y C. Chaparro, «Análisis de riesgo ergonómico de las condiciones de trabajo en la Constructora Domínguez Parra SAS,» Tesis de Grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bucaramanga, CO, 2022.
- [39] M. Matheus, «Factor de riesgo ergonómico y la presencia de lumbalgia en el personal de una empresa Constructora en Shushufindi 2023,» Tesis de Posgrado, Universidad Técnica del Norte, Quito, EC, 2023.
- [40] V. Guaqueta y J. Salinas, «Propuesta de Diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para la Empresa COSUING SAS,» Tesis de Posgrado, Universidad ECCI, Bogotá, CO, 2024.
- [41] R. Moreno y J. Fernández, «Plan de seguridad y salud ocupacional en el trabajo para la empresa construcciones y reparaciones agrícolas Fernández,» Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, EC, 2024.
- [42] D. Barrazueta, «Todo sobre el Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud,» 2021. [En línea]. Disponible: <https://n9.cl/rt3jms>.
- [43] Organización Internacional del Trabajo, «Implementar un medio ambiente de trabajo seguro y saludable: ¿En qué punto nos encontramos?,» 2023. [En línea]. Disponible: <https://n9.cl/bqtwk>.
- [44] NORMASISO.ORG, «Norma ISO 9241,» 2024. [En línea]. Disponible: <https://normasiso.org/norma-iso-9241/>.
- [45] Departamento del Trabajo de los EE. UU., «Todo sobre OSHA,» 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/osha3173.pdf>.

- [46] Organización Internacional del Trabajo, «Ergonomía,» 2024. [En línea]. Disponible: <https://n9.cl/s67qtc>.
- [47] M. Huamán, «Implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en base a la norma ISO 45001:2018 en la empresa Constructora Alfaro Ingenieros E.I.R.L., Piura - 2019,» Tesis de Grado, Universidad Privada del Norte, Lima, PE, 2020.
- [48] F. Mota y M. Seminario, «Implementación de la norma ISO 45001:2018 para mejorar la seguridad y salud en el trabajo en la empresa FYSER GROUP,» Tesis de Grado, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, PE, 2023.
- [49] J. Mejía, «Diseño de un plan ergonómico, en la manipulación de carga en el área de mantenimiento Mecánico de la central ITT,» Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica Israel, Quito, EC, 2024.
- [50] C. Vera, Y. Rodríguez y H. Hernández, «Medición del desempeño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: revisión sistemática de literatura,» *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 8, nº 18, pp. 2981-2991, 2022.
- [51] J. Olartegui, «Aplicación del sistema de gestión de riesgos para reducir los accidentes de trabajo en las contratistas de una unidad minera de Cusco,» Tesis de Grado, Universidad Continental. Lima, PE., 2021.
- [52] INSST, «NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente,» 2021. [En línea]. Disponible: https://www.insst.es/documents/94886/326827/ntp_330.pdf/e0ba3d17-b43d-4521-905d-863fc7cb800b.
- [53] EQA, «Nomenclatura internacional de UNESCO para los campos de acción,» 2022. [En línea]. Disponible: <https://documentos.eqa.es/OnlineForm/resources/CODIGOS%20UNESCO%20EQA.pdf>.
- [54] J. A. Diego-Mas, «Ergonautas,» 2015. [En línea]. Disponible: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.

